平成 31 年度　水産基盤整備調査委託事業
「漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」事業報告書

１．漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討
１－１　センシング技術等を活用した漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討
１－２　人工知能（AI）を活用した老朽化診断手法の検討

２．構造物の振動特性等に着目した漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討

３．荷さばき所等の予防保全対策の検討

４．漁港施設等の情報の電子化及び点検の効率化の検討
４－１　漁港施設点検システム及び維持管理情報プラットフォームの運用の検討
４－２　漁港施設等の効率的な点検手法の検討

５．漁港施設の長寿命化対策費用等の検討
４－１　長寿命化対策費用の推計
４－２　長寿命化対策事例集の作成

a．課題名

漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討のうち
「センシング技術等を活用した漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討」

b．実施機関及び担当者

［国立研究開発法人　水産研究・教育機構　水産工学研究所］
三上信雄

［一般社団法人 水産土木建設技術センター］
松本 力
完山 暢
古殿太郎
坂本葉月
川瀬翔馬

c．ねらい

漁港施設の点検は調査員による目視が主体のため、評価のばらつきや時間と労力を要する。特に水中部においては潜水目視となり労力や危険の増加、かつ潜水士不足や高齢化への対応等、課題が多い。

そこで、潜水目視の代替、軽減策となるセンシング技術と従来手法の点検結果を比較することで、水中部の点検・診断技術の高度化や効率化を志向し、現地検証調査により、その有効性や課題、活用方法の検討をするとともに、検討結果を取りまとめた手引き（案）を作成する。

これまで H29 年度に陸上・海上部の点検手法として UAV を活用した手法を検討し手引き（案）が作成された。

本調査は、H30 年度に水中部センシング技術として一般的に普及が進んでいるナローマルチビームソナー（以下マルチビーム）を活用した点検手法の検討を行い、防波堤や係船岸等の判断基準への適用性を確認し、水中部点検調査におけるスクリーニングとしての活用方法の提案をまとめた。その結果、老朽化度判定では a 判定についてほぼ適用可能であるが、b、c 判定については条件付きなど判定可能な項目もあったが、判定困難な項目も散見された。また、コンクリート構造の施設を主体とした調査であったため、鋼構造の腐食（開孔）状況など鋼構造施設への適用性について検証等の課題も残った。

H31 年度は、潜水目視の代替範囲の拡大を目指し、マルチビームから得られる点検結果より、さらに詳細に漁港施設の水中部の劣化状況等を点検するセンシング技術として、周波数が高く詳細な点群データを取得可能な水中 3D スキャナーについて検討し、鋼構造形式の施設について老朽化度対象を追加し、点検に活用する際の手順、調査方法、留意点等をまとめた点検の手引き（案）の作成を目的とする。

d．方法

１．漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討

１－１．センシング技術を活用した点検手法の検討

漁港施設の調査は、調査員の目視により点検・診断が行われている。しかし、調査員による点検・調査においては、胸壁工・消波工の上部といった転倒・落水の危険を伴う点検箇所、ゴミや植生に加え雨や雪等による変状の見落とし、調査員による老朽化度判定のバラつきが課題としてあげられる。こうした課題に加えて、漁港を管理する地方自治体の財政難、技術者不足を考慮すると、より効率的で安定した点検手法が求められる。

そこで、ひび割れや欠損、段差等の施設変状をセンサー等で計測・判別できるセンシング技術を活用した点検手法について検討する必要がある。特に水中部における従来手法（潜水目視調査）の点検精度・コスト・安全性等について課題を整理する。さらに適用可能と考えられるセンシング技術について有効性や課題を明らかにし、潜水目視調査の代替・軽減案を提案するとともに、「センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）」を作成し活用の促進を図るものである。**図 d-1-1-1** にこれまでのセンシング技術検討の流れを示した。

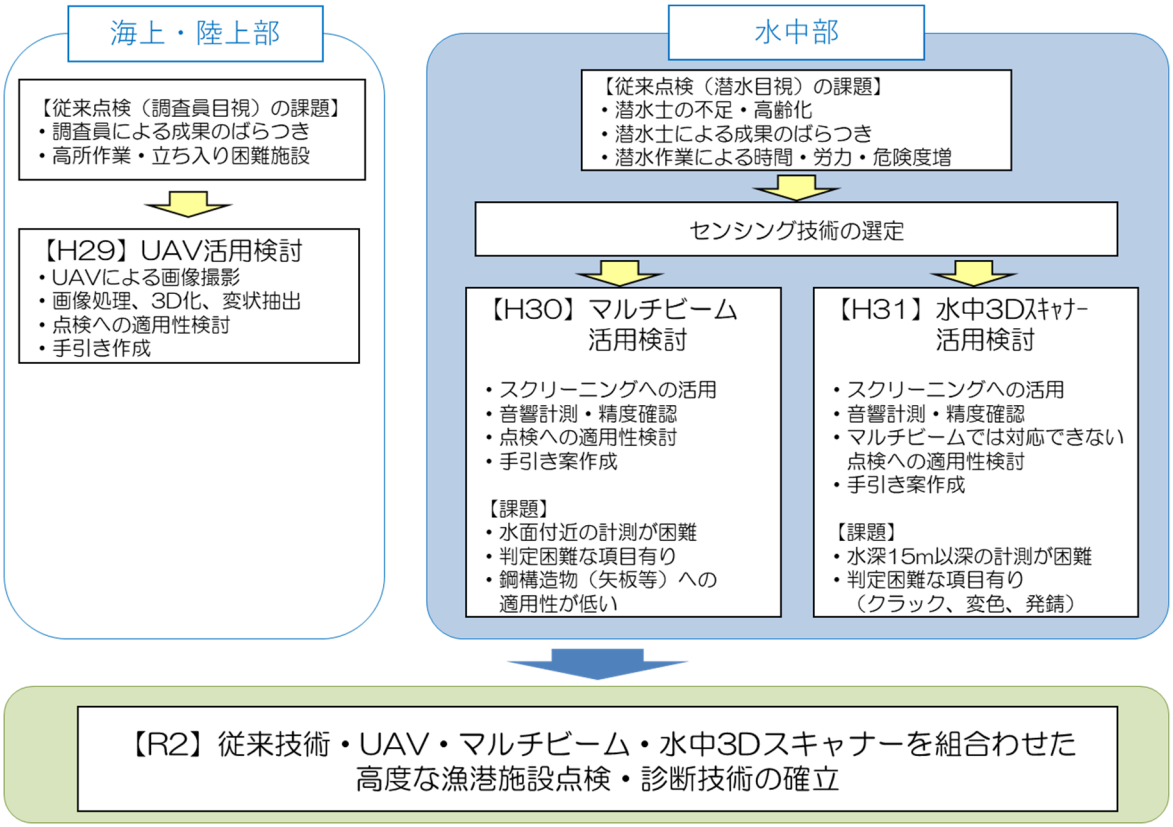


図 d-1-1-1　センシング技術検討の流れ

（１）センシング技術の選定

漁港施設の点検診断に適用可能なセンシング技術を整理検討する。検討の結果、最適なセンシング技術を選定し、従来手法の課題とセンシング技術活用による対応策および想定される問題点について抽出・整理する。

（２）水中 3D スキャナー活用の適用性検討

適用性検討にあたっては、求められる点検精度や機器仕様等、適用基準を整理し検討対象とする漁港について機能保全計画書等を参考に選定する。

まず選定漁港にて供試体による精度検証を行い水中 3D スキャナーの基本的な計測性能の適用限界を確認する。次いで実構造物による現地試験を行い、施設別、調査項目別に評価基準に対する精度検証を行う。

（３）水中 3D スキャナー活用による有効性と課題の整理

適用性の検討で明らかにされた水中 3D スキャナーの点検精度や適用範囲等について、その有効性と課題を整理する。また、従来手法との比較による経済性についても検討・整理する。

（４）水中 3D スキャナー活用による点検手法の提案

得られた結果を取りまとめ、「点検手法の提案」を行うとともに、測定回数や船速、測線位置等、定量的な数値基準を示す「センシング技術を活用した手引き（案)」を作成する。

e．結果及び考察

1．センシング技術の選定

1－1．センシング技術の概要

センシング技術とは、音波やレーザーを使ったセンサーなどを使用してさまざまな情報を計測・数値化する技術の総称である。温度や音量、明るさ、衝撃の強さといった要素を定量的データとして収集し、応用する技術全般が含まれる。このうち、対象を遠隔操作によって感知して計測する技術をリモートセンシングと言い、人口衛星を利用して計測を行う気象情報などの航空・宇宙分野やロボット工学の分野など、様々な分野において活用が進んでいる。

1－2．センシング技術の整理検討および選定

平成 29 年度は、UAV 活用した陸上部の点検手法が検討されている。

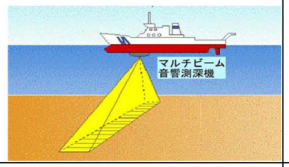
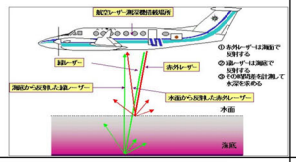
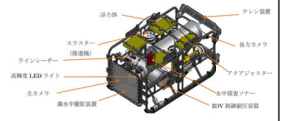
平成 30 年度は、水中部のセンシング技術に着目し、マルチビームを活用した点検手法の検討を行い、防波堤や係船岸等の判定基準への適用性を確認し、水中部点検調査におけるスクリーニングとしての活用方法の提案をまとめた。ただし、老朽化度判定では a 判定についてほぼ適用可能であるが、b、c 判定については条件付きなど困難な損傷も散見された。また、鋼構造の腐食（開孔）状況については、コンクリート構造の施設を主体とした調査であったため、鋼構造施設への適用性の検討について検証等の課題も残った。

よって、平成 31 年度は**表 e-1-2-1 と表 e-1-2-2** に示した、漁港施設の点検診断に適用可能な水中部のセンシング技術の中で、マルチビームから得られた点検結果より、さらに詳細に漁港施設の水中部の劣化状況等を点検するセンシング技術として、周波数が高く詳細な点群データを取得可能な水中 3D スキャナーを選定した（以下、センシング技術を「水中 3D スキャナー」とする。）。

表 e-1-2-1　水中 3D スキャナー、マルチビーム、潜水調査の計測条件

計測条件 作業環境	濁水	水面付近	水深15m 以深	流速 1m/sec	網羅的 広域調査	災害時被災 状況調査	局所的 詳細調査
水中3D スキャナー	○	○	×	○	○	○	×
マルチビーム	○	×	○	○	○	○	×
潜水調査	×	○	△ （20mまで）	×	×	×	○

表 e-1-2-2　漁港施設の点検診断に適用可能なセンシング技術（水中部）

水中部の点検・診断に関わるセンシング	特徴	留意点	点検範囲	点検精度	コスト	普及度
水中３Ｄスキャナー	・濁度に拘わらず水中3Dスキャナーを中心とした半径15m以内の水中構造物の形状を立体的に計測することが可能 ・陸上レーザスキャナとナローマルチビームと併用し、水陸の三次元データ統合が可能	・高精度なデータが取得できるが、音波の到達距離が短いため、スキャナーから15mの範囲内しか計測できない。	狭域（設置式） 広域（曳航式）	10cm程度	低	△
マルチビーム測深システム 	・測量船の左右方向に指向性の鋭い音響ビームを海底に照射し、船の進行とともに立体的に水底形状を計測する ・水深300m程度まで測深可能 ・無人ボート搭載型が開発されている	・浅部では測量船の航行が困難 ・ビーム間隔以下の変状は判別できない（精度は水深・船速による） ・音波は下方へ発信すすため、水面付近は計測できない。	広域	数m～数10cm	低	○
航空レーザー測深システム 	・水陸同時に三次元計測が可能 ・グリーンレーザーが水部を透過、海底の精密な地形が取得可能 （点密度　測深：約1点/m2、地形：約10点/m2） ・水深20m程度（水質条件による） ・河川測量での適用事例が多い	・広域を短時間で計測できるが、水質（濁り）や波浪のある場所では適応困難 ・航空法に基づく規制がある	広域	数m	高	○
水中点検ＲＯＶシステム 	・水中点検用のROV(Remotely operated vehicle)で、水上からの遠隔操作により水中構造物や水中インフラ設備等の点検を行う ・ハイビジョンカメラの映像とラインレーザーにより、クラックの位置や大きさを測定可能 ・水深100ｍまでの点検調査が可能	・潜水士では対応できない水深で長時間の作業が可能だが、観測機器が広く普及していない	狭域	数mm程度	中	△
水中レーザー	・サブミリメータの超高分解能データ(ソナーの数百倍)分解能は測定レンジ、スキャンスピードに依存する ・ALB・マルチビームと同じ三次元点群データ ・海底設置の他、ROV・船舶への取付が可能	・音波を利用した水中３Ｄスキャナーより精度が高いが、国内導入実績がほとんどない。	狭域（設置式） 広域（曳航式）	数mm程度	不明	－

【コスト】点検１回当りのコスト、【普及性】○：広く使用、△：一部で使用

１－３．点検診断における現状課題と水中 3D スキャナーにおける対応策と問題点

漁港施設の点検診断のうち、水中部の点検診断の現状は潜水士による目視調査により実施されている。従来手法による現状課題と水中 3D スキャナー、マルチビーム活用による対応策を**表 e-1-3-1** に、潜水調査と水中 3D スキャナー、マルチビームとの相違点を**表 e-1-3-2** に示す。

表 e-1-3-1　水中部の点検・診断における現状課題と水中 3D スキャナー、マルチビームによる対応策

水中部の点検・診断における現状（潜水調査）と課題		水中3Dスキャナー活用による対応策	マルチビーム活用による対応策
点検精度	・目視困難な海象条件（濁り、波浪）	・音波を使用することで濁りに影響されない点検・診断が可能	・音波を使用することで濁りに影響されない点検・診断が可能
	・局所的な変状の把握は可能 ・大規模な変状全体を俯瞰することが困難 ・連続的・空間的な変状把握が困難	・マルチビームより詳細に構造物の変状把握が可能 ・水面付近のデータを取得可能	・水深の3倍以上のビーム幅で広域の変状把握が可能（海底部）
点検記録の有効活用	・寸法計測によるスケッチは、潜水士の技量に左右	・客観的な3次元データとして、設計・施工に活用可能 ・災害発生時の初期データとして、有効利用可能	・客観的な3次元データとして、設計・施工に活用可能 ・災害発生時の初期データとして、有効利用可能
安全性・作業環境	・水中の厳しい作業条件（潜水事故・潜水病）	・潜水作業を伴わない海上作業により危険作業を低減	・潜水作業を伴わない海上作業により危険作業を低減
	・少子高齢化による潜水士の減少 歩掛6名体制 （技師補1・助手1・潜水士2・連絡員1・送気員1）	・省人化が可能 歩掛3名体制（技師補1・助手2）	・省人化が可能 歩掛3名体制（技師補1・助手2）
生産性向上・点検費用	・潜水士目視調査の作業効率が低い 潜水調査1,200㎡/日	・作業効率　100,000㎡/日（計測面積） ・水中3Dスキャナーによるスクリーニングを実施し、潜水調査費用を低減 ・マルチビームより安価に計測	・作業効率　100,000㎡/日（計測面積） ・マルチビームによるスクリーニングを実施し、潜水調査費用を低減

表 e-1-3-2　潜水調査と水中 3D スキャナー、マルチビームとの相違点

【潜水士調査と水中3Dスキャナー、マルチビーム（センシング技術）との相違点】	
潜水調査	・目視範囲が点的（スポット）で対象施設全体を俯瞰すると、点検精度が不均一 ・陸上目視と比較し、均一的かつ定量的な把握が困難 ・面的（２次元的）、空間的（３次元的）な評価ができないため、定量的なモニタリングや災害前後の比較等への活用は困難 ・局所的な点検に適し、補修設計等に必要な寸法計測が可能 ・小さなひび割れ、鋼材発錆、変色の有無および変状の把握が可能
水中 3Dスキャナー	・面的（２次元的）、空間的（３次元的）な変状を把握可能であり、対象施設全体を均一な精度で点検可能 ・時系列的な変化を定量的に評価ができるため、老朽化の進行や災害時の被災状況等（変化量）を定量的に把握可能、モニタリングへの活用に優れている ・ひび割れ、鋼材発錆、変色の有無は判別困難 ・10cm以上の変状、5cm以上の隙間・へこみを計測可能 ・水面付近～水深15mまでの水中構造物・水底の計測が可能
マルチビーム	・面的（２次元的）・空間的（３次元的）な変状を把握可能であり、対象施設全体を均一な精度で点検可能 ・時系列的な変化を定量的に評価ができるため、老朽化の進行や災害時の被災状況等（変化量）を定量的に把握可能、モニタリングへの活用に優れている ・ひび割れ、鋼材発錆、変色の有無は判別困難 ・50cm以上の変状を計測可能 ・水面付近は計測困難、水深15m以深の水中構造物・水底の計測が可能 ・浅部は調査船の航行が困難なため計測困難 ・音波は下方向しか発信できないため、水面付近は計測困難

２．水中 3D スキャナー活用の適用性検討

適用性検討にあたっては、求められる点検精度や機器仕様等、適用基準を整理し検討対象とする漁港について機能保全計画書等を参考に選定する。

２－１．適用基準

（１）水中 3D スキャナー活用に求められる点検精度

水中 3D スキャナー活用に求められる点検精度は、従来手法で行っている「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成 27 年 5 月改訂)」巻末資料２に示された「潜水目視調査に係る老朽化度の判定基準（参考)」(**表 e-2-1-1**）を指標として検討した。水中 3D スキャナーによる点検結果をもとに各項目の判定可否について検討した。なお、水中 3D スキャナーは、横向きに音波を発信することで水面付近や浅所の計測は可能だが、機器性能により音波の届きにくい水深 15m 以深の計測には適用困難である。

表 e-2-1-1　潜水目視調査に係る老朽化度の判断基準

対象施設	調査項目		調査方法	老朽化度の判断基準		
重力式防波堤（消波堤）	本体工（側壁、スリット部）	コンクリートの劣化、損傷（RCの場合）	潜水調査 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・鉄筋露出 ・老朽化の兆候	a		中詰材が流出するような穴開き、ひび割れ、欠損がある。
				b		複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。
						広範囲に亘り鉄筋が露出している。
				c		一方向に幅3mm程度のひび割れがある。
						局所的に鉄筋が露出している。
				d		老朽化なし。
		コンクリートの劣化、損傷（無筋の場合）	潜水調査 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・老朽化の兆候	a		性能に影響を及ぼす程度の欠損がある。
				b		幅1cm以上のひび割れがある。
						小規模な欠損がある。
				c		幅1cm未満のひび割れがある。
				d		老朽化なし。
	被覆工	移動、散乱	潜水調査 ・被覆工等の移動・散乱	a		被覆工の散乱があり、かつ捨石材の流出が見られる。
				b		被覆工の散乱がある。
				c		---
				d		老朽化なし。

対象施設	調査項目			調査方法	老朽化度の判断基準		
矢板または杭式防波堤（消波堤）	矢板・杭	鋼材の腐食、亀裂、損傷（防食工を施している場合）		潜水調査 ・穴あきの有無 ・水面下の鋼材の腐食 ・表面の傷の状況 ・継手の腐食状況	a		腐食による開孔や変形、その他著しい損傷がある。
							開孔箇所から裏理材が流出している兆候がある。
					b		L.W.L付近に孔食がある。
							全体的に発錆がある。
					c		部分的に発錆がある。
					d		付着物は見られるが、発錆、開孔、損傷は見られない。
		被覆防食工	塗装の場合	潜水調査 ・欠陥面積率	a		欠陥面積率10%以上
					b		欠陥面積率0.3%以上10%未満
					c		欠陥面積率0.03%以上0.3%未満
					d		欠陥面積率0.03%未満
			有機被覆、ﾍﾟﾄﾛﾗﾀﾑ被覆、ﾓﾙﾀﾙ被覆、金属被覆の場合	潜水調査 ・鋼材の腐食、露出 ・被覆材の損傷 ・保護カバー等の状態	a		鋼材が露出し、錆が発生している。
					b		被覆材に鋼材まで達するすり傷、あて傷、はがれ等の損傷が生じている。
							保護カバー等に欠損がある。
					c		被覆材に鋼材まで達していないすり傷、あて傷、はがれ等の損傷がある。
							保護カバー等に損傷がある。
					d		老朽化なし。
		電気防食工		潜水調査 ・状況の確認（全数）	a		陽極の欠落又は全消耗。
					b		陽極取付の不具合。
					c		---
					d		欠落等の異状なし。
	被覆工	移動、散乱		潜水調査 ・被覆工等の移動・散乱	a		被覆工の散乱があり、かつ捨石材の流出が見られる。
					b		被覆工の移動、散乱がある。
					c		---
					d		老朽化なし。

（２）使用機器の仕様

本調査では、求められる点検精度を確保可能な性能かつ、現在普及が進み、測量や点検調査での使用実績の多い機器を使用して検証を行うこととした。使用機器の仕様及び構成を**表 e-2-1-2** に示す。

表 e-2-1-2　使用機器の仕様

機器名	型式	仕様	数量	目的・機能
水中 3D スキャナー 	Teledyne 社製 BV5000 ソナーヘッドと パンチルト機能を 持つ雲台から構成 （図 e-2-1-1 参照）	発振周波数：1.35MHz 視野角：42° ×1°（扇状） 最大計測距離：27m 最適計測距離：1～10m 発振間隔：最大 40Hz ビーム数：256 ビーム幅：1° ×1° ビーム間隔：0.18° 時間分解能：1.5cm	1 台	音響計測
GNSS 高精度 慣性航法装置 (高精度慣性 航法装置) 	Applanix 社製 POS/MV WaveMaster	センサー仕様： 慣性 6 軸センサー 精度：ロール、ピッチ： ＜0.02° rms 方位角：0.03° rms ヒーブ：2cm or 2% 出力間隔：最大 200Hz ※電子基準点を利用した後処理補正が可能 （図 e-2-1-2 参照）	1 台	海上測位、 船体動揺、方位計測 【特徴】 ・経年変化把握（設計図面への活用等） ・衛星データの取得が困難な箇所に対応（橋脚等）
GNSS 慣性航法装置 （慣性航法装置） 	SBG SYSTEMS 社製 Ekinox-2U	センサー仕様： 慣性 6 軸センサー 精度：ロール、ピッチ： 0.05° rms 方位角：0.1° rms ヒーブ：5cm or 5% 出力間隔：最大 200Hz		海上測位、 船体動揺、方位計測 【特徴】 ・POS より安価 ・小型で防水性高い (ゴムボート等での使用可能)
収録処理 ソフトウェア	Teledyne 社製 PDS		1 台	データ収録、測量船誘導、データ処理

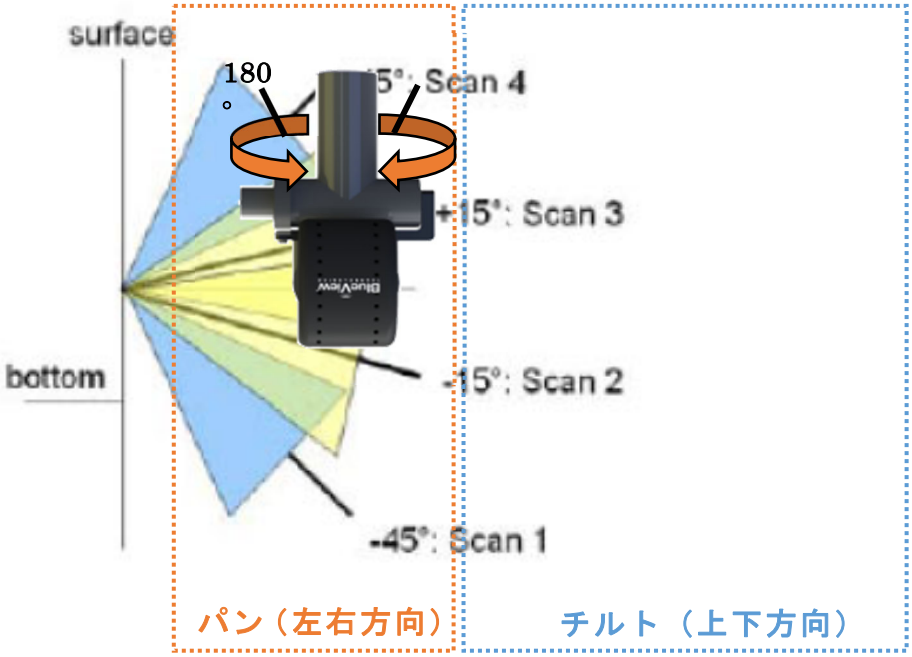


図 e-2-1-1　水中 3D スキャナーのパン・チルト

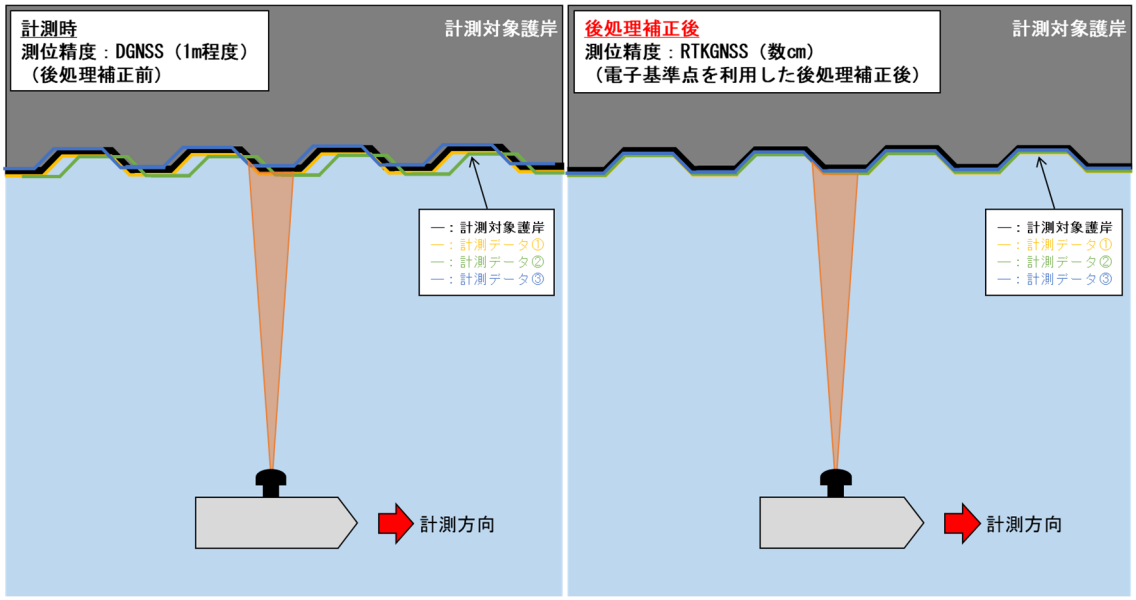


図 e-2-1-2　電子基準点を利用した後処理補正

（３）モデル漁港の選定

水中 3D スキャナーを活用した点検手法を検討するにあたり、機能保全計画書等を参考に、下記の条件からモデル漁港を絞り込んだ。近年に行われた簡易調査（重点項目）による老朽化度の判定結果や変状図などの詳細資料があり、平成 30 年度にマルチビームで点検実績のある、神奈川県三崎漁港（特定第 3 種）（**図 e-2-1-3**）を選定した。

①機能保全計画策定から長時間経過しておらず、計画策定時から老朽化の進行している可能性が低い。
②対象施設において機能保全工事が実施されていない（計画策定時の状態に近い）。

都道府県名	神奈川県	漁港管理者名	神奈川県	所管名	本土
所在地	神奈川県三浦市				
位置図					

図 e-2-1-3　三崎漁港の位置図

水中 3D スキャナーは横向きに音波を発信し、垂直護岸を水面付近まで計測できる。三崎漁港は水面付近に顕著な損傷がないため、矢板構造施設において、開孔や発錆等の変状を有する新潟県新川漁港（**図 e-2-1-4**）もモデル漁港として選定した。

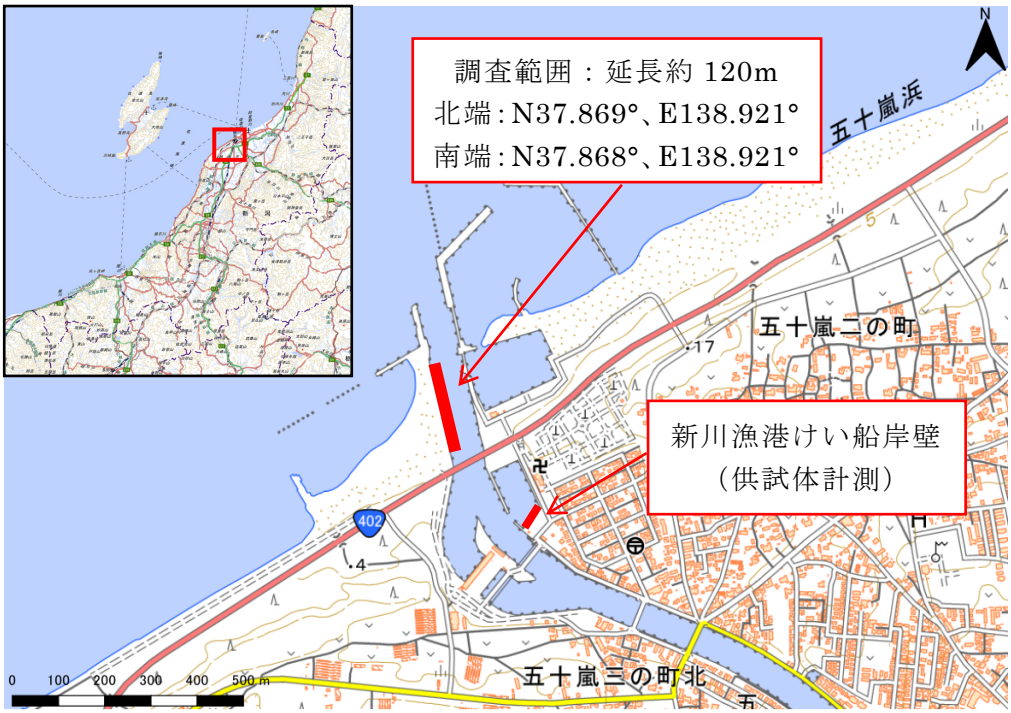


図 e-2-1-4　新川漁港の位置図

２－２．供試体による計測性能検証

（１）計測性能検証の方法

平成 30 年度のマルチビーム現地試験では、模擬的な供試体を作成し、三崎漁港の二町谷係船岸壁前面に設置し検証調査を行い、20cm までの形状把握可能精度を確認した。

本調査でも同様に水中 3D スキャナーの基本的な計測性能を確認することを目的として、昨年度と同様に供試体を計測した。供試体は昨年度マルチビームで形状把握可能であった 20cm の凹凸と、より小さな 10cm、5cm の凹凸とし、新川漁港の係船岸壁前面に設置して検証・計測した。

①方法

- 係船場所にて調査船に水中 3D スキャナー測深システムを艤装し、作動状況、と GNSS 受信状況が良好であることを確認した。
- 供試体を垂直護岸前面に垂下・設置し、岸壁と平行に航行して約 5m の距離から計測した（**図 e-2-2-1**）。
- 測量船の船速は、実際の漁港施設の計測を想定して 2～3 ノットとし、各供試体を 3 回計測した。
- 供試体計測前後に水温・塩分を鉛直測定し、音速度を補正した。

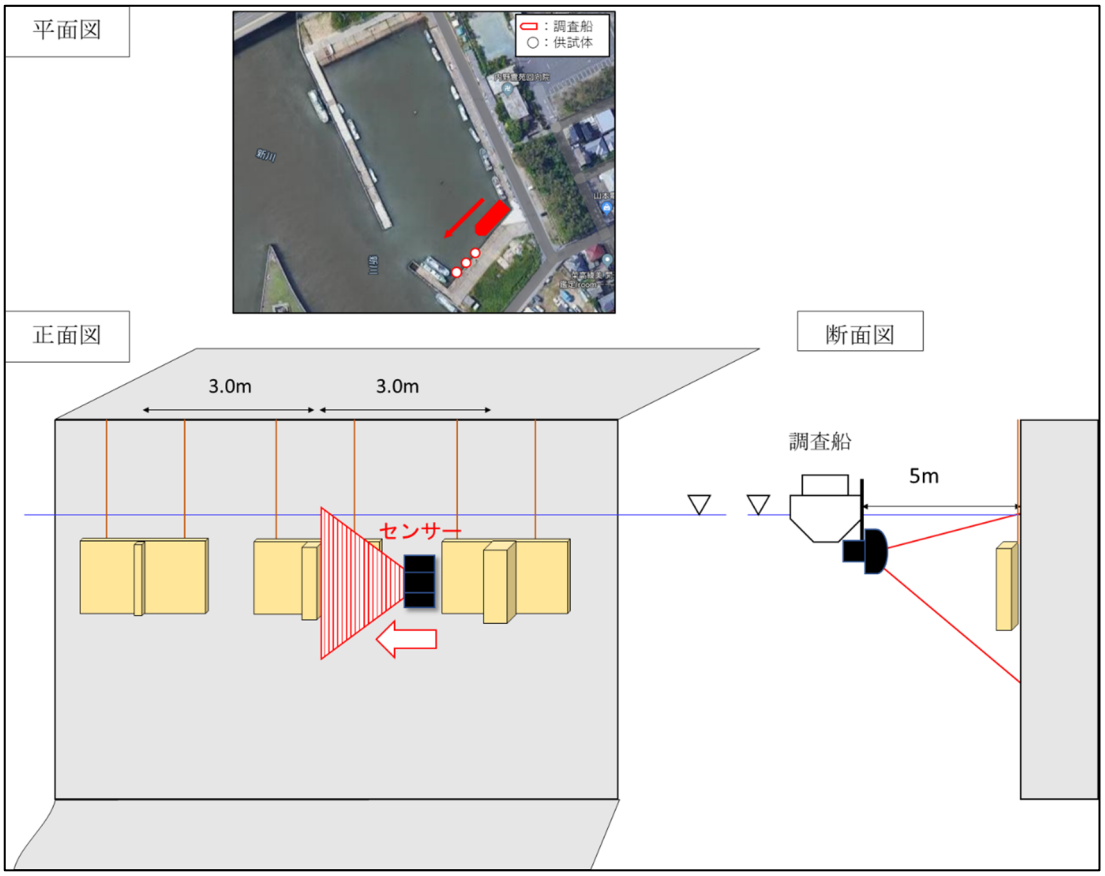


図 e-2-2-1　検証方法イメージ

②供試体

木材を加工し凹凸部（20cm×20cm、10cm×10cm、5 cm×5 cm）のある供試体を作成し、岸壁に設置した（**図 e-2-2-2**）。

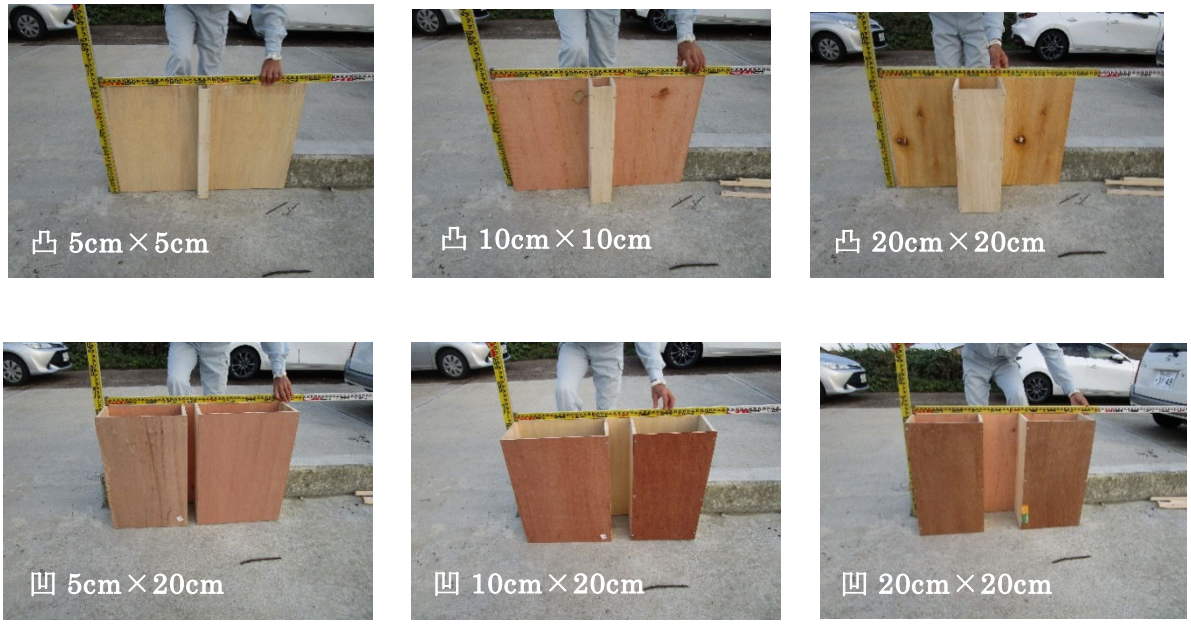


図 e-2-2-2　供試体（凸部および凹部）

③整理・解析

取得した水中 3D スキャナーの生データは、下図に示すフロー(**図 e-2-2-3**)に従って解析を行い、3 次元点群データを作成した。なお、解析処理は、Teledyne 社製マルチビーム処理ソフトウェア(PDS)を用いた。

解析した 3 次元点群データを用いて対象施設(防波堤・矢板式岸壁)の状況が判読できる鳥瞰図を作成し、既存の調査結果も参考にして地形および構造物の変状を確認した。

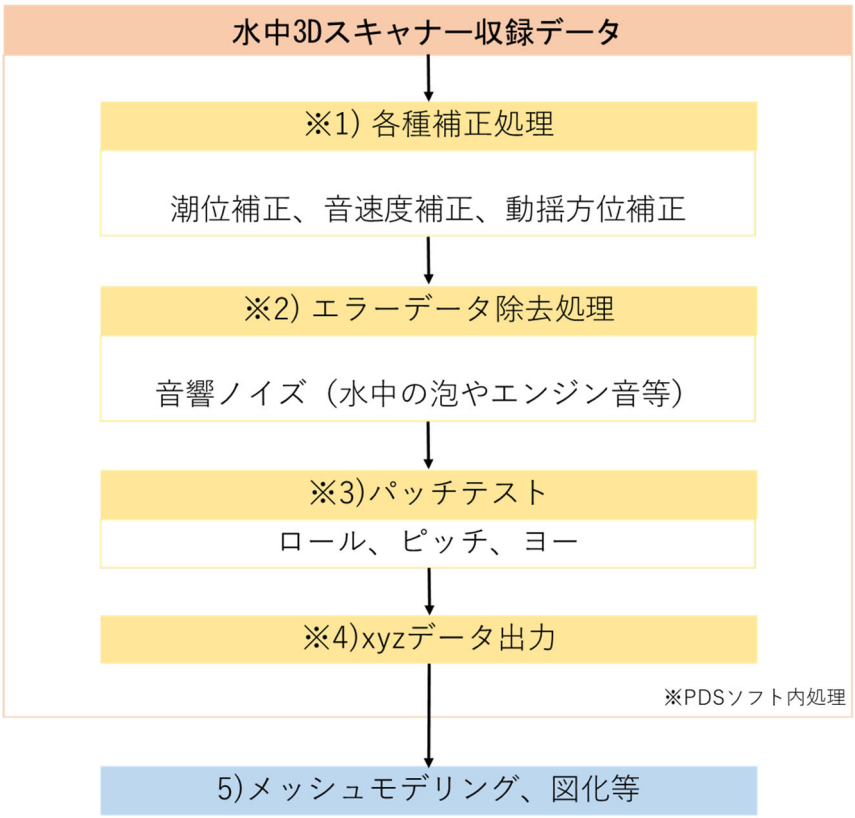


図 e-2-2-3 水中 3D スキャナー解析フロー

1)　各種補正処理

A)　潮位補正

海域で計測する際は、潮位変化の影響を大きく受ける。そのため、現地計測時に水位計を設置して計測中の潮位測定を行うか、計測地点付近の検潮所のデータを取得して潮位データを作成する。作成した潮位データは、ソフト上で計測データに反映させる。

本調査では、国土地理院のホームページ上で公開されている油壷および新潟西港の 10 分毎の潮位データを用いて潮位ファイル作成し、PDS で計測データに反映させた。PDS での潮位処理状況を**図 e-2-2-4** に示す。

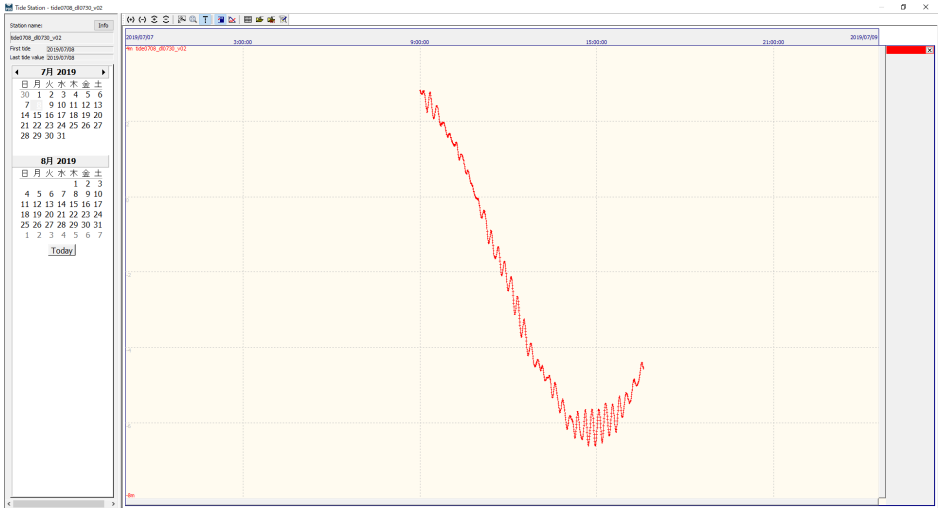


図 e-2-2-4　処理ソフト（PDS）での潮位補正処理の表示例

B)　音速度補正

音速は、水温・塩分で変化するため、現地計測時に随時水温・塩分を鉛直測定した。測定した水温・塩分から音速度の鉛直分布を算出して音速度ファイルを作成し、PDS で計測データに反映させた。PDS での音速度補正状況を**図 e-2-2-5** に示す。

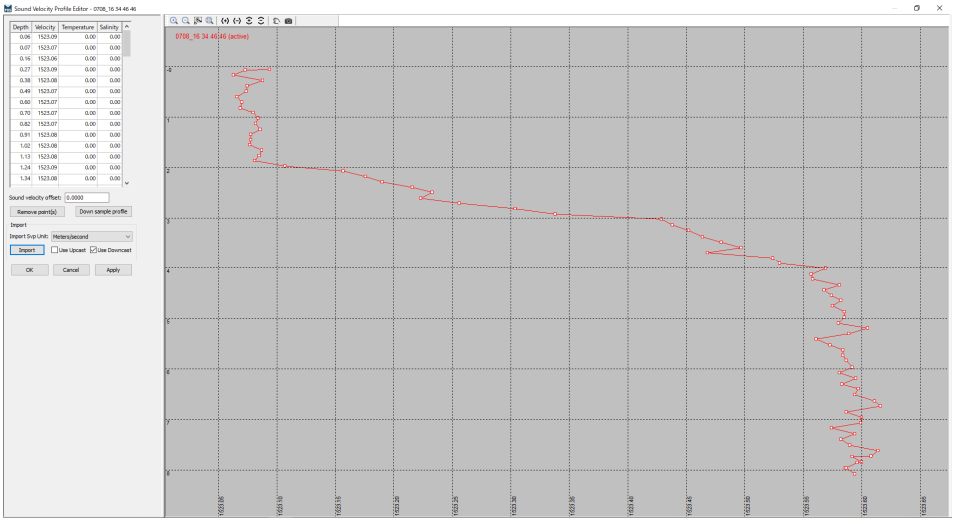


図 e-2-2-5　処理ソフト（PDS）での音速度補正処理の表示例

C） 動揺方位補正

水中 3D スキャナーの移動計測時は、作業船の前後・左右の揺れ（ロール・ピッチ・ヨー）と上下移動量（ヒーブ）の影響を大きく受ける。これらの動揺は、計測中に水中 3D スキャナーに同期させている慣性航法装置で誤差（バイアス値）として収録し、PDS で計測データに反映させる必要がある。動揺補正をすることで点群データのゆがみを補正し、複数回計測したデータを違和感なく合成することができる。

バイアス値の種類を**図 e-2-2-6** に PDS での動揺方位補正状況を**図 e-2-2-7** に示す。

【バイアス値】
ロール（Roll）：船の進行方向に対して横方向の取り付け角度
ピッチ（Pitch）：船の進行方向の取り付け角度
ヨー（Yaw）　：船の進行方向に対するソナーヘッドの向き

図 e-2-2-6 バイアス値の種類
（国土交通省港湾局「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）」より転載）

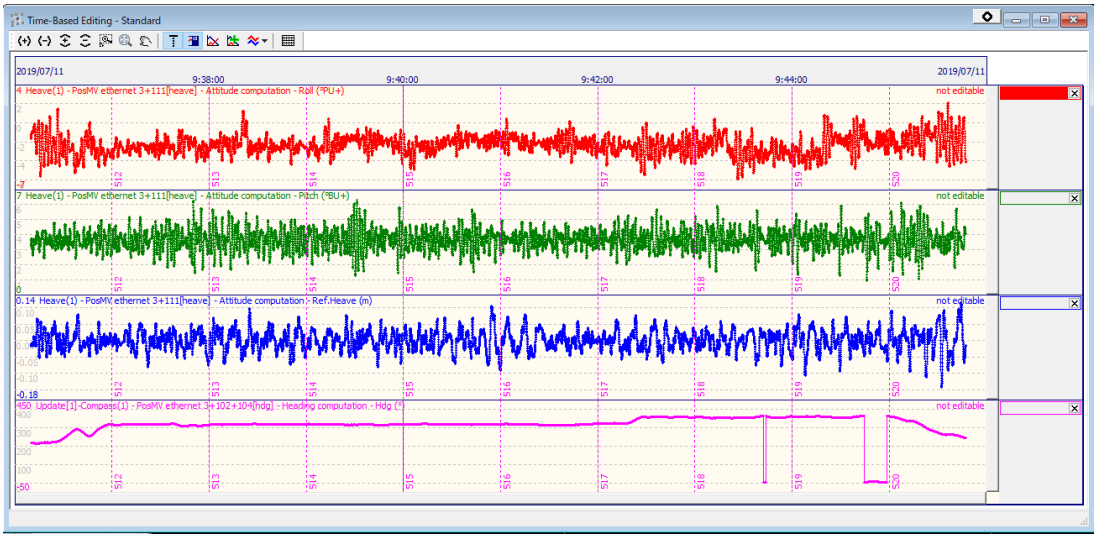


図 e-2-2-7 処理ソフト（PDS）での動揺方位補正

2)　エラーデータ除去処理

1)で補正したデータについて、水面の水泡や魚影などのエラーデータの除去処理を行った。PDS でのエラーデータ除去処理状況を**図 e-2-2-8** に示す。

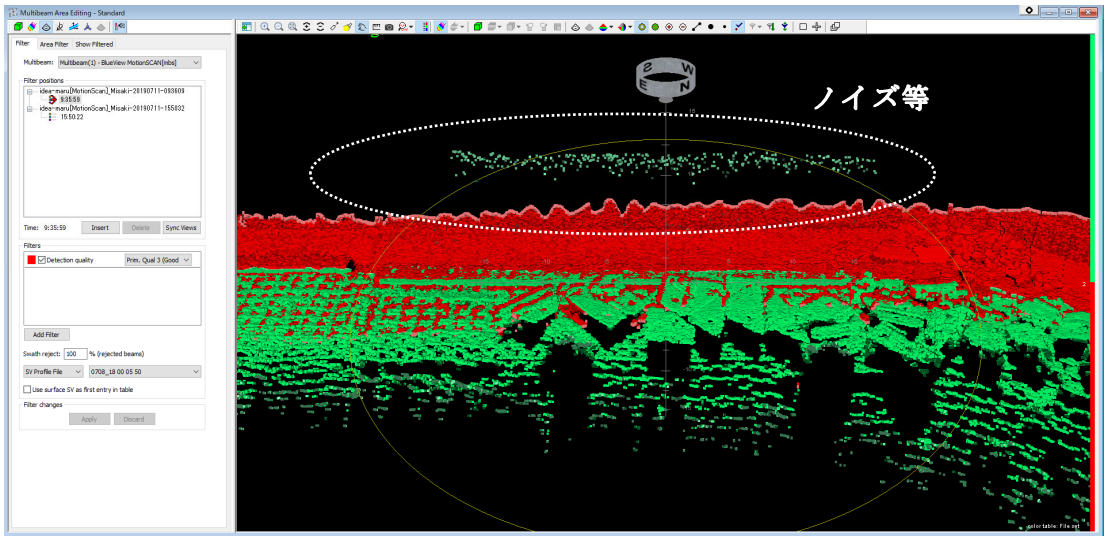


図 e-2-2-8 処理ソフト（PDS）でのエラーデータ除去

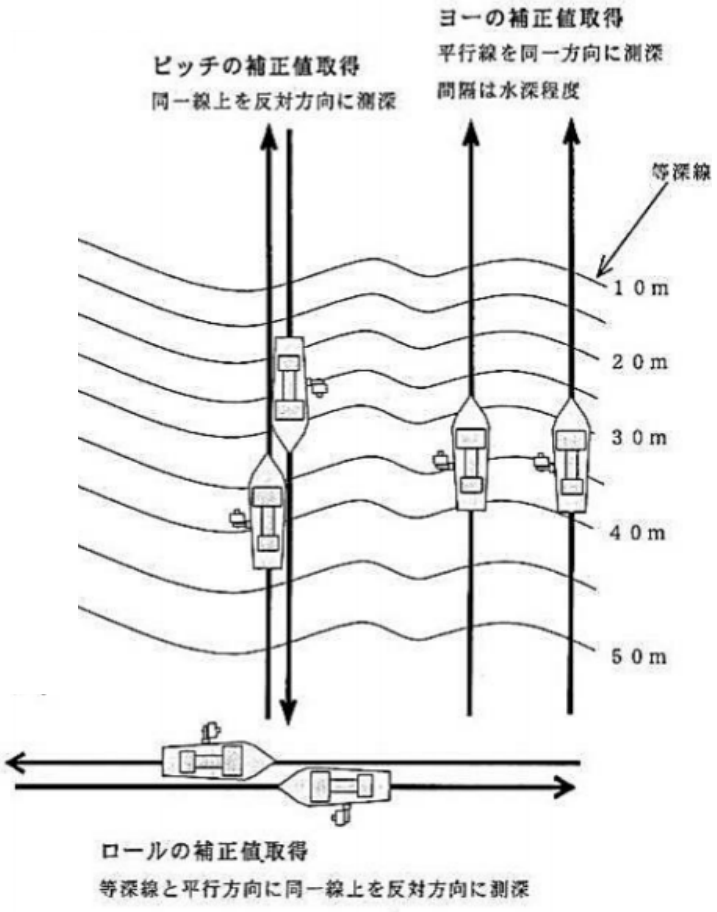
3)　音波送受信部(ソナーヘッド)の取り付け角度補正

移動計測時、水中 3D スキャナーは、水面に対してできるだけ水平・垂直に艤装することを基本とするが、船の形状や固定ワイヤーの張り具合等により、必ず取り付け角度に誤差(バイアス値)が発生する。このバイアス値を補正するため、補正データの計測(パッチテスト)を行う。

パッチテストは、補正するバイアス値によって平行測線、往復測線を設けて同一の水中構造物や水底地形を計測し、各計測のずれからトランスデューサーの左右に揺れる角度(ロール角)、上下に揺れる角度(ピッチ角)、左右に振れる角度(ヨー角)を決定して、取付角度を補正する。

パッチテストの計測条件について**図 e-2-2-9** に示す。

パッチテストは、計測中艤装状況に変化がないことが前提であり、変化があった場合は必ず再計測する。



バイアス値	条件	計測方法
ロール	斜度が 1%未満	同じ測線を同じ速度で往復
ピッチ	斜度が 5%以上	同じ測線を同じ速度で往復
ヨー	斜度が 5%以上	平行な測線を同じ速度で同じ方向に 1 本ずつ

図 e-2-2-9　パッチテストの計測条件

（国土交通省港湾局「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）」より転載）

取付角度は、パッチテストの計測データを PDS で表示し、断面のずれを目視で重ね合わせることにより補正する。パッチテスト処理状況を**図 e-2-2-10** に示す。

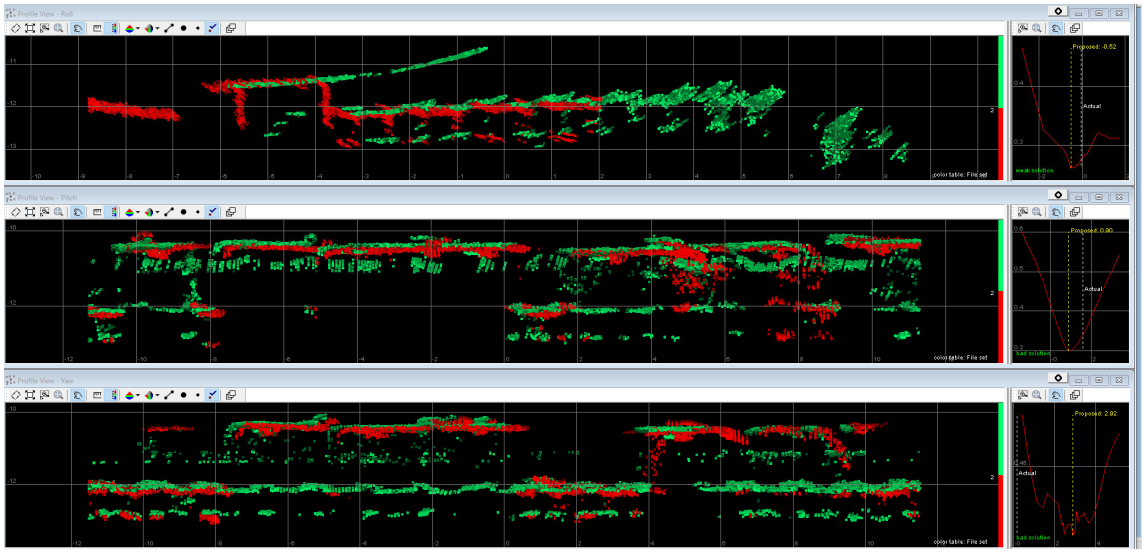


図 e-2-2-10 処理ソフト（PDS）でのパッチテスト処理

②供試体による精度検証結果

供試体の計測結果を**図 e-2-2-11、図 e-2-2-12** に示す。

マルチビームは、昨年度の供試体計測でブロック等の形状が直線的なものは 20cm程度の凹凸を計測可能であったが、10cm 程度の凹凸は計測できなかった。水中 3D スキャナーは 20cm と 10cm の凹凸と 5cm の凹部は概形と幅・奥行きを計測することが可能であったが、5cm の凸部は計測できなかった。5cm の隙間やへこみは音波の“抜け”として計測できるが、凸形状は何らかの要因で反射波が散乱している可能性が想定される。

供試体は、水中 3D スキャナー、マルチビームとも最も点群密度が高く取得できる設定で計測した。水中 3D スキャナーの点群密度は 45 点/100cm2、マルチビームは 26/100cm2 となり、水中 3D スキャナーの密度はマルチビームの約 2 倍であった(**図 e-2-2-13**)。

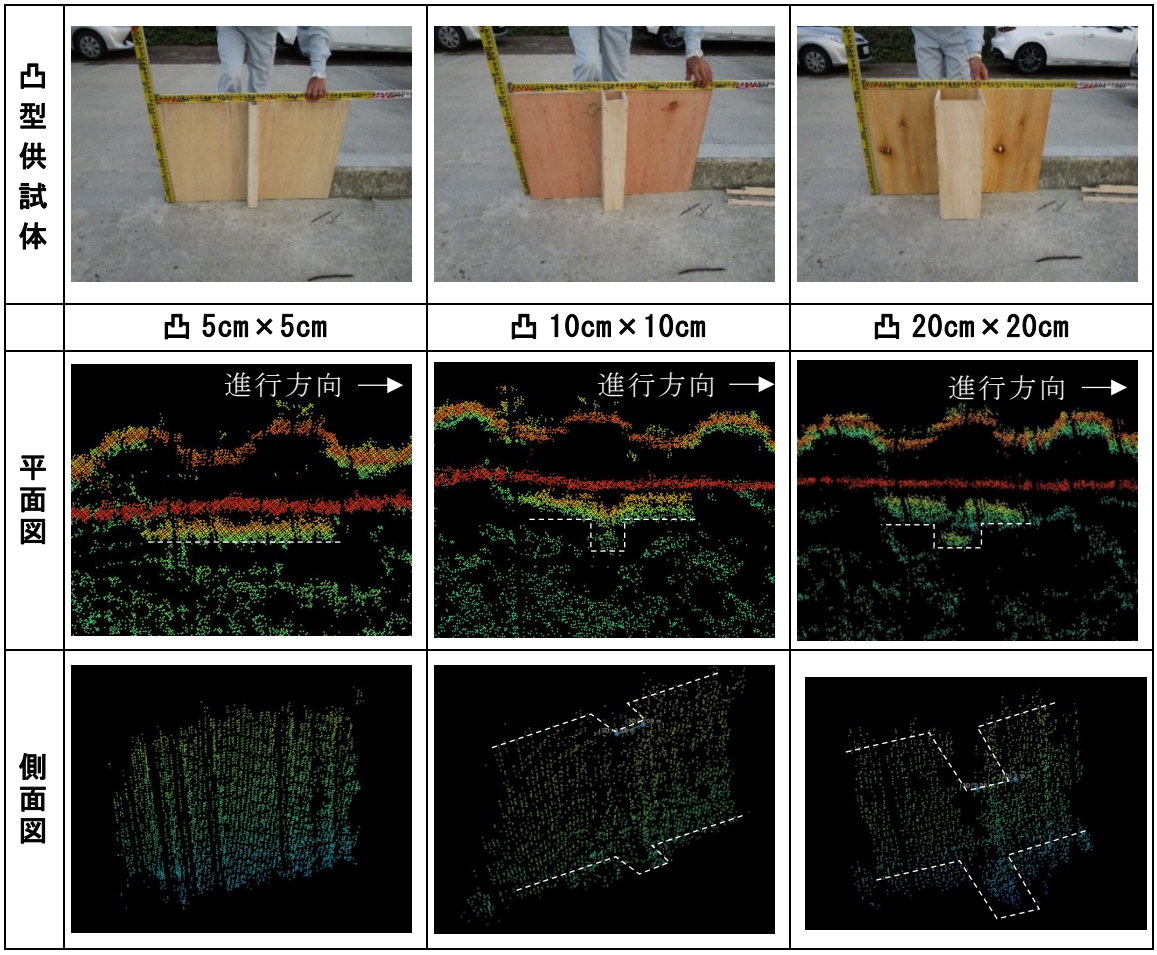


図 e-2-2-11　凸型供試体の計測結果（水中 3D スキャナー）

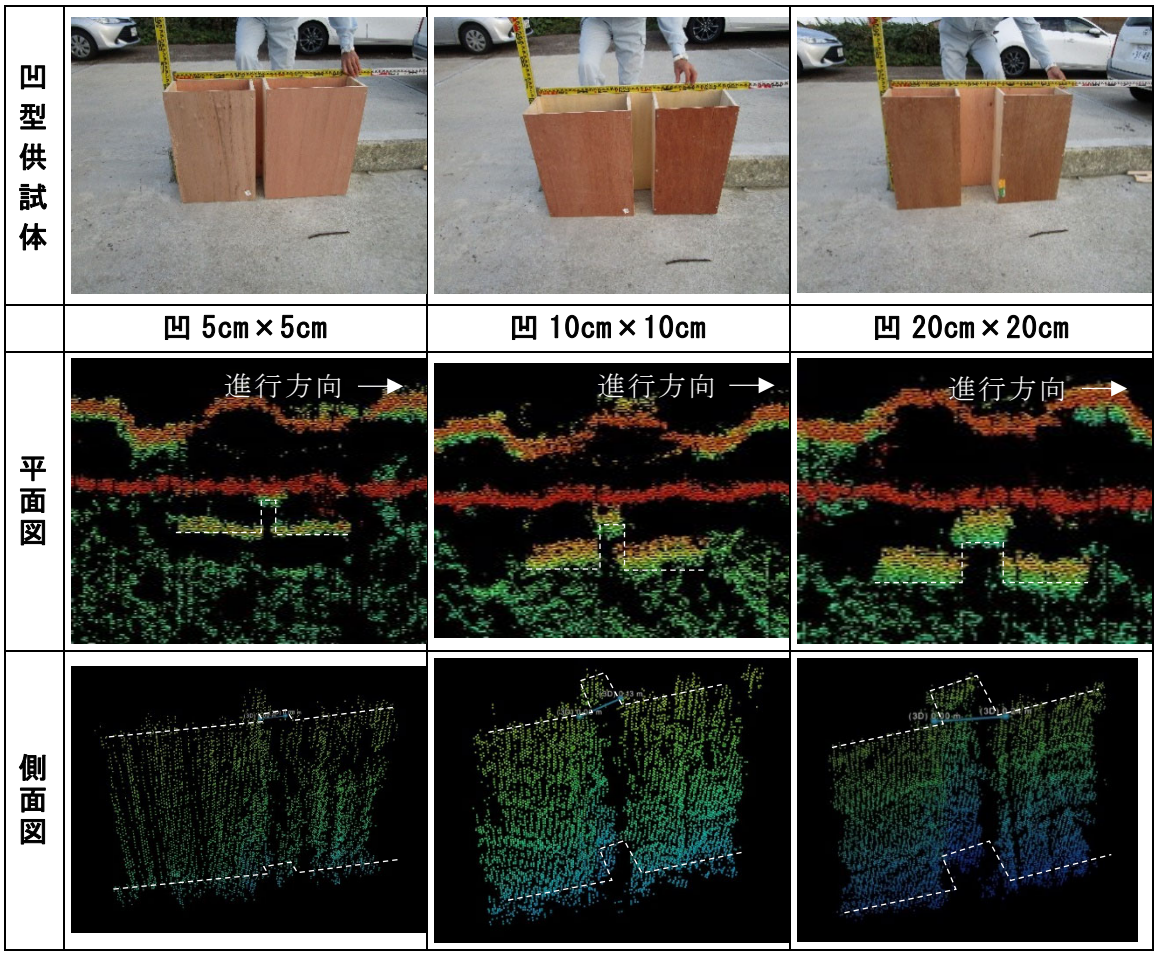


図 e-2-2-12　凹型供試体の計測結果（水中 3D スキャナー）

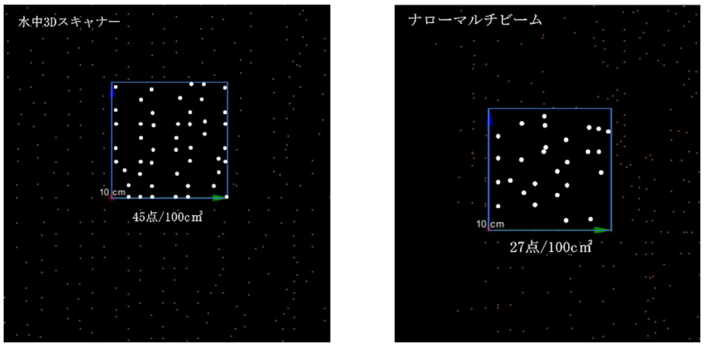
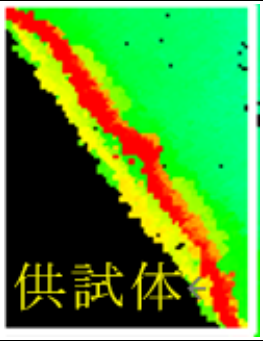
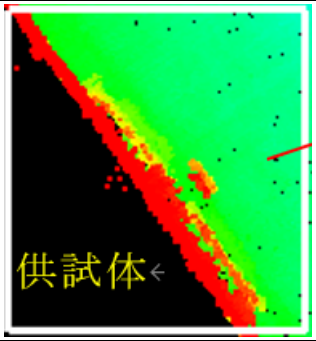
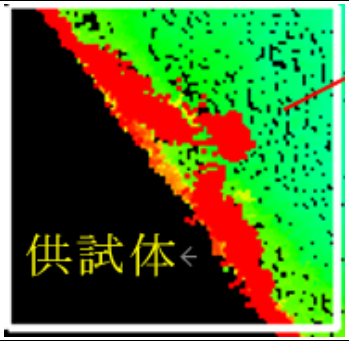
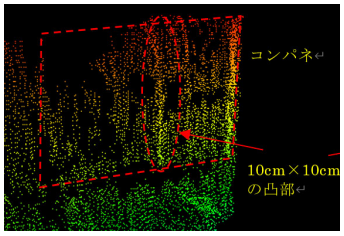
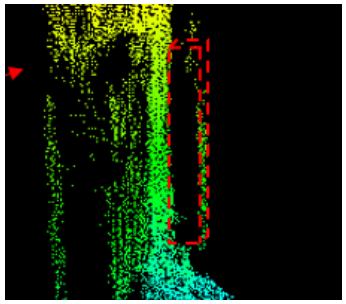
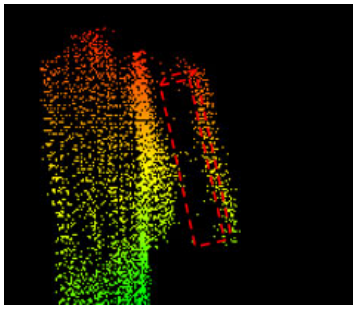
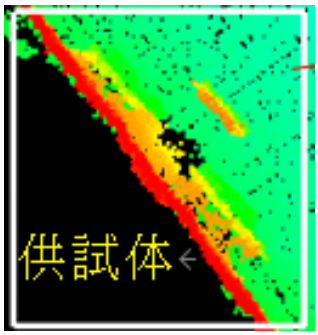
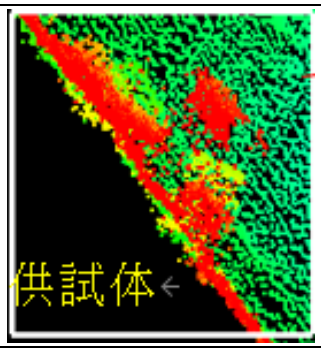
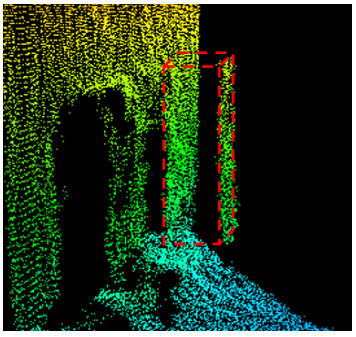
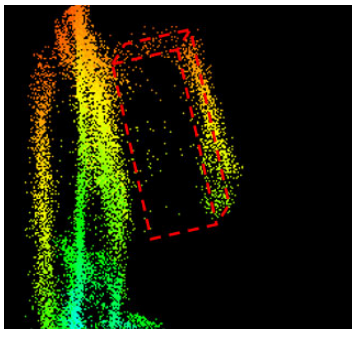


図 e-2-2-13　水中 3D スキャナーとマルチビームの最大点群密度

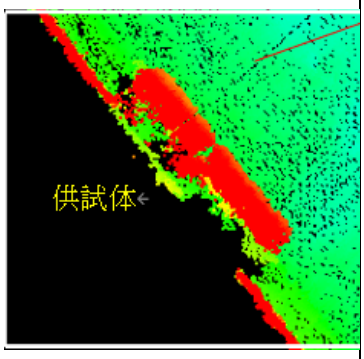
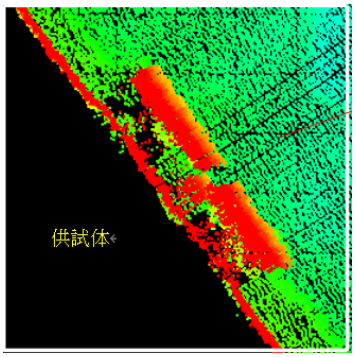
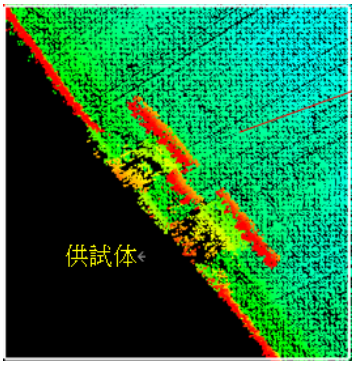
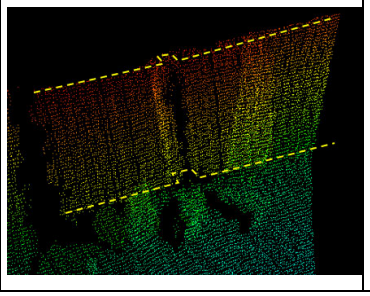
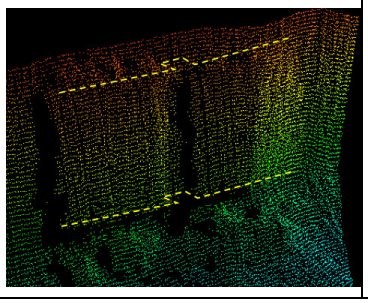
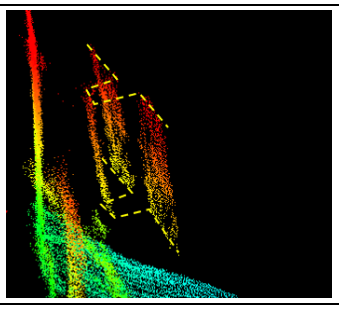
参考:マルチビームでの供試体計測結果

凸型供試体			
	凸 10cm×10cm	凸 20cm×20cm	凸 30cm×30cm
平面図			
側面図			

凸型供試体を用いた精度試験結果①（マルチビーム）

凸型供試体		
	凸 40cm×40cm	凸 50cm×50cm
平面図		
側面図		

凸型供試体を用いた精度試験結果②（マルチビーム）

凹型供試体			
	凹 10cm×20cm	凹 20cm×20cm	凹 30cm×20cm
平面図			
側面図			

凹型供試体を用いた精度試験結果（マルチビーム）

③水中 3D スキャナーの精度検証結果まとめ

水中 3D スキャナーおよび昨年度のマルチビームの精度検証結果は以下のとおりである。

【水中 3D スキャナー】

・20cm と 10cm の凸・凹型供試体は明瞭に判別することができた。

・5cm の凸型供試体は判別できなかったが、5cm の凹型供試体は隙間があることが確認された。

【マルチビーム】

・凸部の 50cm、40cm、30cm、20cm、凹部の 30cm、20cm 幅の供試体は明瞭に判別することができた。

・凸部の 10cm 幅の供試体は判別できなかったが、同じサイズの凹部は隙間があることが確認された。

上記の結果を踏まえ、供試体による計測結果より水中 3D スキャナーとマルチビームの精度検証結果について**表 e-2-2-1** に示す。

以上から、水中 3D スキャナーで計測する場合は、**10cm 程度の変状（凸部・凹部）**、マルチビームで計測する場合は **20cm 程度の変状（凸部・凹部）**が適用限界と考えられる。

表 e-2-2-1　水中 3D スキャナーおよびマルチビームの精度検証結果

供試体	水中 3D スキャナー	マルチビーム	備考
①　凸部　20cm×20cm	形状判別可能	形状判別可能	船速 2～3 ノット
②　凸部　10cm×10cm	形状判別可能	形状判別困難	
③　凸部　 5cm× 5cm	形状判別困難	―	
④　凹部　20cm×20cm	形状判別可能	形状判別可能	
⑤　凹部　10cm×10cm	形状判別可能	変状の有無を確認	
⑥　凹部　 5cm× 5cm	変状の有無を確認	―	

２－３．実構造物による現地試験

（１）対象施設

対象施設は、三崎漁港の重力式防波堤および矢板式係船岸、新川漁港の矢板護岸とした（**表 e-2-3-1**）。この 4 施設を対象とすることで、調査項目、老朽化度の評価基準が同様である他の重力式構造物（護岸、係船岸）および矢板式構造物（防波堤、護岸）への適用も可能と考えられる。

一方、２－１．で述べたとおり、水中 3D スキャナーでは、音波が減衰し計測精度が落ちるため、水深 15m 以深の計測での適応が困難である。

施設諸元、平面図、標準断面図、過年度点検による主な変状を次頁に示す。

表 e-2-3-1　対象施設の概要

番号	施設名	規模（延長等）	老朽化状態	主な調査目的
A	【三崎漁港】 防-22 二町谷南防波堤	ｽﾘｯﾄｹｰｿﾝ式直立堤 L=500.0m	ブロック 散乱	重力式 構造物の 本体工及び 被覆工での 適用性の 検証
B	【三崎漁港】 防-2-西口南防波堤	ｹｰｿﾝ式直立堤 L=159.0m	基礎部欠損	
C	【三崎漁港】 向ヶ崎 2 号出漁準備岸壁	普通矢板式係船岸 L=80.0m	変状なし ※防食亜鉛 陽極の摩耗	矢板の開孔、 腐食、損傷、 電気防食工 での適用性の 検証
D	【新潟新川漁港】 西突堤	矢板式護岸 L=120.0m	矢板の開孔、 腐食、損傷	矢板の開孔、 腐食、 損傷状況での 適応性の検討

Ａ．二町谷南防波堤

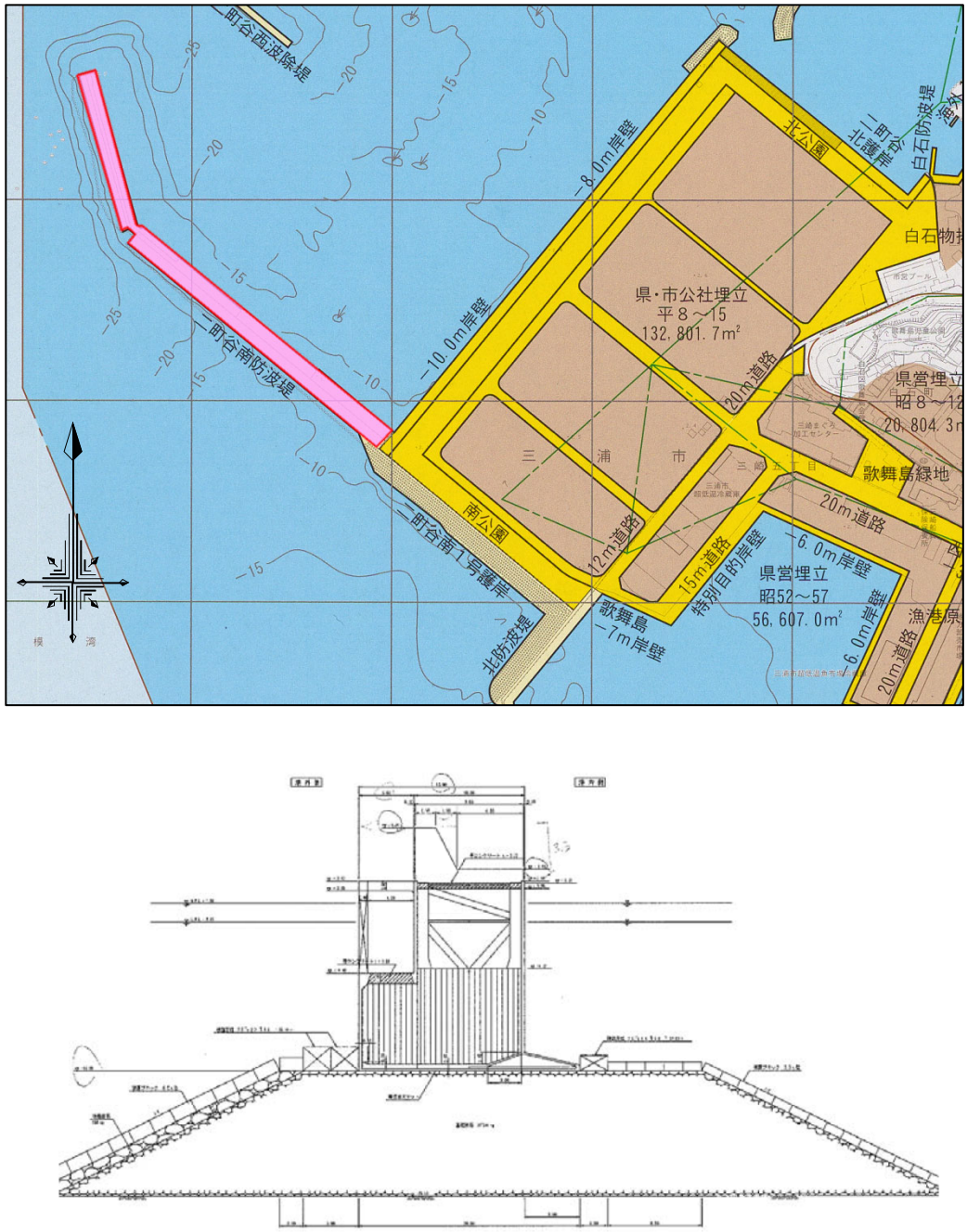
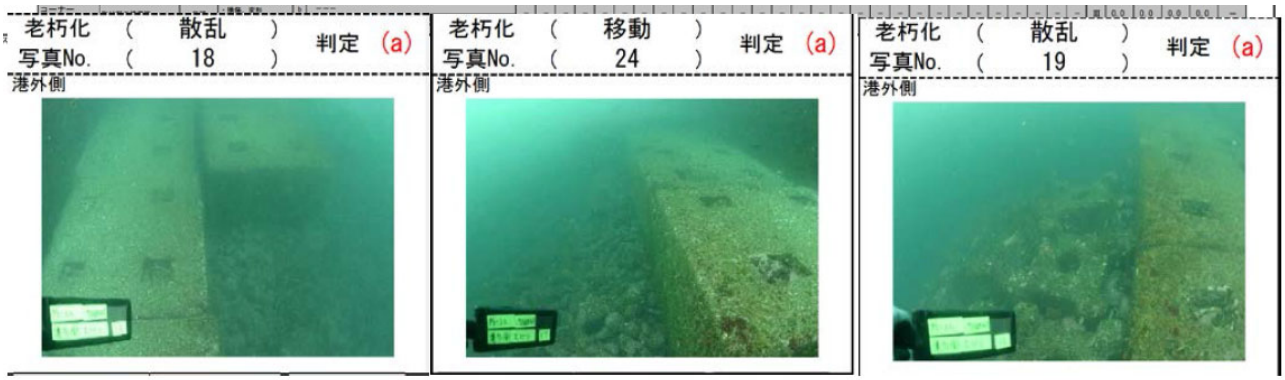


図 e-2-3-1　対象施設位置図及び標準断面

二町谷南防波堤　スパン 16・17：被覆工の移動・散乱（a 判定）



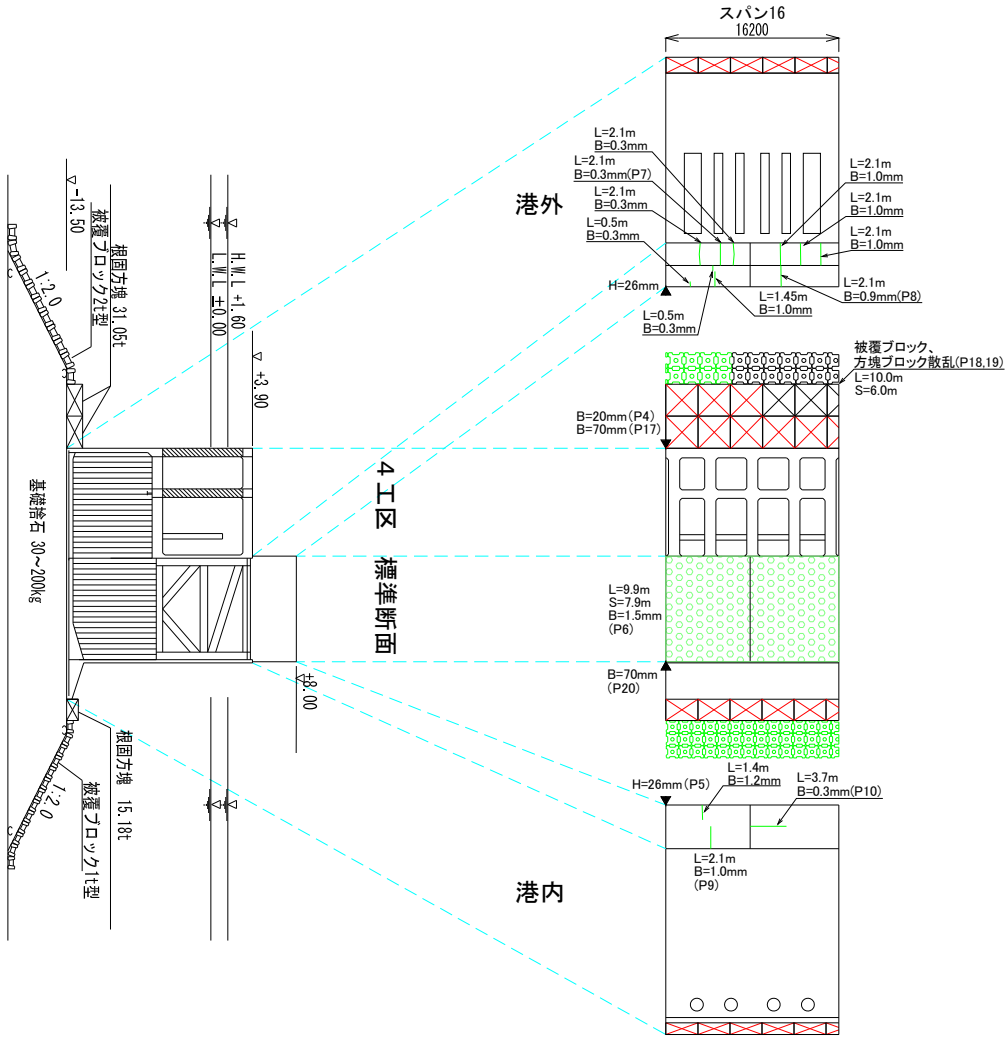
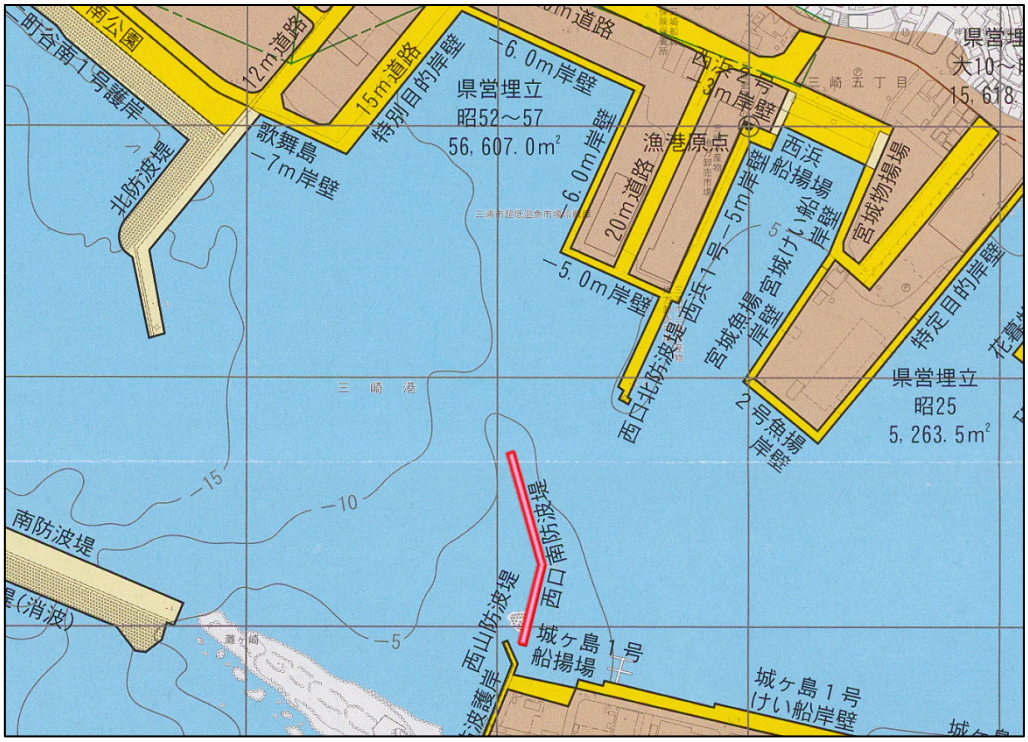


図 e-2-3-2　対象施設の既往点検結果

Ｂ．西口南防波堤



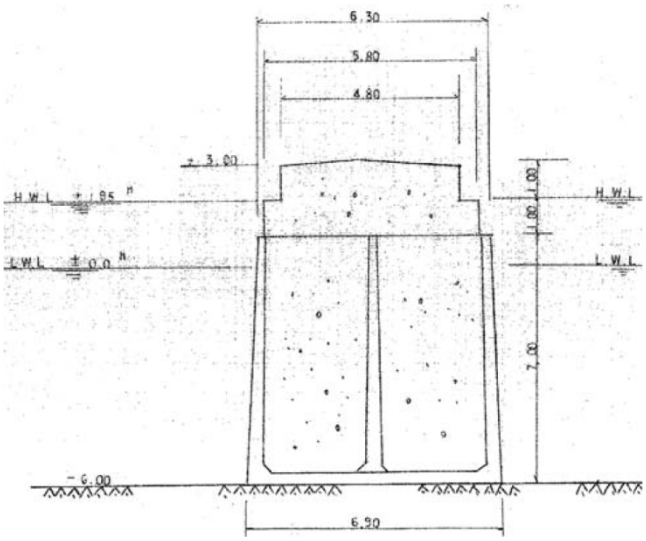
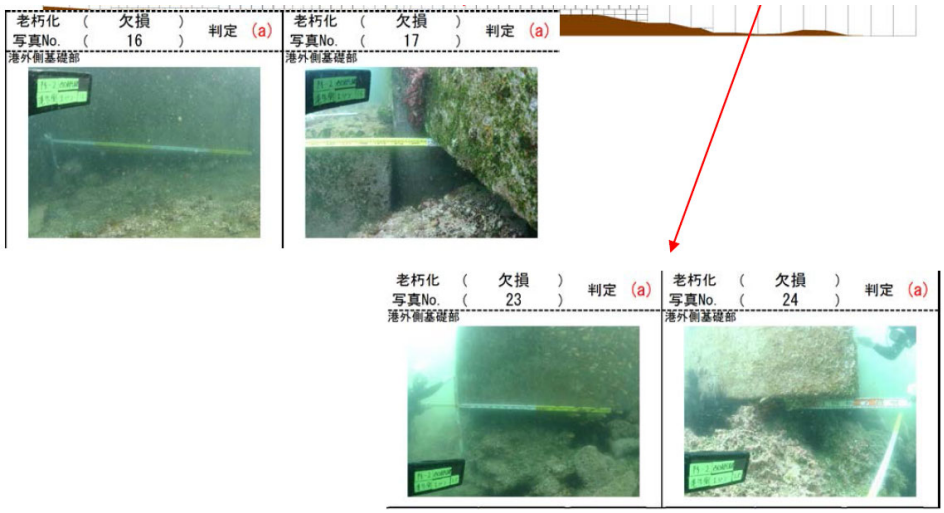


図 e-2-3-3　対象施設位置図及び標準断面

西口南防波堤　スパン 11・16・25：本体工基礎部の欠損



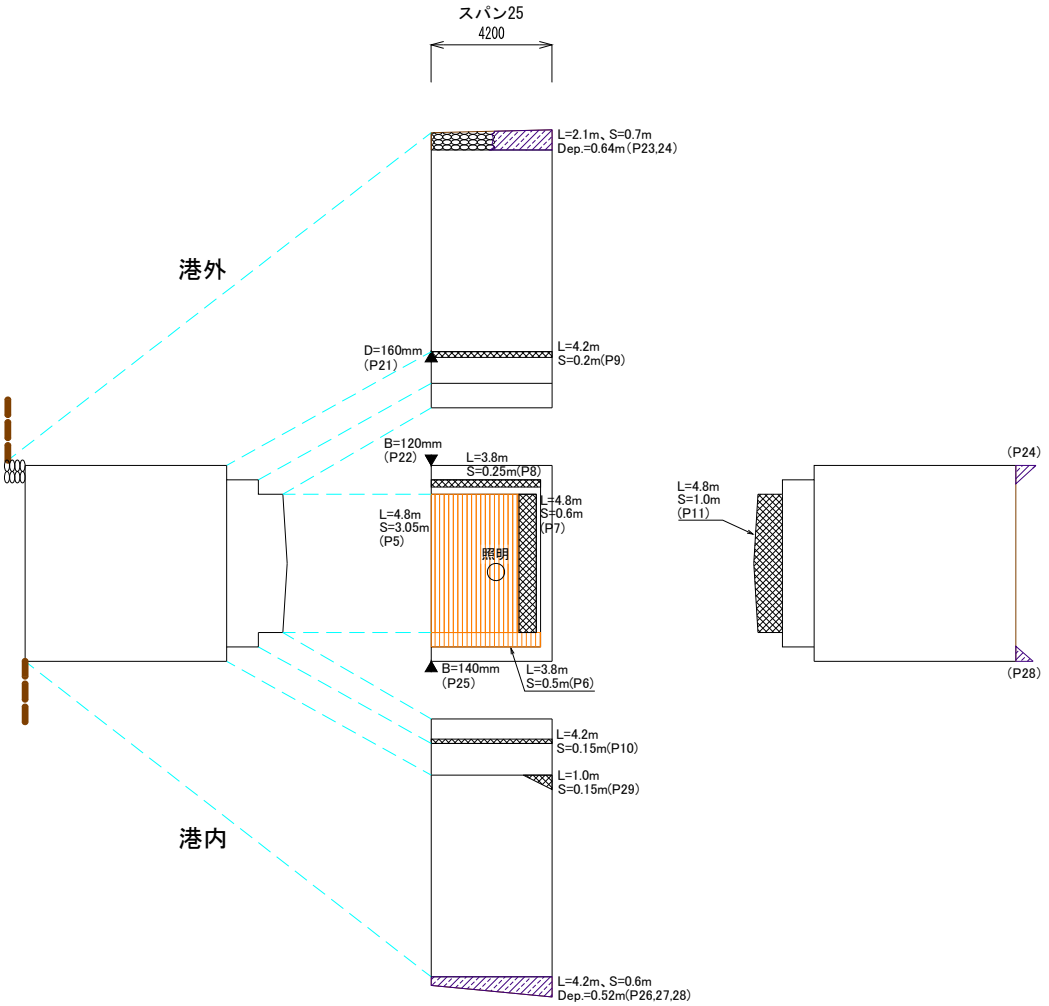
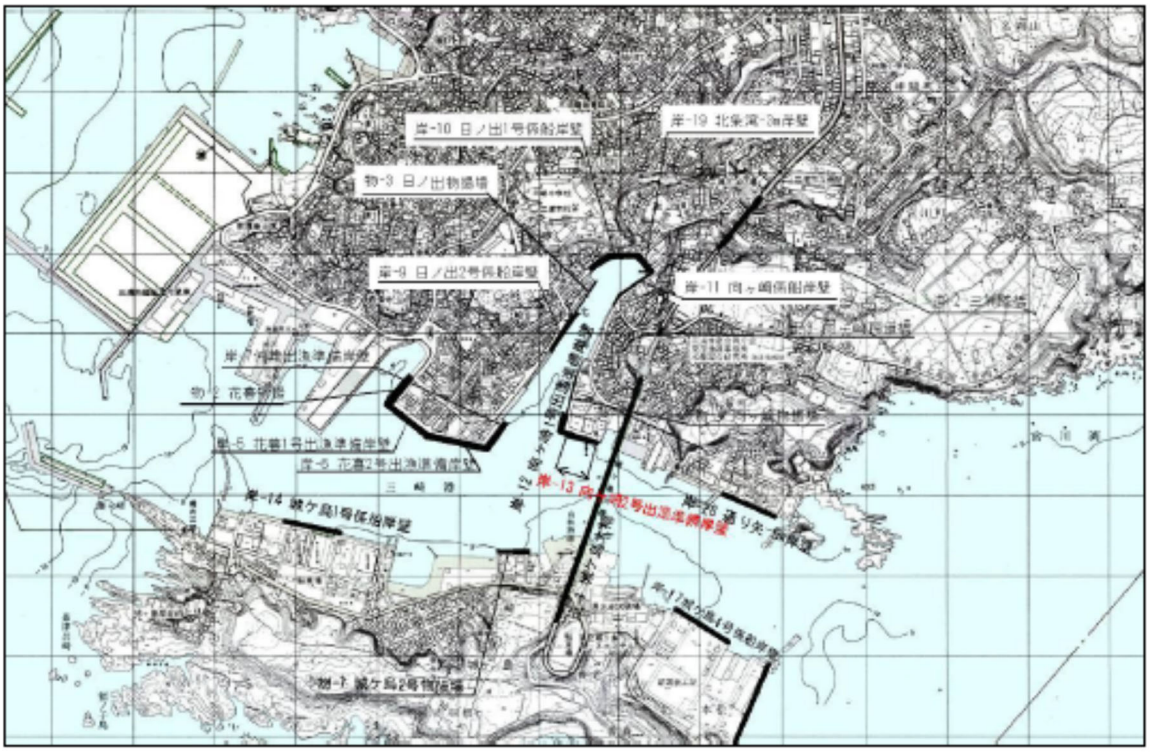


図 e-2-3-4　対象施設の既往点検結果

C．向ヶ崎２号出漁準備岸壁



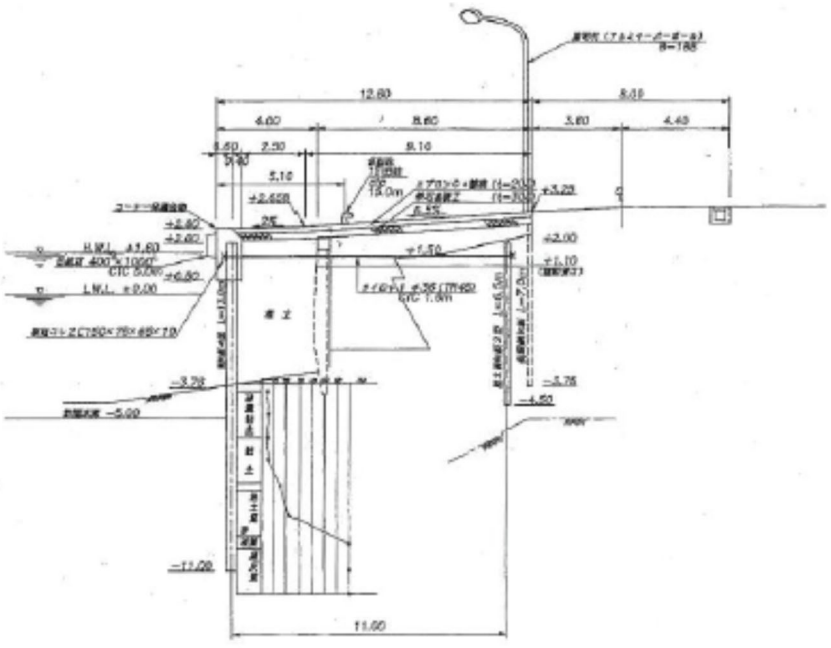
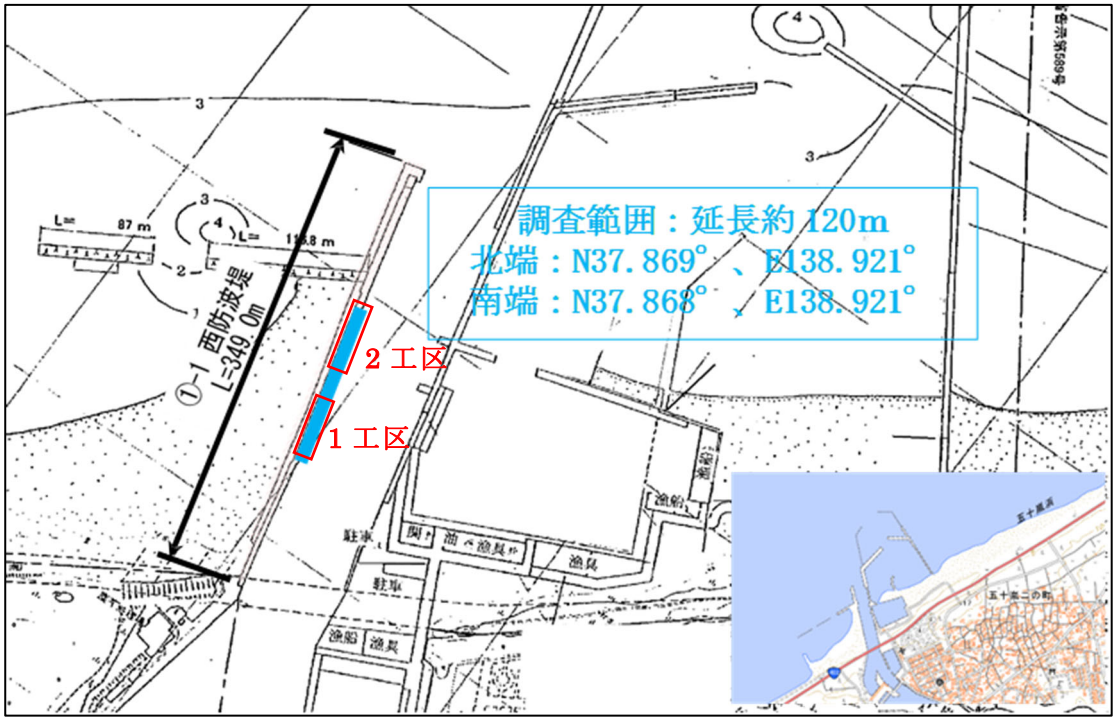


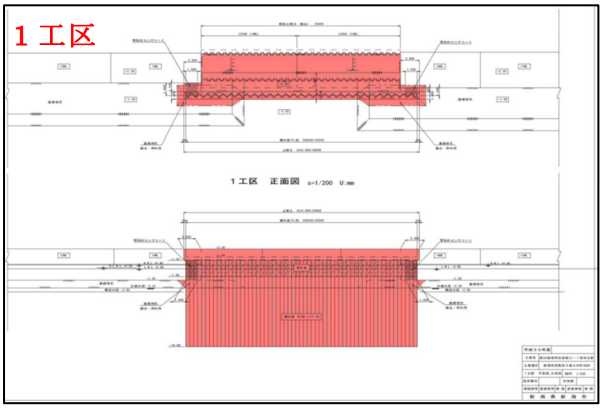
図 e-2-3-5　対象施設位置図及び標準断面

＊過年度点検結果では水中部の顕著な変状は認められていない。

D．新潟県新川漁港　西突堤

西突堤は、矢板護岸である 1 工区（14・15 ブロック）と 2 工区（22～24 ブロック）を計測対象とした。





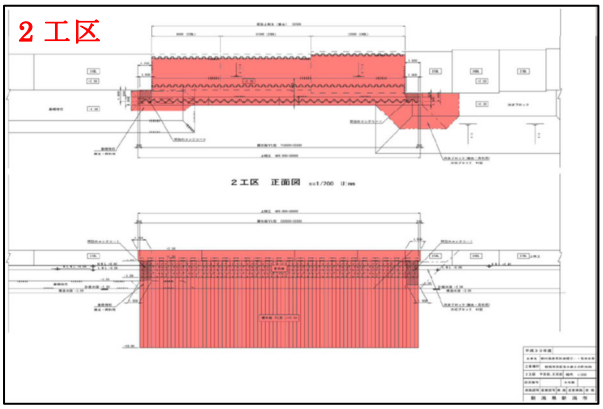
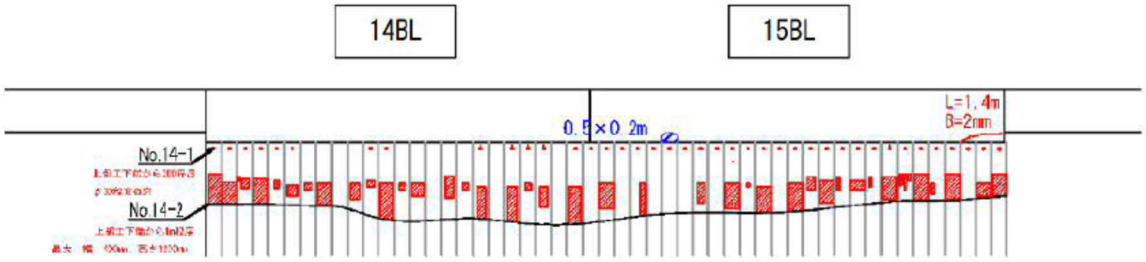


図 e-2-3-6　対象施設位置図及び標準断面

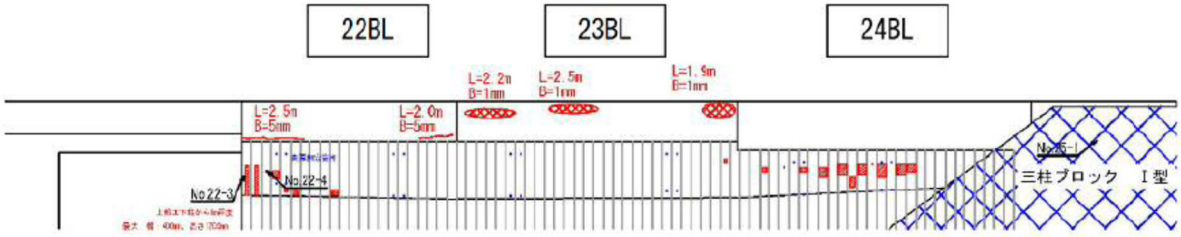
既設鋼矢板開孔状況

１４・１５ブロック



矢板赤印範囲：開口部

２２・２３・２４ブロック



矢板赤印範囲：開孔部

※全範囲をケレン作業していないため、隠れた開口部があると推定される。

図 e-2-3-7　対象施設の既往点検結果

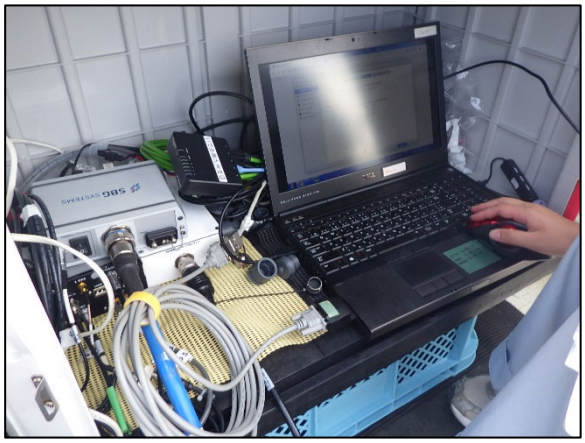
平成 28 年度　新川漁港西防波堤長寿命化実施設計業務　　新潟市農林水産部

（２）現地試験の方法

現地での精度検証は、三崎漁港で令和元年 7 月 8～11 日、新川漁港で令和元年 9 月 30 日～10 月 1 日に実施した。現地作業にあたり、事前に漁業協同組合、漁港管理者へ周知した。また、三崎漁港の計測にあたっては横須賀海上保安部への作業許可の取得、新川漁港での計測にあたっては新潟海上保安部への作業を周知し、受理された。

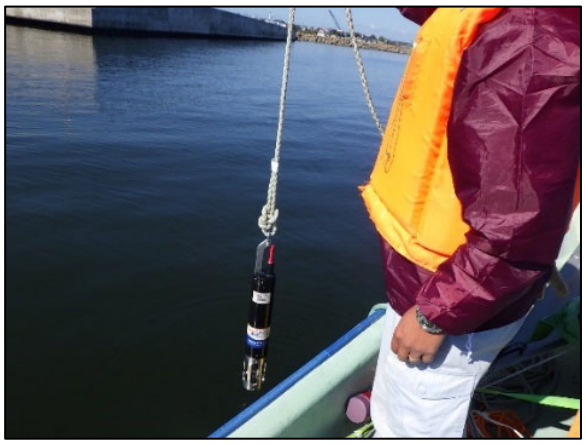
①現地試験手順

- 調査船に水中 3D スキャナーを艤装し、各機器の作動状況と GNSS の受信状況が良好であることを確認した。
- 現地試験は、実際に漁港構造物を計測する場合と同様に船速を 2～3 ノットとし、護岸や計測対象物に平行となるよう航行して計測した。
- 計測時は随時水温・塩分を鉛直測定し、データ処理時に音速度を補正した。



艤装状況

テストラン



音速度計測

調査状況

図 e-2-3-8　作業状況写真

②整理・解析

整理・解析は「供試体による計測精度検証」と同様の方法で実施した。

（３）現地試験の結果

三崎漁港での水中 3D スキャナーによるにデータ取得状況を図 e-2-3-9 に示す。

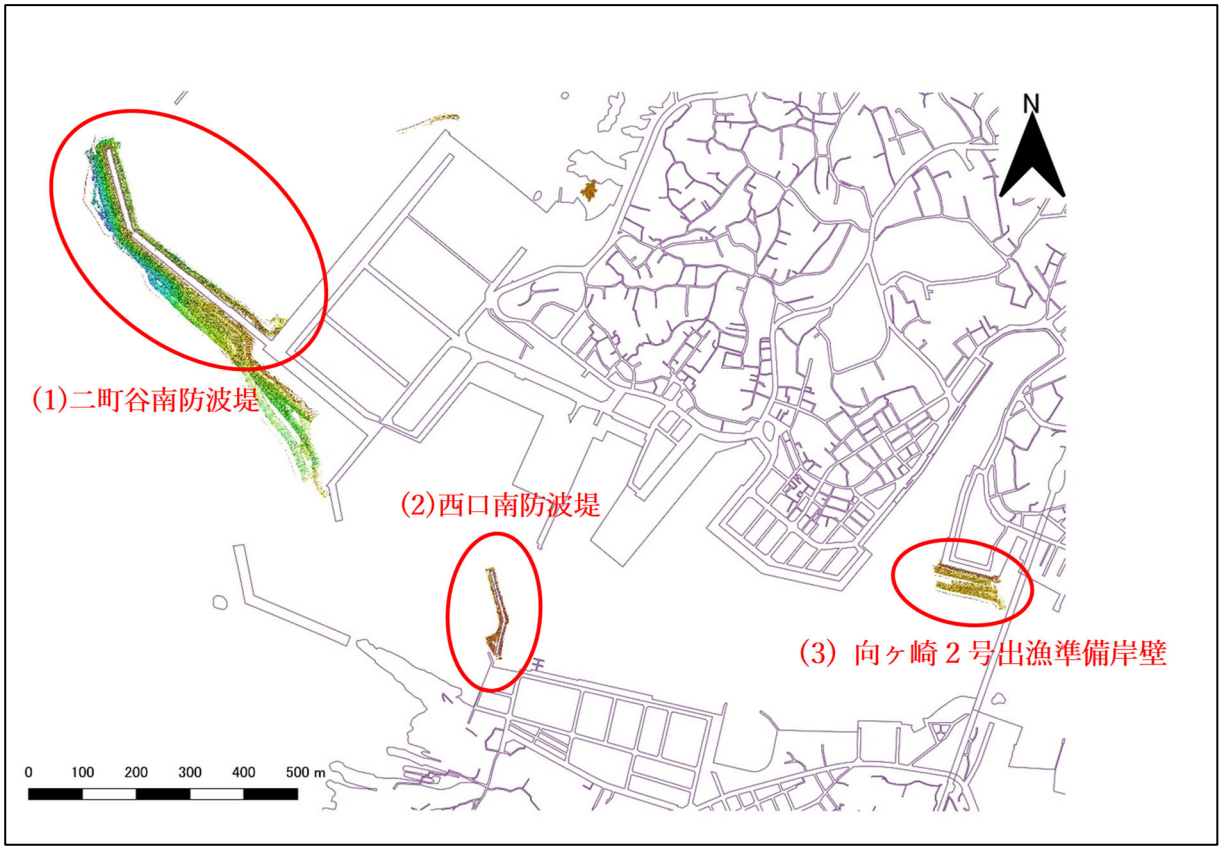


図 e-2-3-9　水中 3D スキャナーによるデータ取得状況（三崎漁港）

(1) 重力式構造物での適用性

二町谷南防波堤の水中 3D スキャナー計測状況を図 e-2-3-10、点群データを図 e-2-3-11 に示す。

水中 3D スキャナーとマルチビームで、二町谷南防波堤の南側にある被覆ブロック崩落箇所および堤体側面で計測結果を比較した。

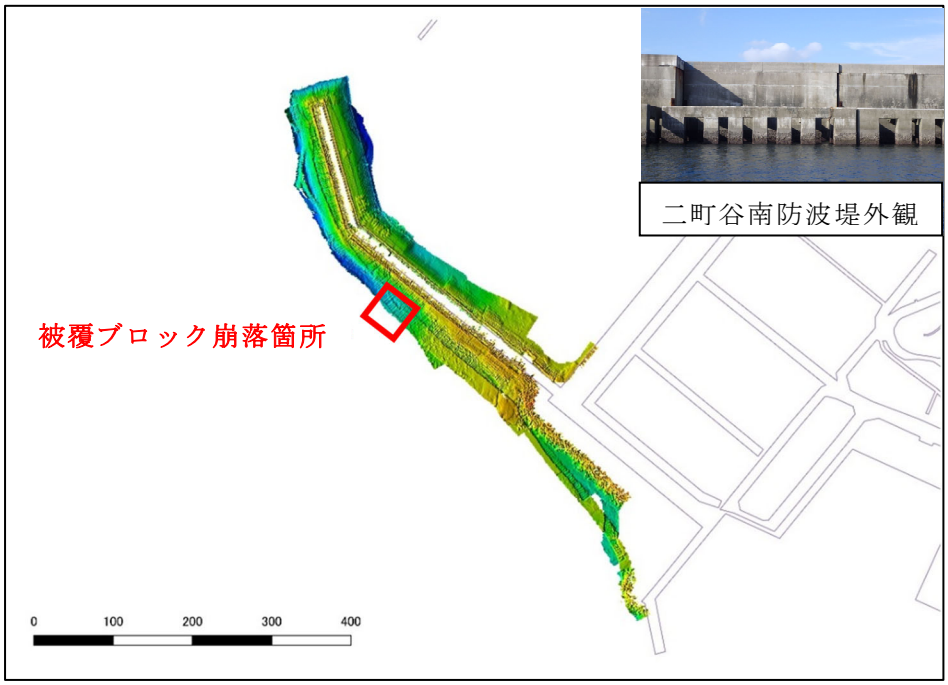


図 e-2-3-10　二町谷南防波堤の水中 3D スキャナー計測状況（平面図）

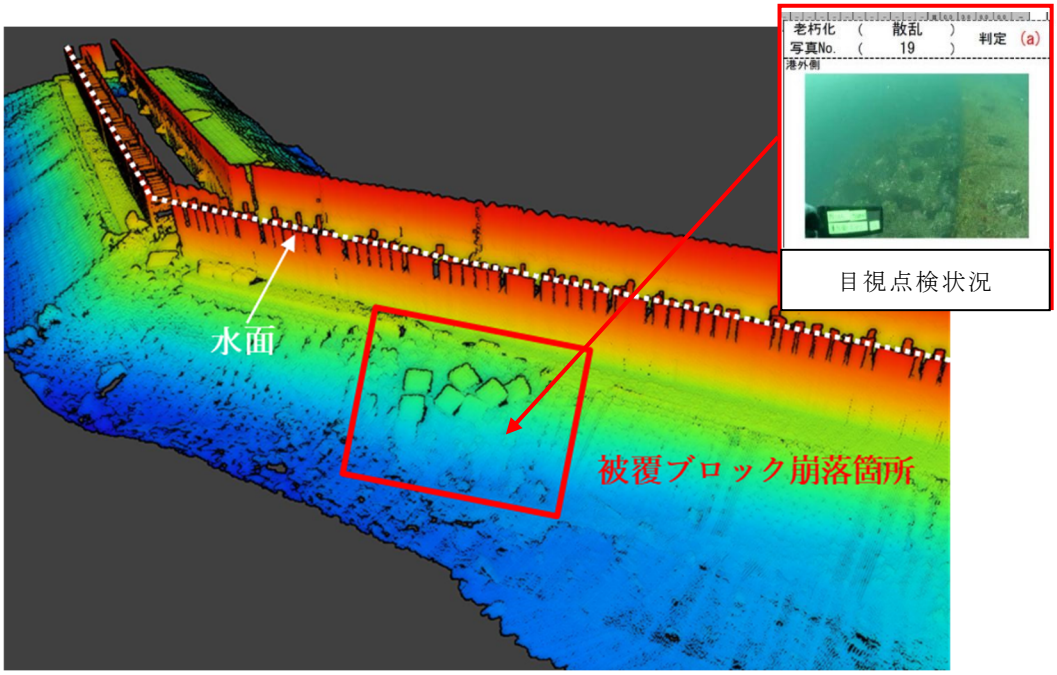


図 e-2-3-11　二町谷南防波堤の計測結果

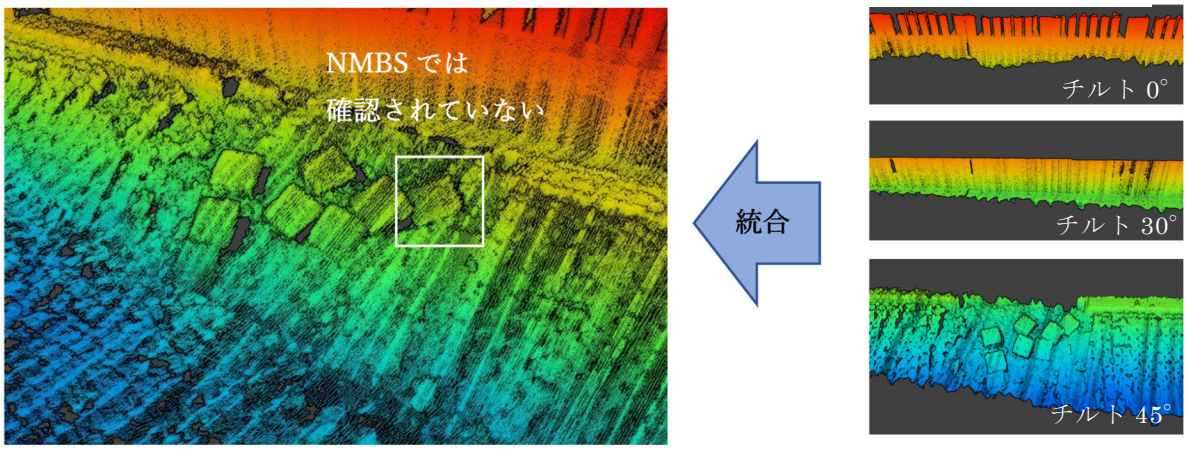
①　被覆ブロックの崩落状況

水中 3D スキャナーとマルチビームビームで計測した被覆ブロックの崩落状況を**図 e-2-3-12** に示した。計測時の船速は、水中 3D スキャナー、マルチビームとも 2～3 ノットであった。

複数のデータを統合した点群データでは、水中 3D スキャナーは 8 個のブロックが崩落している状況が確認されたが、昨年実施したマルチビームでは 7 個しか確認されなかった。新たに崩落したか、防波堤周辺の土砂流出により表出した可能性がある。

1 回の計測で得られる点群データの密度は、マルチビームは 1 点/100cm^2、水中水中 3D スキャナーは 7 点/100cm^2 であり、水中 3D スキャナーが高かった。1 回の計測で得られる点群データの範囲はマルチビームが広かった。

【水中 3D スキャナー】：チルト角（横、斜め下、下）を変えて 3 回計測・データ統合



【ナローマルチ】：点群密度が低いため 3 回計測しデータを重ね合わせ

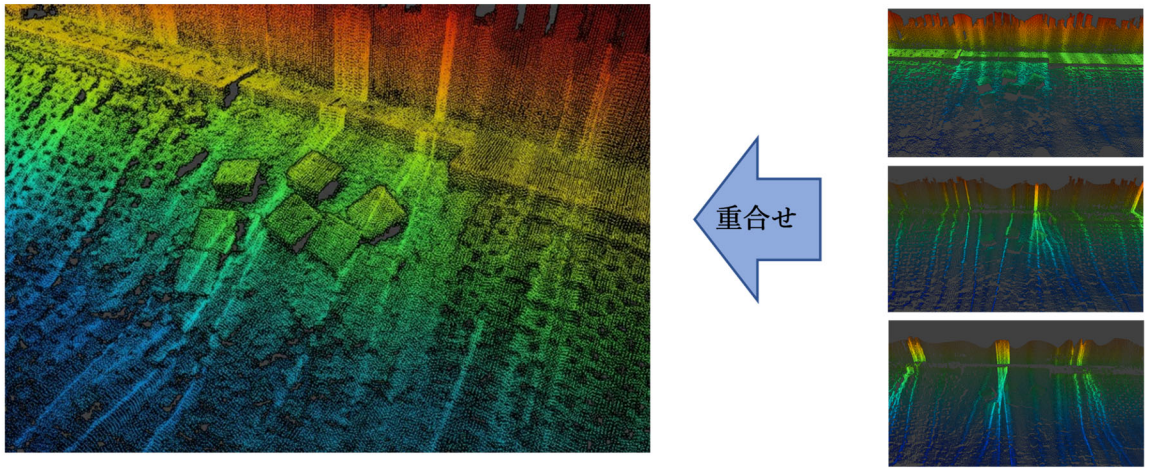


図 e-2-3-12　二町谷南防波堤　被覆ブロック崩落状況

②　　水面付近の計測状況

水中 3D スキャナーとマルチビームによる堤体側面の計測結果を**図 e-2-3-13** に示した。

水中 3D スキャナーは水面付近までデータが取得できたが、マルチビームは水面付近に欠測部分が多かった。また、マルチビームは通常下向きに音波を発信するため、被覆ブロックの側面に欠測が確認された。

【3D スキャナー】　　【マルチビーム】

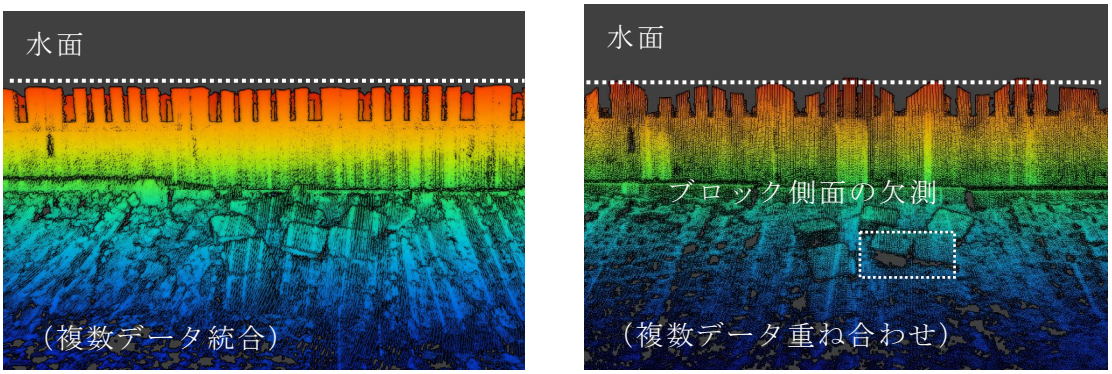


図 e-2-3-13　二町谷南防波堤　堤体側面

③　　水深 15m～20m 以深の計測状況

水中 3D スキャナーとマルチビームで計測した被覆ブロックの崩落について、水深 15m～20m 以深の計測状況を**図 e-2-3-14** に示した。

２－１．で述べたとおり、水中 3D スキャナーは、マルチビームに比べて音波の周波数が高いため、音波の減衰により水深 18m 以深は点群がばらつき、海底地形の正確な計測が困難であった。一方、マルチビームは水深 18m 以深も点群が狭い範囲に収束し、精度の高いデータが取得された。

点群のばらつきは水中構造物の形状や音波のあたる角度によって変わることを考慮し、水深 15m までを水中 3D スキャナーの適用水深とした。

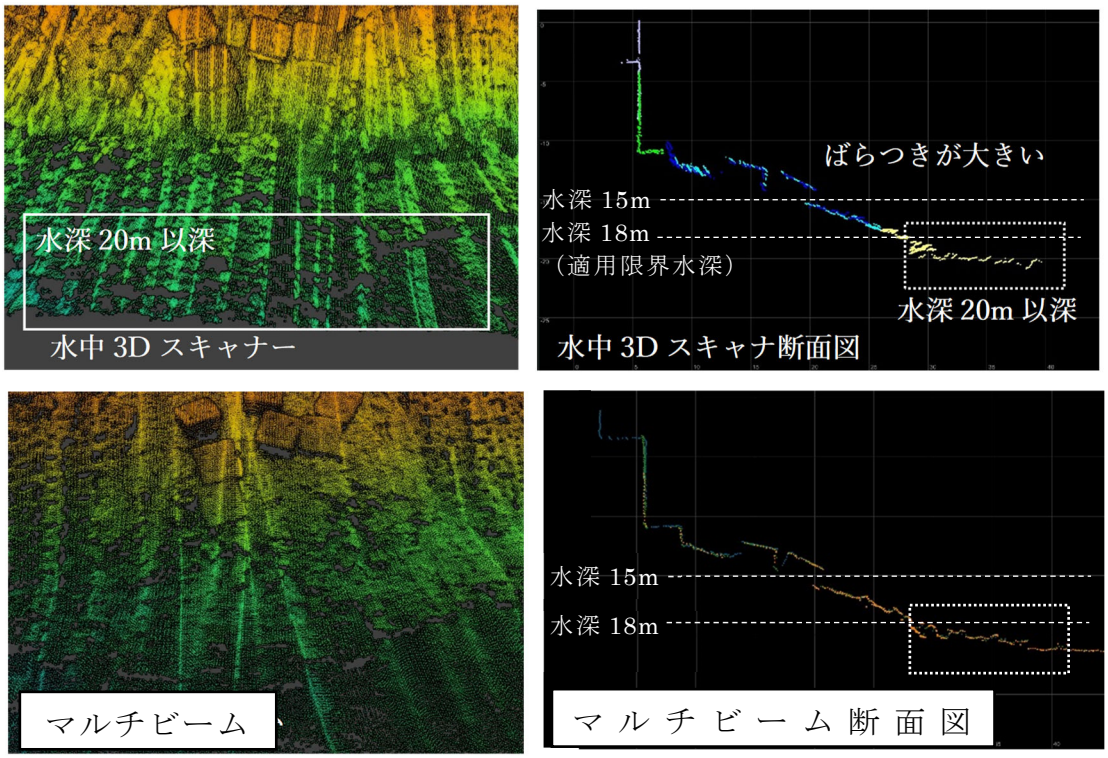


図 e-2-3-14　二町谷南防波堤　被覆ブロック崩落箇所の水深 20m 付近

（2） 重力式構造物の「本体工」での適用性

西口南防波堤の水中 3D スキャナー計測状況を**図 e-2-3-15**、計測結果を**図 e-2-3-16**、水中 3D スキャナーとマルチビームで計測した、防波堤先端部の状況を**図 e-2-3-17** に示した。

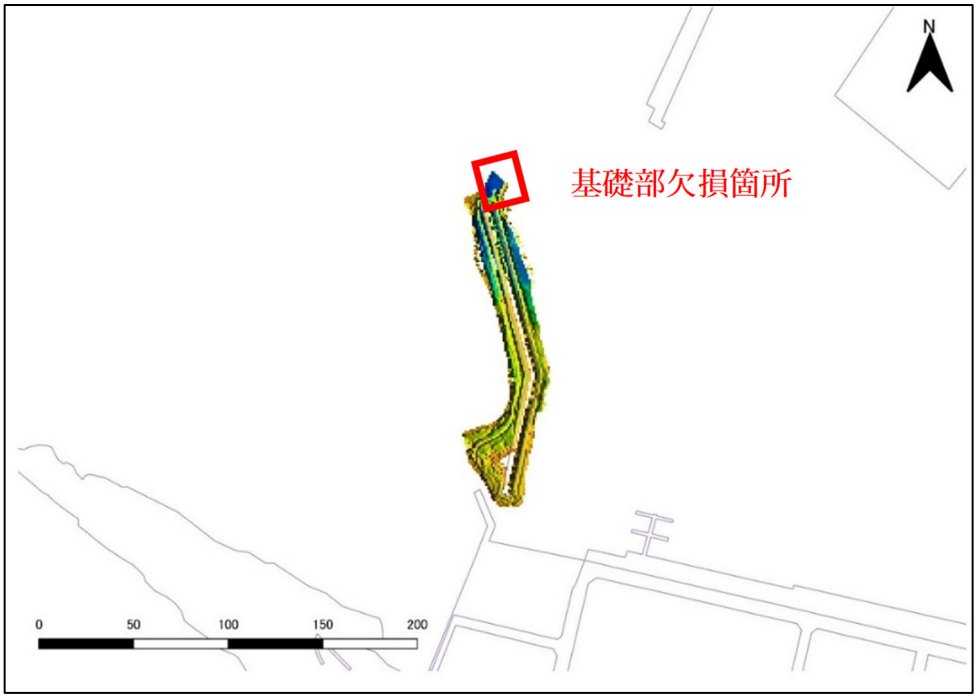


図 e-2-3-15　西口南防波堤の水中 3D スキャナー計測状況（平面図）

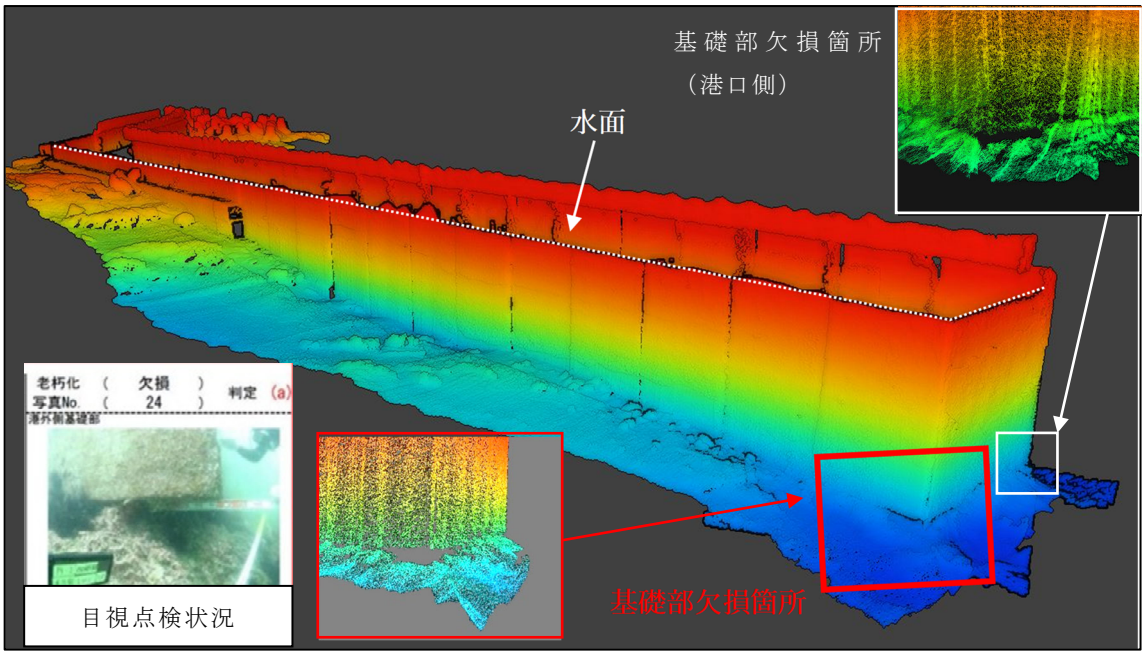


図 e-2-3-16　西口南防波堤の計測結果

水中 3D スキャナーとマルチビームは、複数回の計測データを統合または重ね合わせることにより防波堤全体の 3 次元点群データを作成し、基礎部の欠損とブロックの目地の開きを確認した。

水中 3D スキャナーは、底面と水面を分けて計測することで、水面付近まで密度の高い点群データが取得された。一方でマルチビームは、1 回の計測では点群密度が低く欠損部の形状も不明瞭で、水面付近のデータも計測できなかった。

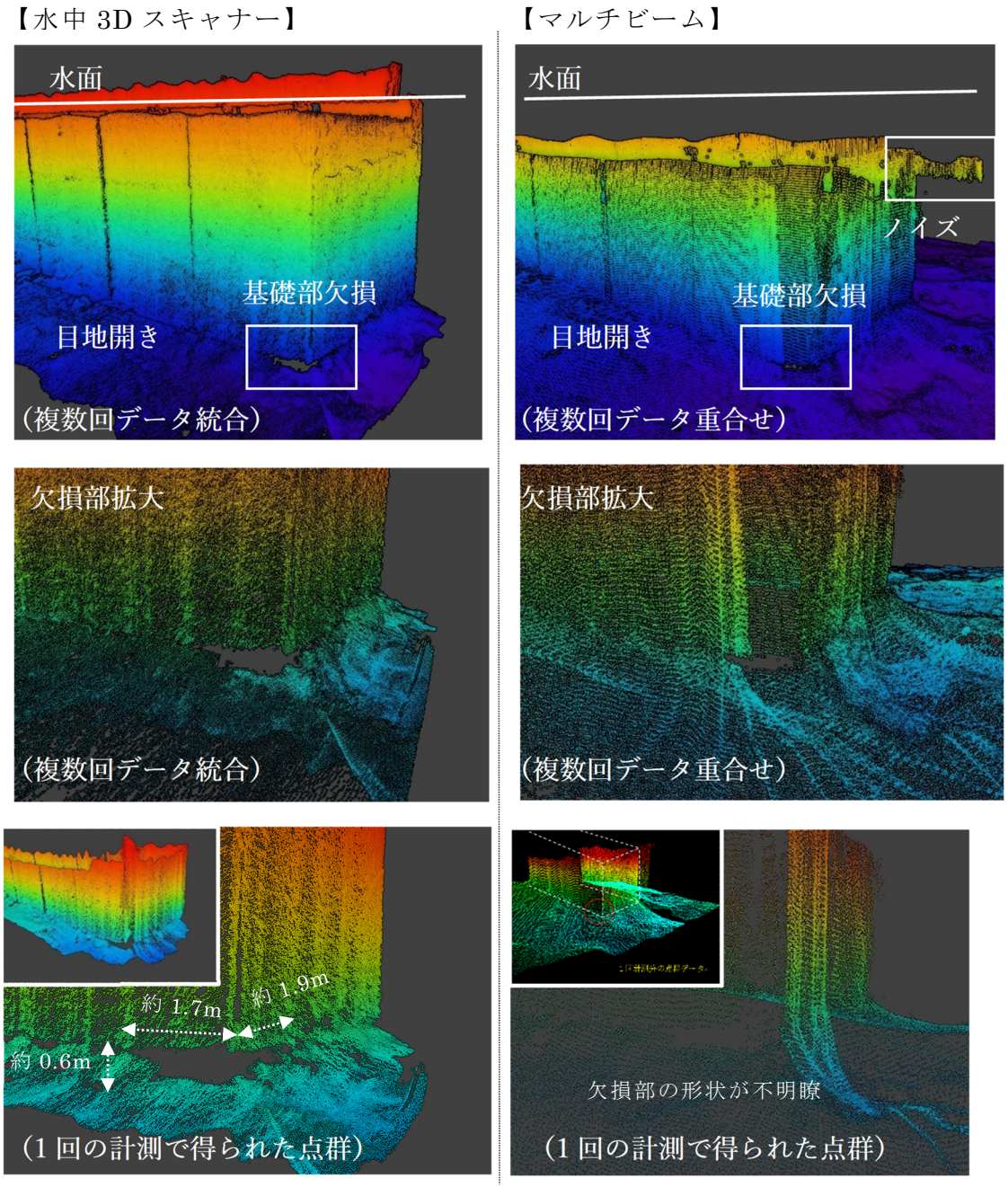


図 e-2-3-17　西口南防波堤　先端部計測状況

(3)　矢板式鋼構造物の「損傷」「電気防食工」での適用性

向ヶ崎 2 号出漁準備岸壁の水中 3D スキャナー計測状況を**図 e-2-3-18**、計測状況を**図 e-2-3-19** に示した。水中 3D スキャナーとマルチビームについて、岸壁に設置された防食陽極で計測結果を比較した。

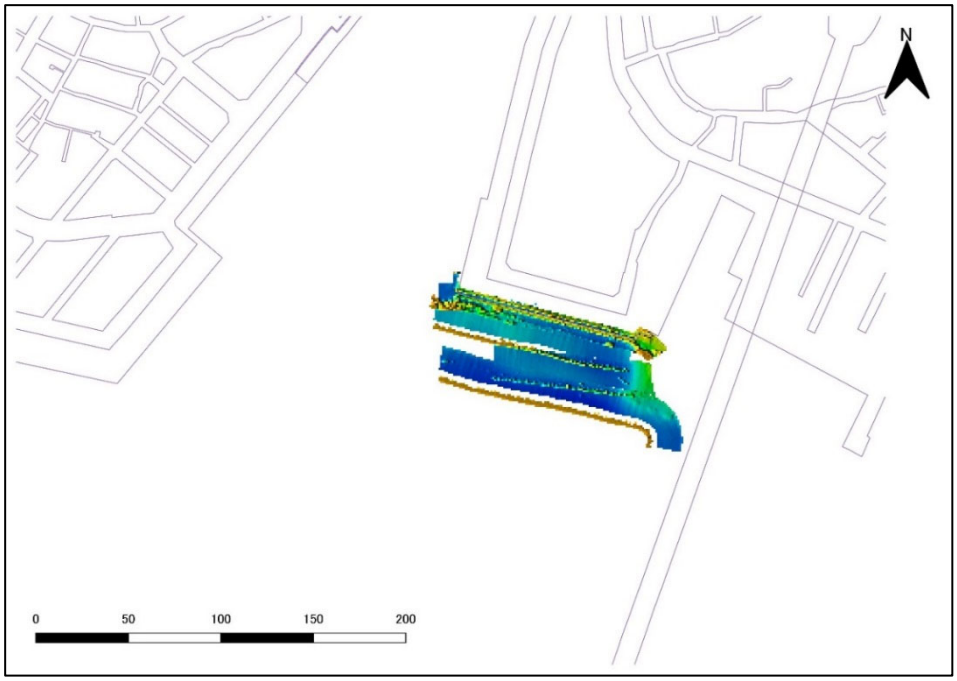


図 e-2-3-18　向ヶ崎 2 号出漁準備岸壁の水中 3D スキャナー計測状況（平面図）

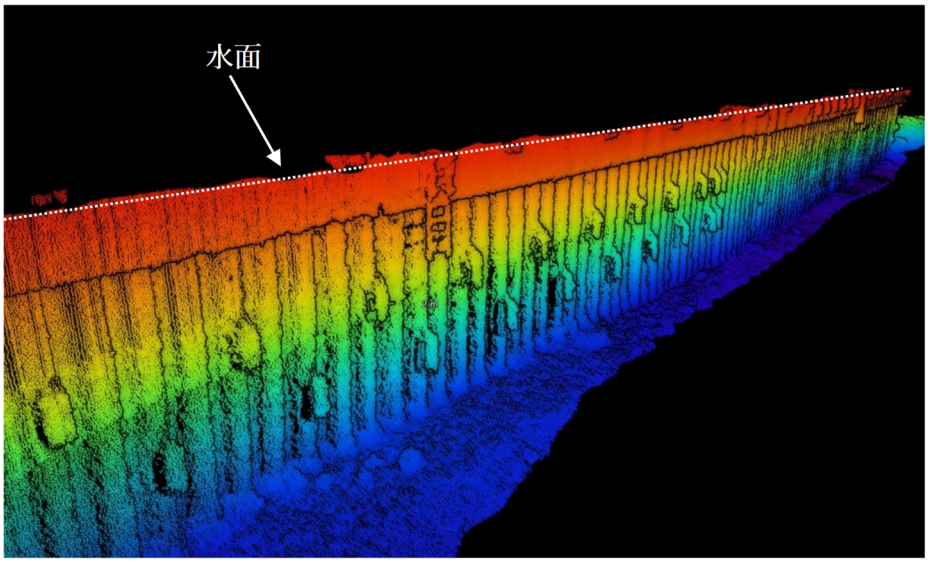


図 e-2-3-19　向ヶ崎 2 号出漁準備岸壁の計測結果

水中 3D スキャナーとマルチビームにより計測した防食陽極の状況を**図 e-2-3-20** に示した。

水中 3D スキャナーでは水面付近まで点群データが取得できた。また、水中 3D スキャナーとマルチビームは両者とも防食陽極が計測されたが、計測データの断面図で比較すると、水中 3D スキャナーが 1 回の計測で取得した点群は、マルチビームが複数回計測した点群比較して点のばらつきが少なかった。

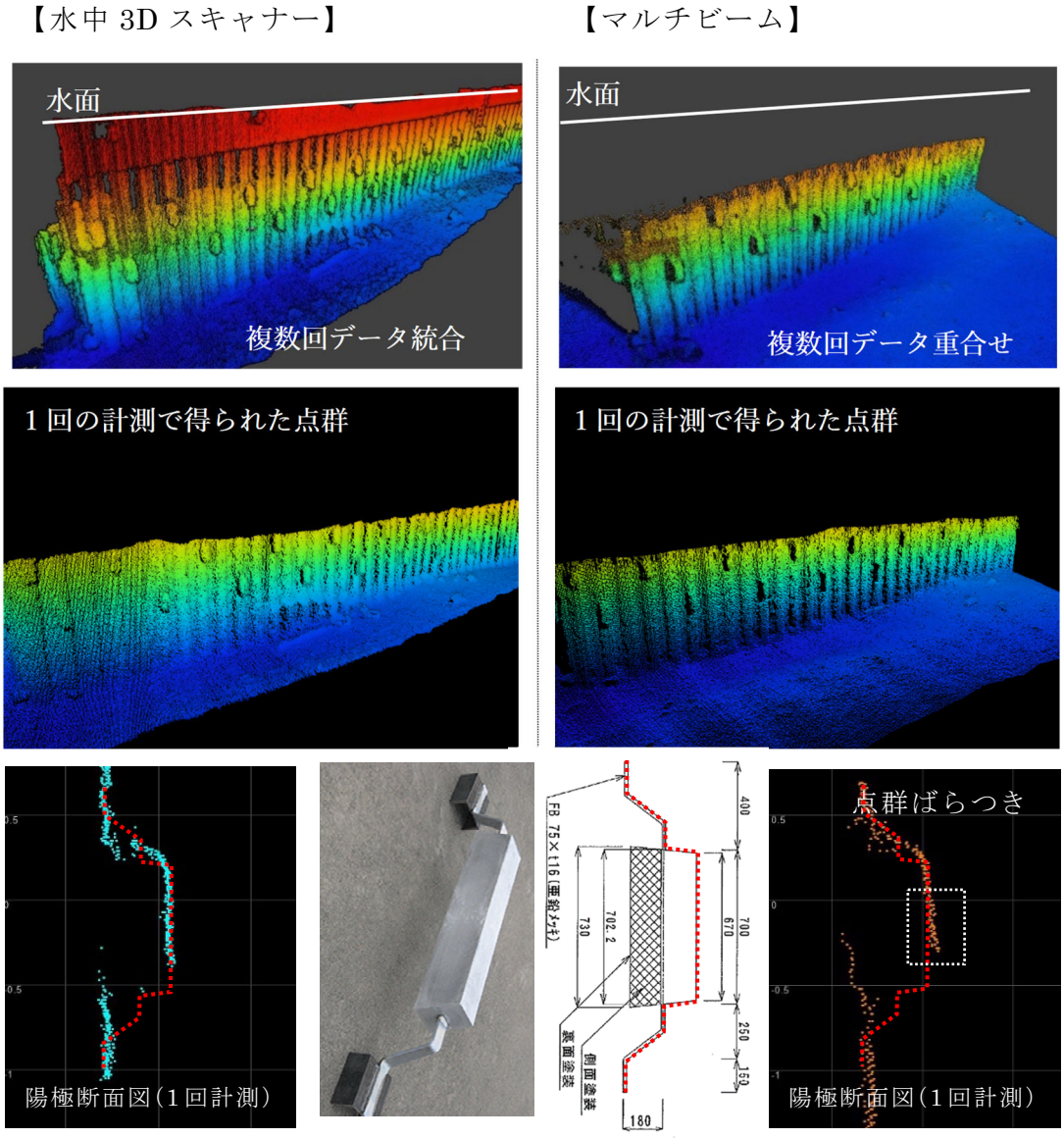


図 e-2-3-20　向ヶ崎 2 号出漁準備岸壁　防食陽極計測状況

新川漁港西突堤の水中 3D スキャナーで計測状況を図 e-2-3-21 に、データ取得状況を図 e-2-3-22 に示した。

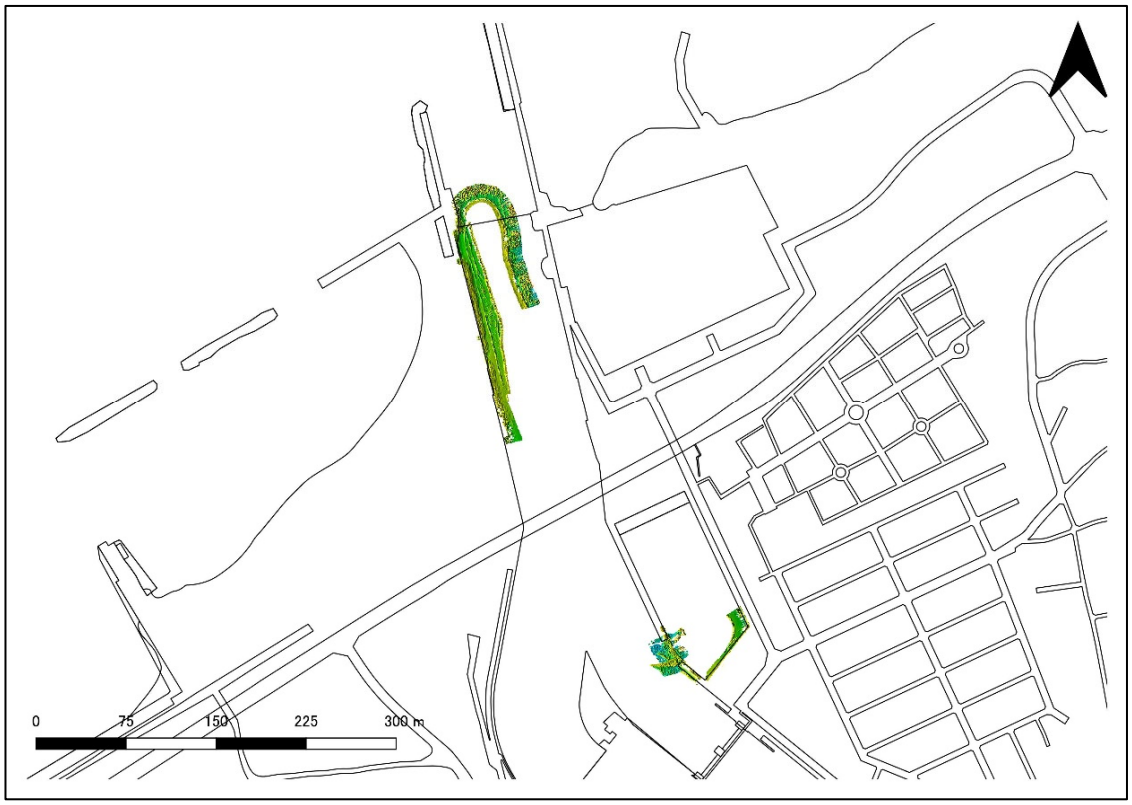


図 e-2-3-21　新川漁港の水中 3D スキャナー計測状況（平面図）

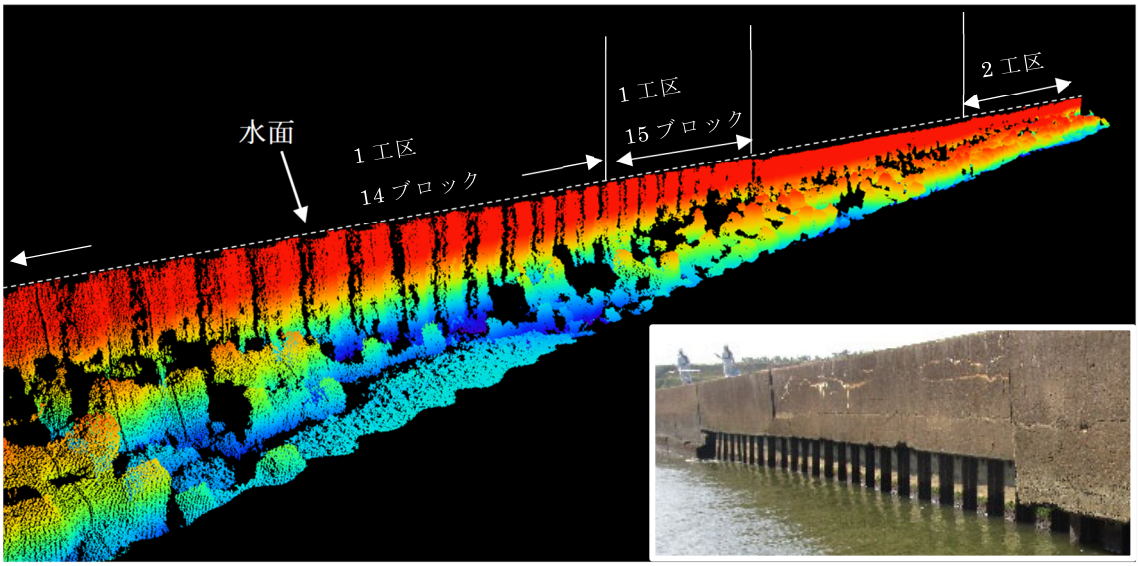


図 e-2-3-22　新川漁港（西突堤）の計測結果（1 回計測）

(4)　矢板護岸の「損傷」での適用性

水中 3D スキャナーによる矢板護岸計測結果は、平成 28 年度に実施された目視点検結果(平成 28 年度　新川漁港西防波堤長寿命化実施設計業務　　新潟市農林水産部)と比較して、老朽化診断への適用性を確認した。

水中 3D スキャナーでの計測結果から、西突堤矢板護岸に開孔が多数確認された。開孔部は、音波が開孔部奥で反射し点群が矢板背後に形成されることにより確認した。

【14 ブロック】

新川漁港西突堤のうち 14 番目のブロック(14BL)の目視点検と水中 3D スキャナー計測結果を**図 e-2-3-23** に示した。水中 3D スキャナーでは、11 箇所の開孔部が確認された。そのうちの開孔部⑧の状況を**図 e-2-3-24** に示した。開口部は縦約 0.8m、横約 0.3m で、奥行きは 0.5m に達していた。

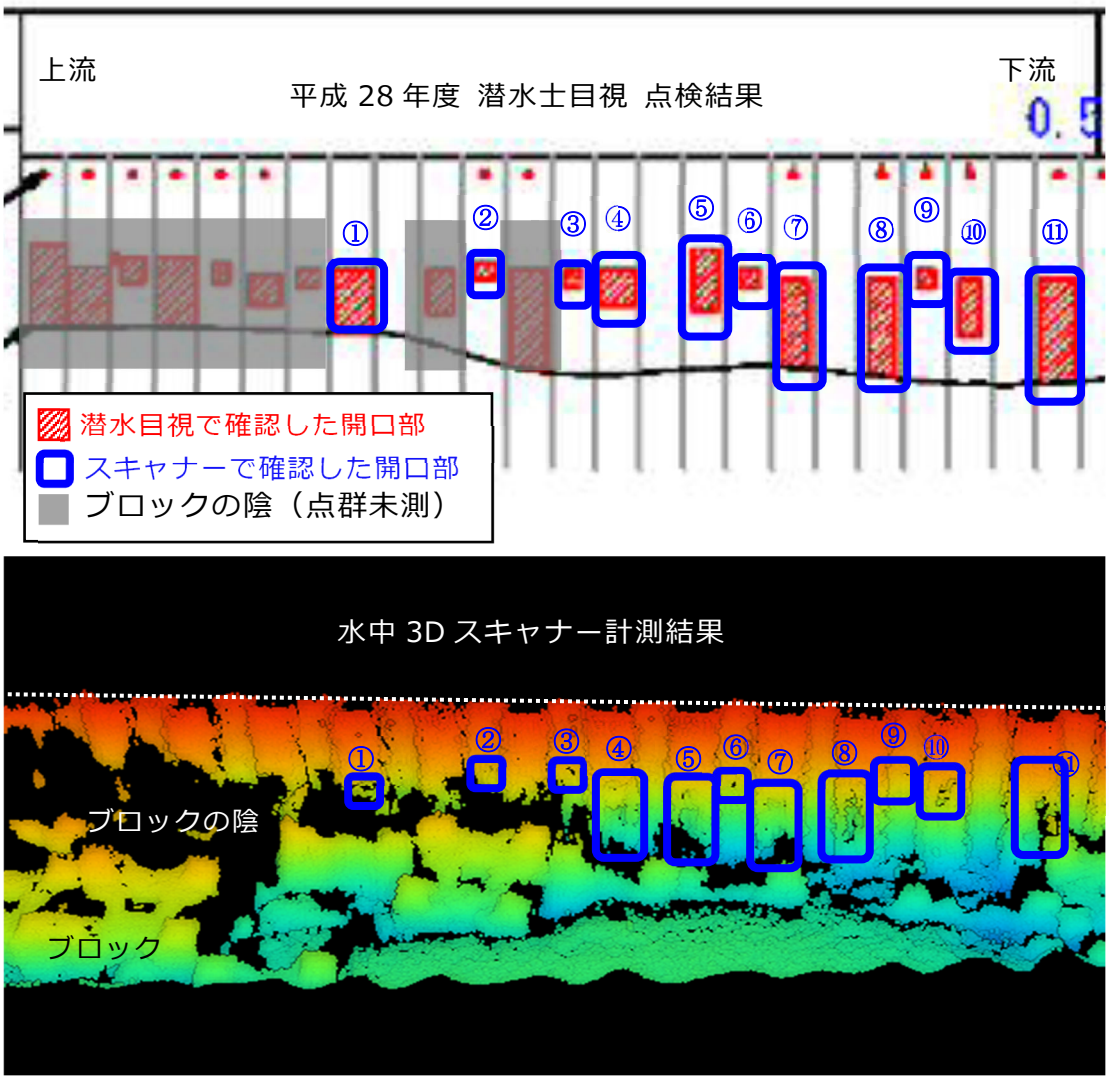
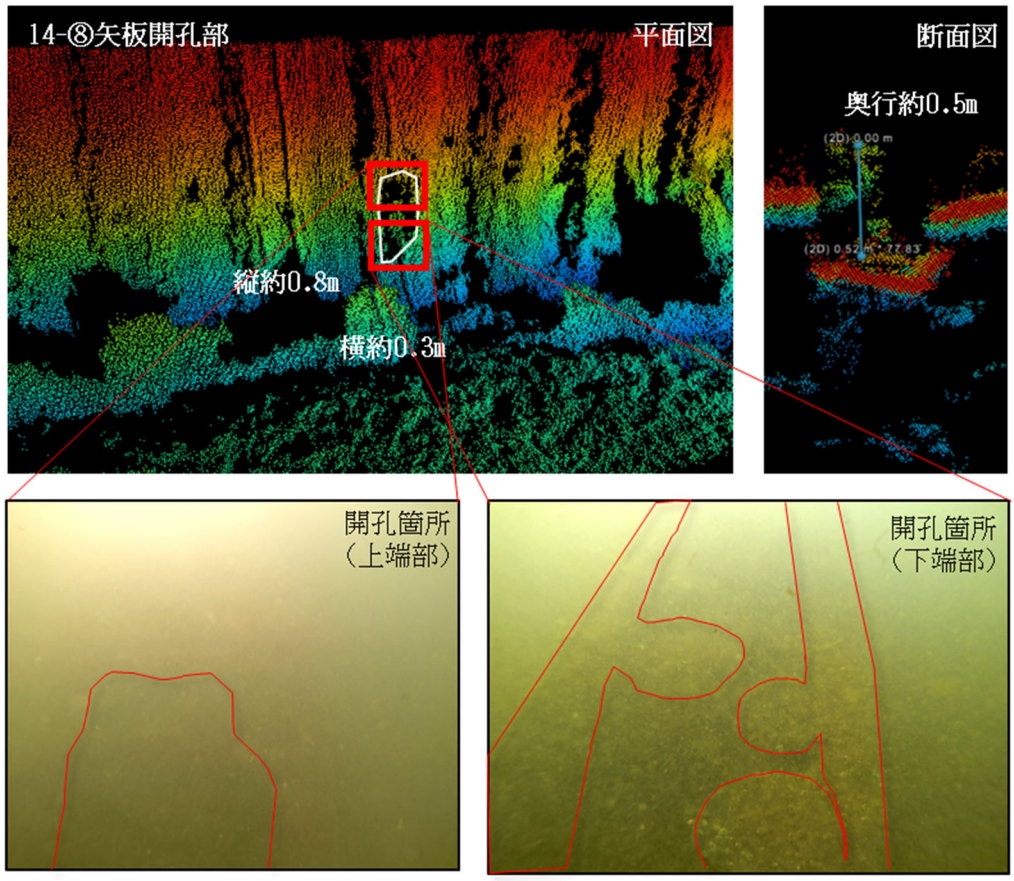


図 e-2-3-23　新川漁港西突堤（14BL）の計測状況（1 回計測）



＊赤線部分は、損傷の外枠を示す。

図 e-2-3-24　14BL 開孔部⑧の状況

【15 ブロック】

新川漁港西突堤(15BL)で計測した矢板の開孔箇所を**図 e-2-3-25**、⑨の開孔箇所の拡大を**図 e-2-3-26** に示した。開孔部は縦約 0.6m、横約 0.2m で、奥行きは約 2.0m に達していた。

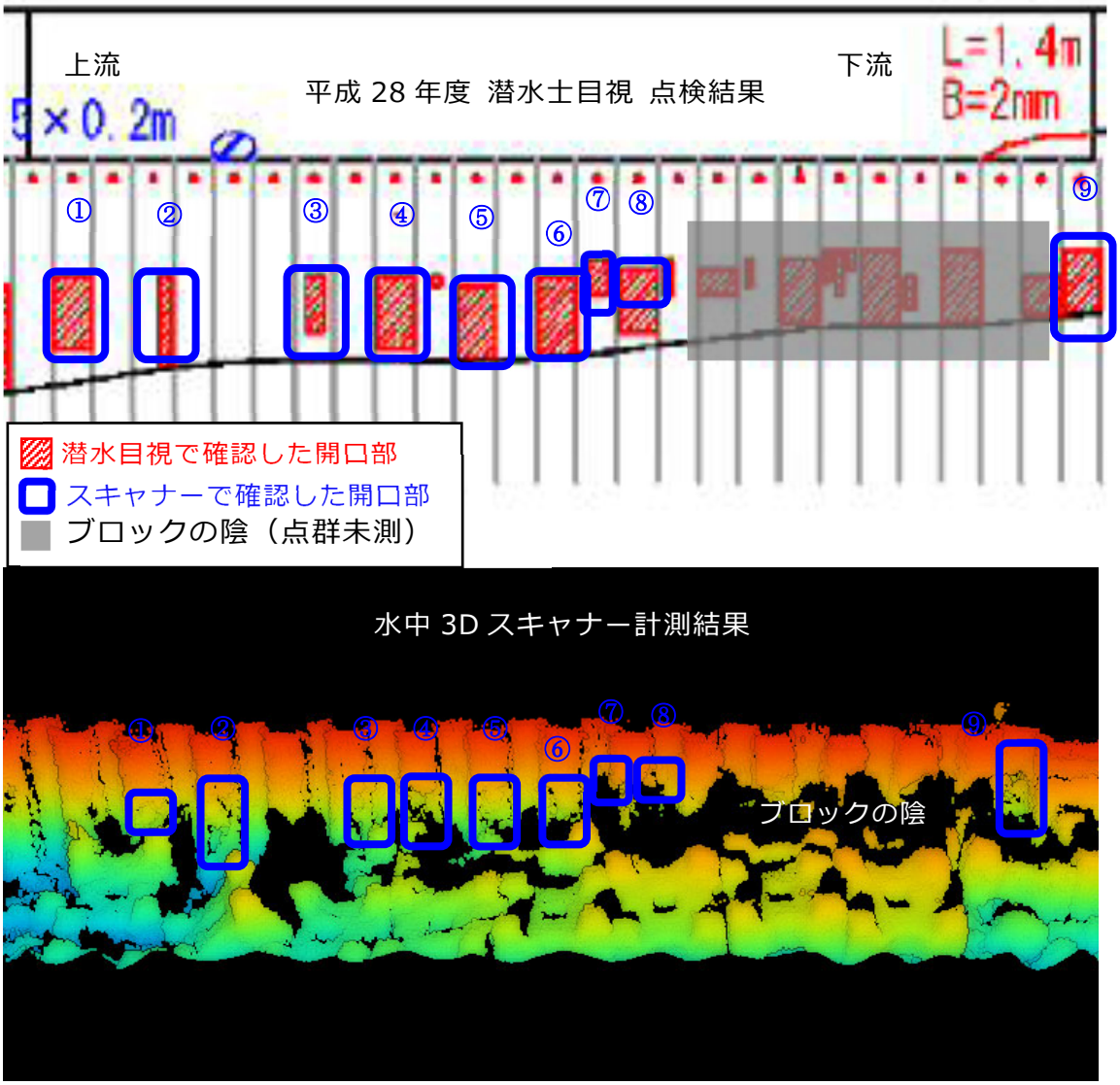


図 e-2-3-25　新潟新川漁港西突堤（15BL）の計測状況（1 回計測）

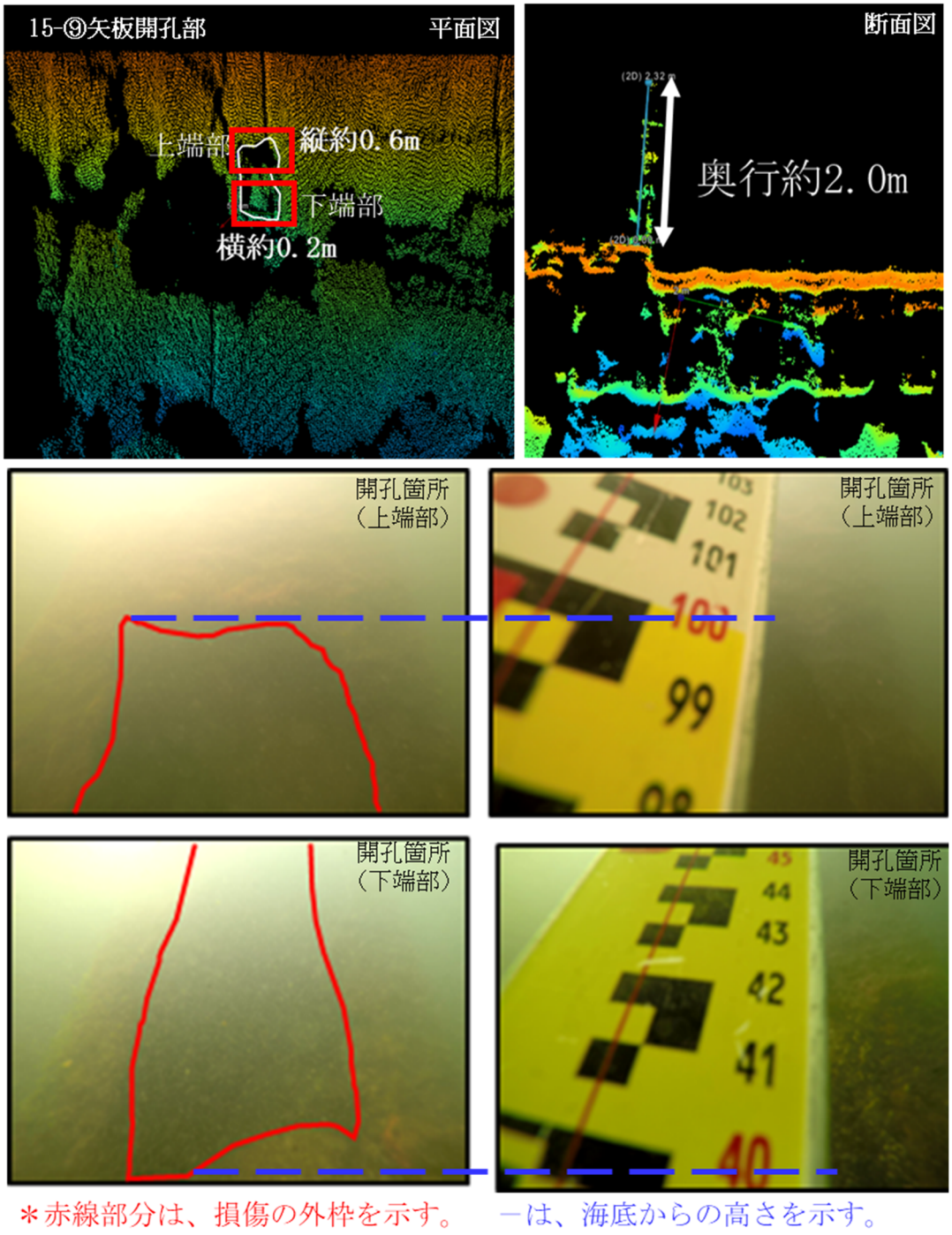


図 e-2-3-26　15BL 開孔部⑨の状況

【22 ブロック】

新川漁港西突堤(22BL)で計測した矢板の開孔箇所を**図 e-2-3-27**、③の開孔箇所の拡大を**図 e-2-3-28** に示した。開孔部は縦約 1.0m、横約 0.5m で、奥行きは約 2.5m に達していた。

水中 3D スキャナーの計測で確認した③の開孔箇所は、平成 28 年度潜水目視点検では確認されなかった。水中 3D スキャナーによる面的な計測を行うことで潜水士による見落としを防止できることが示唆された。

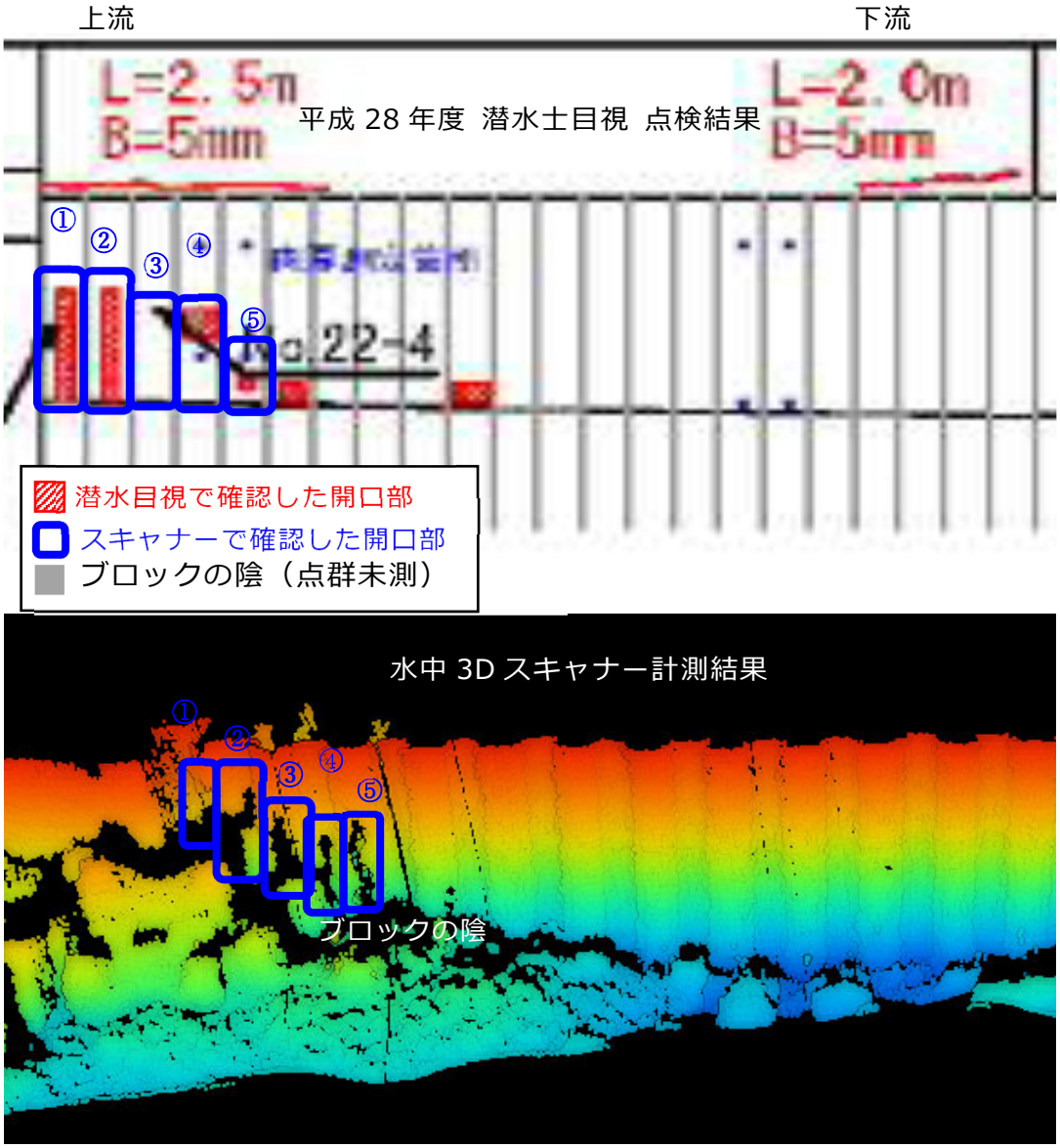
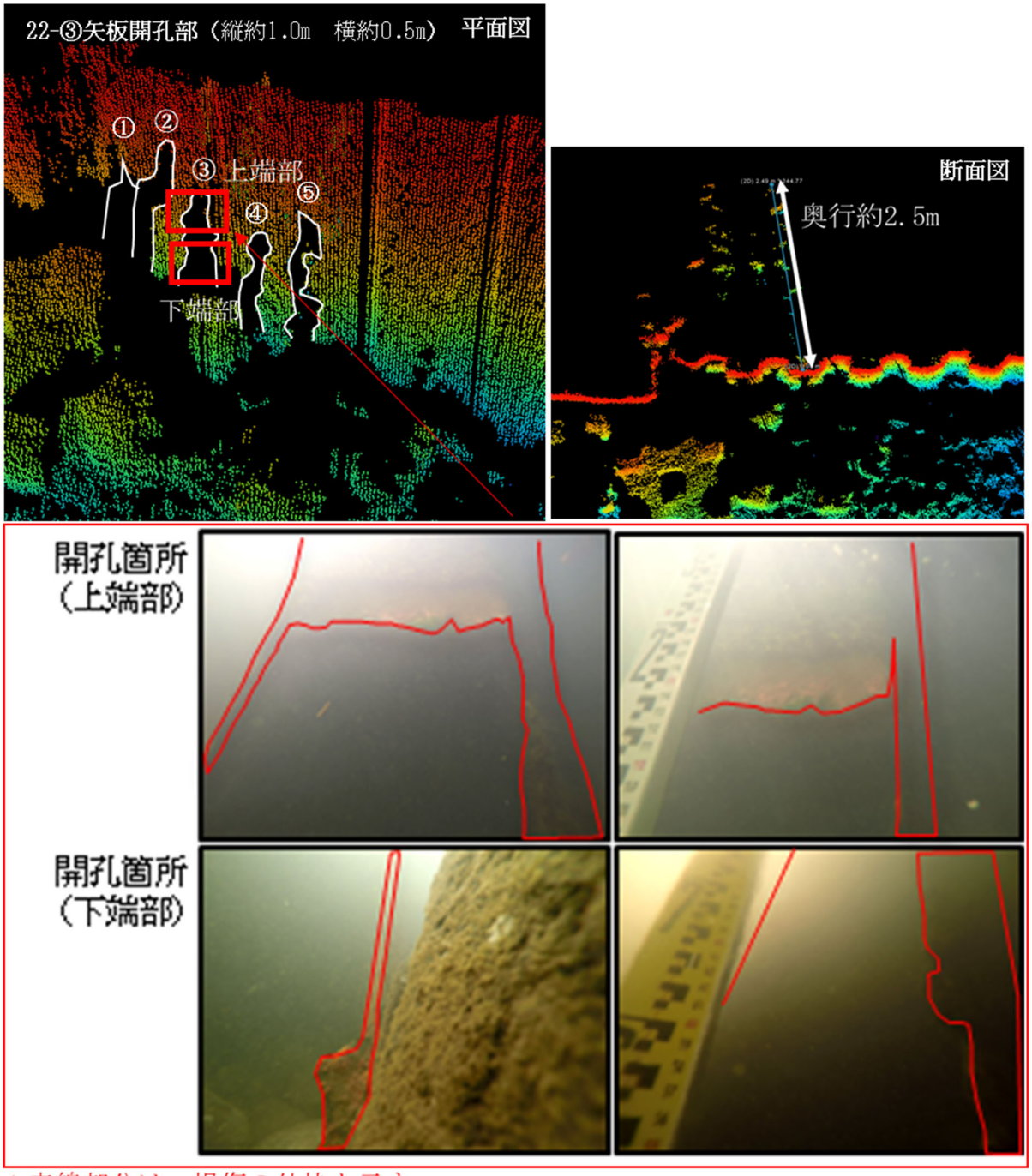


図 e-2-3-27　新潟新川漁港西突堤（22BL）の計測状況（1 回計測）



＊赤線部分は、損傷の外枠を示す。

図 e-2-3-28　22BL 開孔部③の状況

【23 ブロック】

新川漁港西突堤(23BL)で計測した矢板の開孔箇所を**図 e-2-3-29**、①の開孔箇所の拡大を**図 e-2-3-30** に示した。開孔部は縦約 0.1m、横約 0.2m で、奥行きは約 0.15m に達していた。

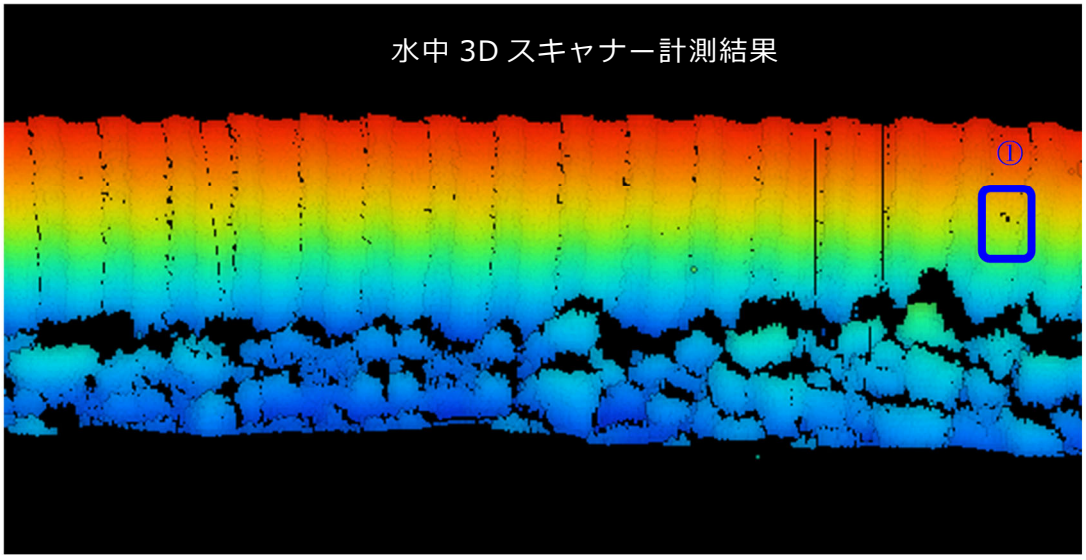


図 e-2-3-29　新潟新川漁港西突堤（23BL）の計測状況（1 回計測）

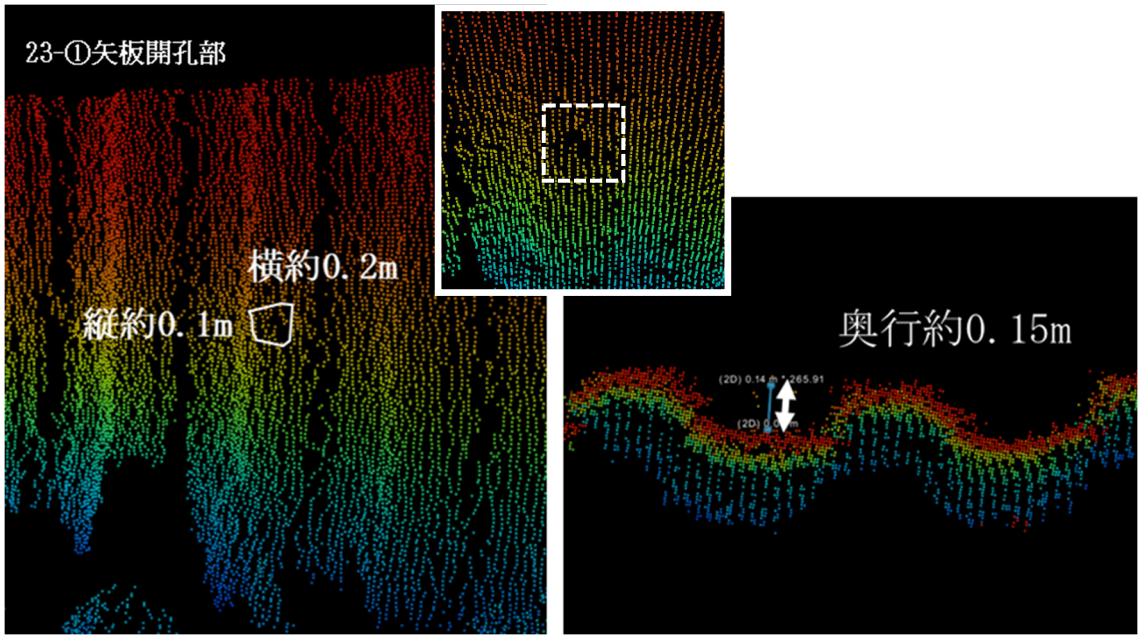


図 e-2-3-30　23BL 開孔部①の状況

【24 ブロック】

新川漁港西突堤(24BL)で計測した矢板の開孔箇所を**図 e-2-3-31**、⑥⑦の開孔箇所の拡大を**図 e-2-3-32** に示した。開孔部は縦約 0.3m、横約 0.3m で、奥行きは約 0.4m に達していた。

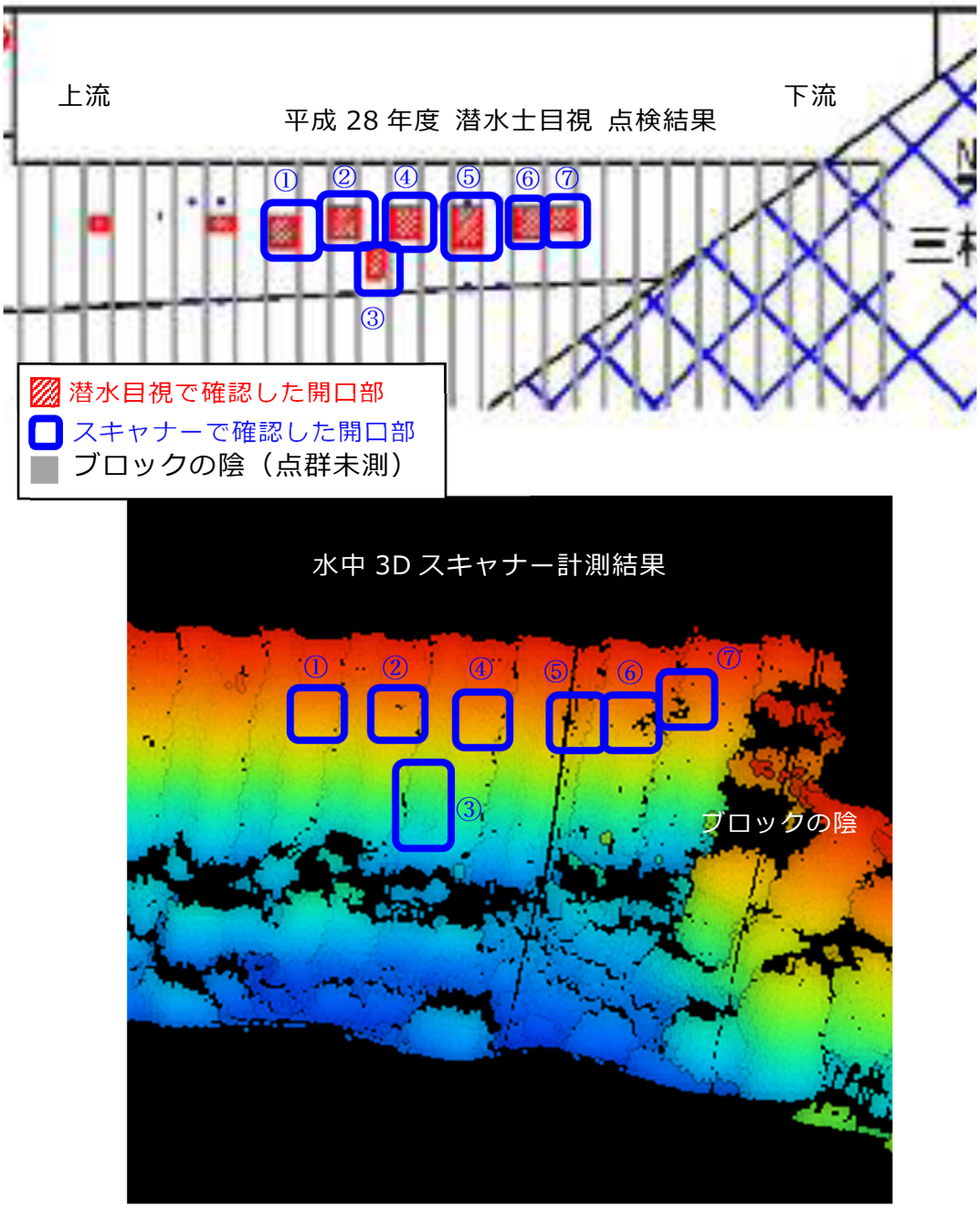


図 e-2-3-31　新潟新川漁港西突堤（24BL）の計測状況（1 回計測）

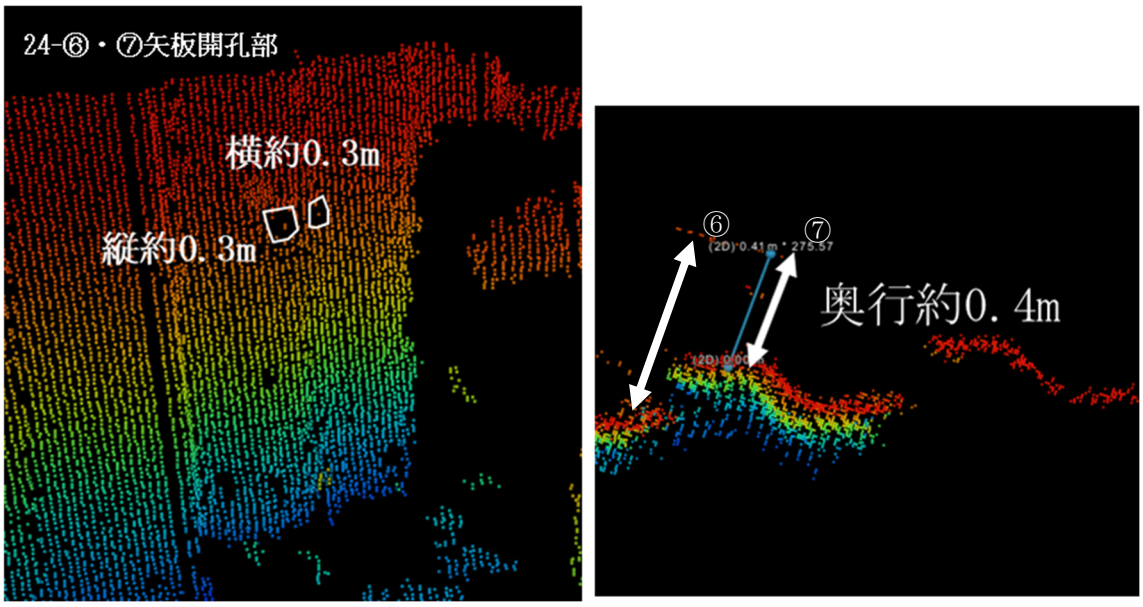


図 e-2-3-32　24BL 開孔部⑥・⑦の状況

（４）水中 3D スキャナーによる老朽化度判定の適用性

水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン(平成 27 年 5 月改定)の巻末資料 2　潜水目視調査に係る老朽化度の評価基準（参考）のうち、水中 3D スキャナーの適用が可能な判断基準を検討した。

水中 3D スキャナーは現地試験の結果から、

矢板式または杭式の施設では、鋼材および被覆防食工の損傷に対し「a」「b」に適用可能、電気防食工および被覆工の移動・散乱に対し「a」～「d」すべてに適用可能と考えられた。

表-3.3　老朽化度と性能低下の状態

老朽化度	部材の性能低下の状態
a	部材の性能が著しく低下している状態
b	部材の性能が低下している状態
c	部材の性能低下はないが、老朽化が発生している状態
d	老朽化が認められない状態

水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン，平成 27 年 5 月改訂，p.21

【重力式堤防】

重力式防波堤の老朽化度判断基準と水中 3D スキャナー、マルチビームの適用性を**表 e-2-3-2** に示した。

三崎漁港の二町谷南防波堤と西口南防波堤と供試体の計測結果から、水中 3D スキャナーは、重力式施設では本体工の損傷に対し「a」「b」に適用可能、被覆工の移動・散乱に対しては「a」～「d」すべてに適用可能と考えられた。

水中 3D スキャナーは、マルチビームでは判別困難な 10cm の形状を判別できたため、マルチビームと同等以上の適用性があると判断された。

表 e-2-3-2　重力式防波堤の判定基準及び水中 3D スキャナーの適用性

対象施設	調査項目		調査方法	老朽化度の判断基準		3DS 判定可否	ﾏﾙﾁﾋﾞｰﾑ 判定可否
重力式防波堤（消波堤）	本体工（側壁、スリット部）	コンクリートの劣化、損傷（RCの場合）	潜水調査 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・鉄筋露出 ・老朽化の兆候	a	中詰材が流出するような穴開き、ひび割れ、欠損がある。	○	○
				b	複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。	×	×
					広範囲に亘り鉄筋が露出している。	×	×
				c	一方向に幅3mm程度のひび割れがある。	×	×
					局所的に鉄筋が露出している。	×	×
				d	老朽化なし。	×	×
		コンクリートの劣化、損傷（無筋の場合）	潜水調査 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・老朽化の兆候	a	性能に影響を及ぼす程度の欠損がある。	○	○
				b	幅1cm以上のひび割れがある。	×	×
					小規模な欠損がある。	○（10cm程度）	△（50cm程度）
				c	幅1cm未満のひび割れがある。	×	×
				d	老朽化なし。	×	×
	被覆工	移動、散乱	潜水調査 ・被覆工等の移動・散乱	a	被覆工の散乱があり、かつ捨石材の流出が見られる。	○	○
				b	被覆工の散乱がある。	○	○
				c	---	---	---
				d	老朽化なし。	○	○

【矢板式係船護岸】

矢板式係船護岸老朽化度判断基準と水中 3D スキャナーの適用性を**表 e-2-3-3** に示した。

新潟県新川漁港西防波堤の計測結果から、水中 3D スキャナーは、矢板式係船護岸では鋼材の腐食、亀裂、損傷に対し「a」に適用可能と考えられた。水中 3D スキャナーは、マルチビームでは判別困難な 10cm の形状を判別可能で、朔望平均干潮面付近の護岸も計測できることから、マルチビーム以上の適用性があると判断された。

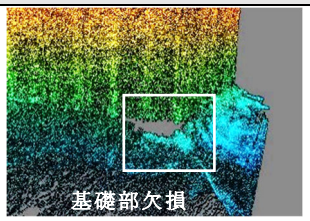
三崎漁港向ヶ崎 2 号出港準備岸壁と供試体の計測結果から、水中 3D スキャナーは、電気防食工の状況確認に対し、「a」～「d」すべてに適用可能と考えられた。さらに三崎漁港の二町谷南防波堤と西口南防波堤の計測結果から、被覆工の移動・散乱についても、「a」～「d」すべてに適用可能と考えられた。矢板電気防食工と被覆工については、マルチビームと同等の適用性があると判断された。

表 e-2-3-3　矢板式係船岸の判定基準及び水中 3D スキャナーの適用性

対象施設	調査項目			調査方法	老朽化度の判断基準		3DS 判定可否	ﾏﾙﾁﾋﾞｰﾑ 判定可否
矢板式係船岸	矢板	鋼材の腐食、亀裂、損傷（防食工を施している場合）		潜水調査 ・穴あきの有無 ・水面下の鋼材の腐食 ・表面の傷の状況 ・継手の腐食状況	a	腐食による開孔や変形、その他著しい損傷がある。	○（10cm程度） L.W.L付近 ○	△（50cm程度） L.W.L付近 ×
						開孔箇所から裏理材が流出している兆候がある。	○	×
					b	L.W.L付近に孔食がある。	×	×
						全体的に発錆がある。	×	×
					c	部分的に発錆がある。	×	×
					d	付着物は見られるが、発錆、開孔、損傷は見られない。	×	×
		被覆防食工	塗装の場合	潜水調査 ・欠陥面積率	a	欠陥面積率10%以上	×	×
					b	欠陥面積率0.3%以上10%未満	×	×
					c	欠陥面積率0.03%以上0.3%未満	×	×
					d	欠陥面積率0.03%未満	×	×
			有機被覆、ﾍﾟﾄﾛﾗﾀﾑ被覆、ﾓﾙﾀﾙ被覆、金属被覆の場合	潜水調査 ・鋼材の腐食、露出 ・被覆材の損傷 ・保護カバー等の状態	a	鋼材が露出し、錆が発生している。	×	×
					b	被覆材に鋼材まで達するすり傷、あて傷、はがれ等の損傷が生じている。	×	×
						保護カバー等に欠損がある。	×	×
					c	被覆材に鋼材まで達していないすり傷、あて傷、はがれ等の損傷がある。	×	×
						保護カバー等に損傷がある。	×	×
					d	老朽化なし。	×	×
		電気防食工		潜水調査 ・状況の確認（全数）	a	陽極の欠落又は全消耗。	○	○
					b	陽極取付の不具合（ボルトのゆるみ等、軽微なものは判別不可）。	○	○
					c	---	---	---
					d	欠落等の異状なし。	○	○
	被覆工	移動、散乱		潜水調査 ・被覆工等の移動・散乱	a	被覆工の散乱があり、かつ捨石材の流出が見られる。	○	○
					b	被覆工の移動、散乱がある。	○	○
					c	---	---	---
					d	老朽化なし。	○	○

水中 3D スキャナーとマルチビームソナーの老朽化度判断適用性を**表 e-2-3-4**、**表 e-2-3-5** に示した。センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引きは、各音響機器の適用性に合わせて作成した。

表 e-2-3-4　水中 3D スキャナーによる老朽化度判定の適用性

<table>
<tr><th>構　造</th><th>適用可能な判断基準</th><th>備考（判定例）</th></tr>
<tr><td>重力式</td><td>【本体工（コンクリートの損傷）】
・部材の性能が著しく低下している状態「a」は判定可能。
・小規模な欠損「b」に対し 10cm 程度以上の規模であれば判定可能。
・幅 1cm 以上のひび割れは判定不可。
【被覆工（移動・散乱）】
・「a」～「d」すべて判別可能。</td><td rowspan="2"> 

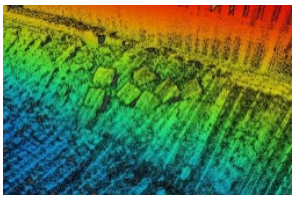
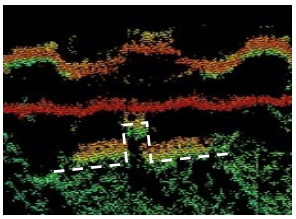
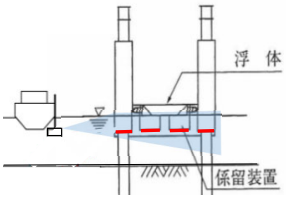
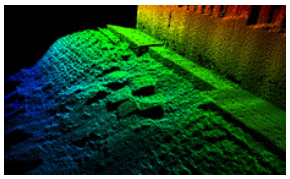
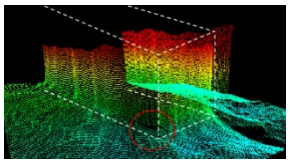
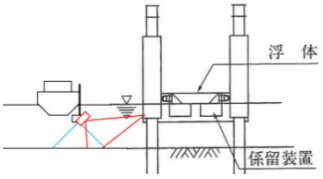
本体ブロックの欠損
 
被覆工の移動・散乱
 
10cm 幅の陥没</td></tr>
<tr><td>矢板式
又は
杭式</td><td>【矢板・杭式（鋼材の損傷）】
・10cm 程度以上の規模であれば判定可能。
【電気防食工（陽極）】
・「a」～「d」すべて判定可能。ただし、「b」はボルトのゆるみ等、軽微な判定不可。
【被覆工（移動・散乱）】
・「a」～「d」すべて判定可能。</td></tr>
<tr><td>浮体式</td><td>【ポンツーン外部（鋼製、RC/PC 製）（鋼材の損傷）】
・10cm 程度以上の規模であれば判定可能。
・幅 1cm 以上のひび割れは判定不可。
・かぶりについては、音波が届きにくいため判定困難。
【電気防食工（陽極）】
・「a」～「d」すべて判定可能。ただし、「b」はボルトのゆるみ等、軽微な判定不可。
【係留杭・係留チェーン】
・10cm 程度以上の規模であれば判定可能。</td><td>：かぶり部
（計測困難）
 
</td></tr>
<tr><td>浅所</td><td colspan="2">・船揚場など水深の浅い区域（水面付近～水深 2m）でも音波を横向きに発振し計測可能。</td></tr>
<tr><td>深所</td><td colspan="2">・水深 15m 以深の深い箇所では、計測困難。</td></tr>
</table>

表 e-2-3-5　マルチビームによる老朽化度判定の適用性

<table>
<tr><th>構造</th><th>適用可能な判断基準</th><th>備考（判定例）</th></tr>
<tr><td>重力式</td><td>【本体工（コンクリートの損傷）】
・部材の性能が著しく低下している状態「a」は判定可能。
・小規模な欠損「b」に対し 50cm 程度以上の規模であれば判定可能。
【被覆工（移動・散乱）】
・「a」～「d」すべて判定可能。</td><td rowspan="2"> 
  </td></tr>
<tr><td>矢板式又は杭式</td><td>【矢板・杭（鋼材の損傷）】
・船舶が衝突したような著しい損傷や 50cm 程度以上の規模の開孔であれば判定可能。
【電気防食工（陽極）】
・「a」～「d」すべて判定可能。ただし「b」はボルトのゆるみ等、軽微なものは判定不可。
【被覆工（移動・散乱）】
・「a」～「d」すべて判定可能。</td></tr>
<tr><td>浮体式</td><td>【全点検項目（ポンツーン外部、係留杭・チェーン）】
・マルチビームでは水面付近（水面から-2m 程度）の計測が適さないことから適用困難。
・センサーを斜めに艤装した場合（右図の赤色）でも水面付近の計測が困難。</td><td>  </td></tr>
<tr><td>浅所</td><td colspan="2">・船揚場など水深の浅い箇所（水深 2m 以浅）では調査船の航行が困難。
・垂直護岸等では水面～水深 2m は計測が困難</td></tr>
<tr><td>深所</td><td colspan="2">・水深 15m 以深の対象構造物についても計測可能。</td></tr>
</table>

３．水中 3D スキャナー活用による有効性と課題の整理

適用性の検討で明らかにされた水中 3D スキャナーの点検精度や適用範囲等について、その有効性と課題を整理した。また、従来手法との比較による経済性についても検討・整理した。

３－１．水中 3D スキャナーによる経済性の検討

水中 3D スキャナーとマルチビームは、機器の精度面から判定困難な老朽化度の判定基準があるため、点検診断へ活用する際は潜水目視調査と組合わせることが必要である。

各手法の点検費用を整理したのち、水中 3D スキャナーおよびマルチビームによる広域・網羅的調査（スクリーニング）と潜水目視調査を併用した場合の費用を算出し、潜水調査のみ実施した場合と比較して、費用が低減できる点検規模を試算した。

① 点検費用及び点検面積当り単価

水中 3D スキャナーとマルチビーム、潜水調査の経済性の比較のための計測条件（案）は、以下に示すとおりである。

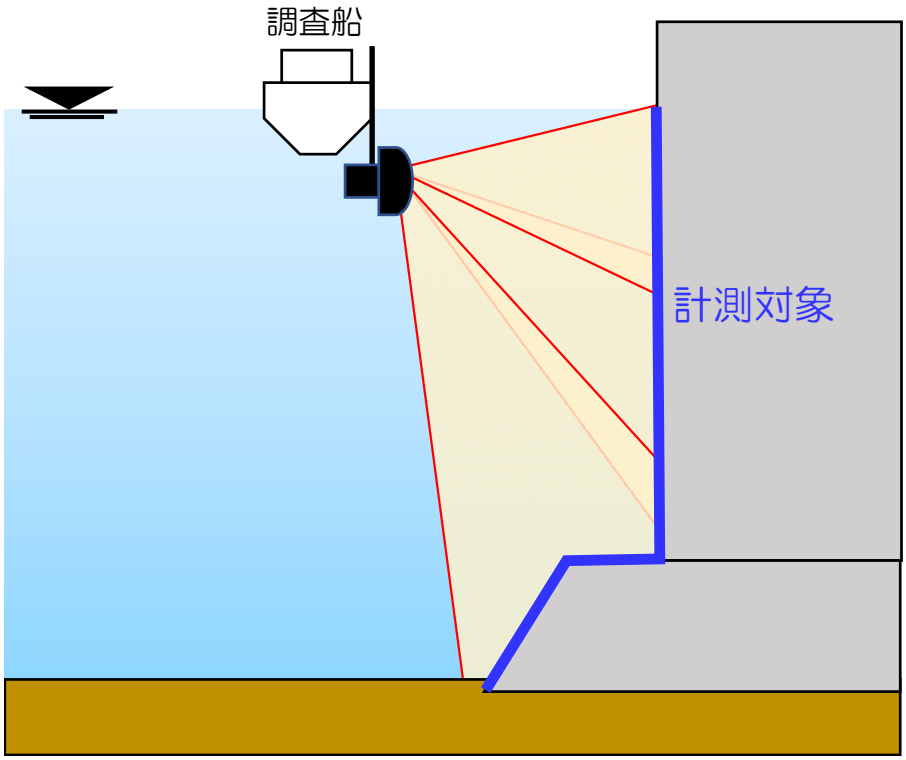
【水中 3D スキャナーとマルチビームの経済性検討のための計測条件（案)】

- 計測対象（青色線分）における、大きさ 20cm 程度の変状を計測する。
- 両計測は、船速 3 ノットで実施し、計測面積は、1 日あたり 100,000 ㎡（水深 10m×距離 10,000m）とする。
- 水中 3D スキャナーは 3 回分の計測データを統合、マルチビームは 3 回分の計測データを重ね合わせ点群密度を同等にする。（**図 e-3-1-1**)。

水面付近から水深 15m までの構造物を点検する場合、水中 3D スキャナーは、チルト角を変更して 3 回計測しデータを統合することにより密度の高い点群データを取得する。マルチビームは、スワス角を広げることで水深 2m～水底付近を広範囲に計測することが可能であるが、点群密度が低いため水中 3D スキャナーと同程度の点群密度を得るためには、同一箇所を 3 回計測して重ね合わせる必要がある。また音波を真横には発信できないため、波水面付近は計測できない。

点検対象物が水深 5m 以浅の場合、水中 3D スキャナーはチルト角を変更して 2 回計測してデータを統合すれば密度の高い点群データを取得できるが、マルチビームは 3 回計測したデータを重ね合わせないと密度の高い点群データが得られない。そのため、水深 5m 以浅での点検では、水中 3D スキャナーはマルチビームと比較し経済性が高い。

【水中 3D スキャナー】



【マルチビーム】

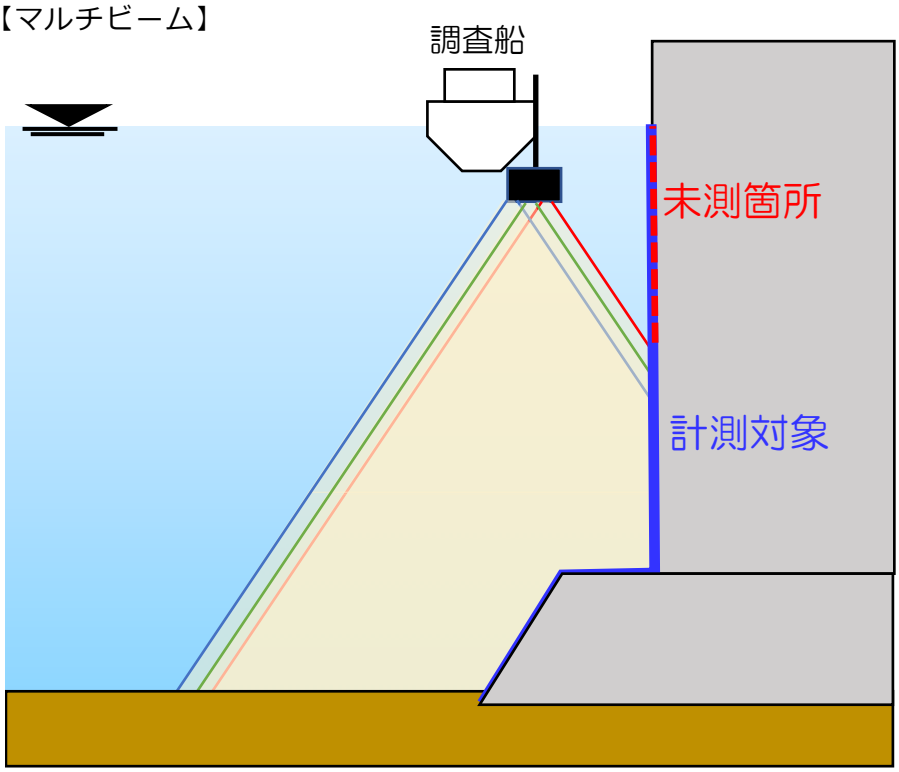


図 e-3-1-1　水中 3D スキャナーとマルチビームの計測方法の違い

水中 3D スキャナー、マルチビームおよび潜水調査の費用（以下、費用は打合せ協議・業務成果品等を除いた直接測量費）と 1 ㎡あたりの単価を**表 e-3-1-1** に、各手法による点検を複数日実施した際の費用を**表 e-3-1-2** に示した。

水中 3D スキャナーとマルチビームは、使用する機材やソフトが重複するため、準備や成果に関する費用や艤装、計測時の調査員の構成・人数に差はない。水中 3D スキャナー1 式の損料は、マルチビームと比較し約 12 万円～約 16 万円/日安価となる。

表 e-3-1-1(1)　水中 3D スキャナーとマルチビームおよび潜水調査費用

水中3Dスキャナー（動揺センサーはPOSを採用した場合）（点検面積100,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	374,508	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
水深測量						
	艤装テスト	式	1	291,581	291,581	RTKGNSS
	水中3Dスキャナー計測	日	1	291581	291,581	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	1	957,490	957,490	
			上記の直接測量費合計		1,988,071	
				1㎡あたり	19.88	

水中3Dスキャナー（動揺センサーはEkinoxを採用した場合）（点検面積100,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	374,508	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
水深測量						
	艤装テスト	式	1	253,506	253,506	RTKGNSS
	水中3Dスキャナー測深	日	1	253,506	253,506	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	1	957,490	957,490	
			上記の直接測量費合計		1,911,921	
				1㎡あたり	19.12	

表 e-3-1-1(2)　水中 3D スキャナーとマルチビームおよび潜水調査費用

マルチビーム（点検面積100,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	374,508	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
水深測量						
	艤装テスト[1]	式	1	413,681	413,681	RTKGNSS
	マルチビーム測深	日	1	413,681	413,681	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	1	957,490	957,490	
			上記の直接測量費合計		2,232,271	
				1㎡あたり	22.32	

潜水調査（点検面積1,200㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
調査・測量準備						
	計画準備	式	1	140,100	140,100	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
現地調査						
	潜水調査（重点項目）	日	1	290	348,000	1,200㎡/日
成果						
	報告書作成	式	1	540,905	540,905	
			上記の直接測量費合計		1,101,916	
				1㎡あたり	918	

費用算定の参考資料

潜水調査：維持管理計画書策定のための現地調査積算基準（国土交通省港湾局）

マルチビーム：漁港漁場関係工事積算基準

表 e-3-1-2　点検を複数日実施した際の費用

調査日数	水中3Dスキャナー（POS）		水中3Dスキャナー（Ekinox）		マルチビーム		潜水調査	
	計測費用（万円）	計測面積（㎡）	計測費用（万円）	計測面積（㎡）	計測費用（万円）	計測面積（㎡）	調査費用（万円）	調査面積（㎡）
1	198	100,000	191	100,000	223	100,000	110	1,200
2	323	200,000	312	200,000	360	200,000	199	2,400
3	448	300,000	433	300,000	497	300,000	287	3,600
4	573	400,000	554	400,000	634	400,000	376	4,800
5	698	500,000	675	500,000	771	500,000	465	6,000
6	823	600,000	796	600,000	908	600,000	554	7,200
7	948	700,000	917	700,000	1,045	700,000	643	8,400
8	1,073	800,000	1,038	800,000	1,183	800,000	732	9,600
9	1,198	900,000	1,159	900,000	1,320	900,000	821	10,800
10	1,322	1,000,000	1,281	1,000,000	1,457	1,000,000	910	12,000
11	1,447	1,100,000	1,402	1,100,000	1,594	1,100,000	999	13,200
12	1,572	1,200,000	1,523	1,200,000	1,731	1,200,000	1,087	14,400
13	1,697	1,300,000	1,644	1,300,000	1,868	1,300,000	1,176	15,600
14	1,822	1,400,000	1,765	1,400,000	2,005	1,400,000	1,265	16,800
15	1,947	1,500,000	1,886	1,500,000	2,142	1,500,000	1,354	18,000
16	2,072	1,600,000	2,007	1,600,000	2,279	1,600,000	1,443	19,200
17	2,197	1,700,000	2,128	1,700,000	2,417	1,700,000	1,532	20,400
18	2,322	1,800,000	2,249	1,800,000	2,554	1,800,000	1,621	21,600
19	2,447	1,900,000	2,370	1,900,000	2,691	1,900,000	1,710	22,800
20	2,572	2,000,000	2,492	2,000,000	2,828	2,000,000	1,799	24,000

② 水中 3D スキャナー、マルチビーム活用による点検費用低減

外郭施設における被覆・根固ブロック飛散や係留施設の重力式本体工欠損等は、水中 3D スキャナーおよびマルチビームにより概ね変状が把握できる。一方、ひび割れや 10cm 未満の変状は把握できないため、潜水調査を併用し点検の精度を担保する必要がある。そのため、点検費用の低減は、水中 3D スキャナーとマルチビームで点検する範囲の 30%は潜水調査を実施することとして検討した。

水中 3D スキャナー（高精度慣性航法装置（POS）の使用を想定）とマルチビーム（潜水調査と併用）、潜水調査単独による点検費用を点検面積毎に**表 e-3-1-3** と**図 e-3-1-2** に示した。

水中 3D スキャナーとマルチビームによる点検（潜水調査と併用）は、点検面積 3,601m²～4,000m² または 4,801m² 以上の面積で潜水調査単独よりも費用が安価となった。

水深 10m の漁港を点検する場合、対象となる護岸等構造物の計測距離が 480m 以上であれば、水中 3D スキャナーやマルチビームを活用（併用）することで点検費用を低減できる。

表 e-3-1-3　水中 3D スキャナーとマルチビーム、潜水調査による点検費用

点検面積（㎡）	【参考】3DS（POS）潜水調査なし	3DS（POS）潜水調査10%	3DS（POS）潜水調査30%	潜水調査のみ
0～1,200	198	308	308	110
1,201～2,400	198	308	308	199
2,401～3,600	198	308	308	287
3,601～4,000	198	308	308	376
4,001～4,800	198	308	397	376
4,801～6,000	198	308	397	465
6,001～7,200	198	308	397	554
7,201～8,400	198	308	485	643
8,401～9,600	198	308	485	732
9,601～10,800	198	308	485	821
10,801～12,000	198	308	485	910

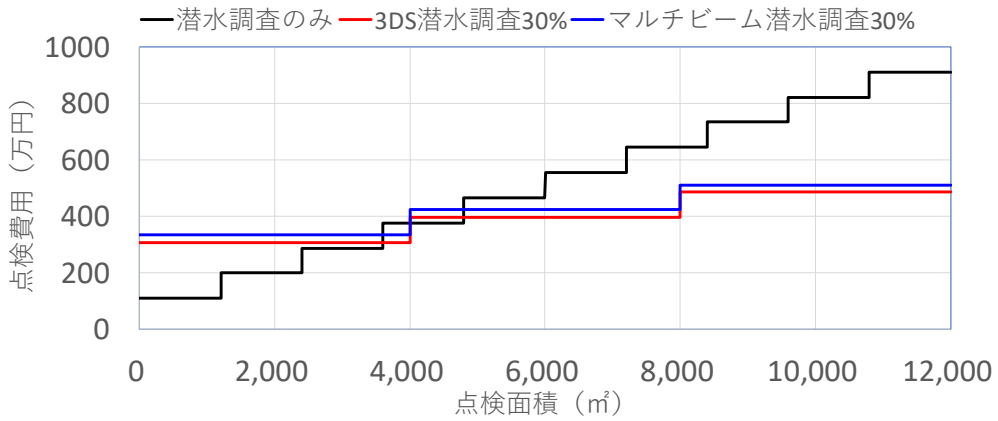


図 e-3-1-2　水中 3D スキャナーとマルチビーム、潜水調査による点検費用

３－２．有効性と課題

水中 3D スキャナー活用による有効性と課題を**表 e-3-2-1** に示した。

・点検診断における現状課題と水中 3D スキャナー活用による改善方策を整理し、水中 3D スキャナーが水中部の機能診断のうち、潜水目視調査よりも有利な点（面的計測、広範囲かつ迅速な計測、均一な点検精度・定量的な記録、濁水中の計測など）を活かすことで損傷の定量化・省人化・点検費用低減の可能性が明らかとなった。

・現地試験では水中 3D スキャナーの計測結果と老朽化判断に求められる精度を比較して適用性を検証し、10cm 程度の損傷および「a」判定（部材の性能が著しく低下している状態）、「b」判定（部材の性能が低下している）となる変状に適用可能であることが示された。一方、コンクリートのひび割れや鋼矢板の孔食（腐食によって発生した微細な穴）を判別することは困難であった。

・点検費用低減の可能性について試算した結果、水中 3D スキャナーにより広域をスクリーニングし、計測対象区域の一部で潜水調査範を併用することにより点検費用低減に効果があることを示した。

表 e-3-2-1　水中 3D スキャナー活用による有効性と課題

検討項目	水中3Dスキャナー活用による有効性	水中3Dスキャナー活用で残された課題
点検精度	・10cm程度の変状を判別可能。 ・5cm程度の隙間・開孔を判別可能 ・水面付近～水深15mまで計測可能 ・3次元点群データの取得により客観性のある均一な精度を確保 ・ICTによる漁港漁場施設維持管理の高度化に対応	・ひび割れ、腐食、変色等判別は不可 ・10cm程度未満の変状は判別不可 ・水深15m以深のデータが取得困難
安全性・作業環境	・音響計測のため、作業環境に影響されにくい（濁り、流速、暗さ） ・海上作業のため、潜水によるリスク低減（潜水病、危険生物等）	・作業環境として、波、風の影響は、潜水調査とほぼ同等 ・付着物は除去困難
生産性向上・点検費用	・対象面積の10%～30%を潜水調査併用で確認する場合、3,601m^2～4,000m^{2}または4,801m^{2}以上で潜水調査単独に比べ費用低減 ・潜水調査に比べ省人化（労力の低減）が可能 潜水調査：6名体制 水中3Dスキャナー・マルチビーム：3名体制 ・対象面積にかかわらずマルチビームより費用低減	・対象面積が3,600m^{2}以下の小規模・局所的な点検では潜水調査より費用増
留意点	・船速：2～3ノット ・計測回数：3回	

水中3Dｽｷｬﾅｰ活用方法	・点検対象物全体を3D点群データとして網羅的に計測し、10cm以上の変状を把握 ・点検対象物全体をスクリーニングし、最も老朽化が疑われる区域を潜水調査区域として選定

今後の課題	水中3Dスキャナーでは、ひび、変色、発錆、孔食などは判別できず、水深15m以深の計測も困難である。今後は従来技術である潜水調査やマルチビームによる計測を効率的・効果的に組み合わせて、点検・診断技術の高度化と点検費用の低減を図ることが重要である。

４．水中 3D スキャナーによる点検手法の提案

得られた検討結果から水中 3D スキャナー活用による点検手法を以下の通り提案する。これらをとりまとめ「センシング技術を活用した手引き（案）～水中 3D スキャナーの活用～」を作成し別冊として添付する。

４－１．水中 3D スキャナー、マルチビーム、潜水調査の老朽化診断適用可否

各調査手法の変状サイズによる適用可否を**表 e-4-1-1** に示した。

水中 3D スキャナーは、10cm 以上の変状は計測可能で、矢板護岸の開孔部の奥行きも計測可能である。

マルチビームは、20cm 未満の変状は計測が困難である。

潜水目視は、5cm 未満の微細な変状も点検可能である。

表 e-4-1-1　変状のサイズによる適用可否（〇：点検可能、×：点検困難）

変状のサイズ	約 50cm	約 20cm	約 10cm	5cm 未満	－
重力式堤防	被覆工 散乱	ブロック 損傷	ブロック継目 の開き	クラック	－
矢板護岸	腐食による 著しい開孔	腐食による 著しい開孔	腐食による 開孔	ピンホール、 矢板のずれ、 発錆、 塗装欠損	開孔部 奥行確認
電気防食工	欠落・ 全消耗	取付不具合	取付不具合 一部消耗	取付不具合 一部消耗	－
水中 3D スキャナー	〇	〇	〇	×	〇
マルチビーム	〇	〇	×	×	×
潜水目視	〇	〇	〇	〇	〇

各調査手法の計測条件と作業環境による適用可否を**表 e-4-1-2** に示した。

点検目的に応じて、水中 3D スキャナーとマルチビームは広域・網羅的調査や ICT データ取得調査、厳しい作業環境が予想される災害時被災状況調査に活用し、局所的詳細調査では潜水調査を実施することが前提となる。

定期点検では、点検対象範囲が広い場合は水中 3D スキャナーやマルチビームにより点検対象をスクリーニングして潜水調査が必要な箇所を選定し、潜水調査によりひびや変色、発錆、孔食を把握して老朽化度を判断する。

スクリーニングや広域・網羅的調査では、水深 0～2m に点検対象がある場合は水中 3D スキャナー、水深 2～15m では水中 3D スキャナーまたはマルチビーム、水深 15m 以上ではマルチビームを使用する。

表 e-4-1-2　計測条件・作業環境による適用可否（〇：点検可能、×：点検困難）

計測条件	広域・網羅的調査			局所的詳細調査	作業環境	
	水深 0m～2m	水深 2m～15m	水深 15m以深		濁水	流速 1m/sec
水中 3D スキャナー	〇	〇	×	×	〇	〇
マルチビーム	×	〇	〇	×	〇	〇
潜水調査	×	×	×	〇（20mまで）	×	×

４－２．水中 3D スキャナーによる点検手法

（１）施設種類

本提案の対象施設は以下のとおりである。対象外施設は、従来どおりの潜水調査を実施する。

①防波堤：「重力式」「矢板式」「杭式」
②護岸：「重力式」「矢板式」
③係船岸：「重力式」「矢板式」

（２）施設規模

水中 3D スキャナーによる点検を実施する施設規模は、点検面積 4,800 ㎡以上とし、4,800 ㎡未満の場合は、従来どおりの潜水調査のみ実施する。

（３）水中 3D スキャナーによる点検

水中 3D スキャナーによる点検は、詳細調査の要否を判断するためのスクリーニングの位置付けであるため、潜水調査との併用が必須となる。水中 3D スキャナーにより異常箇所の有無や変状規模を確認し、潜水調査を実施する区域を選定しすることにより、潜水調査の点検数量を軽減するものである。以下に計測距離、船速、計測回数等の定量的な数値基準を示す。

① 計測距離

水中 3D スキャナーは、点検対象物から一定の距離を保って直線的に航行しながらの計測が基本となる。水中 3D スキャナーで取得する点群密度は点検対象物からの計測距離により変化し、距離が遠いほど密度は低下する。異なる計測距離から取得した矢板護岸（水深 3m）の点群データを**図 e-4-2-1** に示した。

計測距離 5m では精度・点群密度が高いデータが取得されたが、計測幅は最も狭く、部分的に海底面のデータが取得されていなかった。計測距離 10m では、護岸・ブロックの形状が十分に把握できる精度・点群密度でデータが取得され、計測幅も広がり海底面までデータが取得されていた。計測距離 15m では、点群密度は低くなったが護岸・ブロックの形状は明瞭に把握できた。以上の結果から点検対象物の水深が 3m 程度と浅い場合は、計測距離を 15m 以内とする。水深が 10m 以深の場合はソナーヘッドと点検対象物下部までの距離を 15m 以内にする必要があるため、調査船と点検対象物との距離は 10m 以内を基本とし、得られた点群データを随時確認して調整する。

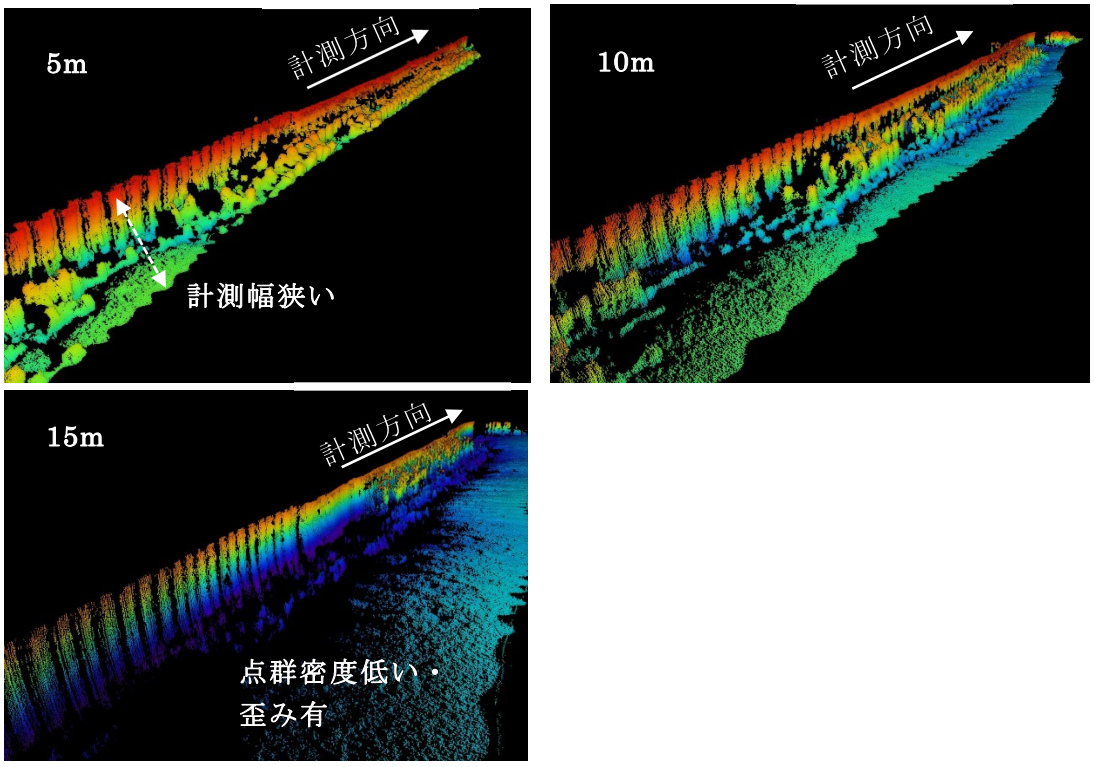


図 e-4-2-1　異なる計測距離から取得した矢板護岸点群データ

②船速

点群密度は船速によって変化し、船速が速いと短時間で広域を計測できるが、点群密度は低下する。異なる船速で取得した矢板護岸の点群データを**図 e-4-2-2** に示した。

船速 2 ノットでは点群密度が高いデータが取得され、護岸・ブロックの形状も明確であった。船速 3.5 ノットでは点群密度は低下したが、護岸・ブロックの形状は概ね把握できた。船速 5 ノットでは点群密度がさらに低下し、護岸・ブロックの形状も不明瞭であった。以上の結果から、**船速は 2～3 ノット**とすることを基本とし、点検対象構造物の形状により調整することが望ましい。さらに波浪・潮流等の影響があり低速で直進航行することが困難な場合は、随時取得した点群データを確認して必要に応じ補測・再測を行い、十分な点群密度を確保する必要がある。

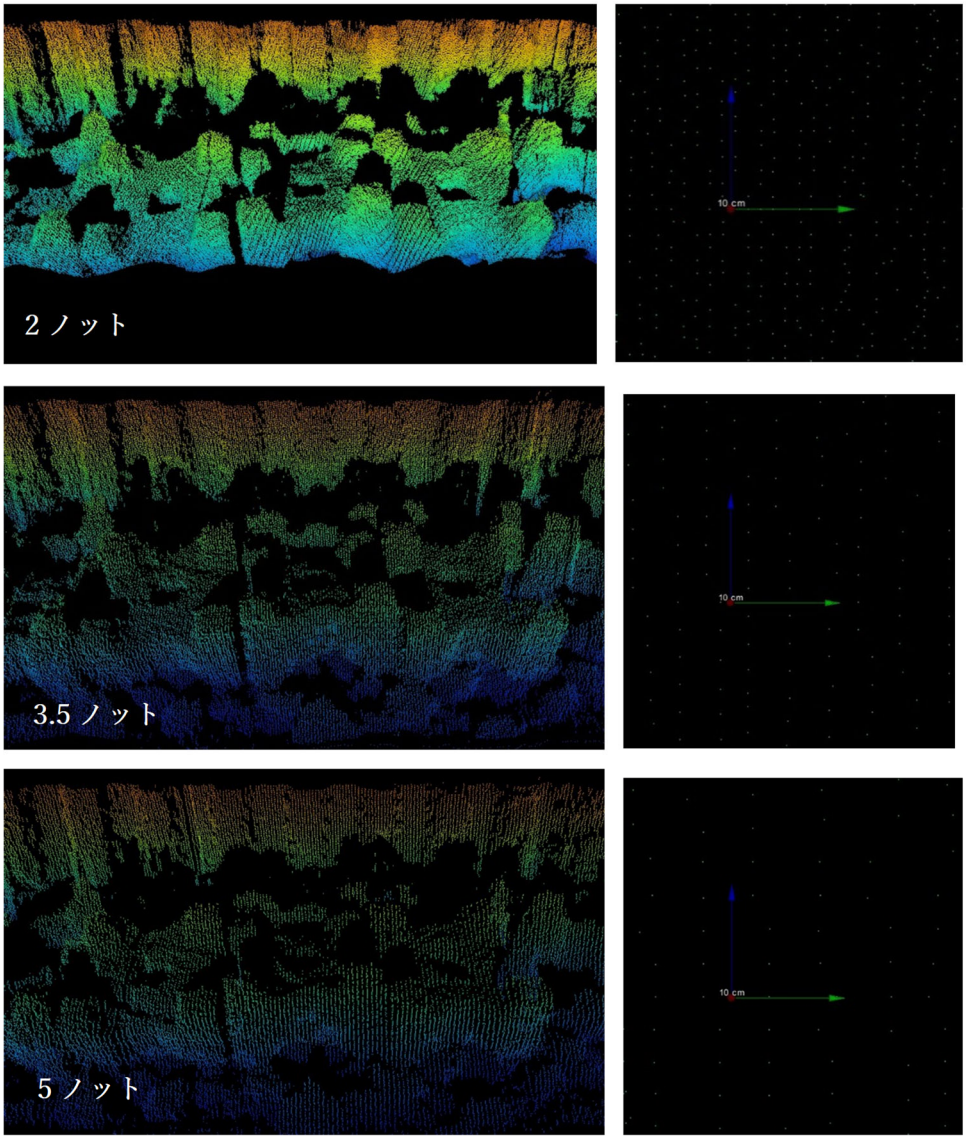


図 e-4-2-2　船速の違いに伴う矢板護岸の計測結果

③計測回数

水中 3D スキャナーが発信する音波の上下角は約 45°である。水深 10m の海域での垂直護岸計測概要を**図 e-4-2-3** に示した。計測距離が 5m の場合は、チルト角を変えて 3 回計測することにより、水面～海底面を計測可能である。そのため、**計測回数はチルト角 15°（真横方向）、30°（斜め下方向）、45°（水底方向）の 3 回、各計測のラップ率は 25%以上を基本**とする。

点検対象物の形状・水深により斜め下方向、水底方向の角度は随時調整し、取得データを確認して音波の届かない未測部分や点群密度の低下がある場合は再測・補測する。

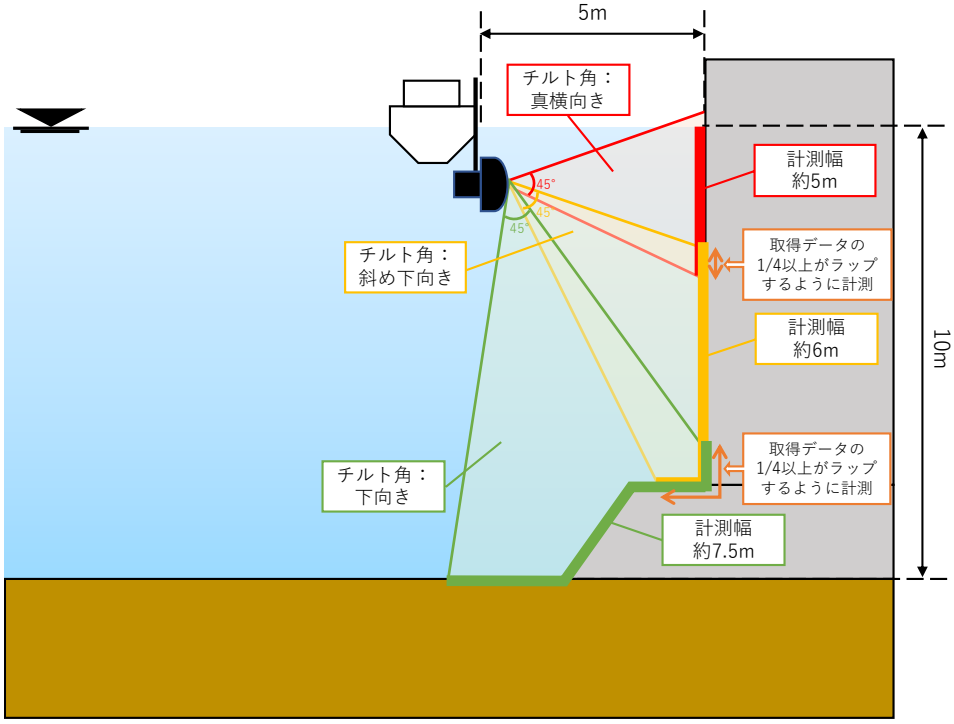


図 e-4-2-3　水深 10m での垂直護岸計測概要

④適用水深

二町谷南防波堤の被服ブロック崩落個所を計測した水中 3D スキャナーの点群データは、水深 18m 以深でばらつきが大きく定期点検の精度を満たせなかった（**図 e-2-3-14**）。そのため、水中 3D スキャナーの**適用水深は水面直下～水深 15m** とする。点群密度は距離=水深が深くなるにつれて低下するため、随時取得データを確認し、必要に応じて再測・補測する。

参考１：被覆ブロックの歪みについて

二町谷南防波堤での水中 3D スキャナー計測は、被覆ブロックの崩落と水面付近のデータ取得を目的とし、真横と下向きに音波を発信した。そのため、斜め下に位置する崩れていない被覆ブロック部分（破線部）は音波の当たる角度が浅くなり、点群密度が低く、歪みも大きくなっていた（**図 e-4-2-4**）。水面から被覆ブロックまでの点群データを取得する場合は、斜め下方向にも音波を発信して計測する必要がある。

水中 3D スキャナーのチルト角を変えて 5 回計測した二町谷南防波堤の計測事例を**図 e-4-2-5** に、チルト角を変えて 4 回計測した新川漁港矢板護岸の計測事例を**図 e-4-2-6** に示した。両者とも水面から海底まで護岸とブロックの形状が良好に計測されていた。

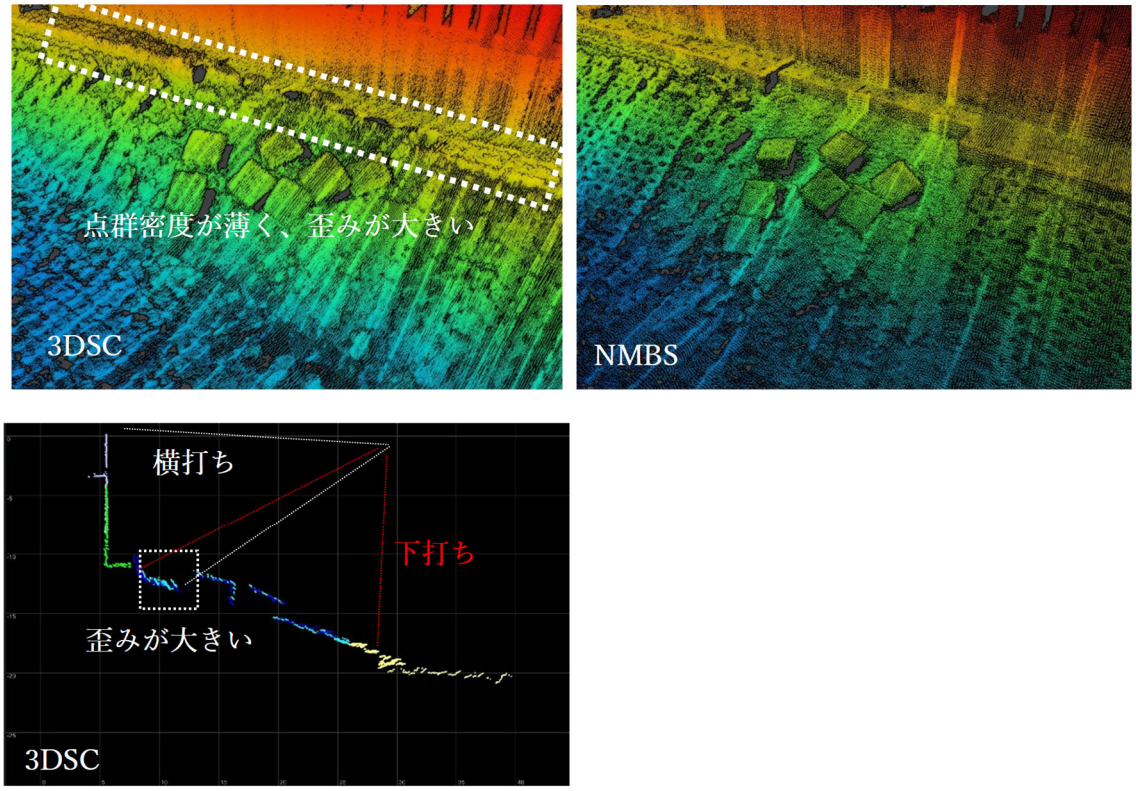


図 e-4-2-4　二町谷南防波堤　被覆ブロックの歪み

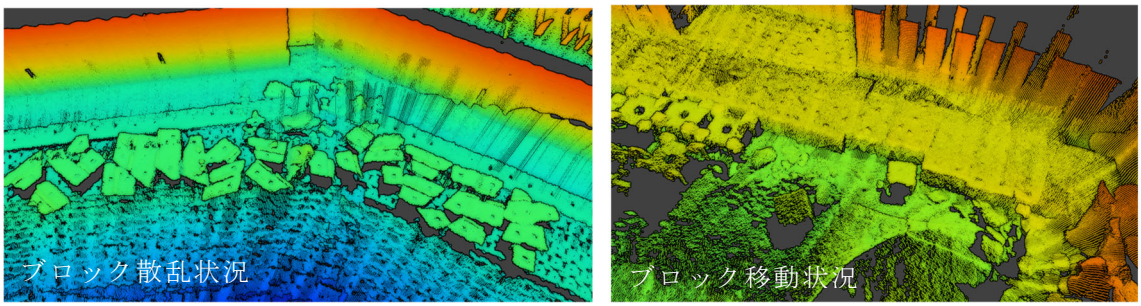


図 e-4-2-5　二町谷南防波堤　計測事例

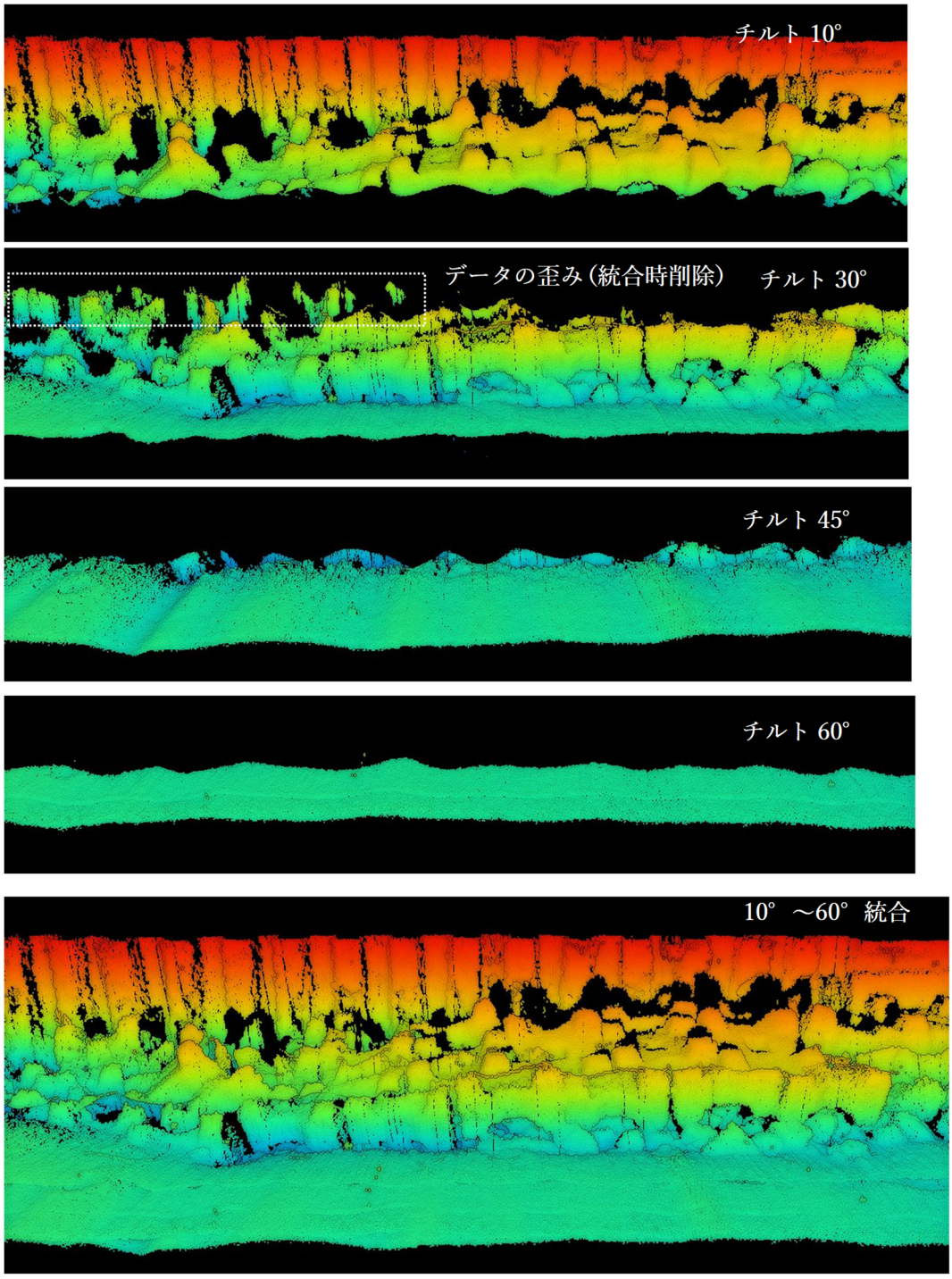


図 e-4-2-6　新川漁港西突堤　計測事例

⑤海上測位方法

水中 3D スキャナー計測で使用する慣性航法装置を**表 e-4-2-1** に示した。

三崎漁港で実施した調査は Applanix 社製 POS/MV（以下 POS とする）を用いた。POS による海上測位は DGNSS（精度 1m 程度）であるが、電子基準点を使った航跡ファイルの後処理によって、測位精度を RTKGNSS（精度数 cm）と同程度まで高めることができる。計測結果を設計図面に正確に落とし込む場合や複数回の計測結果を比較して経年変化を把握する場合は、POS のように橋脚等衛星データの取得が困難な箇所でも後処理可能な海上測位を行う。

新川漁港での調査は、供試体の形状把握と矢板護岸開孔部の把握・潜水調査結果との比較が目的であり、高い測位精度が要求されていなかったため、SBG SYSTEMS 社製 Ekinox-2U（以下 EKX とする）EKX を使用した。EKX は POS に比べて小型・簡易・安価なため、目的に応じて使い分ける。EKX は防水性が高く水中 3D スキャナー直近に固定して使用するため、小型船での浅海域での調査や災害時緊急調査に適している。

表 e-4-2-1　水深 10m での垂直護岸計測概要

機器名	慣性航法装置	高精度慣性航法装置
機器外観		
型式	SBG SYSTEMS 社製 Ekinox-2U	Applanix 社製 POS/MV　WaveMaster
仕様	センサー仕様：慣性 6 軸センサー 精度：ロール、ピッチ：0.05° rms 方位角：0.1° rms ヒーブ：5cm or 5% 出力間隔：最大 200Hz 防水	センサー仕様：慣性 6 軸センサー 精度：ロール、ピッチ：＜0.02° rms 方位角：0.03° rms ヒーブ：2cm or 2% 出力間隔：最大 200Hz 非防水
機能	海上測位、船体動揺、方位計測	海上測位、船体動揺、方位計測 ※電子基準点を利用した後処理補正が可能
測位精度	計測時　　：DGNSS（1m 程度）	計測時　　：DGNSS（1m 程度） 後処理補正後：RTKGNSS（数 cm）
使用事例	・変状の計測 ・ゴムボート等小型船での計測	・変状の計測（設計図面への活用等） ・衛星データの取得が困難な箇所（橋脚等）

⑥点検精度

変状の形状・寸法が既知である供試体を使った精度検証結果から、水中水中 3D スキャナーの適用限界は 10cm 程度の変状（凹凸）であった。実構造物においてもブロックや陽極、欠損、矢板開孔など 10cm 程度の変状（老朽化度「a」または「ｂ」判定）に適用可能である。

なお、データ整理・解析時の変状抽出については、劣化の発生しやすい部位（水面付近や波当たりの激しい箇所）や形状に着目し、点群データを適切に評価する必要がある。

④

⑦ソナーヘッドの角度

水中 3D スキャナーは、ソナーヘッドを任意の角度に固定して計測することができる。船舶に艤装した際のソナーヘッドの稼働範囲は、左右方向（パン）で 0°～360°、上下方向（チルト）で-45°～60°であり、通常の計測では船舶の進行方向に対して真横となるパン角 90°で計測を行う（チルト角は計測回数で前述）。

一方、消波ブロックや矢板護岸等の凹凸の大きい構造物を計測する場合は、音波が垂直に当たる面は明瞭に計測できるが、音波が垂直に当たらない面は点群密度の低下や未測部が発生する。このような場合は、センサーのパン角を前後方向に変えて複数回計測し、点検精度を確保する。

パン角を変えて矢板護岸を計測した事例を**図 e-4-2-7** に示した。

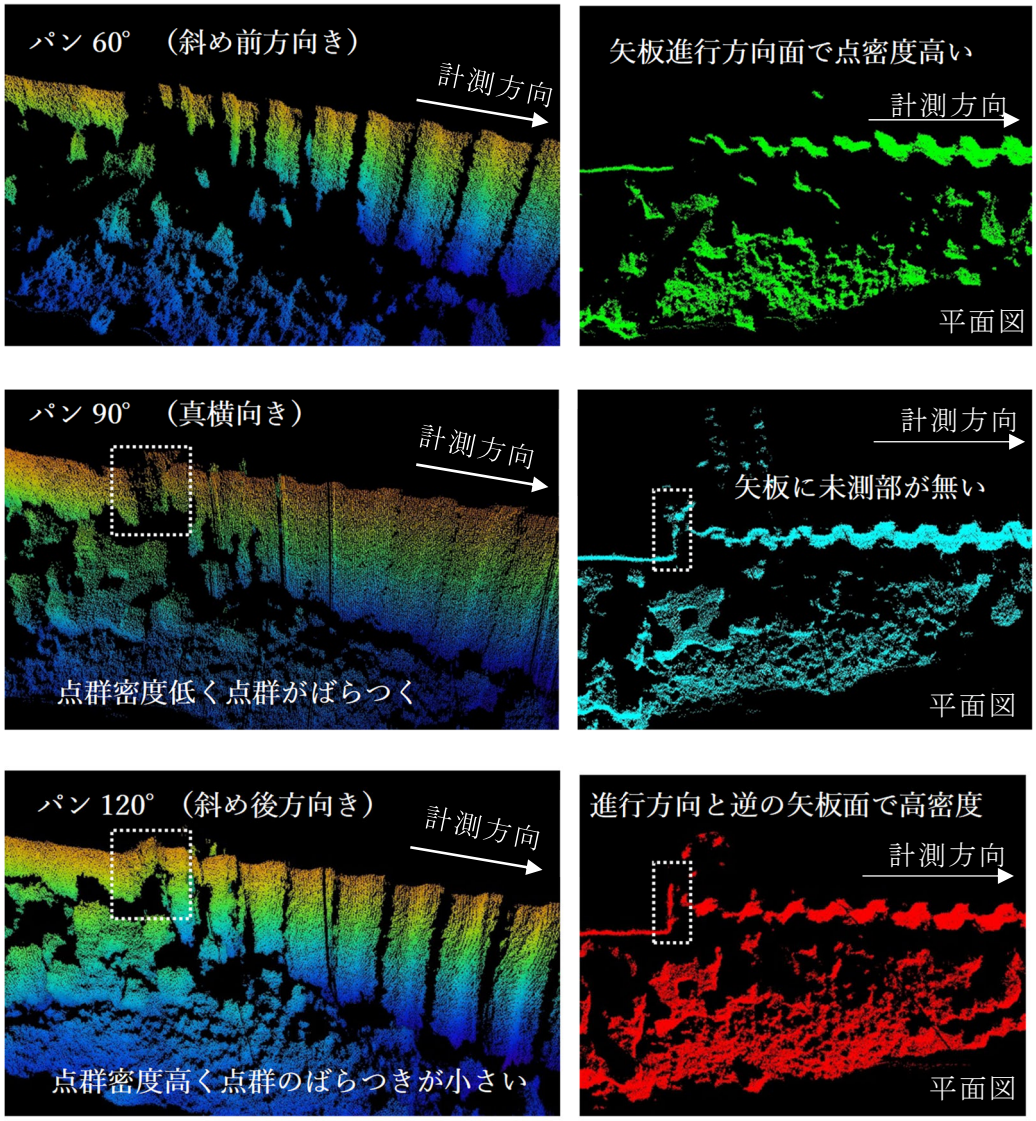


図 e-4-2-7　パン角の違いに伴う矢板護岸の計測結果

ｆ．今後の課題

１．漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討

１－１．センシング技術を活用した点検手法の検討

水中 3D スキャナーやマルチビームなどのセンシング技術を活用することにより、広範囲の漁港施設を短時間で網羅的に計測し ICT に対応する 3 次元点群データを取得して、大きさ約 10cm の変状を把握できることがわかった。これら音響機器によるセンシング技術は従来の潜水調査と比較して 1 日に計測できる面積が約 80 倍と飛躍的に向上し、潜水調査が困難な濁水中や水深 20m 以上の水深帯でも安全に計測できる。

一方、センシング技術はひび割れや変色、発錆、孔食等の微細な変状は判別できず、経済性においても点検面積が 4,800 ㎡以下の場合、潜水調査の方が安価となるため、センシング技術だけでは、老朽化度を効率的に判断することはできない。漁港施設の点検・診断技術の高度化には、点検対象に合わせて従来技術とセンシング技術を組み合わせ、高精度で効率的な点検手法を確立する必要がある。従来技術とセンシング技術を組み合わせた点検手法（案）を**図 f -1-1-1** に示した。

従来技術とセンシング技術の組み合わせは、点検対象の形状や条件により変化するため、実際の漁港施設で従来技術とセンシング技術を組み合わせた実証試験を行い、漁港施設の条件に合った最適な組み合わせを検討する必要がある。

さらに 3D レーザーを搭載した UAV や強力なスラスターと 4K カメラを搭載した ROV も登場しており、陸上部点検へのセンシング技術活用や ROV による潜水士の代替を検討することにより、漁港施設の点検・診断技術はより高度化するものと考えられる（**図 f-1-1-2**、**図 f-1-1-3**）。

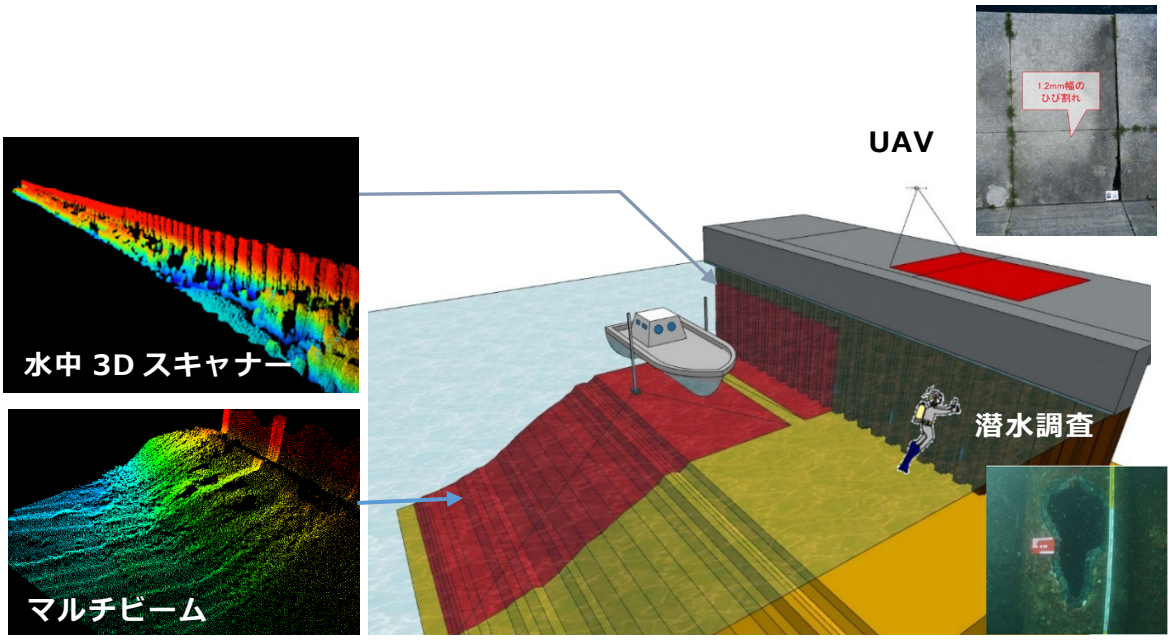
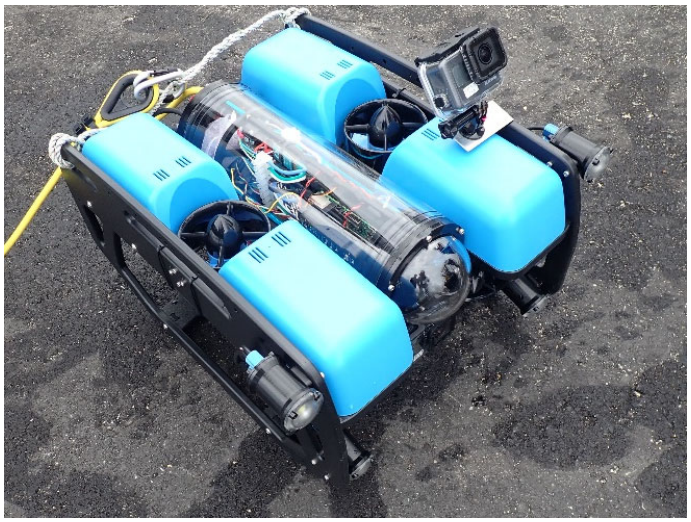


図 f-1-1-1　従来技術とセンシング技術を組みあわせた点検手法（案）



機体仕様	サイズ（L×W×H）	457×338×254mm
	空中重量	10～11kg
機体性能	最大水深	100m
	最大速度	2 ノット（3.7km/h）
	スラスター構成	前後・左右　4 機 上下　　2 機
ケーブル	長さ	200m、600m
ライト	輝度	4×1500 ルーメン
	光ビーム角	135°（調整可能）
カメラ	動画解像度	1080p デジタル ；フルハイビジョン
	視野角	水平 110°
	チルト角	±90°
	外付けカメラ	GoPRO2 基取付
駆動時間	リチウムバッテリー	2～6 時間

図 f-1-1-2　高機動ＲＯＶ（米 BlueRobotics 社　BlueROV2）

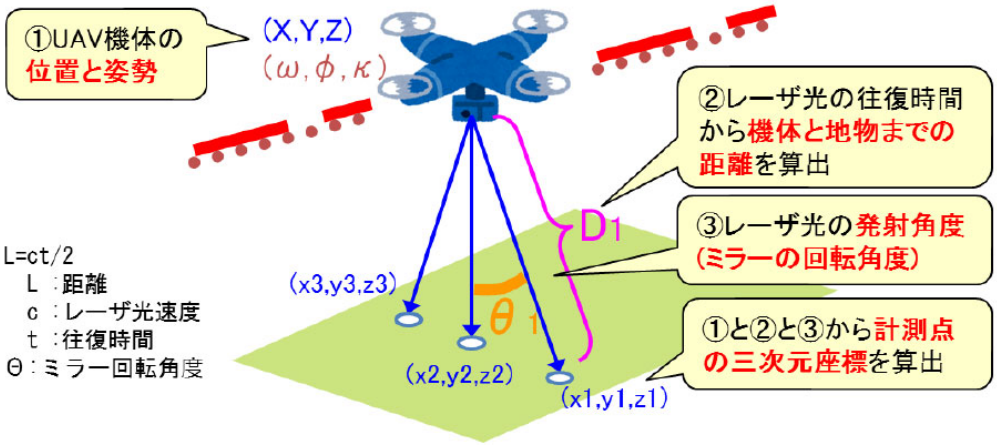


図 f-1-1-3　レーザー搭載 UAV による統合解析の概念図

出典：UAV 搭載型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル　国土交通省国土地理院

センシング技術を活用した
漁港施設の点検の手引き（案）

～　水中 3D スキャナーとマルチビームの活用　～

令和 2 年 3 月

水産庁漁港漁場整備部

目　次

1　本書の概要 1
1.1　目的 1
1.2　本書の構成 2
1.3　手引きの記載の仕方 3
1.4　位置づけ 4
1.5　用語の解説定義 6
2　漁港施設機能診断とセンシング技術 10
3　水中 3D スキャナーとマルチビームの適用条件 11
3.1　水中 3D スキャナーとマルチビーム活用の対象施設 11
3.2　対象とする変状 12
3.3　水中 3D スキャナーとマルチビームの使い分け 15
3.4　使用機器の仕様・構成等 16
4　水中 3D スキャナーとマルチビームの活用の考え方と計測 21
4.1　本手引きにおける水中 3D スキャナーとマルチビームの適用性 21
4.2　漁港施設点検で求められる精度 29
4.3　水中 3D スキャナーによる計測の実施 37
4.4　マルチビームによる計測の実施 43
4.5　解析方法 49
5　安全管理対策 54
5.1　関連法令 54
5.2　作業手続き 55

1　本書の概要

1.1　目的

本書は、漁場漁港における深浅測量で普及が進んでいるマルチビームと、近年、水中構造物の可視化技術として使用されている水中 3D スキャナーについて、漁港施設の機能診断への活用が増加することが予想されるため、両社の適用条件、活用・使い分けの考え方と計測、安全管理対策の留意点をまとめたものである。

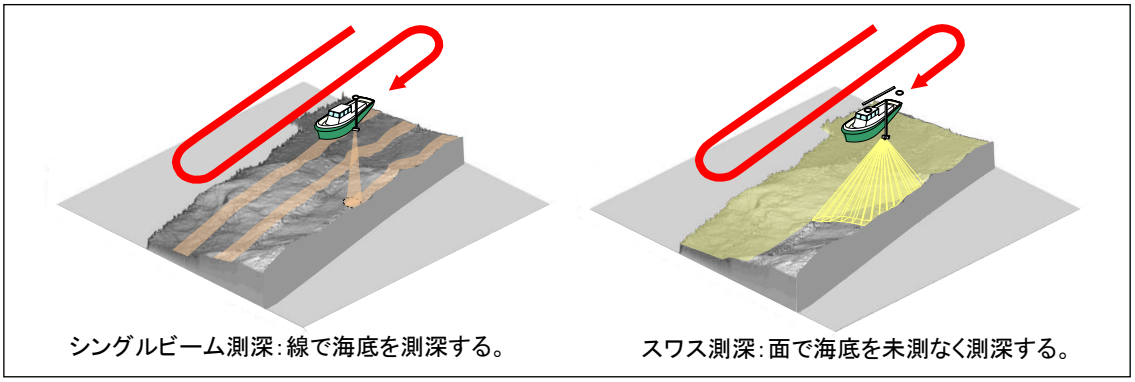
【解説】

深浅測量で従来用いられてきたシングルビーム測深は水深情報を線で計測しているのに対し、マルチビームは詳細な水底地形や底面付近の構造物を面で計測するもの、水中 3D スキャナーは水中構造物の形状を立体的に計測するものである。

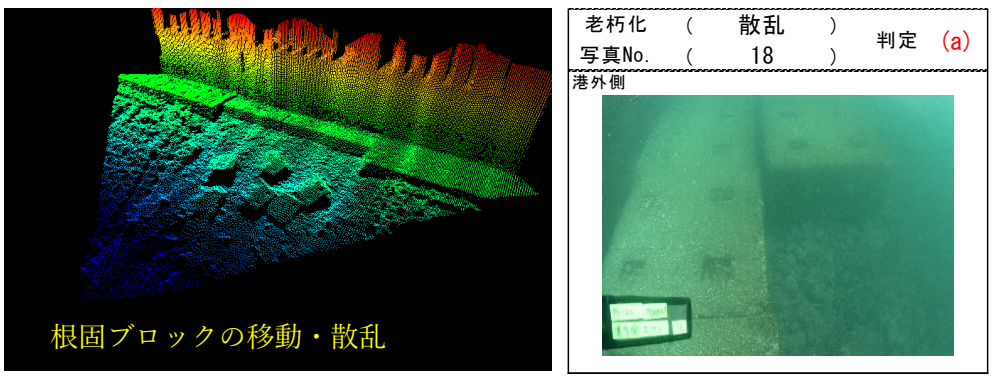
マルチビームは 1990 年代、日本に導入され急速に普及している。詳細な地形データはデジタル解析技術や GIS など ICT 技術の発展に伴い、漁港・港湾・ダム・河川における調査、工事の分野で活用されている。

水中 3D スキャナーは 2014 年に日本に導入され、マルチビームと同様に河川護岸や橋脚、港湾構造物の点検等に活用されている。

本書は、水中 3D スキャナーとマルチビームを漁港施設の機能診断に活用するための適用条件、活用・使い分けの考え方と計測、安全管理対策について留意点をまとめたものである。



「海洋調査技術マニュアル －深浅測量－ （(社）海洋調査協会)」より転載



マルチビーム記録　　潜水調査結果

図 1-1　マルチビーム概念図および調査事例

1.2　本書の構成

本書の構成は、以下に示すとおりである。

表 1-1　本書の構成

章	頁	内　　容
第 1 章	1	概要（構成・対象者・用語説明など）
第 2 章	10	漁港施設とセンシング技術
第 3 章	11	水中 3D スキャナーとマルチビームの適用条件
第 4 章	21	水中 3D スキャナーとマルチビームの活用と考え方
第 5 章	53	安全管理対策

1.3　手引きの記載の仕方

本書は「基本的考え方」、「解説」、「参考情報」を以下の記述方法で記載する。

【基本的考え方】 各章の冒頭に基本的考え方を整理

【解説】

基本的考え方を文章、図表、写真などで解説

---【参考情報】----------

・事例、参考データ等を掲載する場合はこの枠組み

1.4　位置づけ

本書は、水産基盤施設ストックマネジメントのための漁港施設機能診断における水中3D スキャナーとマルチビームの活用に適用する。

【解説】

社会資本の機能保全を効果的かつ効率的に実施していくために、施設の維持管理・更新等の最適化手法である「ストックマネジメント」が導入されている。

水産基盤施設ストックマネジメントにおいて、簡易調査や詳細調査等の実施、調査結果に基づく部材の老朽化度及び施設の健全度の評価、老朽化要因の特定、老朽化の予測並びに機能保全対策の必要性の検討を行う必要がある。

漁港施設機能診断のうち、水中部の点検診断は潜水調査により実施されているが、点検精度・作業環境・点検費用など観点から、より効率的かつ効果的な機能診断を目指し、水中 3D スキャナーとマルチビーム活用方法について取りまとめたものである。

表 1-2　水中部既往点検方法（潜水調査）と水中 3D スキャナー、マルチビームの相違点

【潜水士調査と水中3Dスキャナー、マルチビーム（センシング技術）との相違点】	
潜水調査	・目視範囲が点的（スポット）で対象施設全体を俯瞰すると、点検精度が不均一 ・陸上目視と比較し、均一的かつ定量的な把握が困難 ・面的（２次元的）、空間的（３次元的）な評価ができないため、定量的なモニタリングや災害前後の比較等への活用は困難 ・局所的な点検に適し、補修設計等に必要な寸法計測が可能 ・小さなひび割れ、鋼材発錆、変色の有無および変状の把握が可能
水中 3Dスキャナー	・面的（２次元的）、空間的（３次元的）な変状を把握可能であり、対象施設全体を均一な精度で点検可能 ・時系列的な変化を定量的に評価ができるため、老朽化の進行や災害時の被災状況等（変化量）を定量的に把握可能、モニタリングへの活用に優れている ・ひび割れ、鋼材発錆、変色の有無は判別困難 ・10cm以上の変状、5cm以上の隙間・へこみを計測可能 ・水面付近～水深15mまでの水中構造物・水底の計測が可能
マルチビーム	・面的（２次元的）・空間的（３次元的）な変状を把握可能であり、対象施設全体を均一な精度で点検可能 ・時系列的な変化を定量的に評価ができるため、老朽化の進行や災害時の被災状況等（変化量）を定量的に把握可能、モニタリングへの活用に優れている ・ひび割れ、鋼材発錆、変色の有無は判別困難 ・20cm以上の変状を計測可能 ・水面付近は計測困難、水深15m以深の水中構造物・水底の計測が可能 ・浅部は調査船の航行が困難なため計測困難

なお、マルチビームを使用した深浅測量の実施にあたっては以下の基準等を参考にする必要がある。

・漁港漁場設計・測量・調査等業務共通仕様書，平成 30 年 5 月，水産庁漁港漁場整備部
・海洋調査技術マニュアル－深浅測量編－，平成 27 年 10 月，一社）海洋調査協会
・水路測量法*

＊水路測量法に該当する場合は、水路業務法施行令、水路業務法施細則、海上保安庁告示、水路測量業務準則、水路測量業務準則施行細則にもとづき、作業を実施する必要がある。

・マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）（案），平成 31 年 4 月改定版，国土交通省　港湾局

1.5　用語の解説定義

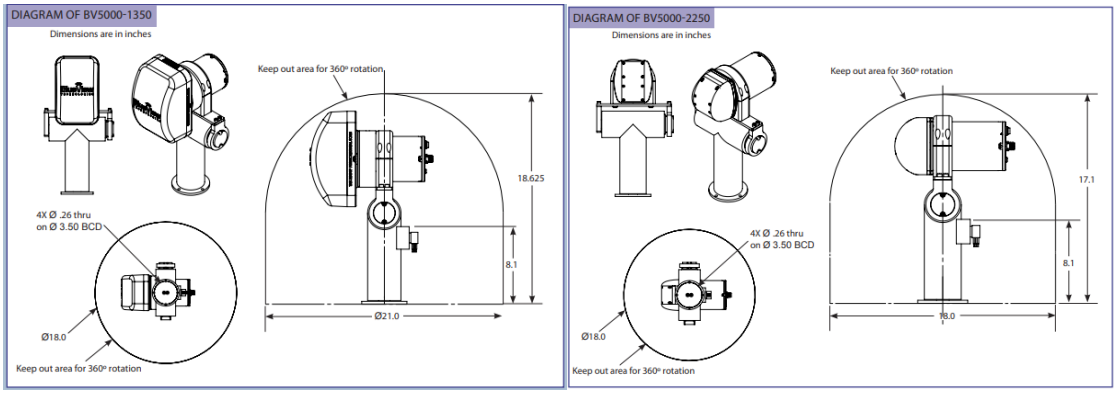
本書の記載内容に関して、基本的な用語を以下に解説する。

表 1-3　用語の解説

用　　語	解　　説
水中 3D スキャナー	マルチビームと同様に水中構造物の形状を 3 次元の点群データとして計測する音響機器。水中スキャニングソナー、3D スキャニングシステムと呼ばれることもある。
スワス測深	海底地形を面的にかつ詳細に計測する測深方法であり、マルチビーム測深とインターフェロメトリ測深の総称である。
マルチビーム	マルチビームとは、ナロー（細かい）マルチ（複数の）ビームによる測深が名前の由来であるマルチビーム測深を略した表現である。
海上位置測位	水域において深浅測量等の調査作業、工事を実施する地点の位置の測定を行う作業をいう。その際、工事用基準点、港湾管理用基準面等の測量情報および利用する座標系情報が必要になる。
３次元点群データ	マルチビーム機器で測深したデータであり、平面的な位置（X,Y）と、深さ、あるいは高さ（Z）の 3 要素で構成された 3 次元データの集合体。
メッシュデータ	点群データを格子状に区切った単位で、その範囲における 3 次元点群データを平均値化、最浅値を採択するなどの加工処理したデータのことである。

（1）水中 3D スキャナーによる計測

Teledyne BlueView 社製 BV5000（以下水中 3D スキャナー）は、マルチビーム同様、音波によって水中の構造物や地形の 3 次元計測を行う音響機器である。マルチビームと比較して周波数が高く（1350kHz)、上下・左右に回転する雲台を操作し、任意の角度から計測を行うことができることが特徴である。本来は海底面に三脚等で静置して、周囲 360° （最大計測距離 30m）の計測を行うが、慣性航法装置および GNSS アンテナと同期させることで、マルチビームのように船舶に艤装して計測することが可能である。本書では、水中 3D スキャナーを船舶に艤装した移動計測での点検調査を想定している。



Model		BV5000-1350	BV5000-2250
Sonar & Software	Sector/Spherical Scan Area (°)	45 - 360	45 - 360
	Sonar Field of View (°)	45 x 1	45 x 1
	Update Rate (Hz)	Up to 40	up to 40
	Frequency (MHz)	1.35	2.25
	Maximum Range	30 m (98 ft.)	10 m (32 ft.)
	Optimum Range	1 - 20 m (3.2 - 65 ft.)	0.5 - 7 m (1.6 - 23 ft.)
	Number of Beams	256	256
	Beam Width (°)	1 x 1	1 x 1
	Beam Spacing (°)	0.18	0.18
	Time Resolution	0.015 m (0.59 in.)	0.010 m (0.39 in.)
	Data Output Format	.son, .off, and .xyz files	.son, .off, and .xyz files
Mechanical	Size (L x W x H in inches)	10.5 x 9.2 x 15.4	8.9 x 8.6 x 15.4
	Weight in Air/Water (lbs.)	21.7/8.2	19.1/6.0
	Depth Rating	300 m (1,000 ft.) / 4,000 m (13,123 ft.)	300 m (1,000 ft.) / 4,000 m (13,123 ft.)
	Coms (Sonar/Pan & Tilt)	Ethernet/RS485	Ethernet/RS485
	Power Consumption (W)	45 max.	45 max.
	Power Requirement (V DC)	20 - 29	20 - 29

Teledyne BlueView 社「BV5000」カタログより転載

図 1-2　代表的な水中 3D スキャナー（BV5000）と仕様

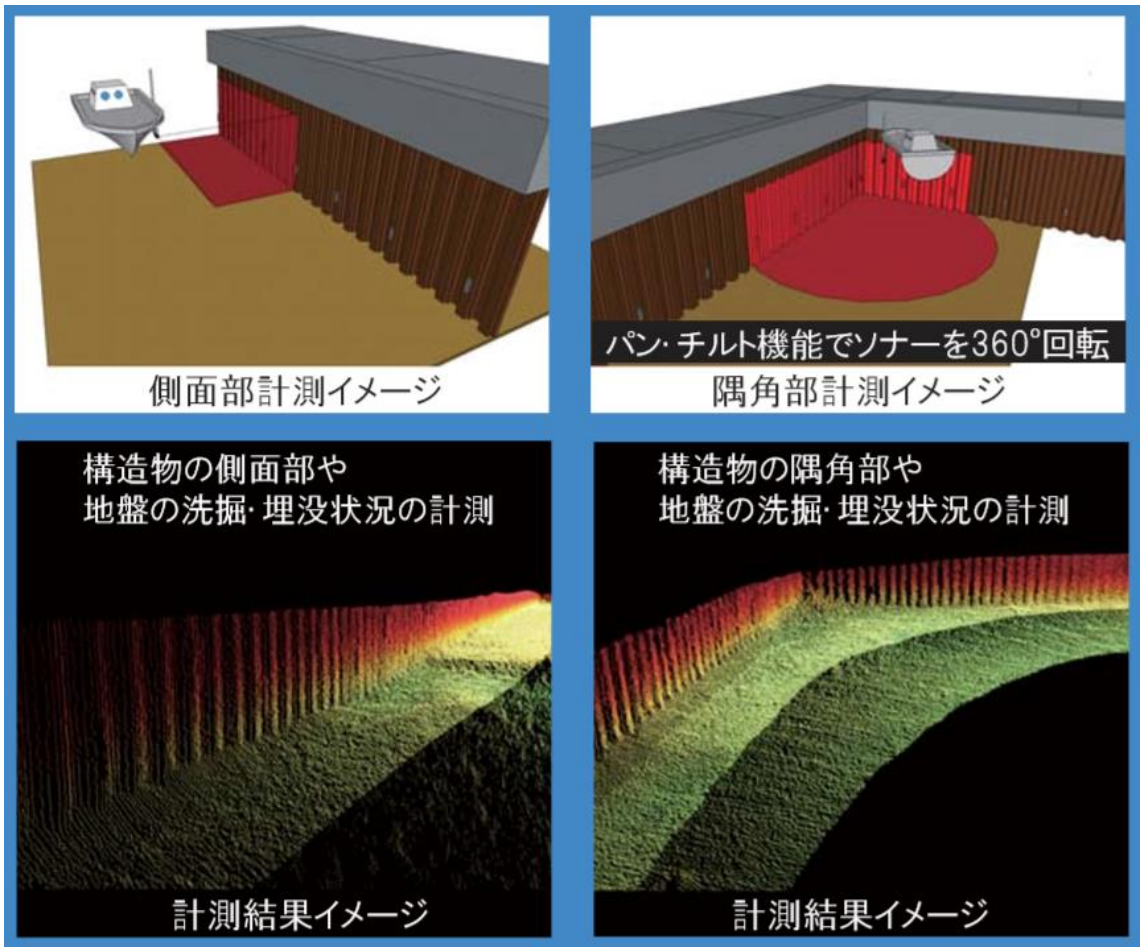


図 1-3　水中 3D スキャナー計測の概要

（２）スワス測深

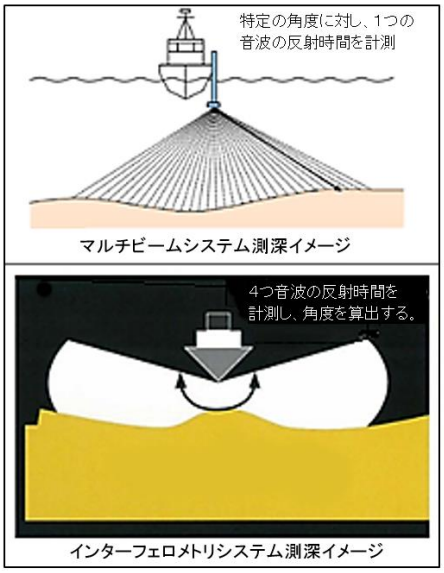
スワス測深とは、測量船の左右方向に指向性の鋭い音響ビームを海底に照射し、船の進行とともに一括で多数点の水深値を計測する測深システムである。

海底地形を面的に詳細に計測するスワス測深には、主にクロスファンビーム方式に代表されるマルチビーム測深と、インターフェロメトリ方式に代表されるインターフェロメトリ測深の２つのシステムがあるが、構造物の変状を把握するための機能診断ではマルチビーム測深を用いる。

なお、本書では現在一般的に普及している R2SONIC 社製 Sonic2024（浅海用マルチビーム測深機）を用いた点検調査を想定している。

クロスファンビーム方式のビームフォーミングによる計測密度は、音波を照射する範囲（以下スワスと記す）の中心側に対して外側のデータが粗くなる。ただし、各角度に対する往復時間の解が１つであるため、高い施工精度が要求される岸壁前面や岩礁帯のような凹凸の激しい地形を正確に計測することができる。

一方、インターフェロメトリ方式の場合は、干渉波を使用するため、スワスの中心付近では極端に計測点が少なくなるが、スワス幅はクロスファンビームより広範囲（水深の 8～12 倍）にわたって大量の計測点を得ることが可能である。そのため特に極浅海域において、マルチビームよりも効率的な測深作業が期待できる。また、サイドスキャン機能を有しており海底反射強度データの取得も可能である（一部のマルチビームも可能）。ただし、岸壁や岩礁帯のような凹凸の激しい地形に対しては、海底面からの反響信号と壁の反響信号とが干渉してしまうため正確な計測が困難になる場合がある。



「海洋調査技術マニュアル －深浅測量－ （(一社）海洋調査協会)」より転載

図 1-4　スワス測深システムの計測原理の主な特徴

2　漁港施設機能診断とセンシング技術

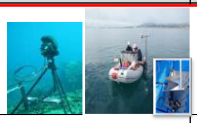
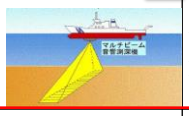
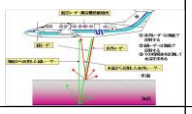
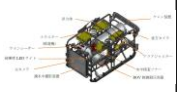
水中部の漁港施設機能診断に適用可能なセンシング技術として、航空レーザー測深システム、マルチビーム、水中３Ｄスキャナー等を上げることができる。

【解説】

水中部の漁港施設機能診断に適用可能なセンシング技術を表 2-1 に示す。漁港施設機能診断における潜水調査、深浅測量等で活用することで、点検診断の効率化、省人化および点検精度向上を図ることが可能である。

本書では、これらセンシング技術のうち、マルチビームおよび水中 3D スキャナーによる漁港機能診断での活用についてとりまとめたものである。

表 2-1　漁港施設機能診断に適用可能なセンシング技術（水中部）

水中部の点検・診断に関わるセンシング	特徴	留意点	点検範囲	点検精度	コスト	普及度
水中３Ｄスキャナー 	・濁度に拘わらず水中3Dスキャナーを中心とした半径15m以内の水中構造物の形状を立体的に計測することが可能 ・陸上レーザスキャナとナローマルチビームと併用し、水陸の三次元データ統合が可能	・高精度なデータが取得できるが、音波の到達距離が短いため、スキャナーから15mの範囲内しか計測できない。	狭域（設置式） 広域（曳航式）	10cm程度	低	△
マルチビーム測深システム 	・測量船の左右方向に指向性の鋭い音響ビームを海底に照射し、船の進行とともに立体的に水底形状を計測する ・水深300m程度まで測深可能 ・無人ボート搭載型が開発されている	・浅部では測量船の航行が困難 ・ビーム間隔以下の変状は判別できない（精度は水深・船速による） ・音波は下方へ発信すすため、水面付近は計測できない。	広域	数m～数10cm	低	○
航空レーザー測深システム 	・水陸同時に三次元計測が可能 ・グリーンレーザーが水部を透過、海底の精密な地形が取得可能 （点密度　測深：約1点/m2、地形：約10点/m2） ・水深20m程度（水質条件による） ・河川測量での適用事例が多い	・広域を短時間で計測できるが、水質（濁り）や波浪のある場所では適応困難 ・航空法に基づく規制がある	広域	数m	高	○
水中点検ＲＯＶシステム 	・水中点検用のROV(Remotely operated vehicle)で、水上からの遠隔操作により水中構造物や水中インフラ設備等の点検を行う ・ハイビジョンカメラの映像とラインレーザーにより、クラックの位置や大きさを測定可能 ・水深100ｍまでの点検調査が可能	・潜水士では対応できない水深で長時間の作業が可能だが、観測機器が広く普及していない	狭域	数mm程度	中	△
水中レーザー	・サブミリメータの超高分解能データ(ソナーの数百倍)分解能は測定レンジ、スキャンスピードに依存する ・ALB・マルチビームと同じ三次元点群データ ・海底設置の他、ROV・船舶への取付が可能	・音波を利用した水中３Ｄスキャナーより精度が高いが、国内導入実績がほとんどない。	狭域（設置式） 広域（曳航式）	数mm程度	不明	－

【コスト】点検１回当りのコスト、【普及性】○：広く使用、△：一部で使用

3　水中 3D スキャナーとマルチビームの適用条件

3.1　水中 3D スキャナーとマルチビーム活用の対象施設

マルチビーム活用では、外郭施設・係留施設・水域施設が主な対象施設となる。

【解説】

水中３D スキャナーとマルチビームは、音波を利用していることから水中の濁りの影響がなく、短時間で点検対象物全体の３次元データが取得可能となる。水中 3D スキャナーは水面付近から水深 10m まで、マルチビームソナーは水底付近の深所への適用が可能である。水中部の点検・診断における現状・課題と水中 3D スキャナー、マルチビーム活用による解決方策を表 3-1 に示す。

水中 3D スキャナーとマルチビーム活用では、外郭施設・係留施設・水域施設が主な対象施設となる。

表 3-1　水中部の点検・診断における現状・課題と水中 3D スキャナー、マルチビーム活用による解決方策

水中部の点検・診断における現状（潜水調査）と課題		マルチビーム活用による対応策	水中3Dスキャナー活用による対応策
点検精度	・目視困難な海象条件（濁り、波浪）	・音波を使用することで濁りに影響されない点検・診断が可能	・音波を使用することで濁りに影響されない点検・診断が可能
	・局所的な変状の把握は可能 ・大規模な変状全体を俯瞰することが困難 ・連続的・空間的な変状把握が困難	・水深の3倍以上のビーム幅で広域の変状把握が可能（海底部）	・マルチビームより詳細に構造物の変状把握が可能 ・水面付近のデータを取得可能
点検記録の有効活用	・寸法計測によるスケッチは、潜水士の技量に左右	・客観的な3次元データとして、設計・施工に活用可能 ・災害発生時の初期データとして、有効利用可能	・客観的な3次元データとして、設計・施工に活用可能 ・災害発生時の初期データとして、有効利用可能
安全性・作業環境	・水中の厳しい作業条件（潜水事故・潜水病）	・潜水作業を伴わない海上作業により危険作業を低減	・潜水作業を伴わない海上作業により危険作業を低減
	・少子高齢化による潜水士の減少 歩掛6名体制 （技師補1・助手1・潜水士2・連絡員1・送気員1）	・省人化が可能 歩掛3名体制（技師補1・助手2）	・省人化が可能 歩掛3名体制（技師補1・助手2）
生産性向上・点検費用	・潜水士目視調査の作業効率が低い 潜水調査1,200㎡/日	・作業効率　100,000㎡/日（計測面積） ・マルチビームによるスクリーニングを実施し、潜水調査費用を低減	・作業効率　100,000㎡/日（計測面積） ・水中3Dスキャナーによるスクリーニングを実施し、潜水調査費用を低減 ・マルチビームより安価に計測

3.2　対象とする変状

本書で対象とする変状は、詳細調査における潜水目視調査項目であるコンクリート・鋼材の穴開き・欠損、被覆工の移動・散乱等とする。

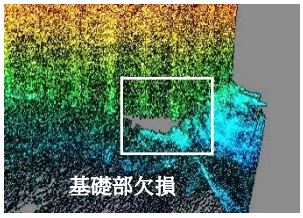
【解説】

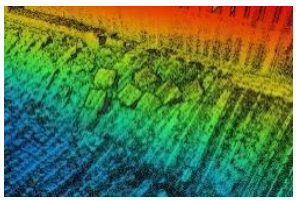
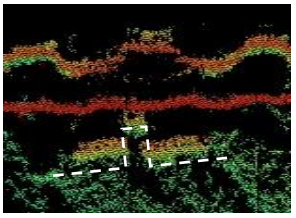
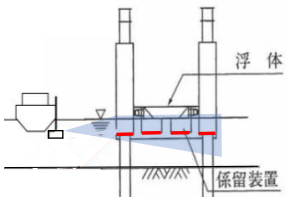
（1） 水中 3D スキャナー

水中 3D スキャナーを適用し点検の効率化・高精度化が期待できる主な対象部材は水中部の本体工および被覆工、矢板等である。「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン　巻末資料 2　潜水目視調査に係る老朽化度の評価基準（参考)」の判断基準のうち、水深等の条件により異なるがどの対象施設についても「a」判定（部材の機能が著しく低下している状態）は判別可能である。また、「b」判定（部材の性能が低下している状態）は、重力式施設について小規模な欠損（10cm 程度）を、矢板式係船岸および浮体式係船岸について L.W.L 付近に孔食がある場合は判定可能である。船揚場など水深の浅い箇所（水深-2m 以浅）は、音波を横向きに発振することで計測可能である。

ただし、水中 3D スキャナーの機器分解能からコンクリートのひび割れや発錆、変色は判別困難である。また、浮体式係船岸のかぶりは音波が届きにくいため計測が困難な条件である。

表 3-2　水中 3D スキャナーによる老朽化度判定の適用性

<table>
<tr><th>構 造</th><th>適用可能な判断基準</th><th>備考（判定例）</th></tr>
<tr><td>重力式</td><td>【本体工（コンクリートの損傷）】
・部材の性能が著しく低下している状態「a」は判定可能。
・小規模な欠損「b」に対し 10cm 程度以上の規模であれば判定可能。
・幅 1cm 以上のひび割れは判定不可。
【被覆工（移動・散乱）】
・「a」～「d」すべて判別可能。</td><td rowspan="2"> 

本体ブロックの欠損
 
被覆工の移動・散乱
 
10cm 幅の陥没</td></tr>
<tr><td>矢板式
又は
杭式</td><td>【矢板・杭式（鋼材の損傷）】
・10cm 程度以上の規模であれば判定可能。
【被覆防食工（鋼材の腐食・露出、被覆材の損傷）】
・10cm 程度以上の規模であれば判定可能。
【電気防食工（陽極）】
・「a」～「d」すべて判定可能。ただし、「b」はボルトのゆるみ等、軽微な判定不可。
【被覆工（移動・散乱）】
・「a」～「d」すべて判定可能。</td></tr>
<tr><td>浮体式</td><td>【ポンツーン外部（鋼製、RC/PC 製）（鋼材の損傷）】
・10cm 程度以上の規模であれば判定可能。
・幅 1cm 以上のひび割れは判定不可。
・かぶり部については、音波が届きにくいため判定困難。
【電気防食工（陽極）】
・「a」～「d」すべて判定可能。ただし、「b」はボルトのゆるみ等、軽微な判定不可。
【係留杭・係留チェーン】
・10cm 程度以上の規模であれば判定可能。</td><td>：かぶり部
（計測困難）
 
</td></tr>
<tr><td>浅所</td><td colspan="2">・船揚場など水深の浅い箇所（水深-2m 以浅）でも音波を横向きに発振し計測可能。</td></tr>
<tr><td>深所</td><td colspan="2">・水深 15m 以深の深い箇所では、計測困難。</td></tr>
</table>

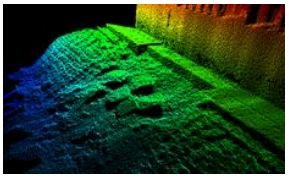
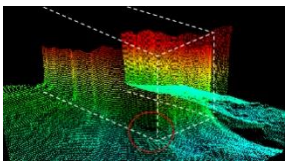
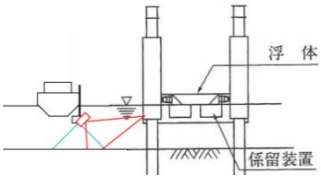
（2） マルチビーム

マルチビームを適用し点検の効率化・高精度化が期待できる主な対象部材は水中部の本体工・被覆工等である。「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン　巻末資料２　潜水目視調査に係る老朽化度の評価基準（参考）」の判断基準のうち、水深等の条件により異なるが、おおむね「a」判定（部材の機能が著しく低下している状態）は判別可能である。また、水深 15m 以深の対象構造物についても計測が可能である。

ただし、マルチビームの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数 cm 程度の開孔は判別困難であり、より高精度な 3D スキャナー等のセンシング技術を適用する必要がある。

なお、水域施設ではマルチビームを使用した深浅測量により面的で詳細な洗掘・堆積状況を把握することが可能であるが、深浅測量については「漁港漁場設計・測量・調査等業務共通仕様書等」の基準が制定されており、本書では対象外とする。

表 3-3　マルチビームによる老朽化度判定の適用性

<table>
<tr><th>構造</th><th>適用可能な判断基準</th><th>備考（判定例）</th></tr>
<tr><td>重力式</td><td>【本体工（コンクリートの損傷）】
・部材の性能が著しく低下している状態「a」は判定可能。
・小規模な欠損「b」に対し 50cm 程度以上の規模であれば判定可能。
【被覆工（移動・散乱）】
・「a」～「d」すべて判定可能。</td><td rowspan="2"> 
被覆工の移動・散乱
 
本体ブロックの欠損</td></tr>
<tr><td>矢板式
又は杭式</td><td>【矢板・杭（鋼材の損傷）】
・船舶が衝突したような著しい損傷や 50cm 程度以上の規模の開孔であれば判定可能。
【電気防食工（陽極）】
・「a」～「d」すべて判定可能。ただし「b」はボルトのゆるみ等、軽微なものは判定不可。
【被覆工（移動・散乱）】
・「a」～「d」すべて判定可能。</td></tr>
<tr><td>浮体式</td><td>【全点検項目（ポンツーン外部、係留杭・チェーン）】
・マルチビームでは水面付近（水面から-2m 程度）の計測が適さないことから適用困難。
・センサーを斜めに艤装した場合（右図の赤色）でも水面付近の計測が困難。</td><td>  </td></tr>
<tr><td>浅所</td><td colspan="2">・船揚場など水深の浅い箇所（水深-2m 以浅）では調査船の航行が困難。</td></tr>
<tr><td>深所</td><td colspan="2">・水深 15m 以深の対象構造物についても計測可能。</td></tr>
</table>

3.3　水中 3D スキャナーとマルチビームの使い分け

音響機器は、点検目的に応じて適切に使い分けて活用する必要がある。

【解説】

水中 3D スキャナーとマルチビームは、点検目的に応じて使い分けて活用する。

水深 0～2m を対象に計測する場合は、周波数が高く浅所において対象構造物を詳細に計測することが可能な水中 3D スキャナーを活用する。

水深 2～15m を対象に計測する場合は、水中 3D スキャナーとマルチビームのいずれの音響機器でも計測可能であるため対象とする施設および損傷に応じて選択する必要がある。

水深 15m 以深を対象に計測する場合は、水中 3D スキャナーと比較して周波数が低く、音波の減衰しにくいマルチビームを活用する。

なお、ひび割れや錆、変色など水中 3D スキャナーとマルチビームで計測困難な変状は、潜水目視もしくは ROV（Remotely Operated Vehichle：無人操作艇）を用いた写真撮影で点検を実施する。

表 3-4　計測条件および作業環境に応じた点検手法

（○：計測可能、×：計測困難）

計測条件 作業環境	点検対象の水深			クラック、 変色、発錆等 の微細な変状
	水深0m ～2m	水深2m ～15m	水深15m 以深	
水中3D スキャナー	○	○	×	×
マルチビーム	×	○	○	×
調査員、 潜水士目視	○	○	○ （水深20mまで）	○ （水深20mまで）

3.4　使用機器の仕様・構成等

（1） 水中 3D スキャナーの使用機器・構成

水中 3D スキャナーは、音波を発信するソナーヘッドと上下・左右のパン・チルト回転する雲台から構成される。漁港漁場施設の水中部は、水中 3D スキャナーを舷側に艤装し慣性航法装置、GNSS アンテナと同期させることにより航行しながら計測する。

【解説】

構造物の変状を詳細に把握し、その位置・寸法を記録するためには、深浅測量で使用する機器構成とすることが望ましい。

機器	目的・機能
水中 3D スキャナー	海底地形等を面的に測深する機器
動揺センサ （慣性航法装置）	船体の動揺(ロール・ピッチ・ヒーブ)を計測し、各音響ビームの照射位置を補正
方位センサ （慣性航法装置）	船体（ソナーヘッドの方向）を計測し、各音響ビームの照射位置を補正
測位装置	船体（ソナーヘッド）の水平位置を検出
音速度計	水中音速を計測し、計測データに音速度補正を適用
データ収録誘導装置 (PC+ソフトウェア)	上記データを収録する

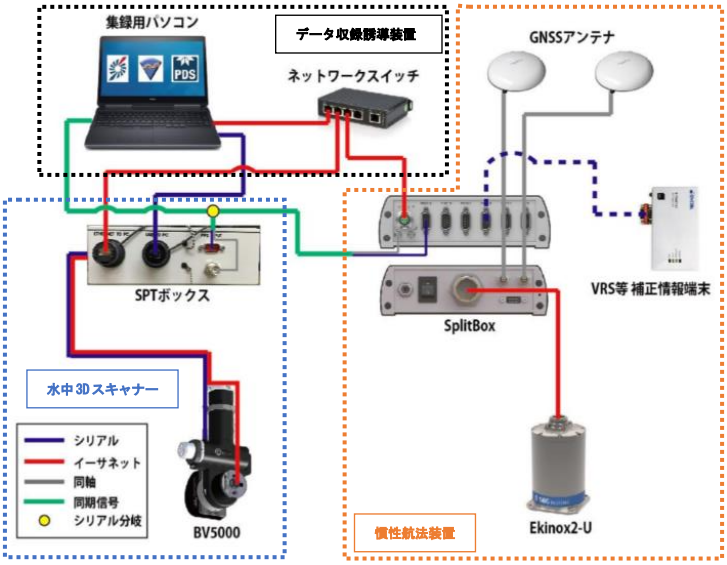


図 3-1　水中 3D スキャナーの構成例

出典　㈱ハイドロシステム開発

水中 3D スキャナーで計測する際は、求められている点検精度（変状の正確な位置、大きさ）や施設の立地（橋脚の下など衛星データの取得が一部困難な箇所が含まれている）によって使用する慣性航法装置を決定する。慣性航法装置は、通常の海上測位で用いられる精度の DGNSS（測位精度 1m 程度）の SBG SYSTEMS 社製 Ekinox-2U（以下 Ekinox）と、電子基準点を利用した航跡の後処理補正により、RTKGNSS（数 cm）レベルまで精度を上げることが可能な Applanix 社製 POS/MV WaveMaster（以下 POS）の 2 種類から選択する。水中 3D スキャナーで使用する慣性航法装置について表 3-5 に示す。

表 3-5　水中 3D スキャナー計測で使用する慣性航法装置

機器名	慣性航法装置	高精度慣性航法装置
機器外観		
型式	SBG SYSTEMS 社製 Ekinox-2U	Applanix 社製 POS/MV　WaveMaster
仕様	センサー仕様：慣性 6 軸センサー 精度：ロール、ピッチ：0.05°　rms 方位角：0.1°　rms ヒーブ：5cm or 5% 出力間隔：最大 200Hz 防水	センサー仕様：慣性 6 軸センサー 精度：ロール、ピッチ：＜0.02°　rms 方位角：0.03°　rms ヒーブ：2cm or 2% 出力間隔：最大 200Hz 非防水
機能	海上測位、船体動揺、方位計測	海上測位、船体動揺、方位計測 **※電子基準点を利用した後処理補正が可能**
測位精度	計測時　　：DGNSS（1m 程度）	計測時　　：DGNSS（1m 程度） **後処理補正後：RTKGNSS（数 cm）**
使用目的	・変状の計測 ・ゴムボート等船体の安定しない船舶での計測の場合（浸水の可能性がある場合）	・変状の計測（設計図面への活用求められる場合） ・対象施設に衛星データの取得が困難な箇所が含まれている場合

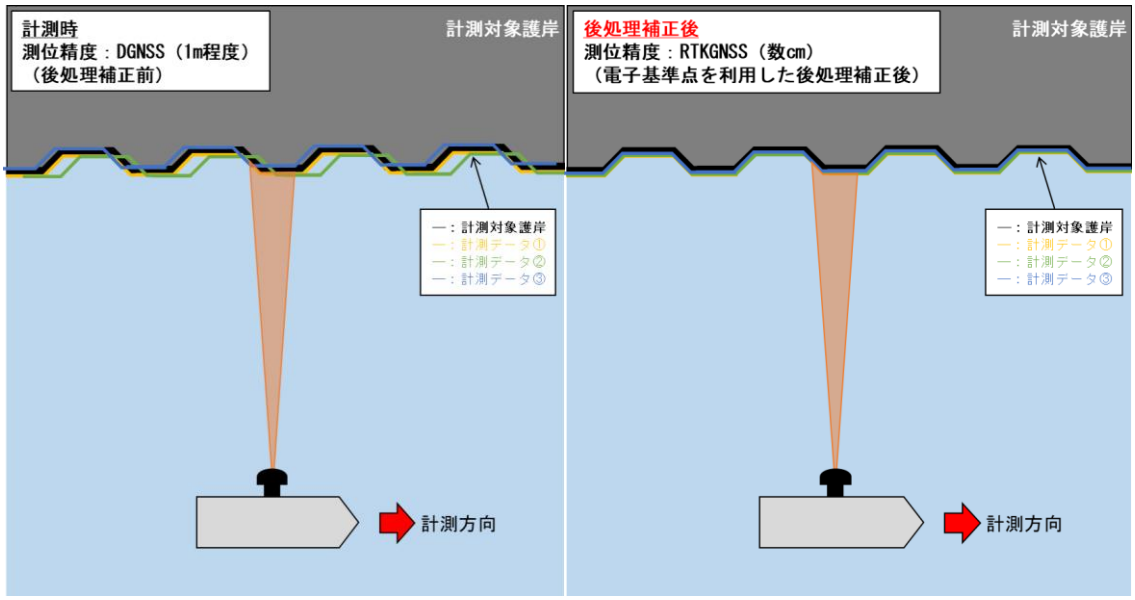


図 3-2　測位精度の違いによる計測データの違い

（２） マルチビームシステムの使用機器・構成

マルチビームシステムは、マルチビーム測深器、慣性航法装置、測位装置から構成される。漁港漁場施設の水中部は、マルチビーム測深器を舷側に艤装し慣性航法装置、GNSSアンテナと同期させることにより航行しながら計測する。

【解説】

構造物の変状を詳細に把握し、その位置・寸法を記録するためには、深浅測量で使用する機器構成とすることが望ましい。

表 3-6　マルチビームシステムの機器構成

機器	目的・機能
マルチビーム測深機	海底地形等を面的に測深する機器
動揺センサ（慣性航法装置）	船体の動揺(ロール・ピッチ・ヒーブ)を計測し、各音響ビームの照射位置を補正
方位センサ（慣性航法装置）	船体（ソナーヘッドの方向）を計測し、各音響ビームの照射位置を補正
測位装置	船体（ソナーヘッド）の水平位置を検出
音速度計	水中音速を計測し、計測データに音速度補正を適用
データ収録誘導装置 (PC+ソフトウェア)	上記データを収録する

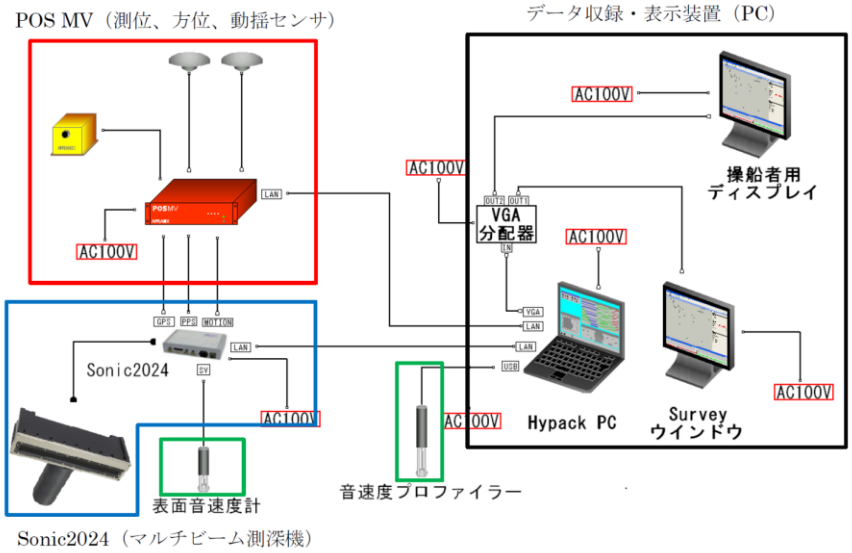


図 3-3　マルチビームシステムの構成例

出典　㈱東陽テクニカＨＰ

マルチビームは、水中 3D スキャナーに比べて点群密度が低い。そのため、構造物を詳細に調査するためには、同一箇所を数回計測してデータを重ね合わせて点群密度を大きくすることが必要である。データを重ね合わせるためには、航跡の後処理によって RTKGNSS（精度数 cm）レベルまで精度を高めることができる POS 等の慣性航法装置を使用して計測を行う必要がある。

（4）代価表

マルチビーム測深　1 日当り（　　km²）

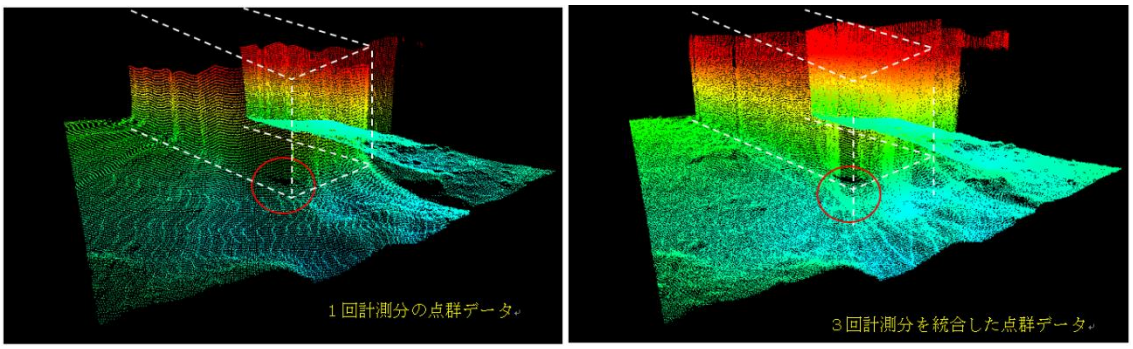
名称	形状寸法	単位	数量	摘要
交　通　車	ライトバン 2ℓ	日	1	運2H／就8H
測量船　運転	FRPD 70PS型	〃	1	就業8H
主任技師	測量	人	1	
技師	〃	〃	1	
技師補	〃	〃	1	
助手	〃	〃	1	
G N S S		日	1	損料　注）
ﾏﾙﾁﾋﾞｰﾑ測深機		〃	1	損料　注）
雑材料		%	2	

注）1. マルチビーム測深機の機種の選定は特記仕様書の定めによる。
2. 測量機器の使用で、従局までの機械運搬が必要な場合は別途計上する。
3. GNSSは、DGNSS（海上保安庁中波ビーコン対応）を標準とする。なお、より高い精度を必要とする場合にはRTKGNSS（特定小電力方式）を使用することができる。

損料は以下による。

GNSSおよびマルチビーム測深機 1 日当り損料＝供用 1 日当り損料×α（供用係数）

出典　漁港漁場関係工事積算基準　参考資料－2　マルチビーム測深



複数回の計測データを統合することで変状の形状・寸法をより明瞭に判別できる

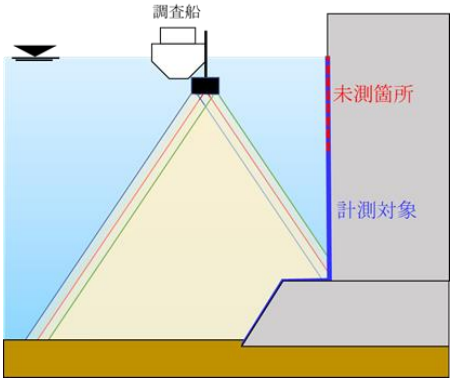


図 3-4　計測回数による点群密度

4　水中 3D スキャナーとマルチビームの活用の考え方と計測

4.1　本手引きにおける水中 3D スキャナーとマルチビームの適用性

漁港機能診断における水中 3D スキャナー、マルチビームなどの音響機器の活用は、詳細調査の潜水目視調査箇所のスクリーニングや点検精度向上、点検費用低減、潜水作業の軽減を目的とし適用する。

また、音響機器により被災前後のモニタリングへの活用を期待することが出来る。

【解説】

作業日数 1 日間の潜水目視調査範囲にマルチビームを適用してもコスト高となる。音響機器活用により得られる効果は、現場条件（調査対象の水深・面積）により異なるため、それらを考慮して適用を検討する必要がある。

各手法の点検費用を整理したのち、水中 3D スキャナーおよびマルチビームによるスクリーニングにより潜水調査の点検数量を絞り込むことで費用低減が可能となる点検規模を試算した（表 4-1、表 4-2）。

音響機器を用いたスクリーニングを実施後、点検箇所の 10%または 30%潜水調査を実施すると想定した場合、点検面積が 3,601 ㎡または 4,800 ㎡以上で潜水目視調査の総点検費用を低減できる結果となった（図 4-1）。

表 4-1　水中 3D スキャナー（3DS）と潜水調査を組み合わせた点検費用の比較

点検面積（㎡）	3DS（POS） 潜水調査なし	3DS（POS） 潜水調査10%	3DS（POS） 潜水調査30%	潜水調査のみ
0～1,200	198	308	308	110
1,201～2,400	198	308	308	199
2,401～3,600	198	308	308	287
3,601～4,000	198	308	308	376
4,001～4,800	198	308	397	376
4,801～6,000	198	308	397	465
6,001～7,200	198	308	397	554
7,201～8,400	198	308	485	643
8,401～9,600	198	308	485	732
9,601～10,800	198	308	485	821
10,801～12,000	198	308	485	910

単位：万円

表 4-2　マルチビームと潜水調査を組み合わせた点検費用の比較

点検面積（㎡）	マルチビーム 潜水調査なし	マルチビーム 潜水調査10%	マルチビーム 潜水調査30%	潜水調査のみ
0～1,200	223	333	333	110
1,201～2,400	223	333	333	199
2,401～3,600	223	333	333	287
3,601～4,000	223	333	333	376
4,001～4,800	223	333	422	376
4,801～6,000	223	333	422	465
6,001～7,200	223	333	422	554
7,201～8,400	223	333	510	643
8,401～9,600	223	333	510	732
9,601～10,800	223	333	510	821
10,801～12,000	223	333	510	910

単位：万円

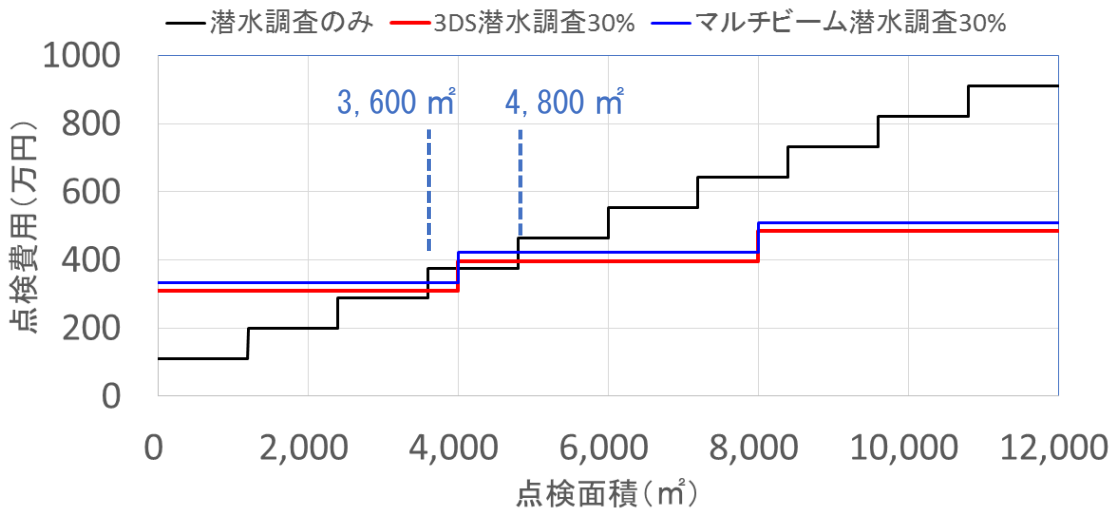


図 4-1　各種水中部点検技術の点検面積あたりの点検費用

水中 3D スキャナーおよびマルチビーム、潜水調査の計測条件および作業環境を表 4-3 に示した。

水中 3D スキャナーおよびマルチビームは、潜水調査と比べて 1 日あたりに計測できる面積が大きいため網羅的広域調査や災害時の状況調査に適している。一方で、ひびやさび、変色などの詳細な損傷は音響機器の性能上計測することが困難である。そのため、潜水士を用いた局所的な詳細調査が必要となる。

水深や濁り、流速などの作業環境は前述の 3.3 で説明したため、本章では省略する。

表 4-3　各種水中部点検技術の計測条件および作業環境

計測条件 作業環境	濁水	水深15m 以深	流速 1m/sec	水際	網羅的 広域調査	災害時被災 状況調査	局所的 詳細調査
水中3D スキャナー	○	×	○	○	○	○	×
マルチビーム	○	○	○	×	○	○	×
潜水調査	×	△ （20mまで）	×	○	×	×	○

---【参考情報】----------

外郭施設における被覆・根固ブロック飛散や係留施設の重力式本体工の大きな欠損等は、水中 3D スキャナーおよびマルチビーム測深により変状が概ね把握できる。水中部の点検にあたり水中 3D スキャナーおよびマルチビーム測深を用いたスクリーニングにより、潜水目視調査の実施箇所を選定することで点検費用を低減することが可能である。

そこで、音響機器の活用により点検費用低減が可能となる点検規模（点検対象面積）の試算を行った。本年度は、3 回計測して統合・重ね合わせるため、水中 3D スキャナーおよびマルチビームの点検面積は、100,000m2/日として計算した。また、点検面積が増加した場合の点検費用についても算出した。

点検費用について算出した結果（表 4-4)、マルチビームと比較して水中 3D スキャナー（POS）は、点検面積が 100,000（㎡）の場合に約 32 万円、点検面積が 500,000（㎡）の場合に約 96 万円安価となった。

また、点検面積増加に伴う音響機器および潜水調査の点検費用の一覧を表 4-8 に示した。

表 4-4　水中 3D スキャナー（POS 使用）の点検費用

水中3Dスキャナー（動揺センサーはPOSを採用した場合）（点検面積100,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	374,508	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
水深測量						
	艤装テスト	式	1	291,581	291,581	RTKGNSS
	水中3Dスキャナー計測	日	1	291581	291,581	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	1	957,490	957,490	
			上記の直接測量費合計		1,988,071	
				1㎡あたり	19.88	

水中3Dスキャナー（動揺センサーはPOSを採用した場合）（点検面積500,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	374,508	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
水深測量						
	艤装テスト	式	1	291581	291,581	RTKGNSS
	水中3Dスキャナー測深	日	5	291581	1,457,905	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	5	957,490	4,787,450	
			上記の直接測量費合計		6,984,355	
				1㎡あたり	13.97	

表 4-5　水中 3D スキャナー（Ekinox 使用）の点検費用

水中3Dスキャナー（動揺センサーはEkinoxを採用した場合）（点検面積100,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	374,508	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
水深測量						
	艤装テスト	式	1	253,506	253,506	RTKGNSS
	水中3Dスキャナー測深	日	1	253,506	253,506	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	1	957,490	957,490	
			上記の直接測量費合計		1,911,921	
				1㎡あたり	19.12	

水中3Dスキャナー（動揺センサーはEkinoxを採用した場合）（点検面積500,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	374,508	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
水深測量						
	艤装テスト	式	1	253,506	253,506	RTKGNSS
	水中3Dスキャナー測深	日	5	253,506	1,267,530	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	5	957,490	4,787,450	
			上記の直接測量費合計		6,755,905	
				1㎡あたり	13.51	

表 4-6　マルチビームの点検費用

マルチビーム（点検面積100,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	374,508	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
水深測量						
	艤装テスト[1]	式	1	413,681	413,681	RTKGNSS
	マルチビーム測深	日	1	413,681	413,681	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	1	957,490	957,490	
			上記の直接測量費合計		2,232,271	
				1㎡あたり	22.32	

マルチビーム（点検面積500,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
測量準備						
	測量準備	式	1	374,508	1,872,540	
	機材運搬	式	1	72,911	364,555	25km未満
水深測量						
	艤装テスト[1]	式	1	413,681	413,681	RTKGNSS
	マルチビーム測深	日	5	413,681	2,068,405	100,000㎡/日 （水深10m）
成果						
	報告書作成	式	5	957,490	4,787,450	
			上記の直接測量費合計		9,506,631	
				1㎡あたり	19.01	

費用算定の参考資料

マルチビーム：漁港漁場関係工事積算基準（水産庁）

表 4-7　潜水調査の点検費用

潜水調査（点検面積1,200㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
調査・測量準備						
	計画準備	式	1	140,100	140,100	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
現地調査						
	潜水調査（重点項目）	日	1	290	348,000	1,200㎡/日
成果						
	報告書作成	式	1	540,905	540,905	
			上記の直接測量費合計		1,101,916	
				1㎡あたり	918	

潜水調査（点検面積6,000㎡の場合）

工種	細目	単位	数量	単価	金額	備考
調査・測量準備						
	計画準備	式	1	140,100	140,100	
	機材運搬	式	1	72,911	72,911	25km未満
現地調査						
	潜水調査（重点項目）	日	5	290	1,740,000	1,200㎡/日
成果						
	報告書作成	式	5	540,905	2,704,525	
			上記の直接測量費合計		4,657,536	
				1㎡あたり	776	

費用算定の参考資料

潜水調査：維持管理計画書策定のための現地調査積算基準（国土交通省港湾局）

表 4-8　音響機器および潜水調査の点検費用一覧

調査日数	水中3Dスキャナー（POS）		水中3Dスキャナー（Ekinox）		マルチビーム		潜水調査	
	計測費用（万円）	計測面積（㎡）	計測費用（万円）	計測面積（㎡）	計測費用（万円）	計測面積（㎡）	調査費用（万円）	調査面積（㎡）
1	198	100,000	191	100,000	223	100,000	110	1,200
2	323	200,000	312	200,000	360	200,000	199	2,400
3	448	300,000	433	300,000	497	300,000	287	3,600
4	573	400,000	554	400,000	634	400,000	376	4,800
5	698	500,000	675	500,000	771	500,000	465	6,000
6	823	600,000	796	600,000	908	600,000	554	7,200
7	948	700,000	917	700,000	1,045	700,000	643	8,400
8	1,073	800,000	1,038	800,000	1,183	800,000	732	9,600
9	1,198	900,000	1,159	900,000	1,320	900,000	821	10,800
10	1,322	1,000,000	1,281	1,000,000	1,457	1,000,000	910	12,000
11	1,447	1,100,000	1,402	1,100,000	1,594	1,100,000	999	13,200
12	1,572	1,200,000	1,523	1,200,000	1,731	1,200,000	1,087	14,400
13	1,697	1,300,000	1,644	1,300,000	1,868	1,300,000	1,176	15,600
14	1,822	1,400,000	1,765	1,400,000	2,005	1,400,000	1,265	16,800
15	1,947	1,500,000	1,886	1,500,000	2,142	1,500,000	1,354	18,000
16	2,072	1,600,000	2,007	1,600,000	2,279	1,600,000	1,443	19,200
17	2,197	1,700,000	2,128	1,700,000	2,417	1,700,000	1,532	20,400
18	2,322	1,800,000	2,249	1,800,000	2,554	1,800,000	1,621	21,600
19	2,447	1,900,000	2,370	1,900,000	2,691	1,900,000	1,710	22,800
20	2,572	2,000,000	2,492	2,000,000	2,828	2,000,000	1,799	24,000

水深 10m を計測した場合

4.2　漁港施設点検で求められる精度

定期点検診断でのマルチビーム活用にあたり、点検に求められる精度を確保する必要がある。

【解説】

（1）潜水目視調査における要求精度

適切な機能診断・劣化度評価を行うためには「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン　巻末資料2　潜水目視調査に係る老朽化度の評価基準」を満足する必要がある。

評価基準のうち、音響機器が適用可能な点検項目を表 4-9、表 4-10 に示す。音響機器で確認した「a」判定（部材の機能が著しく低下している状態）や確認できない点検項目については、必要に応じ潜水目視調査を実施するなどの措置を講ずるものとする。

---【参考情報】----------

重力式防波堤等の施設では、ひび割れ・鉄筋露出を判断することは困難であるが、水中 3D スキャナーは 10cm 程度、マルチビームは 50cm 程度以上の欠損、本体工・ブロックの移動等について適用可能である。

表 4-9　重力式防波堤の判定基準及び水中 3D スキャナーの適用性

対象施設	調査項目		調査方法	老朽化度の判断基準		3DS 判定可否	ﾏﾙﾁﾋﾞｰﾑ 判定可否
重力式防波堤（消波堤）	本体工（側壁、スリット部）	コンクリートの劣化、損傷（RCの場合）	潜水調査 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・鉄筋露出 ・老朽化の兆候	a	中詰材が流出するような穴開き、ひび割れ、欠損がある。	○	○
				b	複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。		
					広範囲に亘り鉄筋が露出している。		
				c	一方向に幅3mm程度のひび割れがある。		
					局所的に鉄筋が露出している。		
				d	老朽化なし。		
		コンクリートの劣化、損傷（無筋の場合）	潜水調査 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・老朽化の兆候	a	性能に影響を及ぼす程度の欠損がある。	○	○
				b	幅1cm以上のひび割れがある。		
					小規模な欠損がある。	○ 10cm程度	△ 50cm程度
				c	幅1cm未満のひび割れがある。		
				d	老朽化なし。		
	被覆工	移動、散乱	潜水調査 ・被覆工等の移動・散乱	a	被覆工の散乱があり、かつ捨石材の流出が見られる。	○	○
				b	被覆工の散乱がある。	○	○
				c	---	---	---
				d	老朽化なし。	○	○

また、矢板式係船岸等の施設では、被覆防食工の変状を判断することは困難であるが、鋼材の開孔や変形・著しい損傷等、a 判定となるような老朽化については、水中 3D スキャナーで 10cm 程度、マルチビームで 50cm 程度の変状であれば適用可能であった。

電気防食工や被覆工は水中 3D スキャナー、マルチビームとも a～d 判定の老朽化判断に適用可能であった。

表 4-10　矢板式係船岸の判定基準及び音響機器の適用性

対象施設	調査項目			調査方法	老朽化度の判断基準		3DS 判定可否	ﾏﾙﾁﾋﾞｰﾑ 判定可否
矢板式係船岸	矢板	鋼材の腐食、亀裂、損傷（防食工を施している場合）		潜水調査 ・穴あきの有無 ・水面下の鋼材の腐食 ・表面の傷の状況 ・継手の腐食状況	a	腐食による開孔や変形、その他著しい損傷がある。	○ 10cm程度	△ 50cm程度
							L.W.L付近 計測○	L.W.L付近 計測×
						開孔箇所から裏理材が流出している兆候がある。	○	×
					b	L.W.L付近に孔食がある。	○	×
						全体的に発錆がある。	×	×
					c	部分的に発錆がある。	×	×
					d	付着物は見られるが、発錆、開孔、損傷は見られない。	×	×
		被覆防食工	塗装の場合	潜水調査 ・欠陥面積率	a	欠陥面積率10%以上		
					b	欠陥面積率0.3%以上10%未満		
					c	欠陥面積率0.03%以上0.3%未満		
					d	欠陥面積率0.03%未満		
			有機被覆、ﾍﾟﾄﾛﾗﾀﾑ被覆、ﾓﾙﾀﾙ被覆、金属被覆の場合	潜水調査 ・鋼材の腐食、露出 ・被覆材の損傷 ・保護カバー等の状態	a	鋼材が露出し、錆が発生している。		
					b	被覆材に鋼材まで達するすり傷、あて傷、はがれ等の損傷が生じている。		
						保護カバー等に欠損がある。		
					c	被覆材に鋼材まで達していないすり傷、あて傷、はがれ等の損傷がある。		
						保護カバー等に損傷がある。		
					d	老朽化なし。		
		電気防食工		潜水調査 ・状況の確認（全数）	a	陽極の欠落又は全消耗。	○	○
					b	陽極取付の不具合 （ボルトのゆるみ等、軽微なものは判別不可）。	○	○
					c	---	---	---
					d	欠落等の異状なし。	○	○
	被覆工	移動、散乱		潜水調査 ・被覆工等の移動・散乱	a	被覆工の散乱があり、かつ捨石材の流出が見られる。	○	○
					b	被覆工の移動、散乱がある。	○	○
					c	---	---	---
					d	老朽化なし。	○	○

【音響機器で計測可能な変状サイズ】

水中 3D スキャナーとマルチビームにより岸壁壁面に設置した供試体を船速 2～3 ノットで計測した。

水中 3D スキャナーは 20cm と 10cm の凹凸は概形と幅・奥行きを計測することが可能で、5cm の凹部は隙間を確認できた。5cm の凸部は確認できなかった。マルチビームは 20cm 程度の凹凸を計測可能であったが、10cm 程度の凹凸は計測できなかった。

供試体は、水中 3D スキャナー、マルチビームとも最も点群密度が高く取得できる設定で計測した。水中 3D スキャナーの点群密度は 45 点/100cm2、マルチビームは 26/100cm2 となり、水中 3D スキャナーの密度はマルチビームの約 2 倍であった。

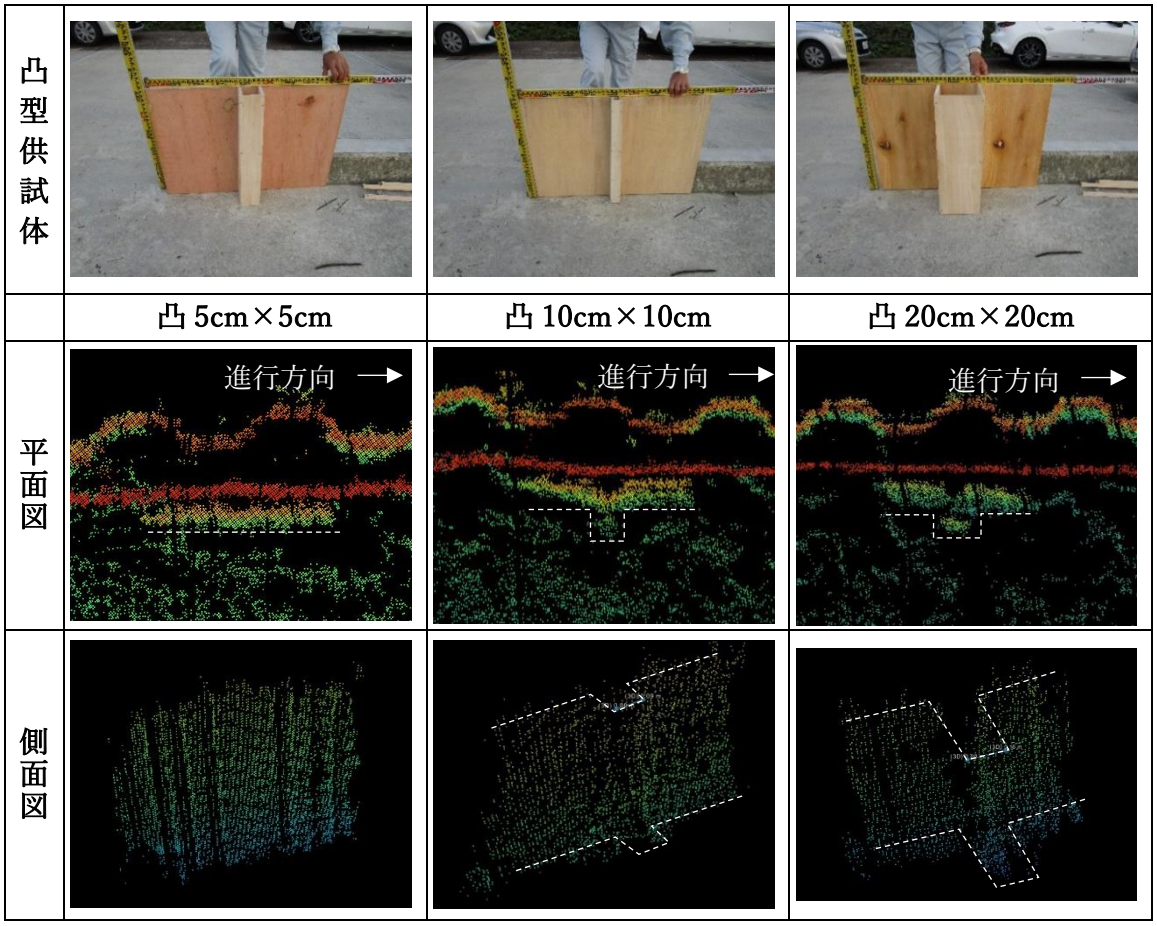


図 4-2　凸型供試体を用いた精度試験結果（水中 3D スキャナー計測）

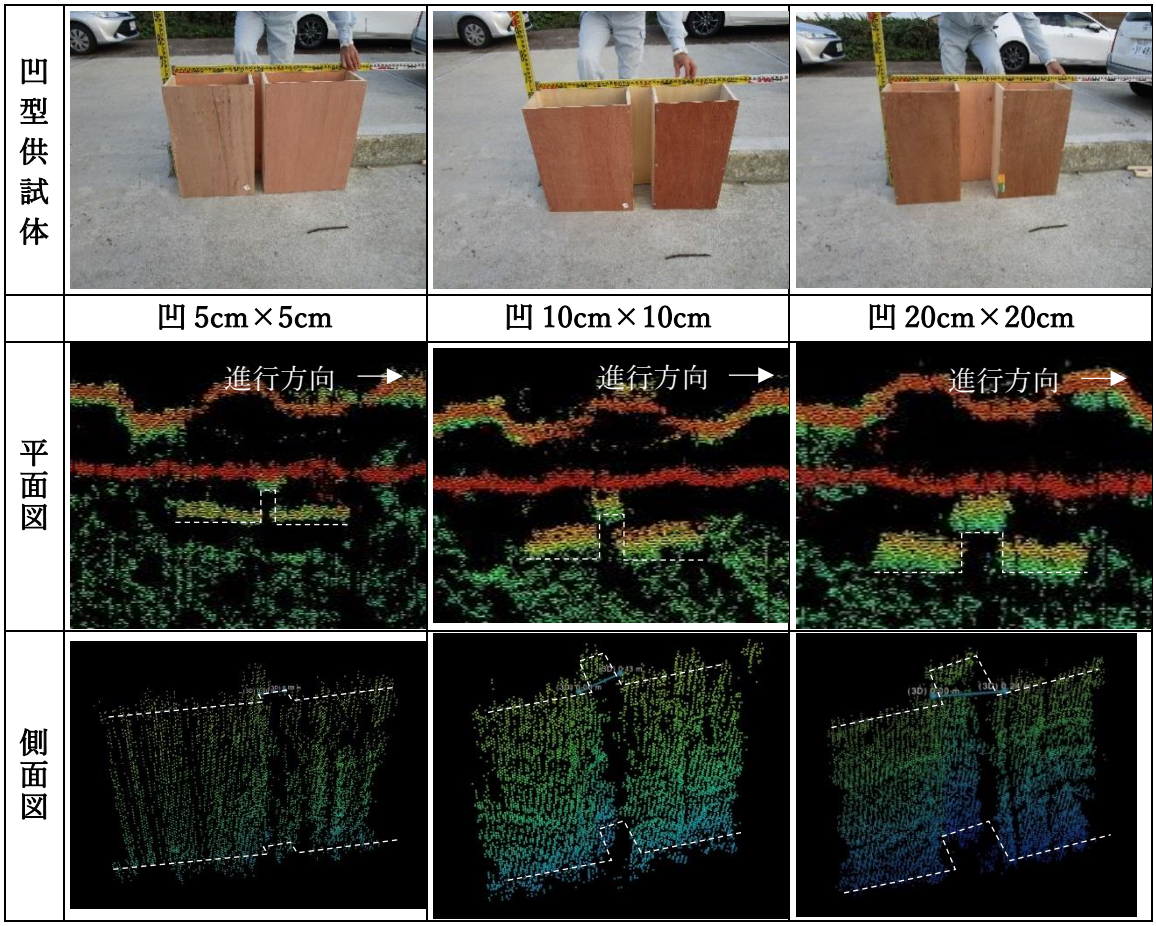


図 4-3　凹型供試体を用いた精度試験結果（水中 3D スキャナー計測）

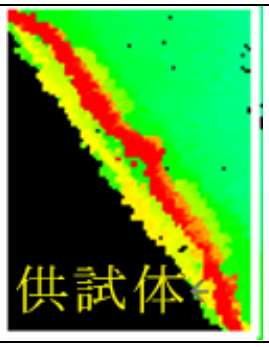
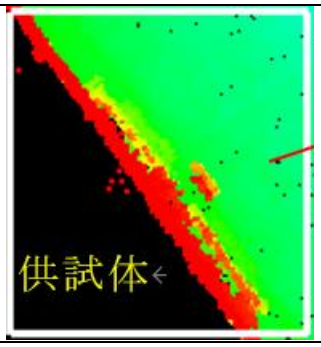
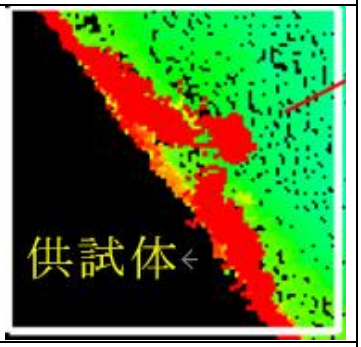
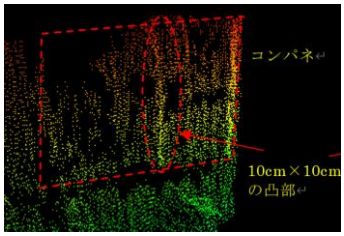
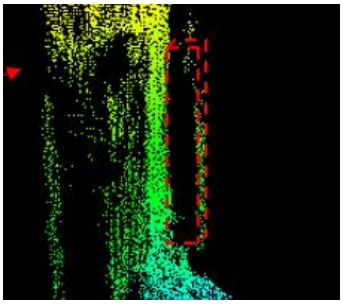
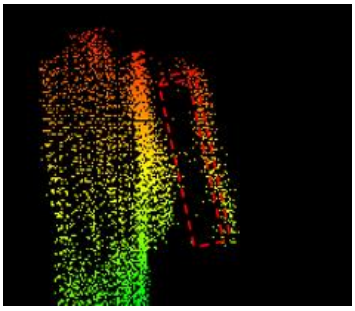
凸型供試体			
	凸 10cm×10cm	凸 20cm×20cm	凸 30cm×30cm
平面図			
側面図			

図 4-4　凸型供試体を用いた精度試験結果①（マルチビーム計測）

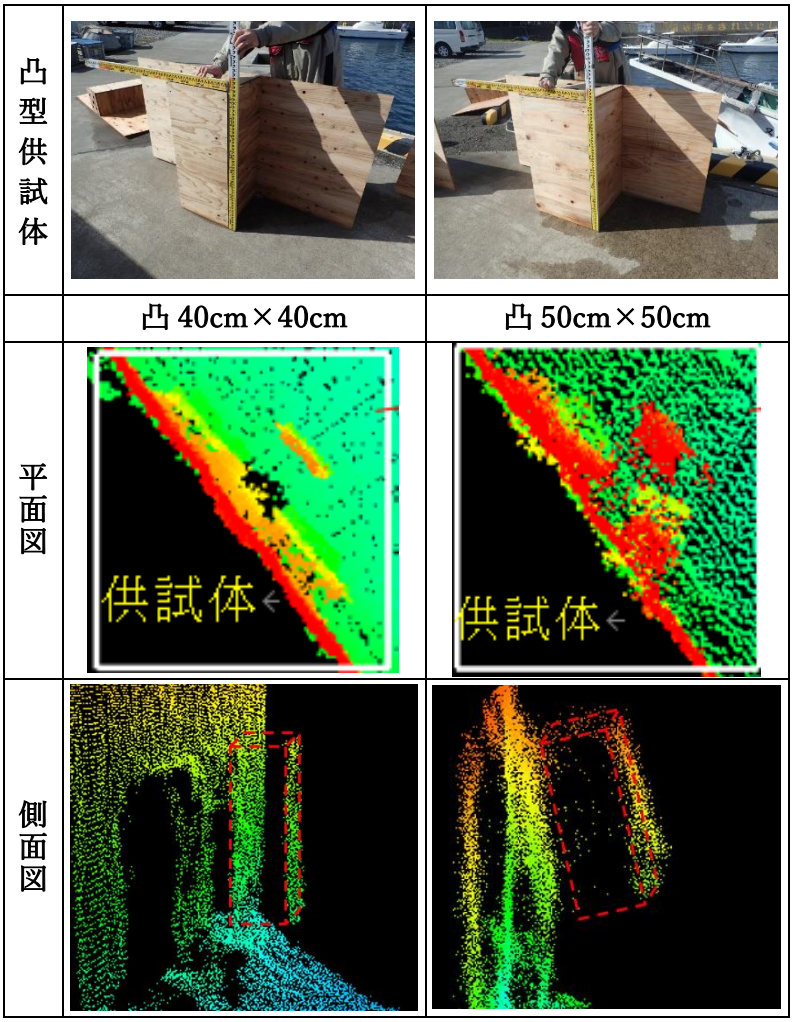


図 4-5　凸型供試体を用いた精度試験結果②（マルチビーム計測）

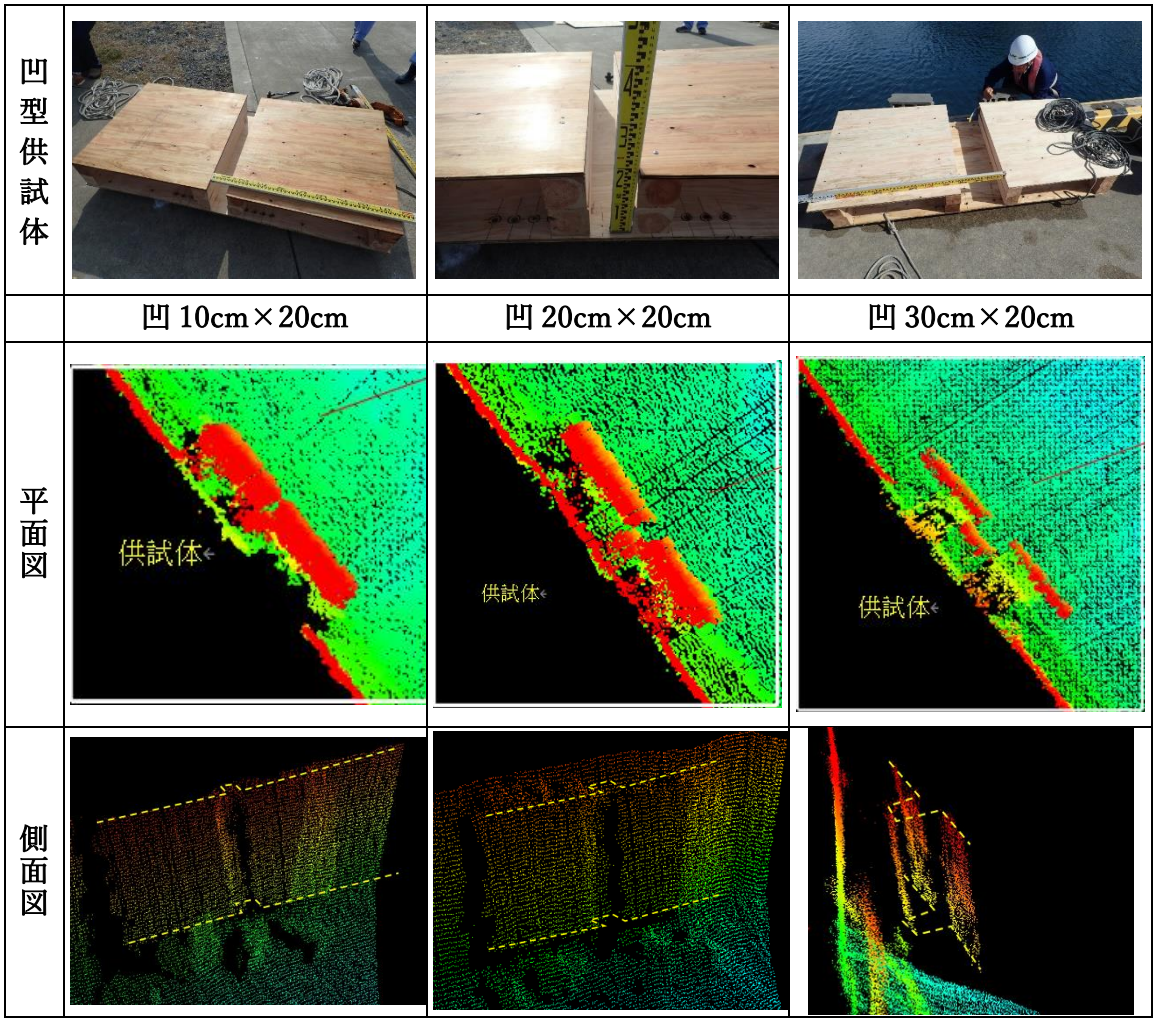


図 4-6　凹型供試体を用いた精度試験結果（マルチビーム計測）

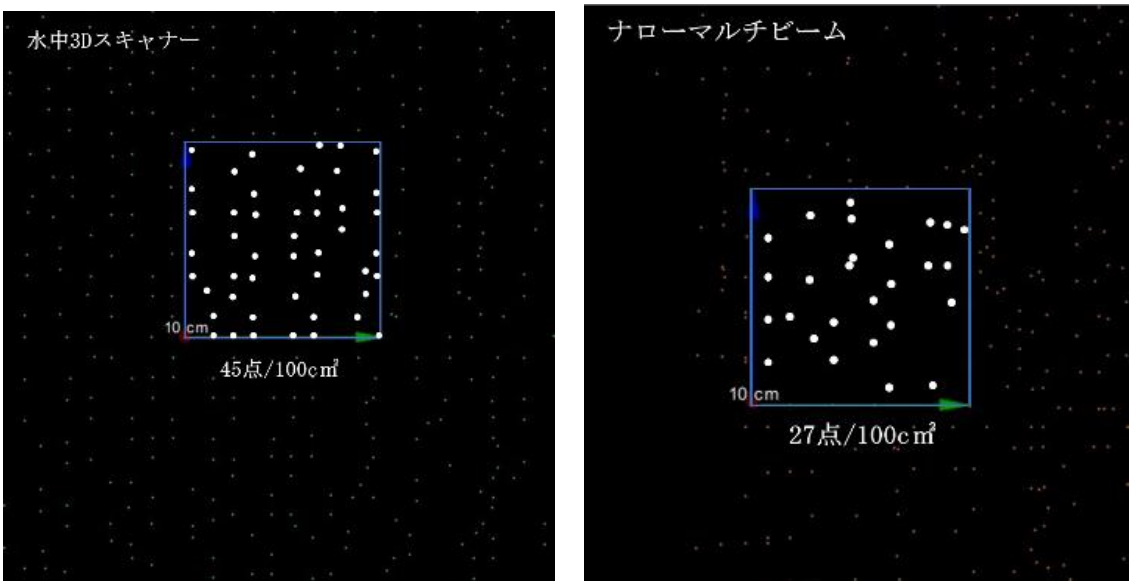


図 4-7　水中 3D スキャナーとマルチビームの最大点群密度

水中 3D スキャナーとマルチビーム精度検証結果は以下のとおりである。

【水中 3D スキャナー】

・凸・凹部の 20cm および 10cm 幅の供試体は明瞭に判別することができた。

・凸部の 5cm 幅の供試体は判別できなかったが、同じサイズの凹部は隙間があることが確認された。

【マルチビーム】

・凸部の 50cm、40cm、30cm、20cm、凹部の 30cm、20cm 幅の供試体は明瞭に判別することができた。

・凸部の 10cm 幅の供試体は判別できなかったが、同じサイズの凹部は隙間があることが確認された。

上記の結果を踏まえ、水中 3D スキャナーとマルチビームの精度検証結果について表 4-11 に示す。

以上から、水中 3D スキャナーで計測する場合は、**10cm 程度の変状（凸部・凹部）**、マルチビームで計測する場合は、**20cm 程度の変状（凸部・凹部）**が適用限界と考えられる。

表 4-11　水中 3D スキャナーおよびマルチビームの精度検証結果

供試体	水中 3D スキャナー	マルチビーム	備考
①　凸部 20cm×20cm	形状判別可能	形状判別可能	船速 2～3 ノット
②　凸部 10cm×10cm	形状判別可能	形状判別困難	
③　凸部　5cm×　5cm	形状判別困難	―	
④　凹部 20cm×20cm	形状判別可能	形状判別可能	
⑤　凹部 10cm×10cm	形状判別可能	変状の有無を確認	
⑥　凹部　5cm×　5cm	変状の有無を確認	―	

4.3　水中 3D スキャナーによる計測の実施

計測計画に基づき、点検に求められる精度を確保しつつ、安全に配慮し計測を実施する。

【解説】

水中 3D スキャナーでの計測は、マニュアル、手引きなどは公表されていない。そのため、水中 3D スキャナーによる計測も、以下に示す「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）,平成 30 年 3 月,国土交通省 港湾局」に準じることを基本とする。

（1）計測角度と計測精度

水中 3D スキャナーの点群密度は、水深・船速・発振回数・計測回数により決まる。水中 3D スキャナーは、マルチビームに比べてスワス幅（計測幅）が狭いため、センサーの上下の向き（チルト角）を対象構造物の形状や水深によって調整して複数回データを計測し、取得したデータを統合することで対象となる施設全体を計測する。また、マルチビームに比べて高い周波数で音波を発信しているため、計測精度は高いが、音波の減衰により水深 20m 以深は計測が困難である。これらの機器特性を踏まえ、求められる計測精度を満たすよう計測計画を立案する必要がある。

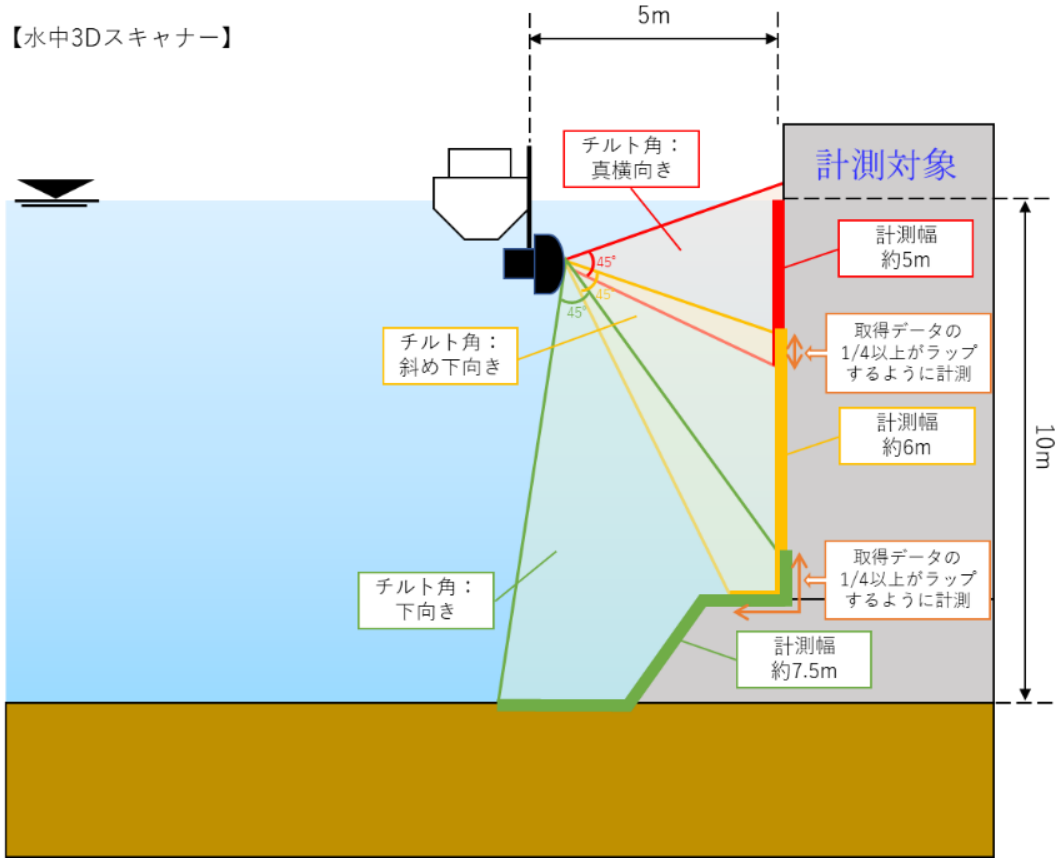


図 4-8　水中 3D スキャナーの計測範囲

（2）GNSS テスト

水深測量時に使用する基準点測量、海上測位方法に関して、十分な精度を有していなければならない。

GNSS は、測量実施前に以下の運用基準に則り、精度確認を行わなければならない。

- 精度確認の方法は既設基準点における事前チェックとする。
- 観測時間は 10 分以上、収録間隔は 1 回／秒以上で行う。
- 海上測位結果は、測位誤差の許容範囲は 0.5m 以内とする。
- 観測結果は、GNSS 精度管理表に取りまとめる。

（3）機器の取り付け（オフセット）

マルチビーム測深機器本体および周辺機器の位置関係を明確にし、計測中も位置関係が変化しない様に機器を取り付けるものとする。

計測したオフセット値は、マルチビーム測深システム点検簿に記載する。艤装状況に変更があった場合必ず計測をやり直す。

（4）喫水確認

喫水の確認は、バーチェックにより行うものとする。水面を基準(0m)とし反射板を吊り下げ数 m で固定し、ソナーヘッドから反射板の距離を水中 3D スキャナーで計測、記録する。水面を基準とした吊り下げ長から計測したソナーヘッドと反射板の距離を減じたものが喫水値となる。この作業を 3 回行いその平均値により喫水値の確認を行う。

また、標尺での計測や取り付けパイプに付した喫水目盛りを読み取るなども同時に行う。

（5）パッチテスト

水中 3D スキャナーは、水面に対しできるだけ水平、垂直に艤装することを基本とするが、船の形状や、固定時の固定ワイヤー等の張り具合により、必ず取付け誤差が発生する。この取付け角度の誤差（以下、バイアス値）と各機器の収録遅延（以下、レイテンシー）を求めるために、パッチテストを行う。パッチテストは、測深中艤装状況に変化がないことが前提であり、変化があった場合は必ず再計測を行う。

（6）音速度測定

水中の音速度は水温・塩分で変化する。そのため、現地計測時に随時水温・塩分の測定を実施する。測定は、水中音速度計による測定を基本とする。

測定位置は計測海域の中央付近で可能な限り深い地点とする。汽水域など水温・塩分が変化する海域では、適切に測定点を配置することが望ましい。なお、測定は一日作業で 1 回以上行うものとし、計測位置の記録も同時に残しておく。測定結果は、音速度測定結果表に取りまとめる。

（７）計測方法

変状判別の精度を左右する点群密度は水深・船速・発振回数・計測回数により決定される。現地状況や対象とする構造物や変状により、パン・チルト角・船速・計測回数をあらかじめ正確に計画することは困難であるため、１施設、又は１スパンの計測が終了した時点で、計測を中断し、取得データの確認を行い補測・再測の要否を判断する。

①パン・チルト角

水中 3D スキャナーは、センサーの角度を指定することで任意の角度で計測することができる。船舶に艤装した際のセンサーの稼働範囲は、左右方向（パン）で 0°～360°、上下方向（チルト）で-45°～60°である（図 4-9）。4.3（1）でも述べた通り、マルチビームに比べてスワス幅（計測幅）が狭いため、チルト角を対象構造物の形状や水深によって調整して計測する。チルト角は、真横方向（15°）、斜め下方向（30°）、水底方向（45°）、パン角は作業船に対して真横向き（90°）を基本として計測する。計測対象に合わせて複数回計測したデータを統合することで対象となる施設全体の点群データを取得する。チルト角を変えて計測した事例を図 4-10、パン角を変えて計測した事例を図 4-11 に示す。

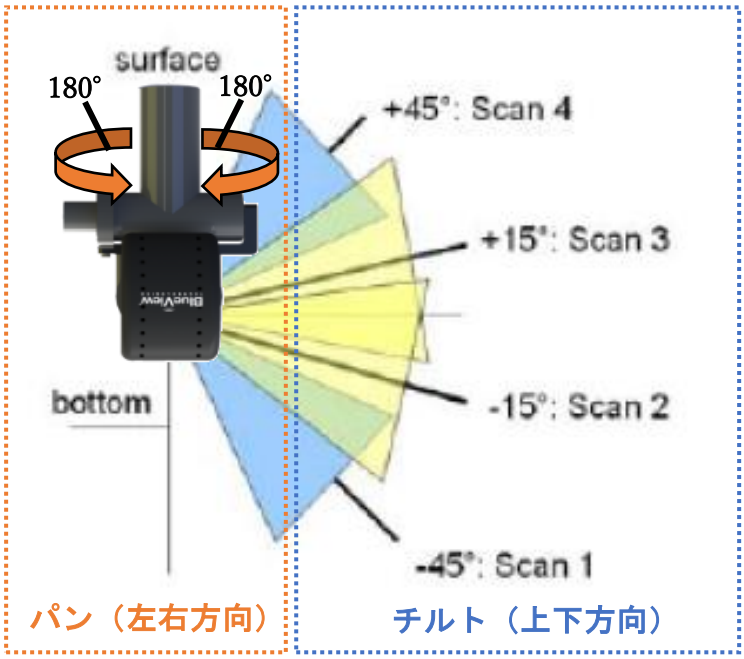


図 4-9　水中 3D スキャナーセンサー稼働範囲

【水中 3D スキャナー】:発信部の角度(横、斜め下、下)を変えて複数回計測しパーツを統合

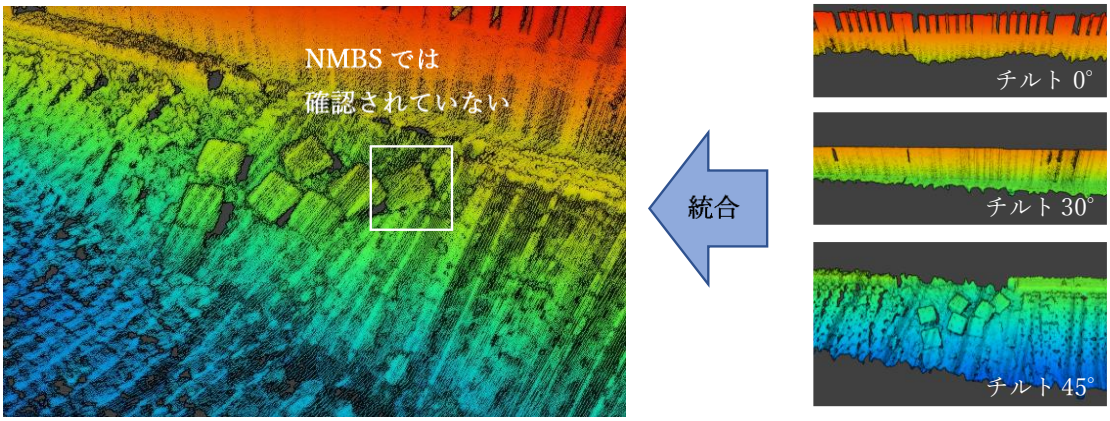


図 4-10　チルト角の違いに伴う矢板護岸の計測結果事例

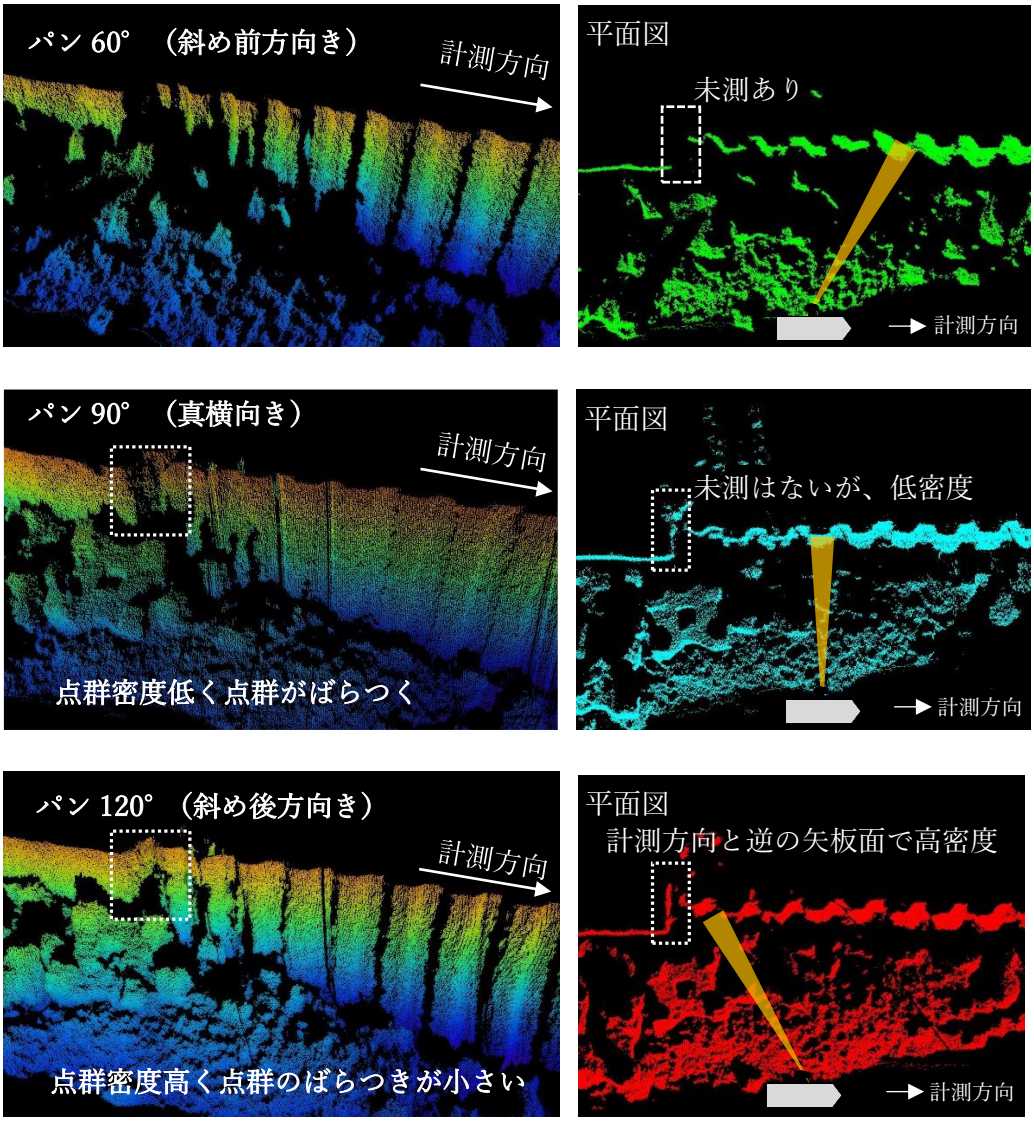


図 4-11　パン角の違いに伴う矢板護岸の計測結果事例

水中3Dスキャナーは、通常の計測では、作業船の進行方向に対して真横向き（パン90°）を基本として計測を行う。一方、矢板護岸等の凹凸の大きい構造物を計測する場合、音波が垂直に当たる面は明瞭に計測可能だが、音波が垂直に当たらない面は計測が困難である。このような場合は、センサーのパン角を前後方向に変えてデータを取得し、計測データを統合することで複雑な凹凸形状を持つ構造物を未測なく計測することが可能である。

②船速

点群密度は船速に左右されるため、できるだけ低速で計測し、点群密度を大きくする必要がある。そのため、**船速は2〜3ノット**が目安となる。一方、波浪・潮流等の影響がある点検区域では計画測線を低速で直進航行することは困難であるため、船速が目安より早い場合は、補測・再測を行い、十分な点群密度を確保する必要がある。

③計測回数

水中3Dスキャナーは、対象構造物の形状や水深によってチルト角を調整して複数回計測を行い、データを統合することで対象となる施設全体の点群データを取得する。水深10mでの計測時は、チルト角を真横方向（15°）、斜め下方向（30°）、水底方向（45°）の角度を基本として**3回**以上の計測を行う。

④適用水深

水中 3D スキャナーは、マルチビームに比べて高い周波数で音波を発信しているため、計測精度は高いが、音波の減衰により水深 20m 以深は計測が困難である。したがって、水中 3D スキャナーによる計測は構造物の水面から水深約 15m までが対象となる。

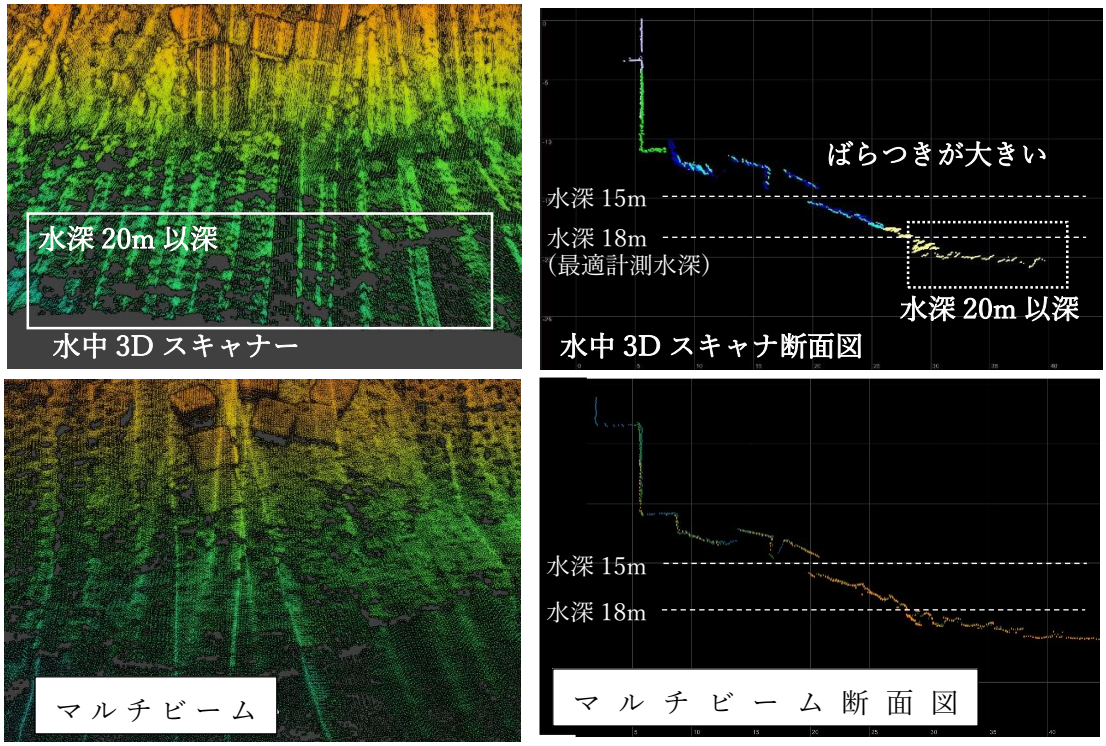


図 4-12　水深 20m 付近での水中 3D スキャナーとマルチビームの取得データ比較

4.4　マルチビームによる計測の実施

測線計画に基づき、点検に求められる精度を確保しつつ、安全に配慮し計測を実施する。

【解説】

（1）測線間隔と計測精度

点検精度は3次元データの点群密度により大きく異なる。3次元データの点群密度は、水深・船速・発振回数・計測回数により決まるため、調査実施前に現地状況を踏まえて、求められる点検精度を満たすよう測線計画を立案する必要がある。

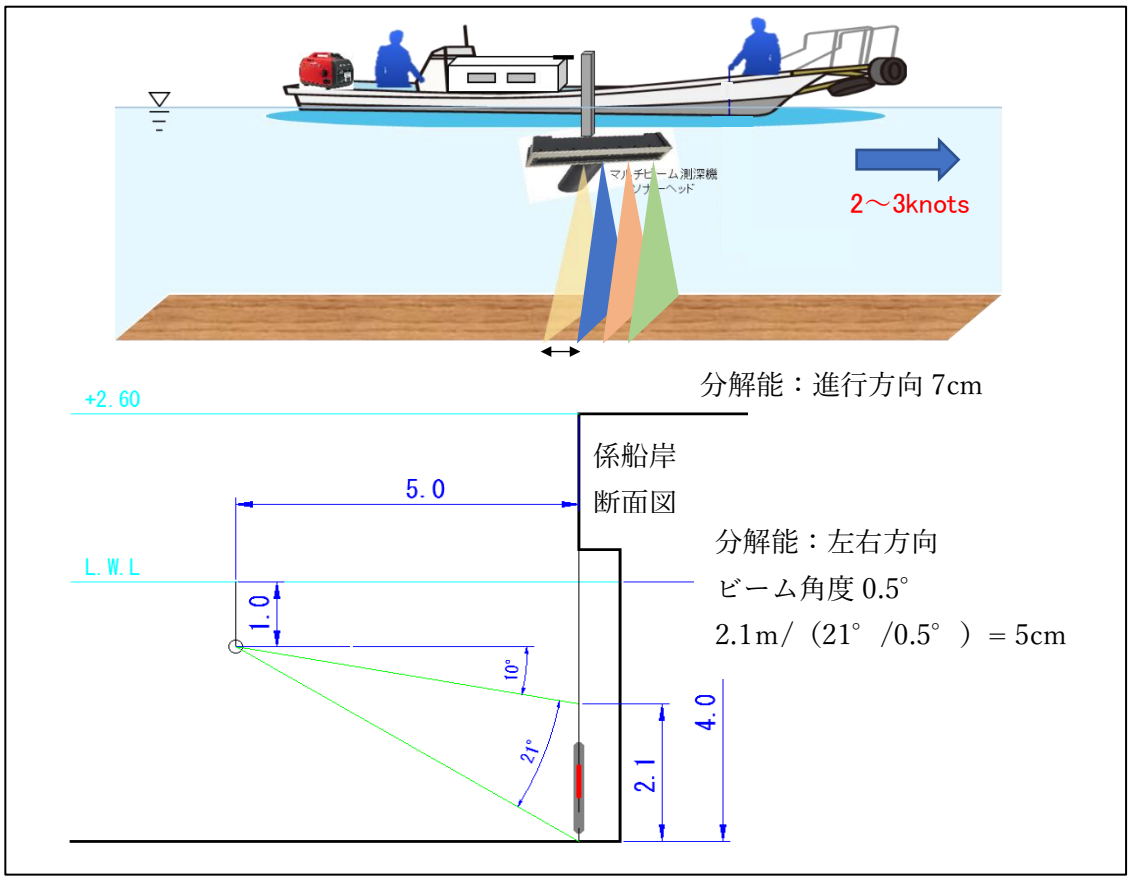


図 4-13　点群密度の計画例

（2）GNSS テスト

水中 3D スキャナーと同様

（3）機器の取り付け（オフセット）

水中 3D スキャナーと同様

（4）喫水確認

水中 3D スキャナーと同様

（5）パッチテスト

水中 3D スキャナーと同様

（6）音速度計測

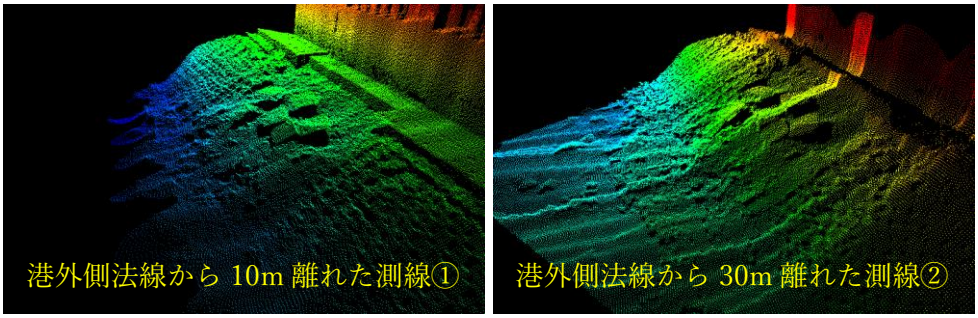
水中 3D スキャナーと同様

（7）計測方法

変状判別の精度を左右する点群密度は水深・船速及び計測回数により決定される。現地状況や対象とする構造物や変状により、測線位置・船速・計測回数をあらかじめ正確に計画することは困難であるため、1施設、又は1スパンの計測が終了した時点で、計測を中断し、取得データの確認を行い補測・再測の要否を判断する。

①測線間隔

マルチビームの測線間隔は**水深の約 2 倍**を目安とする。マルチビームの特性としてセンサー直下の分解能が最も高い。そのため、現地計測中に変状が確認された場合、変状箇所の直上に測線を設定し、補足を実施するとよい。



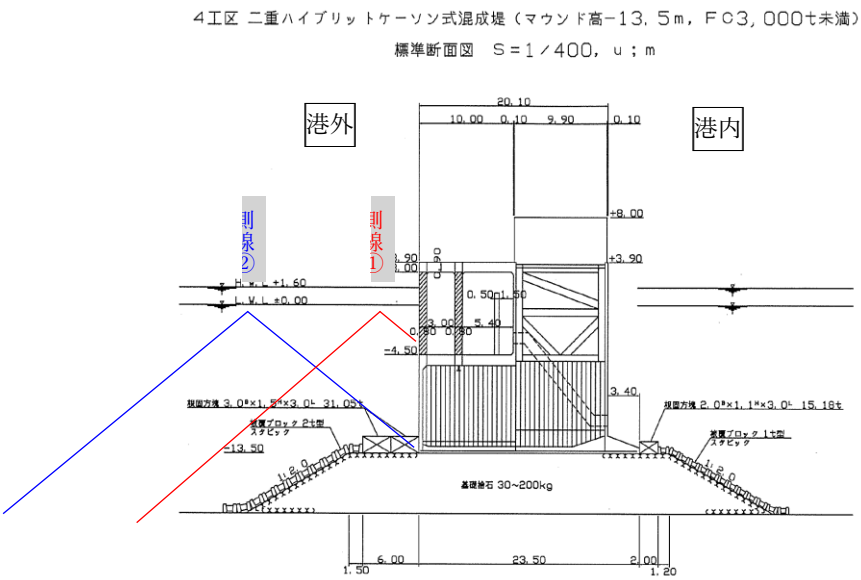


図 4-14　測線の違いによる変状の見え方

②船速

水中 3D スキャナーと同様。船速は 2〜3 ノットが目安となる。

③計測回数

マルチビームの届いていない未測箇所は再測・補測の必要があるが、約 20cm 以上の変状を対象とする場合の**計測回数は 3 回**を基本として点群密度を高める。約 50cm 以上の変状を対象とする場合の計測回数は 1 回とするが、随時未測部分が無いことを確認する。

【ナローマルチ】:点群密度の薄いデータを角度を変えて 3 回計測し、全てのデータを重合せ

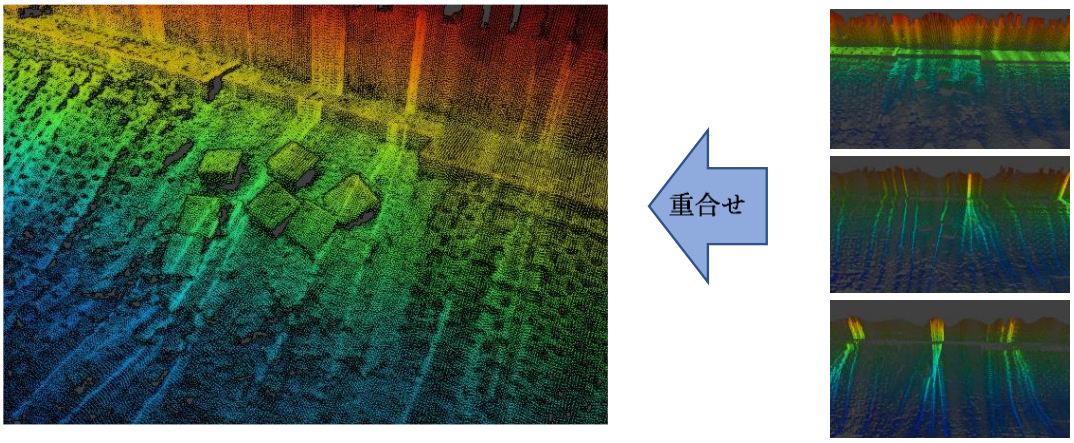


図 4-15　マルチビーム計測のデータ重ね合わせ

④適用水深

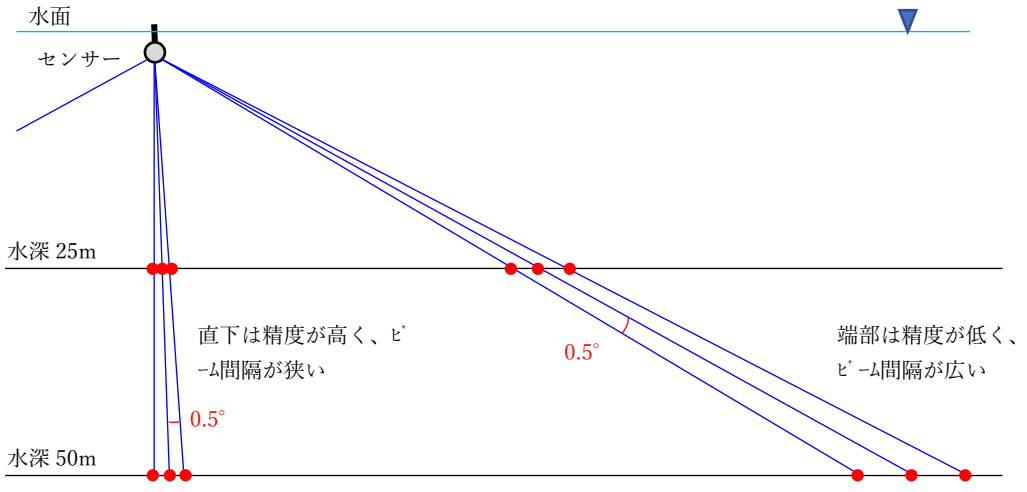
海底面のブロック移動等の判定可否は水深により異なる。水深の違いによるセンサー直下及びビーム端部でのビーム間隔を下表に示す。対象物の大きさにもよるが、**水深 20m 程度**であればセンサー直下のビーム間隔は 20cm となり、**ブロック移動を判別可能**といえる。

岸壁側面などの欠損等の変状を対象にする場合、分解能はセンサーと構造物との離岸距離及び船速により決まる。岸壁に近づけない場合や高速（4 ノット以上）の場合は、水深（分解能）に留意する。

表 4-4　水深とビーム間隔

水深(m)	直下ビーム間隔(m)	端部ビーム間隔(m)
5	0.03	0.14
10	0.08	0.31
20	0.17	0.65
30	0.25	1.00
50	0.43	1.69
100	0.86	3.40

センサーの喫水1mの場合



---【参考情報】----------

【浚渫工の施工管理等を目的とした場合の点群密度】

「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編)(平成 30 年 4 月改定版)国土交通省 港湾局」では点密度を 1.0m 格子 3 点以上と規定しているが、マルチビームを構造物の点検に適用する場合は、更に点群密度を大きくし、変状を判定する必要がある。

＜取得点密度＞

取得点密度は、スワス角、水深、船速、周波数、重複度合いの組み合わせで決まってくる。船速は遅いほどデータの密度を高くすることができ、測深時の船速が速すぎると調査船の動揺で誤差が生じやすく、またデータ間隔が粗となるため、事前の測量計画時に船速上限を決めて、測深時に注意するものとする。ただし、潮流の激しい箇所、輻輳した航路、泊地等では、安全面から、むやみに船速を遅くすることはできない。このため必要な最低の船速を確保する必要がある場合、測線間隔を狭める等スワス幅の重複を考慮しつつ、取得点密度を確保可能な測深計画を策定する必要がある。浚渫工に係る測深では、一般的には片舷ビーム幅 100%以上の重複率が設定されている。

測深時に設定するスワス角は、1.0m 格子 3 点以上の性能を満たせるように 90° ～ 120° 程度範囲で計画し測深することとする。

（一般海域での運用基準）

(1) 海底地形、水深を考慮し、測深作業が効率的に実施できるように計画する。

(2) 航路、泊地、錨地、岸壁およびその付近においては、使用するナローマルチビーム測深機の有効測深幅および測量船の偏位を考慮して、未測深部分がないように計画する。この場合、有効測深線幅の 20%を重複させることが一般的である。

(3) 岩礁、漁礁、沈船等海底障害物が存在する海域、もしくはその存在が想定される海域では、最浅部が明確に捕捉できるよう隣接測線が十分に重複する測線を計画する(片側のビーム幅 100%以上の重複率を推奨)。

「海洋調査技術マニュアル －深浅測量－ ((社) 海洋調査協会)」より転載

4.5　解析方法

点検に求められる精度を考慮し計測データから変状抽出などの解析を行う。

【解説】

解析により作成した３次元データから変状を抽出する。この際、マルチビームの特性や構造物変状の発生しやすい箇所などを考慮しながら解析する必要がある。

（１）ノイズ除去処理

ノイズには音響的、電気的なものの他、浮遊物、魚群、泡など海中を浮遊する物体などがある。ノイズの除去は、解析ソフトにより統計的にある程度削除することができるが、統計的な処理では限界があるため、最終的にはプロファイル表示し手作業による除去作業を行う必要がある。判断に迷う記録については画像等を残し他測線の記録などから総合的に判断する。

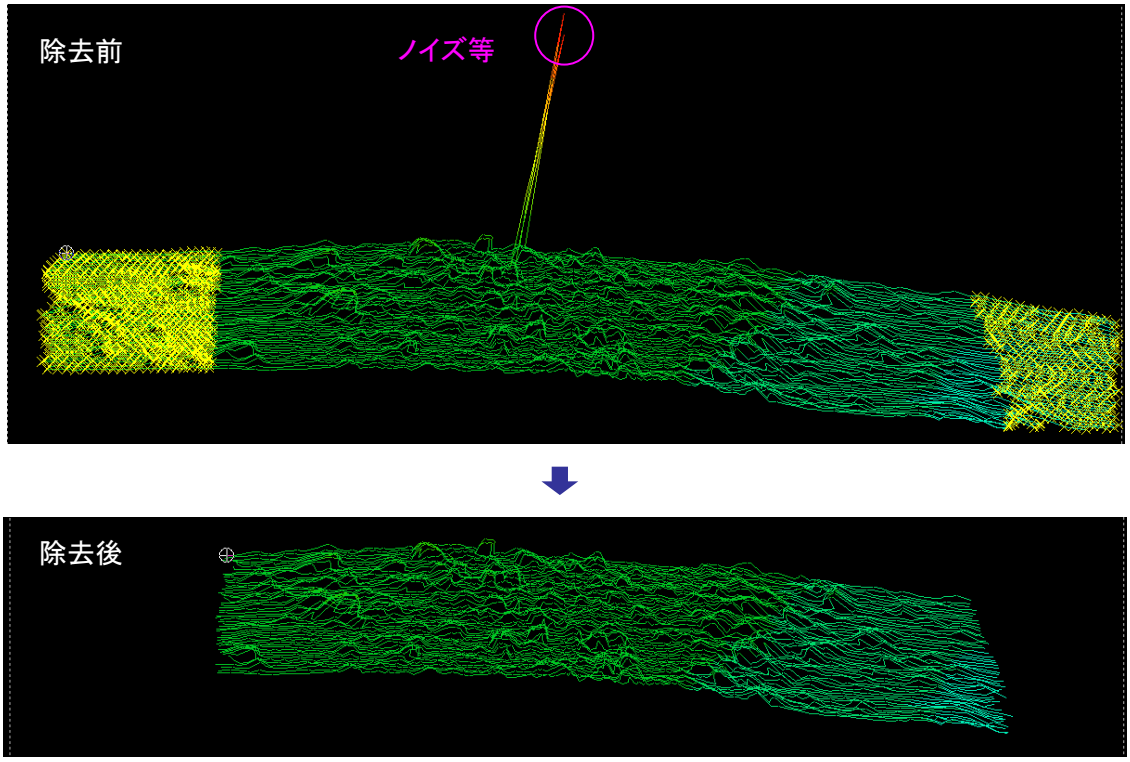


図 4-16　エラーデータ等の除去処理例

水中 3D スキャナーでの計測は、4.3（7）①で述べた通り、センサーの上下の向き（チルト角）を対象の形状や水深によって調整して計測し、複数回の計測で取得したデータを統合することで対象となる施設全体を計測する。そのため、各測線のデータが違和感なく合成するようにデータを除去する必要がある。

水中 3D スキャナーで取得できるデータ形式は 3 次元点群データであるため、マルチビームや陸上レーザースキャナーで計測した点群データと統合することが可能である。陸上の点群データと統合することで、陸上～水中をシームレスな空間情報として表現することができる。

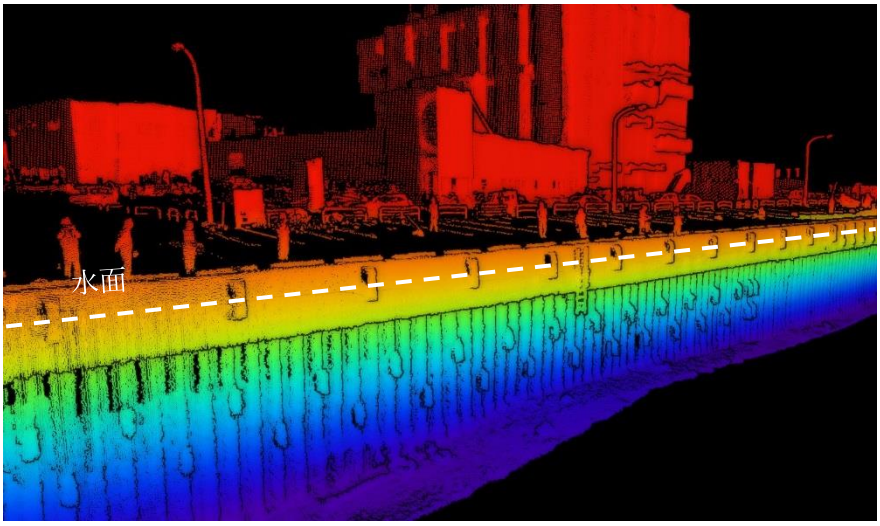


図 4-17　陸上データと水中データの統合（矢板岸壁）

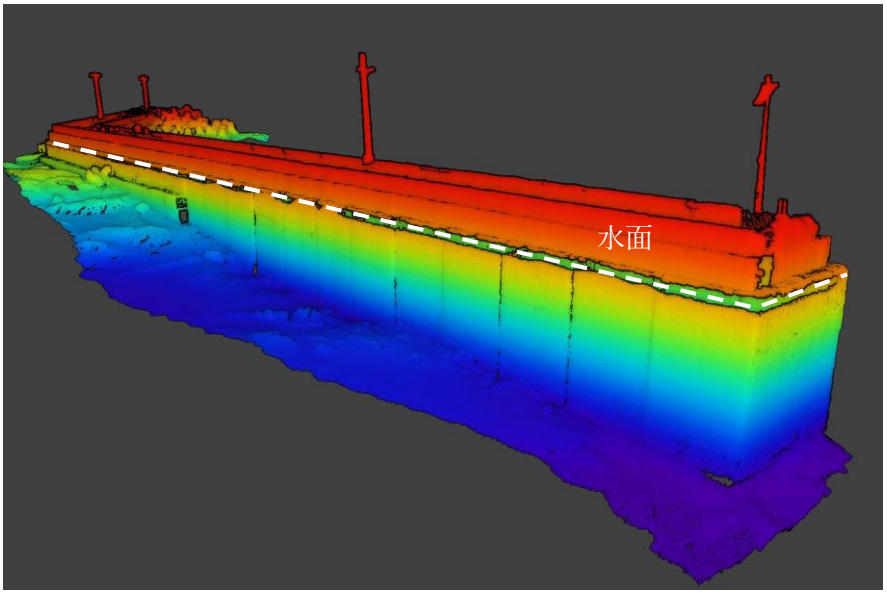


図 4-18　陸上データと水中データの統合（重力式構造物　本体工）

（２）変状箇所の抽出

対象施設ごと、または適当なスパン毎に３次元データを抽出し、変状の起こりやすい箇所（防波堤マウンド法肩・法尻など）を重点的に変状の有無を確認する。

なお、点群データは１方向からのみではなく、回転させてさまざまな方向から俯瞰することで、変状の把握が容易になる。

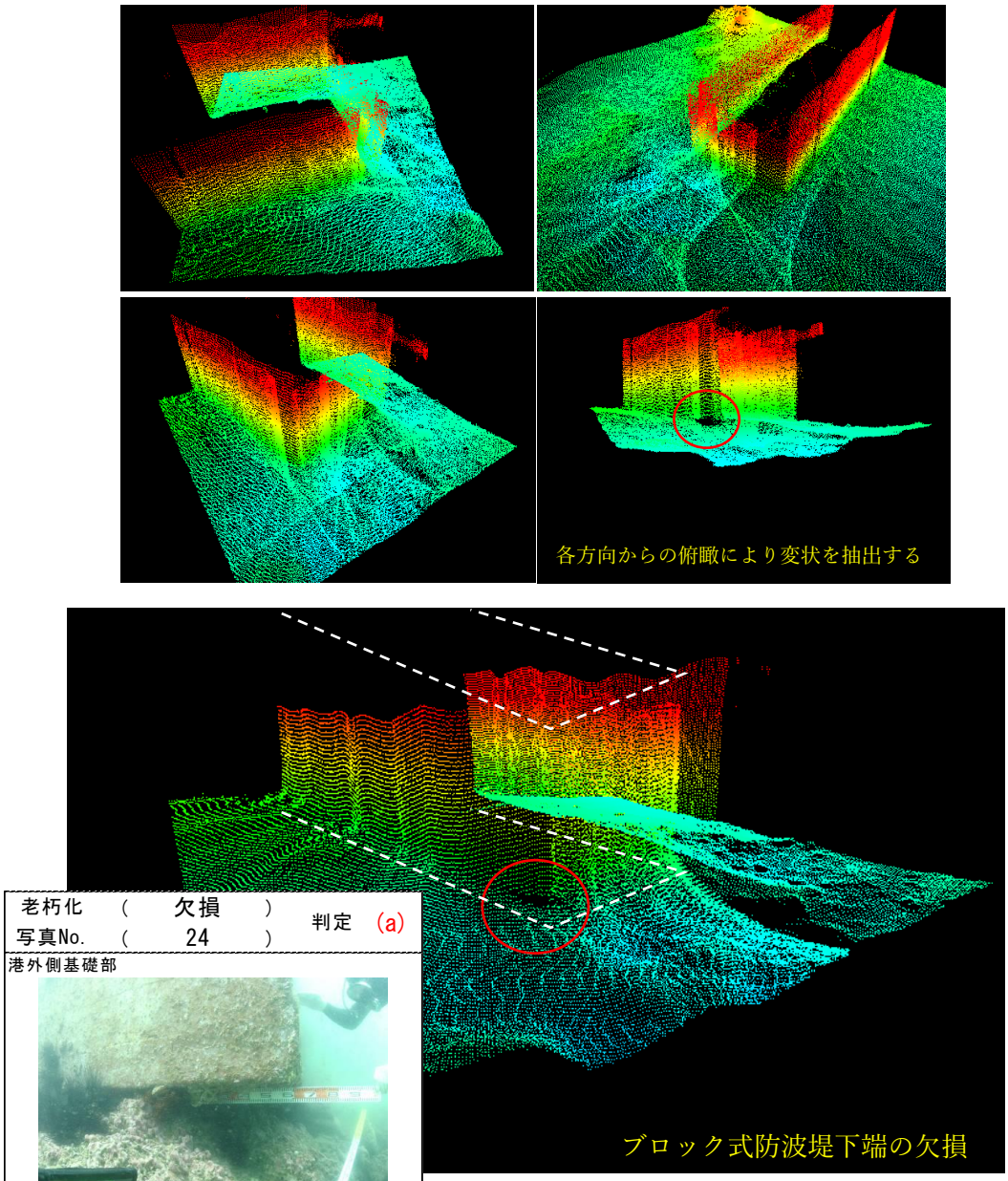


図 4-19　３次元点群データによる変状箇所の抽出

---【参考情報】----------

【電気防食工の陽極の判定】

水中 3D スキャナーとマルチビームを用いた試験では、電気防食工の陽極（L=700mm、300×280mm）を明瞭に把握することができた。

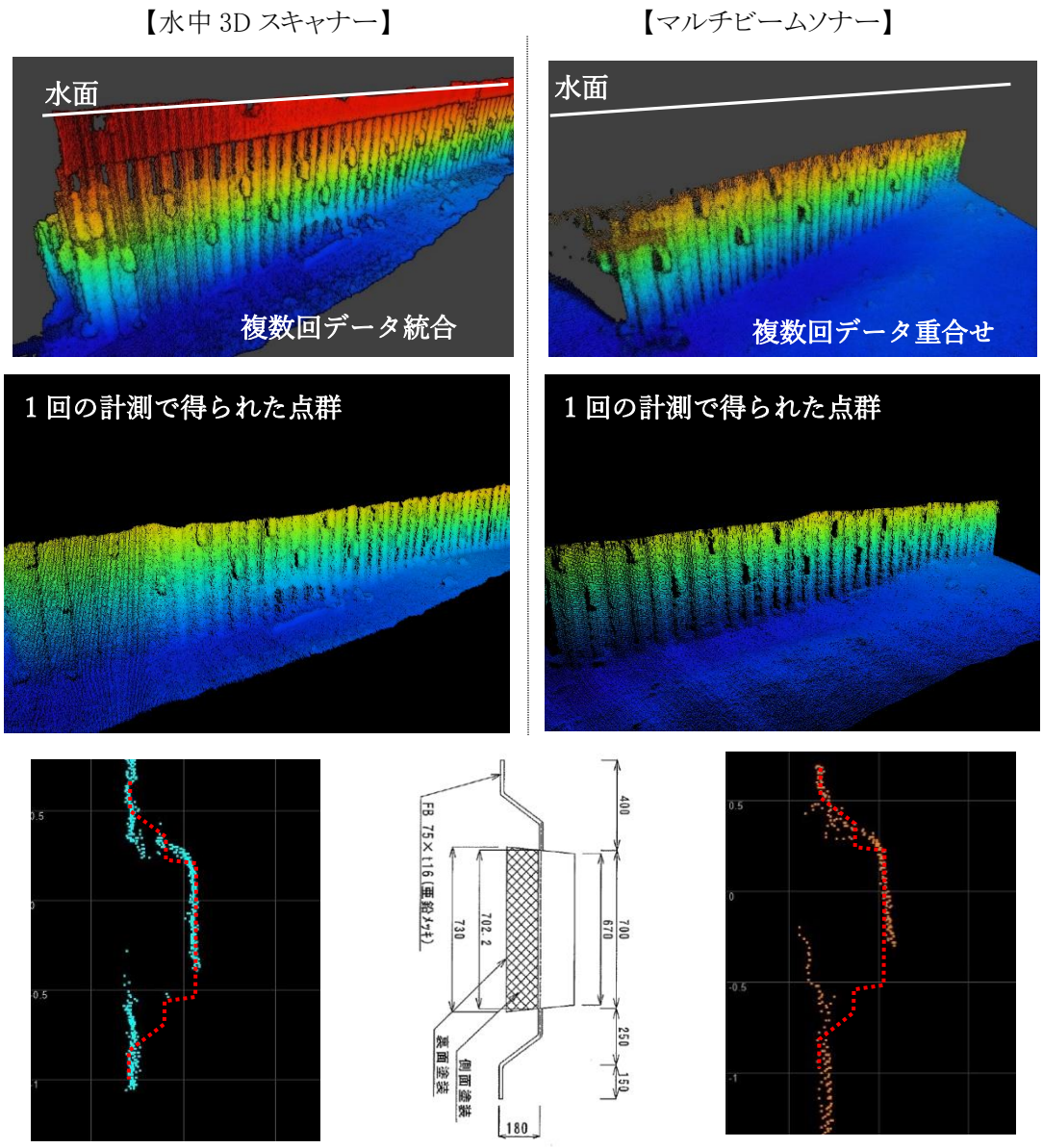
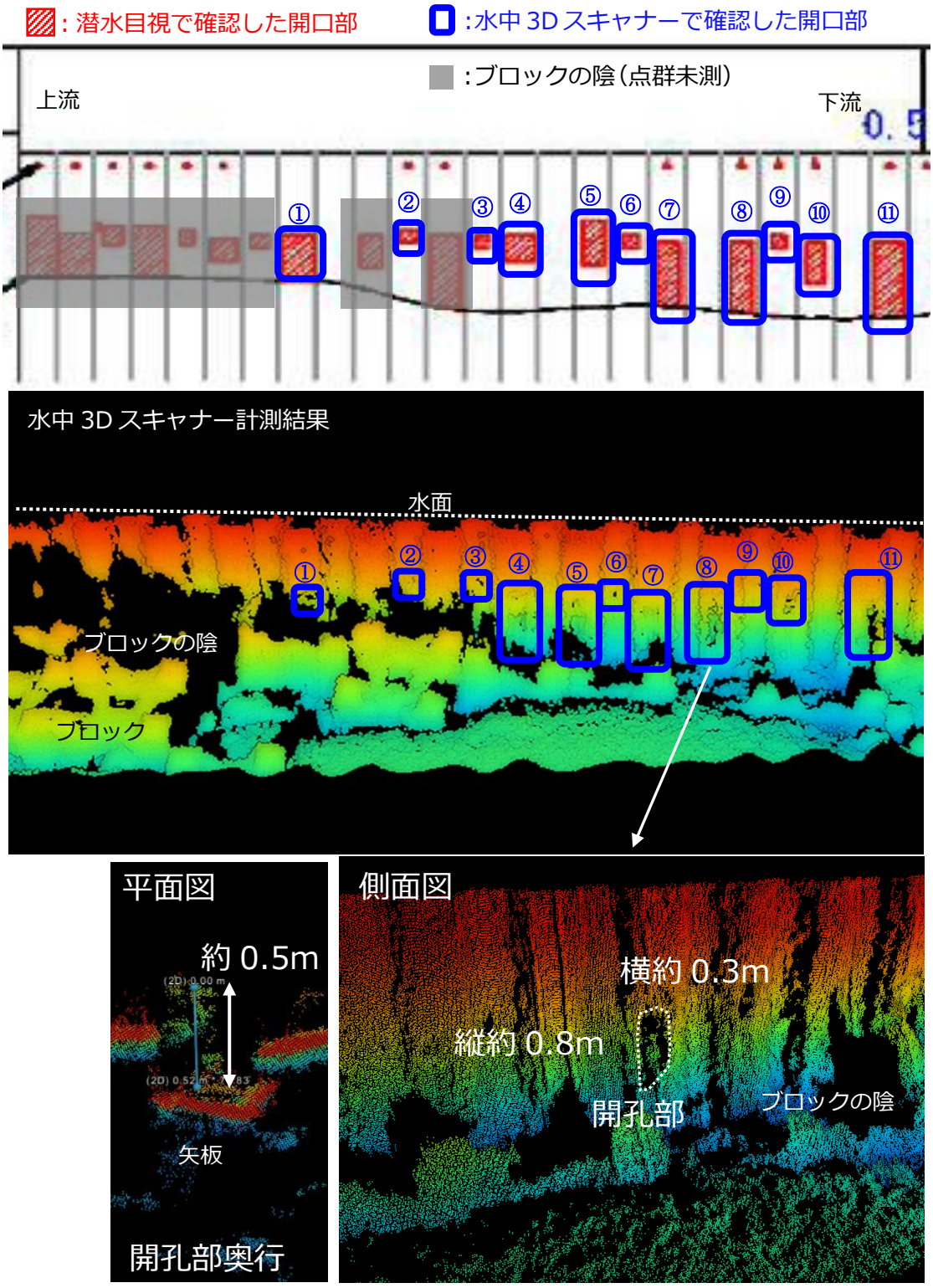


図 4-20　電気防食工の陽極

【矢板護岸の L.W.L 付近の開孔確認】

水中 3D スキャナーによる試験では、矢板護岸の L.W.L.付近の開孔部を明確に確認することができた。



5　安全管理対策

5.1　関連法令

マルチビームを用いた測量に伴う、海上作業については、関係する法令等を遵守する必要がある。

(1)　水路業務法
(2)　測量法
(3)　港則法
(4)　海上交通安全法
(5)　海上衝突予防法
(6)　港湾法
(7)　漁港漁場整備法
(8)　海洋汚染等および海上災害の防止に関する法律

5.2　作業手続き

マルチビームの実施にあたり、事前に水路測量許可、海上作業の許可・届出、他の関係する法令に規定する許可や届出を提出する。また、地方条例や各団体等によって定められた同意・承諾等を遵守してその履行に適切な対応を行う。

さらに、作業の実施にあたっては、調査海域を管轄する関係機関や関係者への作業内容、作業方法および作業工程の周知を行う必要がある。

【解説】

管轄海上保安部への海上作業の許可申請は、原則、作業を行う１か月前までに、受注者が管轄の港長又は海上保安部署等へ行う。水路業務法６条に該当する場合の申請は、所轄の管区海上保安本部長へ行い、２つ以上の海上保安本部管轄海域にまたがる測量の場合は海上保安庁長官へ申請を行う。

この許可申請に基づき、実施される測量作業区域、方法等の公示が行われるほか、水路通報や航行警報が発出され、測量作業について安全周知が行われる。

---【参考情報】----------

【水路測量の概要】

水　路　測　量

水路測量とは、「水路業務法」第２条第１項に定めてある
・水域の測量及びこれに伴う土地の測量
・その成果を航海に利用させるための地磁気の測量
をいいます。

例えば、
その成果を航海に利用させるものはもとより、浚渫、架橋、漁場整備、地震予知研究等に関連した水域の測量も含みます。

このような水路測量を実施しようとするときには、水路測量許可申請または業務委託申込みが必要です。

水路測量許可申請（水路業務法第６条）

水路測量の費用の一部または全部を、国または地方公共団体が負担している場合には、水路測量許可申請が必要です。

実施を計画している水路測量の許可の流れは、右ページのフローチャートで確認してください。申請の詳細については最寄りの管区海上保安本部海洋情報部にお問い合わせください。

なお、許可申請書は、原則として作業を実施する１ヶ月前までに提出してください。これは許可を行った水路測量について、その区域、期間、その他必要な事項を公示するとともに、必要に応じて水路通報や航行警報に掲載して、海域での測量作業や船舶の安全を確保するなどの手続きをとるための期間として必要なものです。

業務委託申込み（水路業務法第２６条）

民間企業が独自に行う水路測量の成果を、海図に採り入れるために海上保安庁職員の立会いを求める手続きです。この水路測量は海図を補正するための基準を満たすように海上保安庁職員が指導・助言を行います。得られた成果は管区海上保安本部海洋情報部で審査を行い、その後海図が補正され船舶の入港等の安全が保たれます。

なお、業務委託申込みには、承認および海上作業の安全を確保するための周知期間を含め概ね４０日程度の日数がかかります。

海上保安庁海洋情報部ＨＰ

http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/suirosoku.html

【参考文献等】

資料名	発行年	発行	備考
海洋調査技術マニュアル －深浅測量編－	平成 27 年 10 月	一社）海洋調査協会	
マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）	平成 31 年 4 月改訂版	国土交通省 港湾局	
水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン	平成 27 年 5 月改訂	水産庁漁港漁場整備部	
漁港漁場設計・測量・調査等業務共通仕様書	平成 30 年 5 月	水産庁漁港漁場整備部	

ａ．課題名

平成 31 年度水産基盤整備調査委託事業「漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」のうち、人工知能（AI）を活用した老朽化診断手法の検討

ｂ．実施機関及び担当者名

［国立研究開発法人　水産研究・教育機構　水産工学研究所］
三上　信雄
［一般社団法人　水産土木建設技術センター］
松本　力
完山　暢
寺澤　知彦
小金山　透

ｃ．ねらい

既存の「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」（以下、「ガイドライン」という）や「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」（以下、「手引き」という）では、簡易調査、老朽化度の評価において調査員の目視を基本としている。しかし、点検における老朽化度判定においては調査員により判定結果が異なることがあり、客観性に欠ける課題がある。今後の技術者不足を考慮すれば、漁港施設の点検・診断においては一層の効率性が求められる。

平成 30 年度では人工知能（AI）を用いた老朽化診断の方向性について取りまとめたところである。平成 31 年度は、平成 30 年度の調査結果を踏まえ、漁港構造物の写真からひび割れを検出し、自動的に老朽化度を判定する診断方法について検討し、診断精度の向上を図るための老朽化状況写真の撮影方法、深層学習方法について検討を行い、実用可能な診断手法の提案を目的とした。

ｄ．方法

１．漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討

１－２　人工知能（AI）を活用した老朽化度診断手法の検討

平成 30 年度調査では人工知能を用いた老朽化度診断の方向性について取りまとめた。平成 31 年度（令和元年度）には、平成 30 年度調査の結果を踏まえ、診断精度の向上を図るための老朽化状況写真の撮影方法、深層学習方法について検討を行い、漁港構造物の写真からひび割れを検出し、自動的に老朽度を判定する診断方法について検討した上で、実用可能な診断手法を提案する。

①人工知能の教師データ及び老朽化度判定に利用するための標準的な写真撮影手法

②人工知能による「ひび割れ」画像判読の高精度化

③判別された「ひび割れ」画像による老朽化度診断の基本システムの構築と実用化の提案

図 d-1-2-1-1 に検討フローを示す。なお、平成 30 年度には図 d-1-2-1-2 のようなフローを提案したが、本年度の検討を進める中で、より的確な手法になるように手順を変更した。

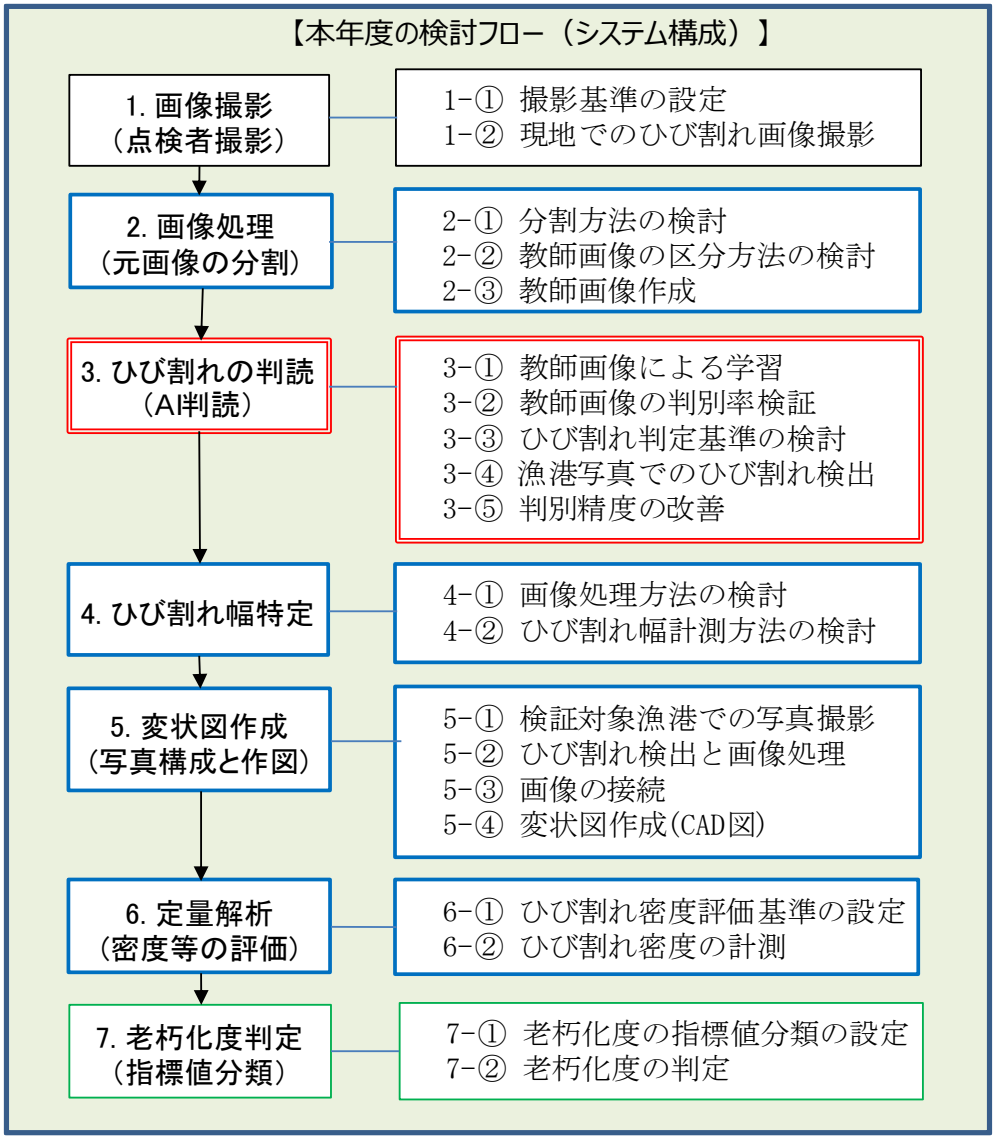


図 d-1-2-1-1　検討フロー（システム構成）

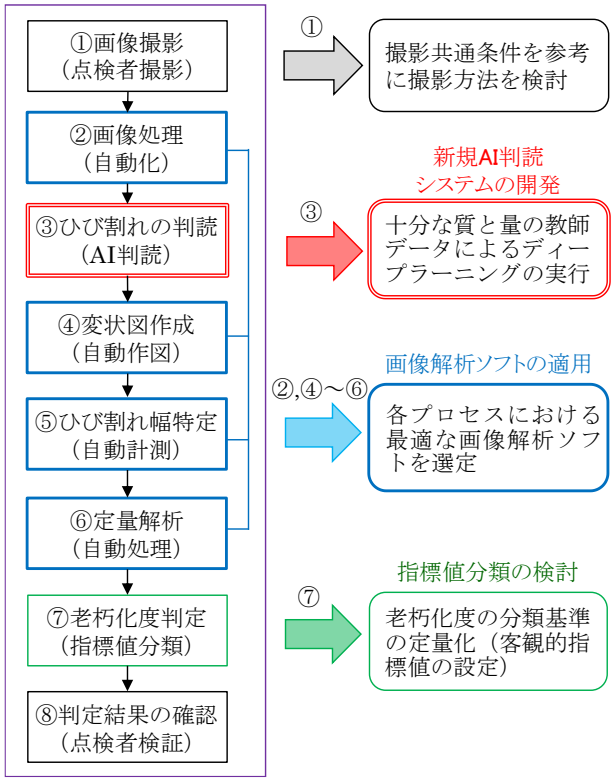


図 d-1-2-1-2　平成 30 年度検討で提案した検討フロー（システム構成）：参考

１－２－１　画像撮影

人工知能によるひび割れ画像の機械学習用の教師データとして必要となる適正な質の写真画像を取得するため、撮影基準（画質仕様も含む）と撮影方法を設定した。

設定した撮影基準に従い、青森県の原田漁港及び長後漁港、神奈川県の三崎漁港においてひび割れ画像の撮影を行った。様々なひび割れ画像のほか、ロープやワイヤー等のひび割れに類似する画像も撮影した。新たに撮影した画像の他、これまでに老朽化診断を実施した北海道の大樹漁港、静浦漁港など 4 漁港の診断結果写真から教師データとして適した画像を収集・抽出した。

１－２－２　画像処理

撮影した画像は、2000 万画素の情報であるので、これを AI が学習する標準的な画像サイズである 256×256 ピクセルの範囲で取り出した。これを AI に学習させるほか、元の写真をこの 256×256 ピクセルに区分し､各区分箇所についてひび割れの有無を AI に判別させることとした。

教師画像は、明確な（太い）ひび割れ、細いひび割れなどひび割れ状態に応じて画像のパターンを分類した（5 分類)。また、ひび割れ以外に関しては、ロープ等の器具、海面、風化したコンクリート面など漁港施設の特徴を踏まえて分類した（4 分類)。

こうした分類に従って、現地で撮影したひび割れ写真から、AI の教師データを切り出して作成した。1 枚の漁港施設の写真から 50 枚程度の教師画像を抽出し、さらにこれらを 90°， 180°，270° 回転した上で鏡像反転し、約 9000 枚の教師画像データを作成した。

１－２－３　ひび割れの判読

9 パターンの教師画像を AI モデル AlexNet に学習させ、ひび割れ判読を行った。学習させた教師画像を改めて判別させ精度を確認した結果、判別精度は 91.5%～100%の範囲であり、ほぼ十分に学習し判別できる精度であった。このモデルを用いて、漁港施設の写真を判別したところ、ひび割れを検出したほか、ロープや海面なども認識し、従来想定していないひび割れ以外のものも判別できることを確認した。

１－２－４　ひび割れ幅特定

教師画像からひび割れを人工知能が検出した上で、その画像を処理してやひび割れ幅の数値情報を取得する手法を開発した。漁港施設の写真は 22×17 ブロックに区分しているので、AI がひび有りと判定したブロックごとにひび割れ箇所のピクセル数（1 ピクセル＝１㎜）を検出し、ピクセル数が最大の箇所をそのひび割れの幅とした。

１－２－５　変状図作成

銚子漁港（千葉県）でひび割れ写真を撮影し、AI 判別システムの判別精度を確認するとともに変状図を作成した。写真は施設を連続して撮影し、これを接続して施設全体の画像を作成した。この作業は自動処理ではなく、調査者が目視で繋ぎ合わせの作業を行い、CAD 図を作成した。

別途、各写真について AI がひび割れの有無を判別し、ひび割れ幅を検出した画像を接続した後、これを基に調査者が CAD 図を作成した。

１－２－６　定量解析

ひび割れの密度等については、次年度の課題とした。

１－２－７　老朽化診断判定

ひび割れ判定システムに適用するため、現行の判定基準において定性的な表現となっている評価基準（記述内容）を定量化した指標値分類(案)を設定した。また、AI に基づく一連のひび割れ判読実施手順のなかで、より精度を向上させるために改良すべき点を取りまとめた。

e. 結果

１． 漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討

１－２　人工知能（AI）を活用した老朽化度診断手法の検討

１－２－１　画像撮影

漁港施設の撮影方法は、AI の学習用の教師画像を取得すると共に、今後の老朽化診断において実用的に運用できることを念頭に検討した。

（１）撮影基準の設定

平成 30 年度の検討を踏まえ、具体的な撮影基準を設定した。表 e-1-2-1-1 に撮影条件と撮影方法を示す。この撮影方法では、特に撮影物までの距離を重視しており、カメラの解像度（画素数）を基に対象物を 1mm/pixel で撮影できる手法とした。これによりひび割れの老朽化度診断の判定基準（後述）に照らして、老朽化度を判定できる。

表 e-1-2-1-1　撮影条件と撮影方法

項目	条件内容
使用カメラ	市販のコンパクトデジタルカメラ 解像度は 2000 万画素を基本とする。 （この基本解像度以下でも良いが、画像のピクセルサイズを一定にするため、撮影距離を一定として撮影範囲は固定する。）
撮影条件	撮影の対象に対して極力正対させて正面から撮影する。
ISO 感度	ISO 感度 200 以下としてノイズが乗らないように撮影する。
シャッター スピード	手振れ・カメラ振れにより不鮮明な画像とならないようにシャッタースピードを 1/100 秒以上に設定し撮影する。 現行のコンパクトデジタルカメラであれば、鮮明な画像となるように自動的に撮影設定は調整される。
ファイル 保存形式	AI 及び画像解析ソフトがサポートするファイル形式で撮影する。 JPG 形式等。
撮影物までの 距離の確認	横 5152×縦 3864 画素（1990 万画素）の場合、1mm/pixel（3mm 幅のひび割れを 3pixel で解像）とすると 5m×3.8m の範囲が撮影できる。 あらかじめ撮影範囲をメジャーで確認し撮影距離を固定する※1。
撮影方法	天端面等は支持棒等で上空から下向きに撮影する。支持棒を台車等に固定し移動しながら撮影※2する。（UAV も想定） 壁面は正対するよう指示棒等を工夫する。
	撮影画像の位置と連続性が分かるように番号付けや目盛りをあらかじめ設定しておく。
	支持棒上のカメラの画像を確認できるように WiFi で手元のスマートフォンやタブレット等に画像を転送できる機能やリモコン機能を活用する。
	検査対象と無関係な領域（背景など）は極力写らないようにする。

※1：各画像のラップ率は 10%程度とする(画像の連続性が確認できる程度)

【具体的な撮影方法】

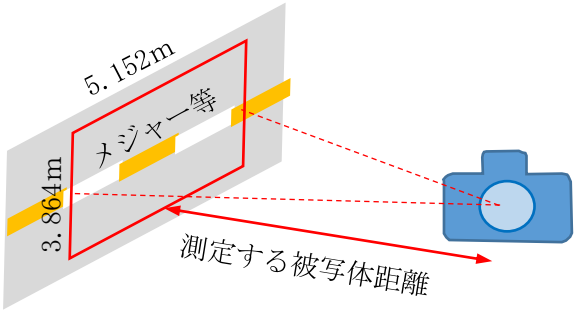
デジタルカメラを指示棒に取り付け、被写体までの距離を固定して撮影した。このとき、写真の連続性がわかるように画像の一部を重ねて順次撮影した。将来的には手持ちではなく、UAV での撮影も想定して、こうした撮影方法とした。撮影に際し、カメラの画像を手元のスマートフォン確認しリモコンで操作した。

【撮影範囲と距離の事前確認】

カメラの画素数が横 5152×縦 3864 画素（1990 万画素）の場合、1mm/pixel（3mm 幅のひび割れを 3pixel で解像）とすると、

5152 pixel×1mm/pixel=5152mm

となるような被写体距離を計測しておく。



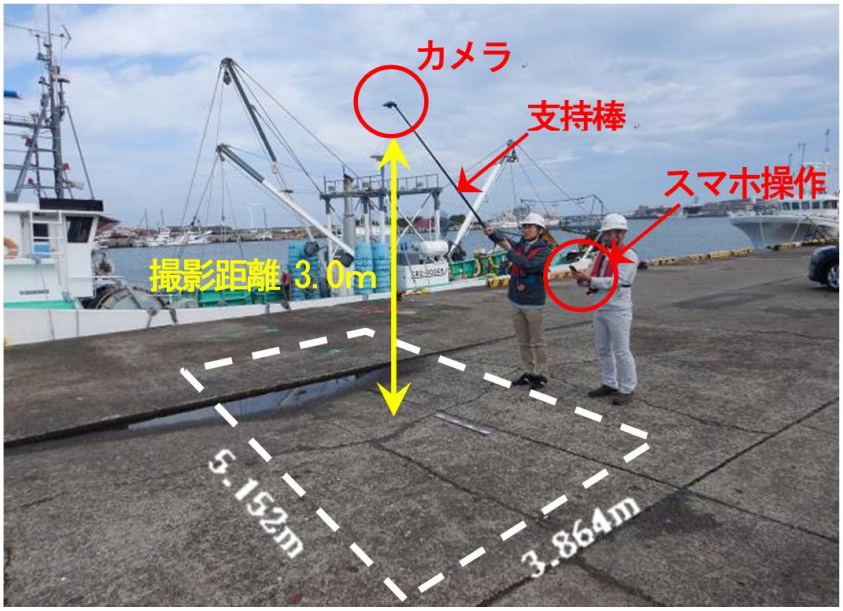


図 e-1-2-1-1　上：撮影距離の設定、下：撮影方法

（２）現地でのひび割れ画像撮影

以下の漁港でひび割れ画像およびその他施設を新たに撮影した。対象とした漁港は、これまでの老朽化度診断において、ひび割れが顕著に見られた漁港である。現地での撮影作業では、ひび割れのほか、ロープや設置物、漁港特有の「湿潤状態」「表面摩耗」「付着物」「糞」等、コンクリート面の複雑・多様な状況を撮影した。

なお、撮影当日は晴天であったため、「湿潤状態」は、バケツで海水を汲んで濡らした上で撮影した。

表 e-1-2-1-2　画像取得の現地作業を実施した漁港と撮影内容

漁港名	区分	枚数
青森県原田漁港	ひび割れ画像	62
	その他施設の画像	47
青森県長後漁港	ひび割れ画像	46
	その他施設の画像	32
神奈川県三崎漁港	ひび割れ画像	129

【原田漁港のひび割れ画像】　【長後漁港のひび割れ画像】　【三崎漁港のひび割れ画像】

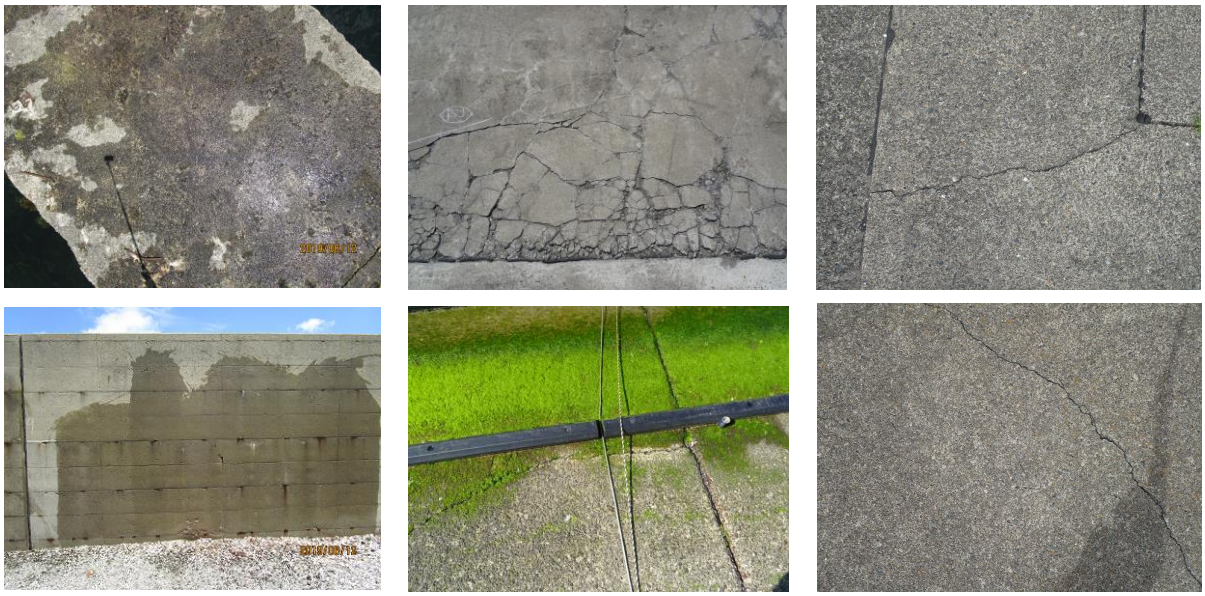


図 e-1-2-1-2　漁港での撮影画像例

図 e-1-2-1-3　原田漁港での撮影作業

このほか、過去に老朽化度診断を実施した以下の漁港から、教師画像データとして利用できるひび割れ画像を抽出した。なお、これらの画像は前述の撮影基準に適合していないので、厳密にはひび割れ幅等を評価できないが、AI の学習用の教師データを補足するものとして利用した。

表 e-1-2-1-3　既存の老朽化度診断結果から教師データに利用した画像

漁港名	区分	枚数
北海道大樹漁港	ひび割れ画像	25
北海道静浦漁港	ひび割れ画像	18
北海道雄武漁港	ひび割れ画像	32
北海道川白漁港	ひび割れ画像	38

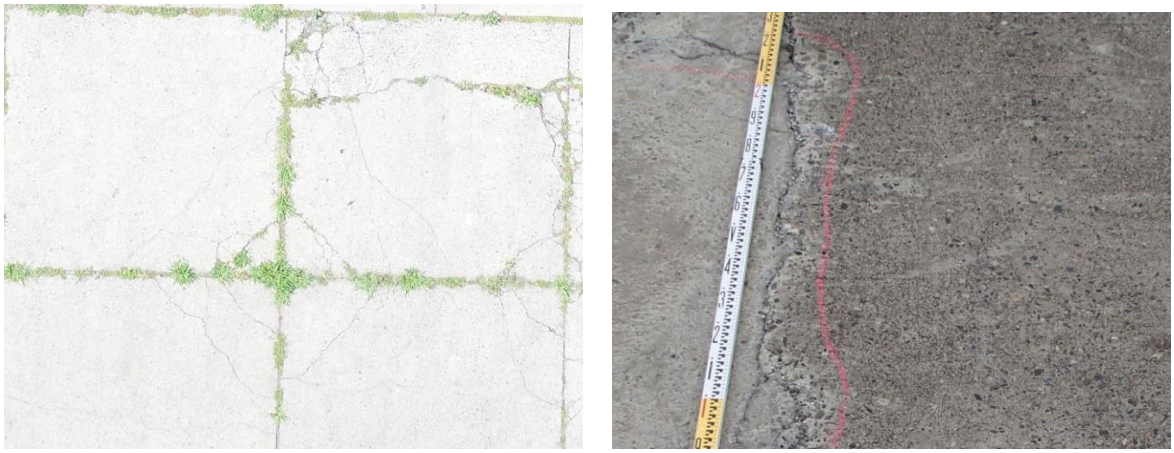


図 e-1-2-1-4　既存の老朽化度診断結果で参照した画像例
左図：静浦漁港、右図：雄武漁港

１－２－２　画像処理

（１）分割方法の検討

教師データは、元の写真からひび割れ画像またはひび割れ無しの画像を 256×256 ピクセルの範囲で取り出して作成した。このピクセル数は、画像解析 AI である AlexNet の一般的な判別画像サイズである。なお、今回使用した MATLAB の AlexNet（画像判別で採用した既存のニューラルネットワーク）の判別サイズは 227×227 ピクセルであるが、今後の一般的なサイズでの判別を想定し、教師画像は 256×256 ピクセルで作成した。

なお、1 枚の漁港施設の写真から 50 枚程度の教師画像を抽出し、さらにこれらを 90°、180°、270°回転した上で鏡像反転し、約 9000 枚の教師画像データを作成した。なお、こうした教師画像作成方法は、試行錯誤を繰り返して設定したため、全画像を同じ処理をしたわけではなく、逐次改良しながら最終的に教師画像数が約 9000 枚となった。

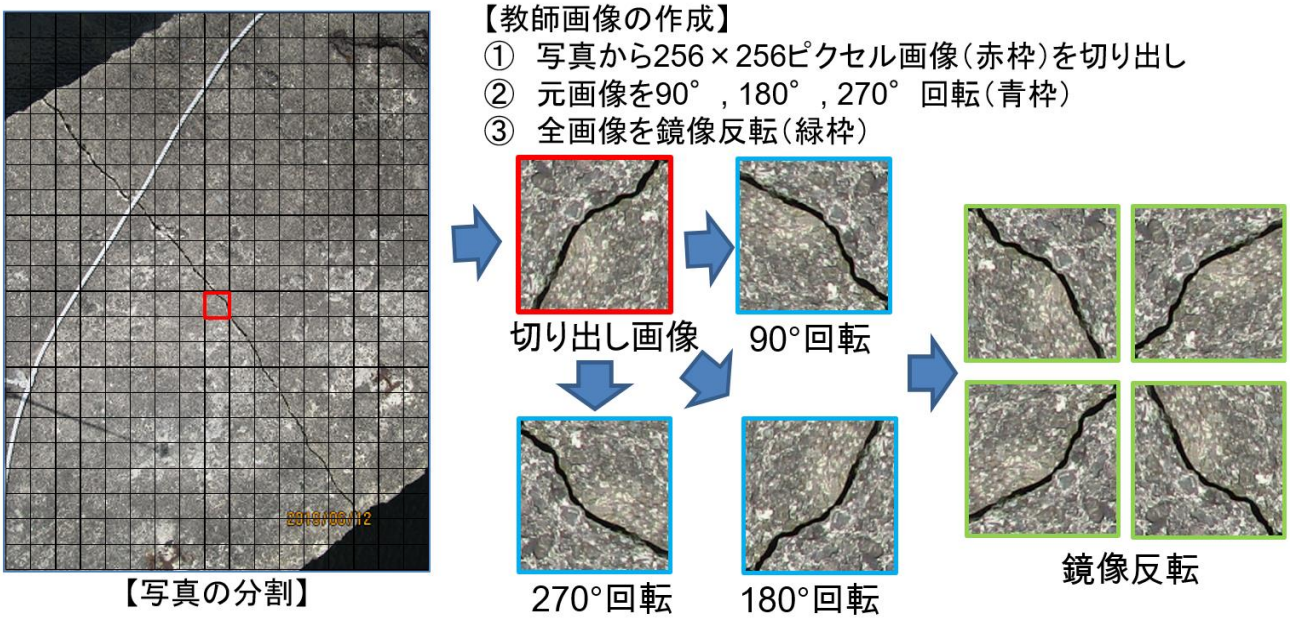


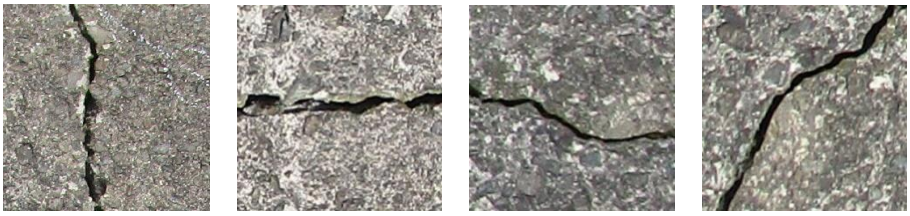
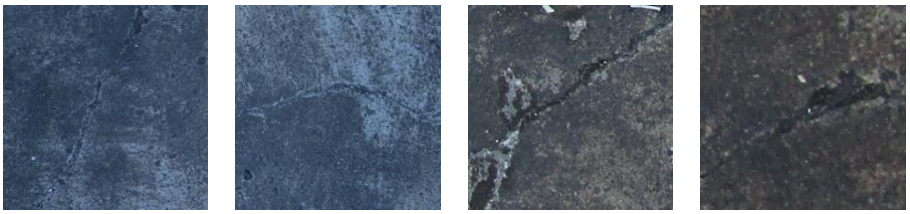
図 e-1-2-2-1　画像分割方法の検討

（２）教師画像の区分方法の検討

ひび割れ画像は A～E の 5 パターンに区分して検討を行った。また、ひび割れ無しの画像は A～D の 4 パターンに区分しており、全体で 9 区分として AI に学習させた。どのように画像をパターン分けするかで AI 学習度と判別精度が異なる。

最初の取り組みとして、教師データを 9 パターンとし、学習度のパラメータや画像判別の確立判定基準等を調整し、より判読率の高い AI の作成を志向した。表 e-1-2-1-4 にひび割れ有り教師データの 5 パターンの事例を示す。ひび割れ A は判定基準案（後述）の幅 3 ㎜以上の画像であり、ひび割れ B は幅 1 ㎜程度のものとした。このほかに、湿潤や欠け、埋没などのパターンを区分した。

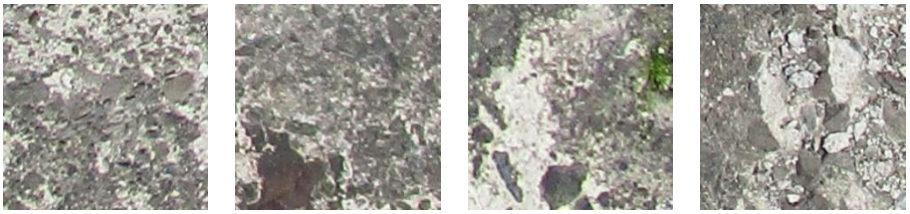
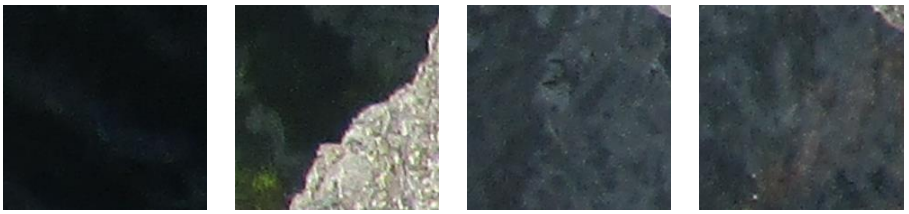
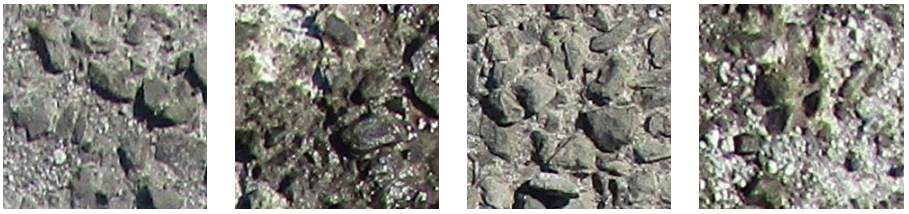
表 e-1-2-2-1　ひび割れ有り教師データの 5 パターン

区分	画　像　例
ひび割れ A 太いひび割れ ：幅 3mm 以上 （Index1）	
ひび割れ B 細いひび割れ ：幅 1mm 程度 （Index2）	
ひび割れ C 暗い画像または濡れた画像 （Index3）	
ひび割れ D 幅が広く欠けがあるひび割れ （Index4）	
ひび割れ E 埋もれたひび割れ （Index5）	

ひび割れのない画像についても教師データを作成した。こうしたコンクリート面のほかロープ等や草、海面等の画像判別精度を高めることで、ひび割れの判別精度も向上させることができる。表 e-1-2-1-4 にひび割れ無し教師データの 4 パターンを示す。比較的なめらかなコンクリート面、ロープなどの残置物、海面または海面との境界、劣化が進んだコンクリート面に区分した。

このうちひび無し B は、ロープや雑草などが写った画像であり、多様な特徴を持つ。これらは更に別途区分したほうが、精度が向上するものと考えられる。

表 e-1-2-2-2　ひび割れ無し教師データの 4 パターン

画像の区分	画　像　例
ひび割れ無し A 比較的なめらかなコンクリート面 （Index6）	
ひび割れ無し B ロープなどが写った画像 （Index7）	
ひび割れ無し C 海面または海面との境界 （Index8）	
ひび割れ無し D 劣化が進んだコンクリート面 （Index9）	

（３）教師画像作成

9 パターンの区分に従って教師画像を作成した。そのうえで、判別精度の低い画像や誤判定する画像の特徴を分析し、別途教師データ数を増やし、追加で学習させて逐次判別可能なひび割れのバリエーションを増やした。

１－２－３　ひび割れの判読

（１）教師画像による学習

9 パターンの教師画像を AI モデル AlexNet に学習させ、教師画像を改めて判別させ精度を確認した。学習パラメータのうち、エポック数 10、基本学習率 0.001 を設定し、最終的な学習度（ミニバッチの精度）96～100％であった。判別精度は 91.5%から 100％の範囲であり、ほぼ十分に学習し判別できる精度であった。

AlexNet は画像認識において現在最も標準的に利用されている CNN（convolutional neural network：畳み込みニューラルネットワーク）の一つであり、MATLAB の AlexNet は既に 100 万枚を超えるイメージで一般物を学習しているため、ひび割れ等の変状を他のものと誤判別する可能性が低い。なお、他に GoogLeNet や ResNet など多様な CNN の研究が進められている。

【人工知能の概要】

・・AI（Artificial Intelligence）：人間の知的ふるまいの一部をソフトウェアにより人工的に再現したアルゴリズムを示す。知的ふるまいとは、学習した内容に基づき適切に対応することを指す。

・学習：以前の経験を土台にして新しい適応の仕方を習得していくこと。学習によって知識が蓄積したり、新たな技術を習得したりして、学習者の内部状態が外部環境により適合する方向に変化する。こうして、新たな問題が与えられた際に、より巧妙に対処できるようになる。

・学習機能を持つアルゴリズムを指す。アルゴリズムには様々な手法が開発されており、課題によって適した手法を選択する必要がある。以下のうち、画像判別等では、ニューラルネットワークを活用した例が多い。

・ディープラーニングと：特定の事象に内在しているルール・特徴をコンピュータが自動で学習する手法。機械学習の一つで、自動的に機能強化を推し進める学習方法。

・ニューラルネットワーク：深層学習の基礎技術であり、神経細胞をモデル化した計算素子として人工ニューロンを組み合わせた階層型ネットワークで構成される。単体の人工ニューロンは図 e-1-2-2-2 のとおりであり、2 つの入力信号に対して 1 つの信号を出力する。

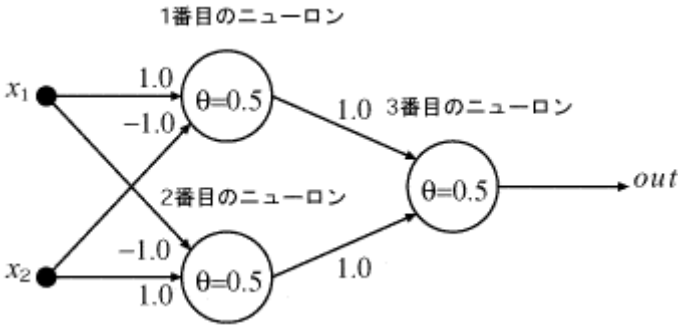


図 e-1-2-3-1　人工ニューロン

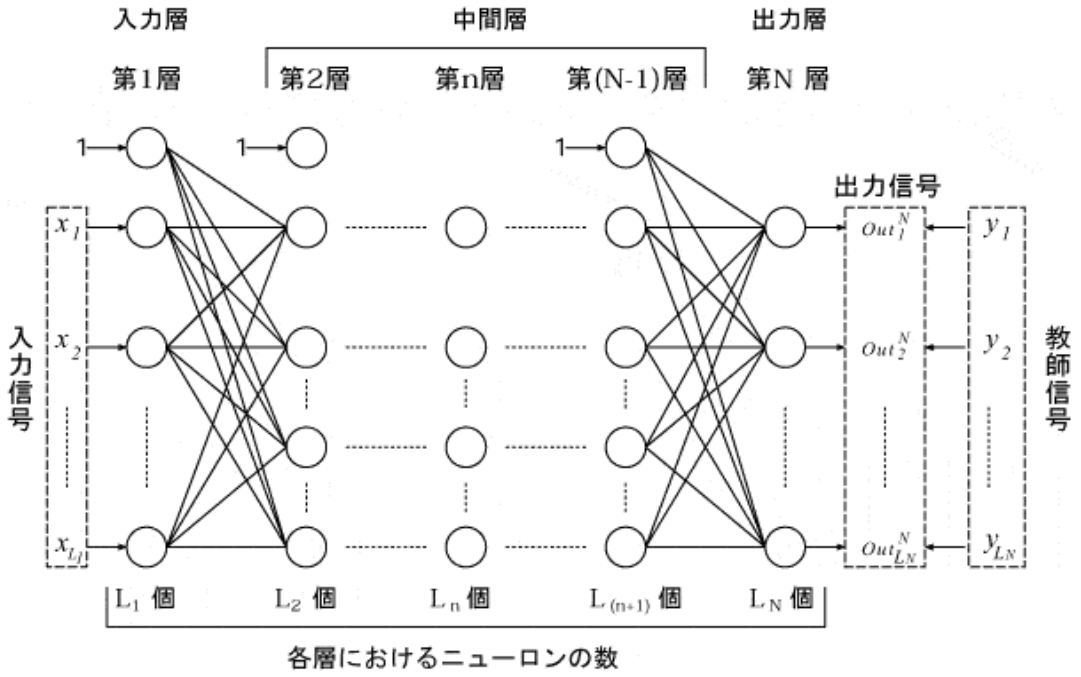


図 e-1-2-3-2　 N 個の層を持つ階層型ニューラルネットワーク

・深層学習：階層型のニューラルネットワークのうち、多くの層で構成され、層の階層構造が深いネットワークを利用した機械学習を指して深層学習という。本検討で採用した AlexNet は階層型ニューラルネットワークである。

・畳み込みニューラルネットワーク：何段もの深い層を持つニューラルネットワークで、特に一般物体認識と呼ばれる画像認識のタスクで優れた性能を持つアルゴリズムである。

・汎化：学習データ以外の新たなデータに対しても正しく推定を行うことのできる能力を持つ。濡れた面など多様な状況の写真からひび割れを正しく検出することが期待される。

・教師データ：機械学習の教師あり学習において、人工知能のニューラルネットワークがあらかじめ与えられる、例題と答えについてのデータを教師データと呼ぶ。訓練データに位置付けられる。この大量のデータをもとに、ニューラルネットワーク自体が出力結果の正否を判断し、最適化を行う。

（２）教師画像の判別率検証

9 パターンの教師画像を学習した AI モデル AlexNet により、教師画像を改めて判別させ精度を確認した。ひび割れ有りがひび割れ無し、または、ひび割れ無しがひび割れ有りと判別されたのは、11 画像のみであり、全体 1620 枚のうちので 11 枚なので（下図の朱色枠の箇所）、誤判定は 0.7%であった。本システムの目的は「ひび割れの判別」であるので、ひび割れ画像が誤判別されなければ良いものとする。判定結果を図 e-1-2-2-4 に示す。このうち、ひび割れが有る画像でありながら、ひび割れ無しと判定した 9 枚の画像について表 e-1-2-2-3 に示す。

今後は、ひび割れの 5 パターン以外の画像、例えば網目状のひび割れなどの教師データを追加し、多様なひび割れに対応できるネットワークに改良する。

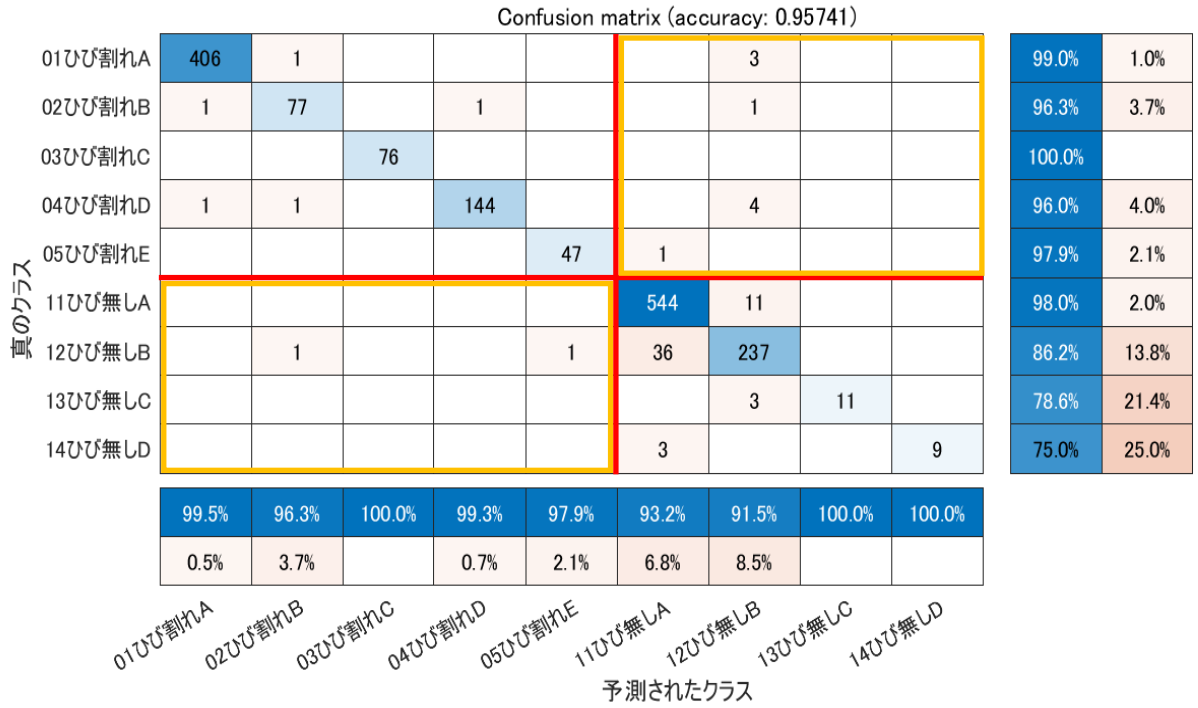
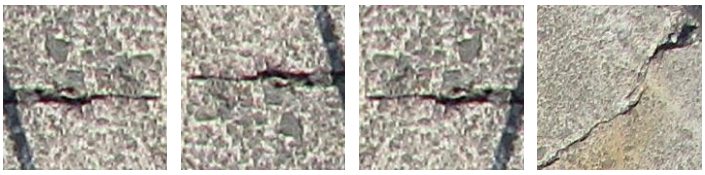


図 e-1-2-3-3　学習済みネットワークによる教師画像の判別結果（精度検証）
横方向は検証画像がどのクラスに判別されたかを示し（入力に対する判別結果）、縦方向は判別された各クラスにどの画像が含まれるかを示す（出力された結果の内容）

表 e-1-2-3-1　ひび割れ有画像であるが、ひび無しと誤判定した画像

真のクラス	予測されたクラス	画　　像
01 ひび割れ A	12 ひび割れ無し B	
02 ひび割れ B	12 ひび割れ無し B	
04 ひび割れ D	12 ひび割れ無し B	
04 ひび割れ E	11 ひび割れ無し A	

（３）ひび割れ判定基準の検討

22×17=374 区画の画像について、どのようなひび割れ画像の枚数や連続性を考慮すると的確にひび割れの「有り」と「無し」を分別できるかを検討した。

各セグメント(227×227)の判定結果のうち、1～5 の累計がある一定数を超えたときに「ひび割れ」と判定した。下図のように、５枚の時に最大の正答率を示している。なお、正答率算出用の写真は、0.3㎜ 以上のひび割れを含む写真をひび割れありとして、112 枚(あり:ひび割れ=58:54)の正答数で正答率を算出した。

8	8	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
8	7	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
7	1	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
7	6	6	6	6	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	8
7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
6	6	6	7	7	7	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	7	8
6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8
6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8
6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	7	7	6	6	6	7	8

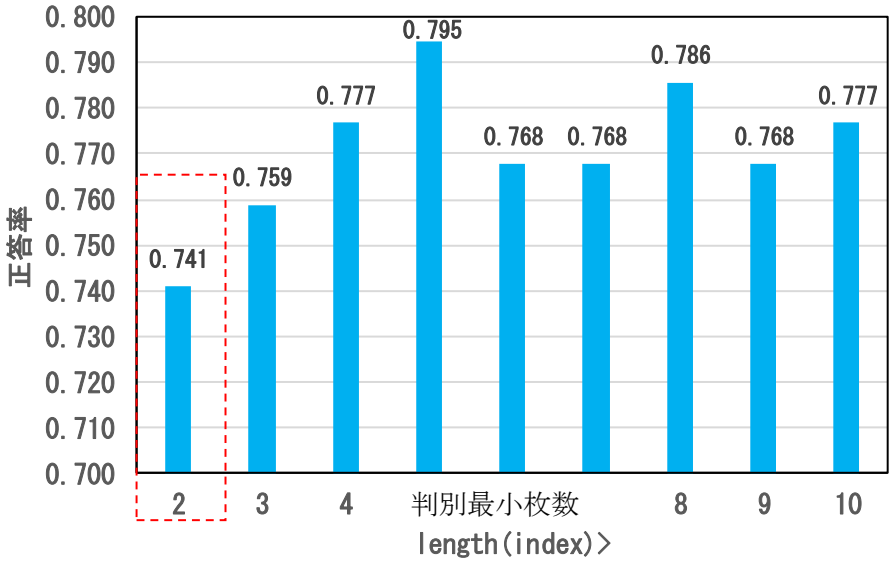
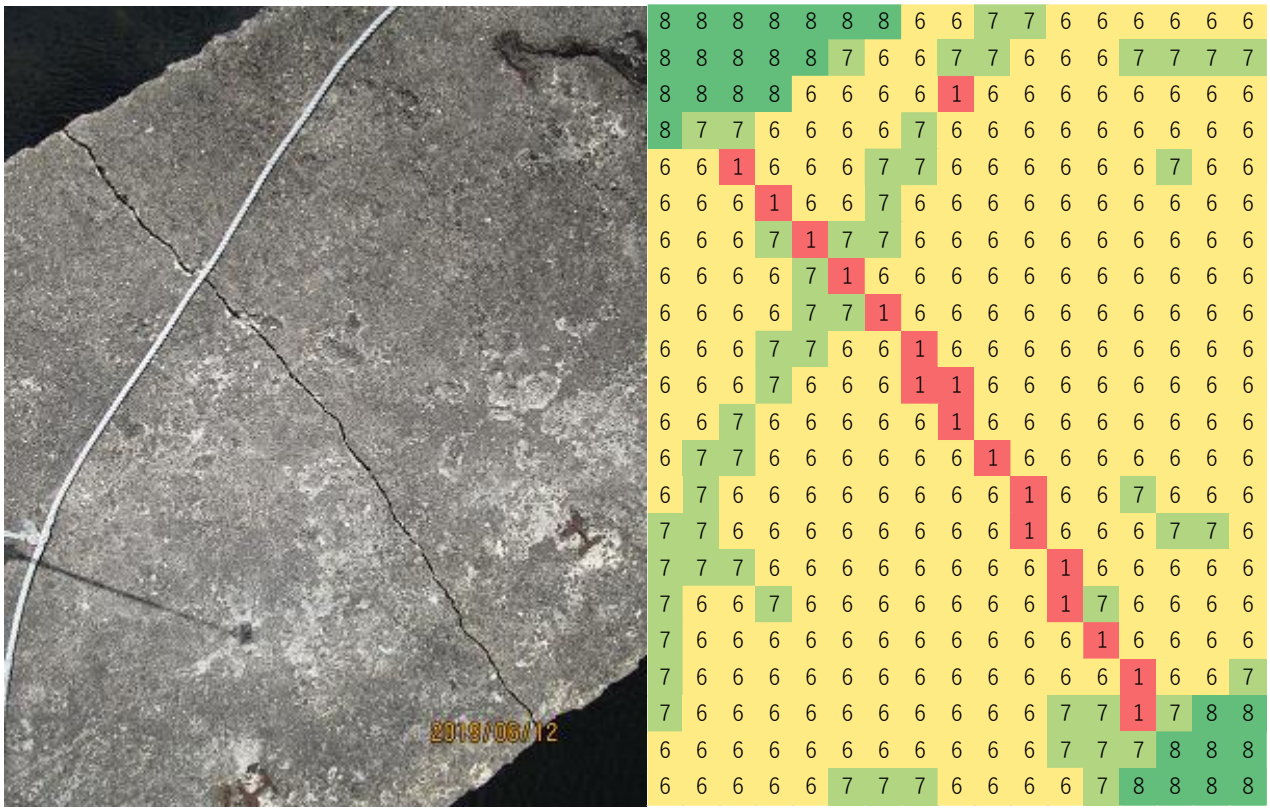


図 e-1-2-3-4　ひび割れ区画枚数による判別精度の検討

判別最小枚数>5 のときに最大(0.795)を示す。

（４）漁港写真でのひび割れ検出

学習した AlexNet を適用して、青森県原田漁港及び青森県長後漁港で撮影した画像のひび割れ検出精度を検討した。一例を図 e-1-2-2-5 に示す。左図が判別のための元画像であり、これを分割して各区分を 9 パターンで判別したものが右図である。この画像のひび割れは全て「ひび割れ A（Index1）」と判別されている。また、海の画像である Index8 やロープなどを示す index7 も適正に判別している。



No.	ひび割れ有り	No.	ひび割れ無し
1	太いひび割れ：幅3mm以上	6	比較的なめらかなコンクリート面
2	細いひび割れ：幅1mm程度	7	ロープなどが写った画像
3	暗い画像または濡れた画像	8	海面または海面との境界
4	幅が広く欠けがあるひび割れ	9	劣化が進んだコンクリート面
5	埋もれたひび割れ		

図 e-1-2-3-5　漁港施設元画像（左図）と AI での判別後のインデックス分布（右図）
この画像ではひび割れ A（Index1）が検出された

他の事例を図 e-1-2-2-6～図 e-1-2-2-8 に示す。亀甲状のひび割れや埋もれたひび割れなど、多様なひび割れのうち、十分に判別できていない事例も見られる。今後、学習の教師画像の区分方法等の再検討により改善を図る必要がある。

8	8	8	8	8	8	7	6	6	6	6	7	6	7	7	7	7	1	2	7	7	6
8	8	8	8	8	7	7	6	6	6	6	7	2	7	6	7	2	2	7	7	7	6
8	8	8	8	7	7	6	6	7	6	6	7	7	1	2	6	2	1	6	7	7	6
8	8	8	7	6	7	2	6	6	6	6	7	5	2	2	2	7	7	6	6	7	7
8	8	7	7	6	7	6	6	6	7	6	2	2	7	1	1	7	6	6	6	8	8
8	7	6	6	6	7	6	7	6	6	7	2	2	1	7	7	7	6	6	6	3	8
8	7	6	6	6	7	6	6	6	2	2	2	2	2	7	6	6	6	6	3	3	3
7	6	6	6	7	6	6	5	7	7	2	2	2	7	6	6	6	6	3	3	3	3
6	6	6	7	6	6	6	6	7	2	4	1	7	7	6	6	7	6	6	3	6	8
6	7	7	6	6	6	6	7	2	2	1	2	7	6	6	6	6	6	6	6	8	8
7	6	7	7	6	6	7	7	2	1	1	7	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8
6	6	7	6	7	6	7	7	7	7	1	7	6	6	6	6	6	3	6	7	8	8
7	7	6	7	7	7	6	2	1	7	9	6	7	6	6	6	6	6	7	8	8	8
6	6	7	6	7	7	6	7	7	9	6	6	7	7	3	3	3	7	7	8	8	8
6	6	6	7	2	6	6	7	7	6	6	6	7	7	7	3	3	7	7	7	7	7
6	7	6	6	7	7	7	7	7	7	6	6	6	7	6	7	7	8	8	8	8	6
6	6	6	7	6	6	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	8	8	8	8	6	6

No.	ひび割れ有り	No.	ひび割れ無し
1	太いひび割れ：幅3mm以上	6	比較的なめらかなコンクリート面
2	細いひび割れ：幅1mm程度	7	ロープなどが写った画像
3	暗い画像または濡れた画像	8	海面または海面との境界
4	幅が広く欠けがあるひび割れ	9	劣化が進んだコンクリート面
5	埋もれたひび割れ		

図 e-1-2-3-6　漁港施設元画像（上図）と AI での判別後のインデックス分布（下図）

この画像では多様なひび割れ（Index1～Index4）が検出された。

また、暗い色の個所がひび割れ（Index3）と誤判定された。

6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6
7	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6
8	7	6	6	6	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6
6	7	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6
6	6	7	3	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	6	6	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8	7	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6
6	7	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

No.	ひび割れ有り	No.	ひび割れ無し
1	太いひび割れ：幅3mm以上	6	比較的なめらかなコンクリート面
2	細いひび割れ：幅1mm程度	7	ロープなどが写った画像
3	暗い画像または濡れた画像	8	海面または海面との境界
4	幅が広く欠けがあるひび割れ	9	劣化が進んだコンクリート面
5	埋もれたひび割れ		

図 e-1-2-3-7　漁港施設元画像（上図）と AI での判別後のインデックス分布（下図）

この画像ではひび割れが十分に検出されていない。

6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	7	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	7	5	5	7
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	2	6	6	6	6	6	5	7	6	7
6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	2	6	6	6	7	7	6	7	6
6	6	6	6	5	6	6	6	7	5	6	6	6	6	6	6	5	7	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	5	5	7	5	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	5	7	6	6	5	6	6	6
6	6	6	6	6	7	2	6	6	6	6	6	6	5	7	5	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	7	6	6	2	6	6	6	6	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	7	7	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
6	7	7	6	6	6	6	6	6	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7
7	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7
7	6	6	6	6	6	6	6	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
7	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	7	7	7	7
6	7	7	6	6	7	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6
6	7	5	6	7	7	5	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6

No.	ひび割れ有り	No.	ひび割れ無し
1	太いひび割れ：幅3mm以上	6	比較的なめらかなコンクリート面
2	細いひび割れ：幅1mm程度	7	ロープなどが写った画像
3	暗い画像または濡れた画像	8	海面または海面との境界
4	幅が広く欠けがあるひび割れ	9	劣化が進んだコンクリート面
5	埋もれたひび割れ		

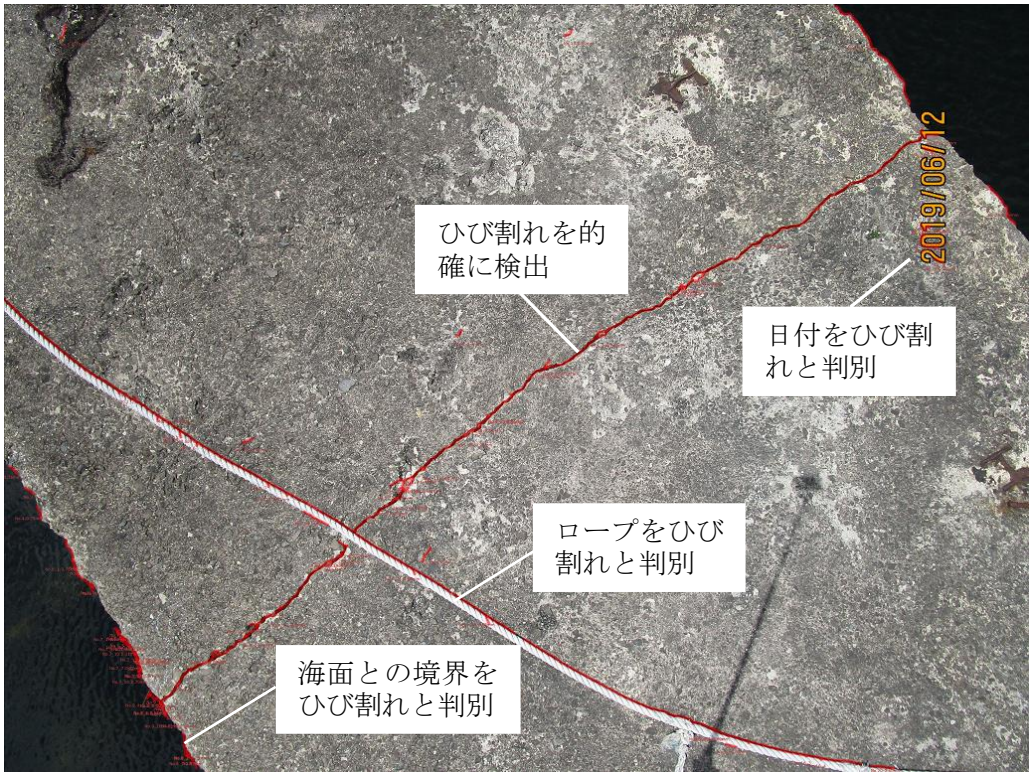
図 e-1-2-3-8　漁港施設元画像（上図）と AI での判別後のインデックス分布（下図）
この画像ではひび割れ B（Index2）が一部検出されたが、目地を一部誤判別している

（５）判別精度の改善

全体の画像サイズは横 5152×縦 3864 画素（1990 万画素）であるので、22×17=374 の画像に区分して画像のパターンを判別した。判別精度を向上させるため、教師データの区分や枚数を変えたデータを試行し、より精度の高い方法を採用した。この試行の結果として得られた条件が、約 9000 枚の教師データを 9 パターン区分に区分し、連続ひび割れ区画数 5 枚とした条件である。

【参考：「ひびみっけ」による判読結果】

- 既存サービス「ひびみっけ」（富士フィルム）による漁港施設のひび割れ判別を実施した。
- ひびの検出精度は比較的高いが、ロープ、海面と堤体との境界、目地等をひび割れと誤判別するので、多様な状態が想定される漁港では、ひび割れを的確に判別できない。



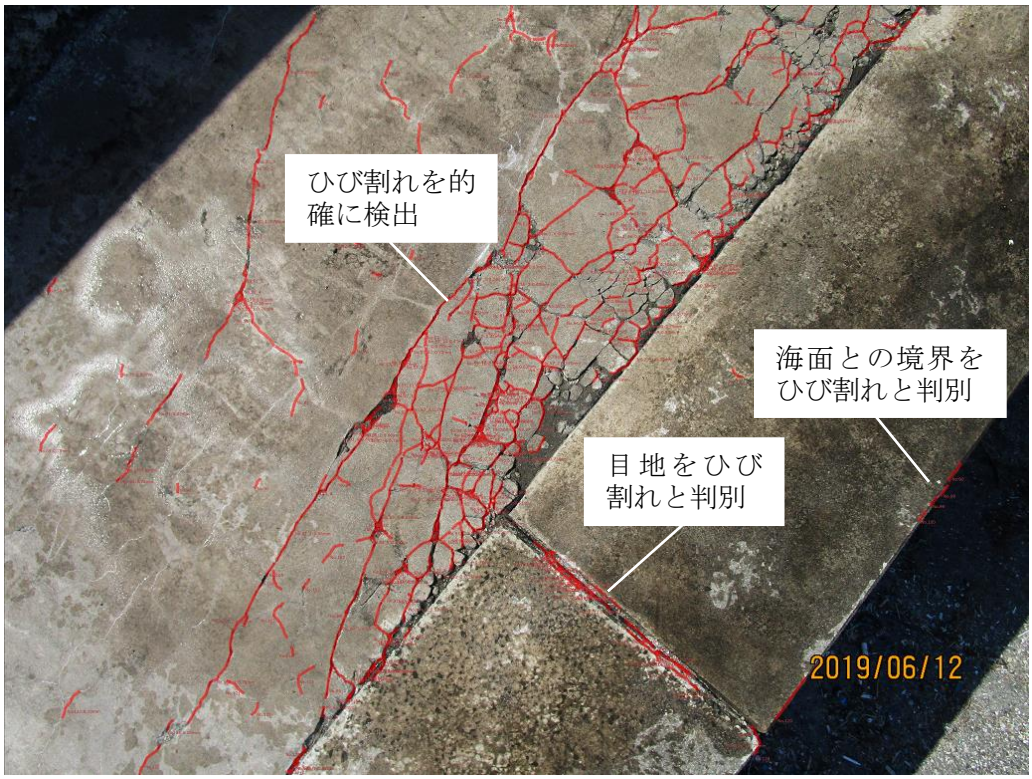


図 e-1-2-3-9　「ひびみっけ」によるひび割れ検出（１）

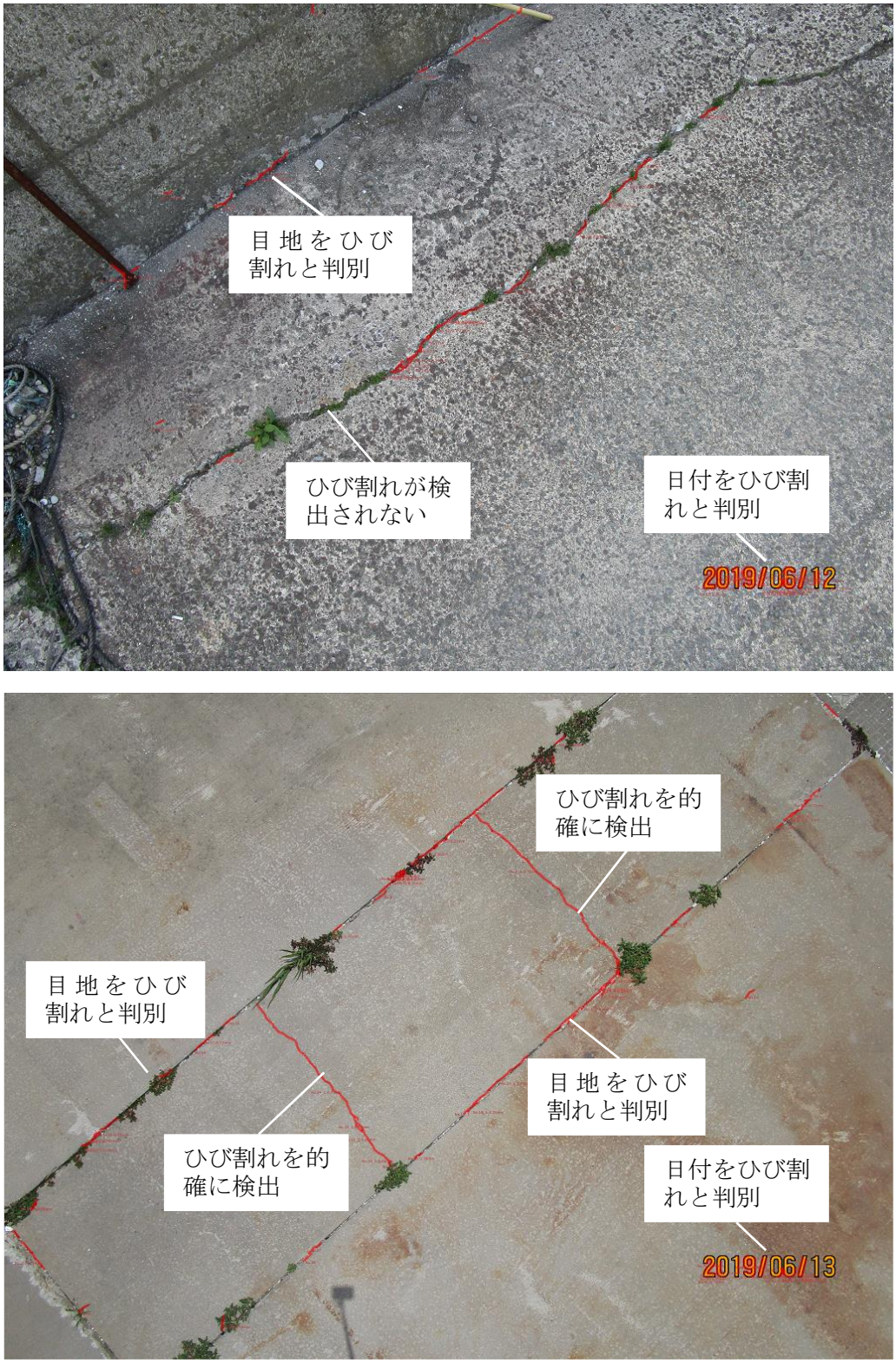


図 e-1-2-3-10　「ひびみっけ」によるひび割れ検出（２）

１－２－４　ひび割れ幅特定

（１）画像処理方法の検討

人工知能によって、ひび割れがあると判別された写真について画像処理を施し、ひび割れ幅等を検出する手法を検討した。画像処理の手順は以下のとおりである。

①グレイスケール化
　カラー画像を 256 諧調のグレイスケール画像に変換
②メジアンフィルター（ノイズ除去）
　グレイスケール画像について周辺ピクセルの諧調で平均し、画像を滑らかに変換
③二値化
　滑らかな画像を白黒の 2 値画像に変返還
④ピクセル数フィルター（ライン抽出）
　2 値画像からひび割れのような連続した長いライン上の連続ピクセルを抽出
⑤モルフォロジー演算（スケルトン輪郭抽出）
　抽出したピクセルの輪郭を明確に返還

（２）ひび割れ幅計測方法の検討

画像処理によって、写真内のひび割れ箇所と考えられるピクセルを抽出する。この抽出されたピクセルを、人工知能で判別したひび割れありの区画と照らし合わせ、各区画内のピクセル幅を検出する。検出した最大ピクセル数から、㎜ 単位のひび割れ幅に換算し、別途整理する「老朽化度の判定基準」に照らして老朽化度を判断する。

上記手法で検出したひび割れ画像の事例を次ページに示す。この手法では、ひび割れをはじめ、堤体と海面との境界やロープと停滞の境界などの画像コントラストの強いピクセルを検出する。この画像と先に人工知能によって解析したひび割れ箇所のブロックとを照らし合わせて、ひび割れ画像の幅を特定する。

なお、本年度は、変状図の作成とひび割れの数値情報取得を人的作業にて実施するが、将来的にはウェーブレット変換手法など画像解析技術を高度化してできるだけ自動的に実施できることを目指す。

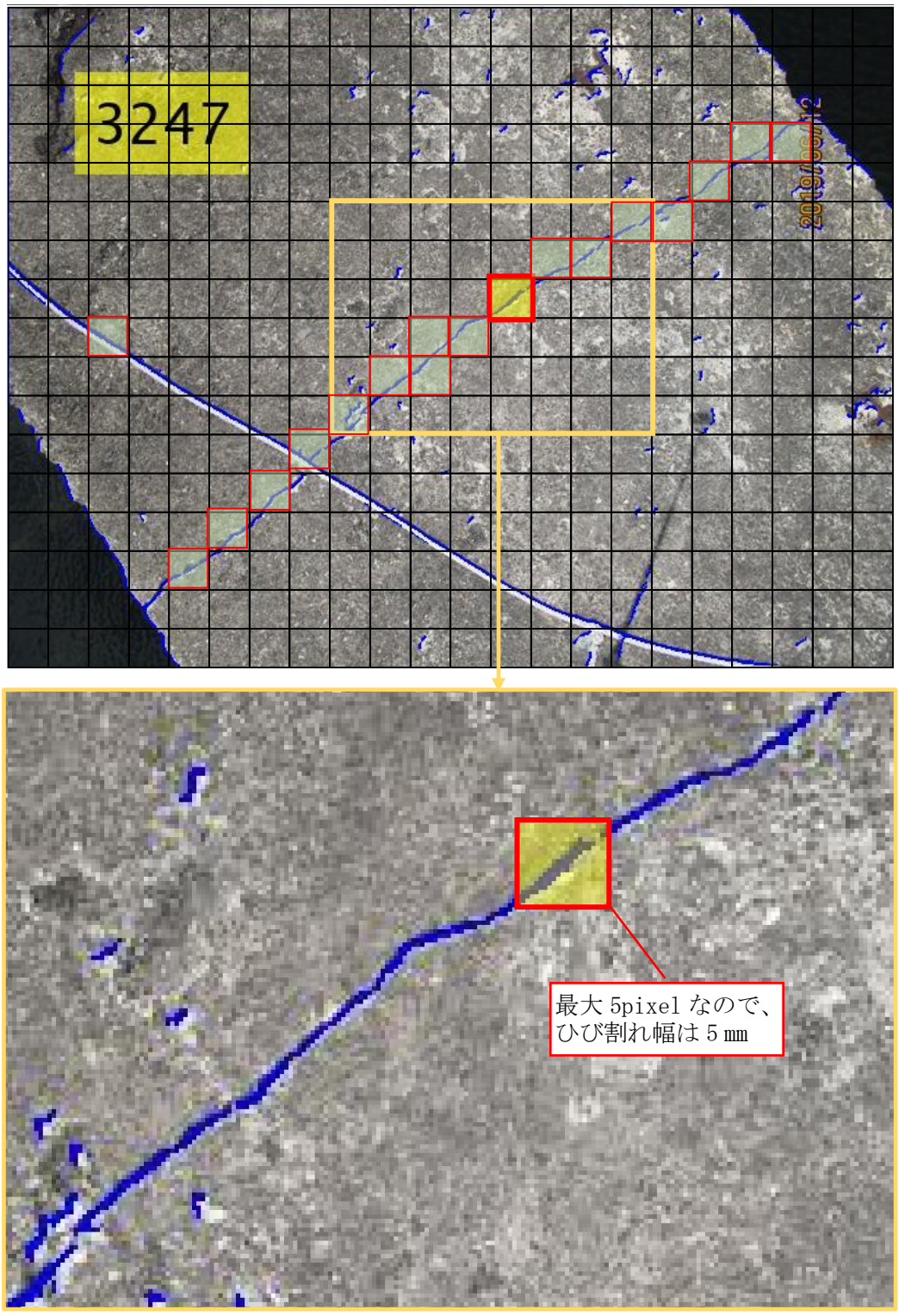


図 e-1-2-4-1　ピクセル単位でのひび割れ個所の検出

AI でひび割れと判別された区画においてひび割れ幅のピクセル数を集計し、実際のひび割れ幅に換算する。

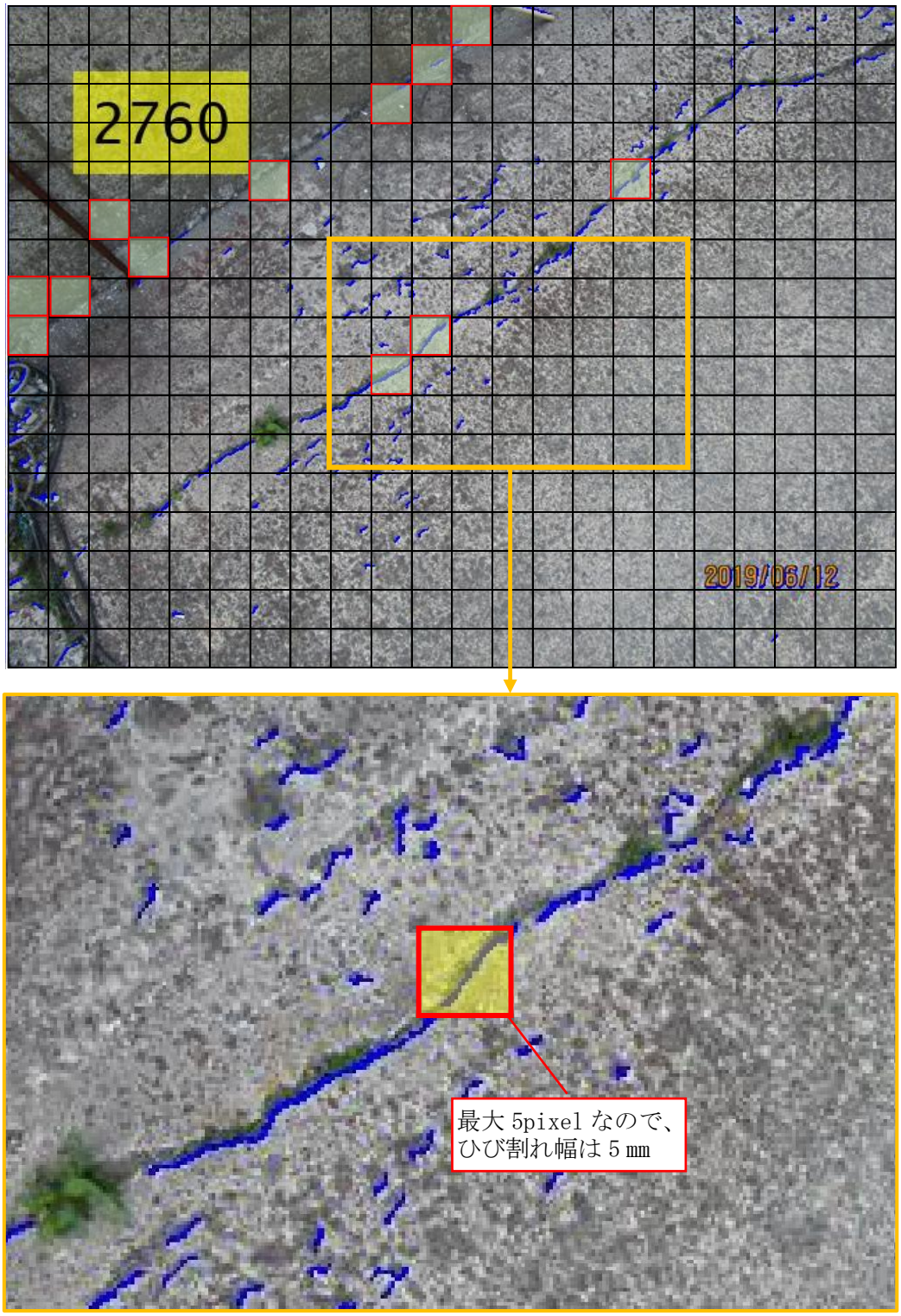


図 e-1-2-4-2　ピクセル単位でのひび割れ個所の検出

AI でひび割れと判別された区画においてひび割れ幅のピクセル数を集計し、実際のひび割れ幅に換算する。

１－２－５　変状図作成

（１）検証対象漁港での写真撮影

画像解析及び人工知能を活用した老朽化度診断のフローに従って実施した老朽化度判定結果を調査者が別途目視で判定した結果と比較して判読精度を評価した。また、一連の実施手順のなかで、より精度を向上させるために改良すべき点を取りまとめた。

ここでは銚子漁港を対象としてひび割れ写真の撮影から、ひび割れ画像の判別、ひび割れ幅の検出、変状写真と変状図の作成、老朽化判定までの一連の作業を実施し、自動的に実施でき省力化できる手順と、作業者が人為的に検討すべき手順を整理した。

【対象漁港】

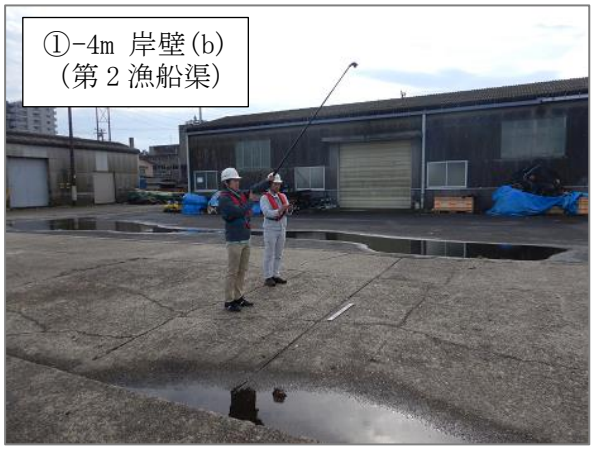
千葉県の銚子漁港を対象として、ひび割れが見られる 4 施設について、基準に沿って写真撮影を行った。4 施設を以下に示す。

①-4m 岸壁(b)（第 2 漁船渠）813.0m

②-6mA 岸壁(a)（第 1 漁船渠）岸側 200.0m

③-6mA 岸壁(a)（第 1 漁船渠）海側 200.0m

④-6mD 岸壁 150m



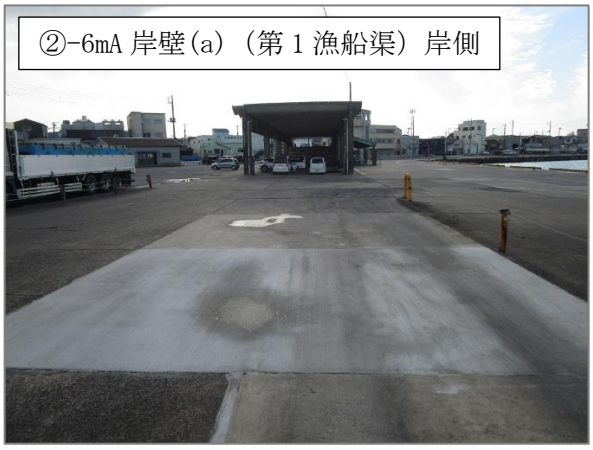
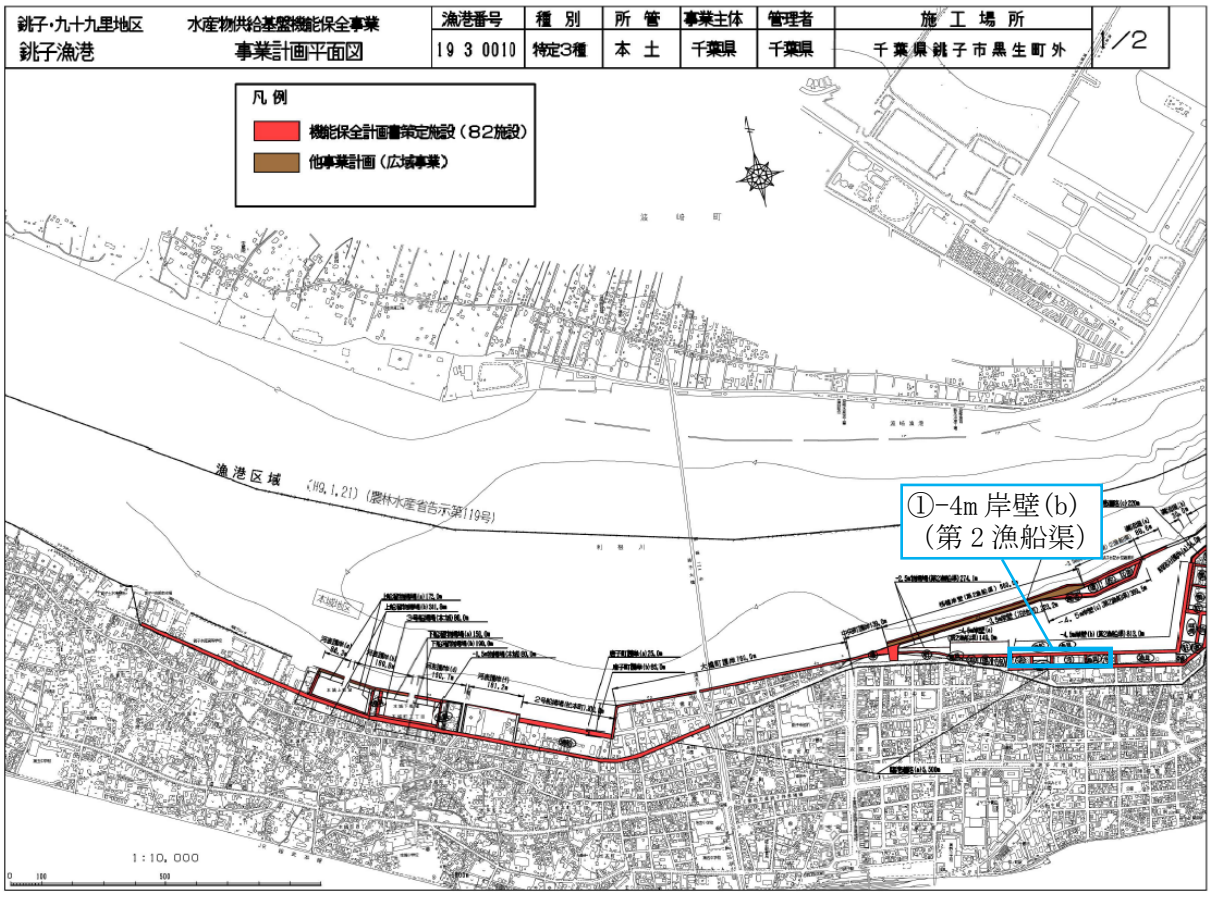


図 e-1-2-5-1　銚子漁港での撮影作業と施設の状況



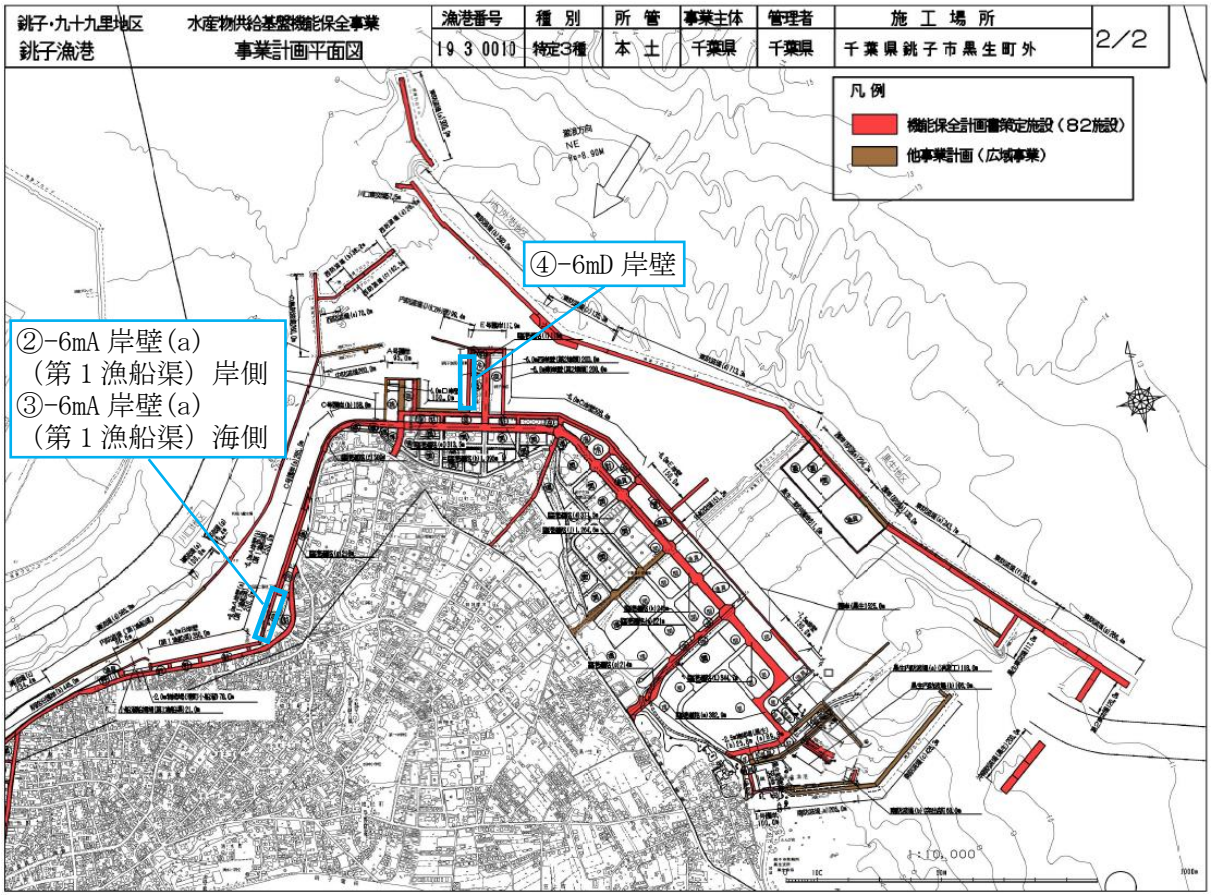
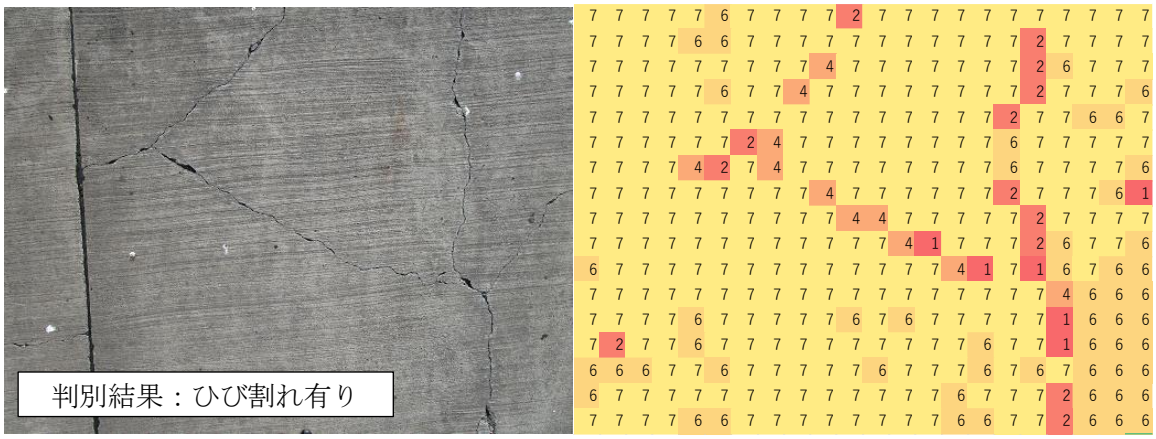
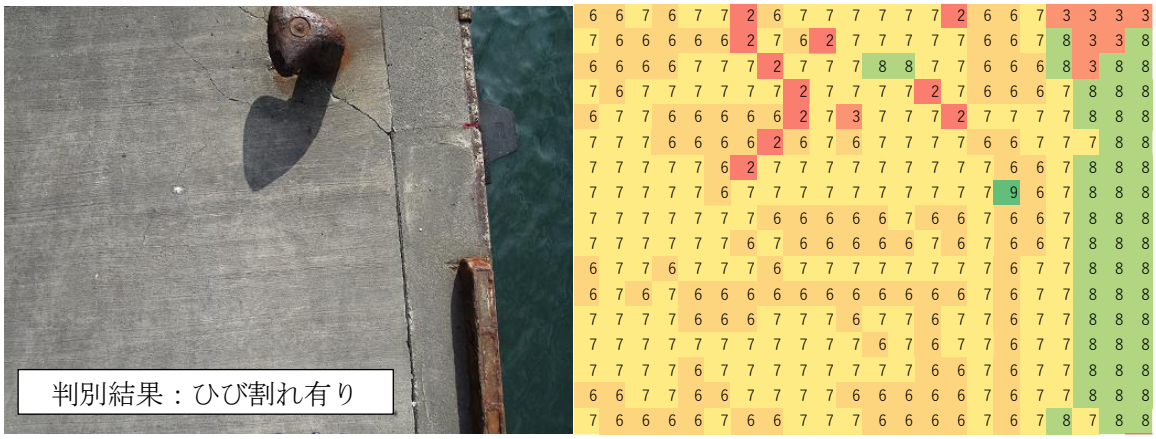


図 e-1-2-5-1　銚子漁港の平面図と撮影個所

（２）ひび割れ検出と画像処理

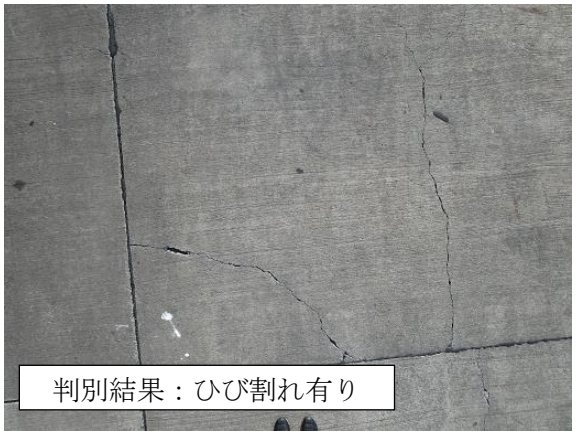
銚子漁港で撮影した写真を対象に、開発した AI 判別と画像処理を行い、ひび割れの有無を検出した。こうして処理した画像を張り合わせて施設全体の CAD 図に集約する。-6mA 岸壁(a)（第 1 漁船渠）200.0m では 43 枚の写真を撮影した。要所におけるひび割れ判別の事例を示す。

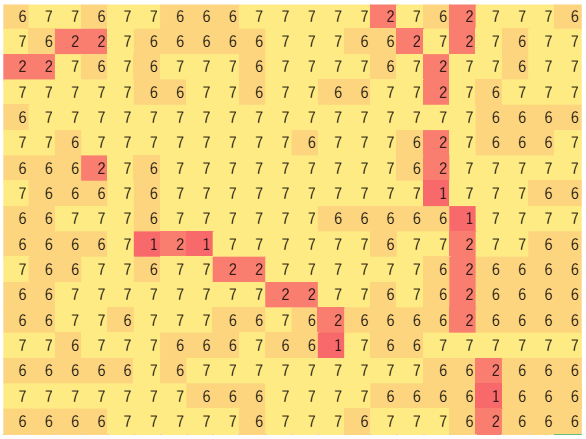


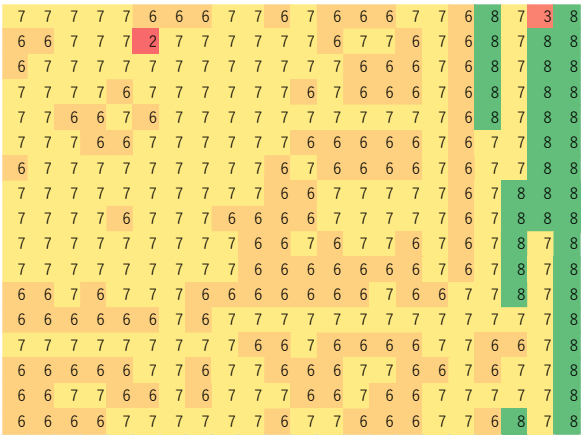


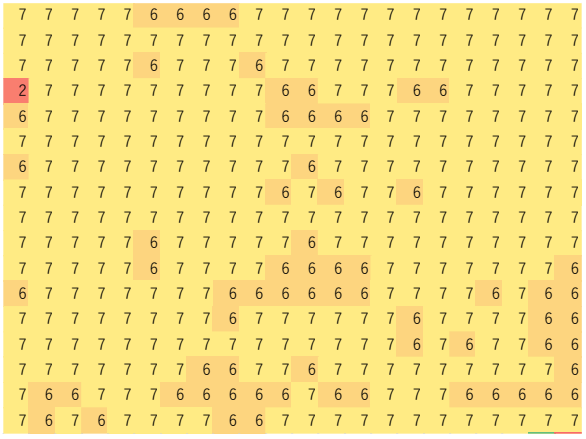
No.	ひび割れ有り	No.	ひび割れ無し
1	太いひび割れ：幅3mm以上	6	比較的なめらかなコンクリート面
2	細いひび割れ：幅1mm程度	7	ロープなどが写った画像
3	暗い画像または濡れた画像	8	海面または海面との境界
4	幅が広く欠けがあるひび割れ	9	劣化が進んだコンクリート面
5	埋もれたひび割れ		

図 e-1-2-5-2　人工知能による-6mA 岸壁(a)のひび割れ判別事例（１）









No.	ひび割れ有り	No.	ひび割れ無し
1	太いひび割れ：幅3mm以上	6	比較的なめらかなコンクリート面
2	細いひび割れ：幅1mm程度	7	ロープなどが写った画像
3	暗い画像または濡れた画像	8	海面または海面との境界
4	幅が広く欠けがあるひび割れ	9	劣化が進んだコンクリート面
5	埋もれたひび割れ		

図 e-1-2-5-3　人工知能による-6mA 岸壁(a)のひび割れ判別事例（２）

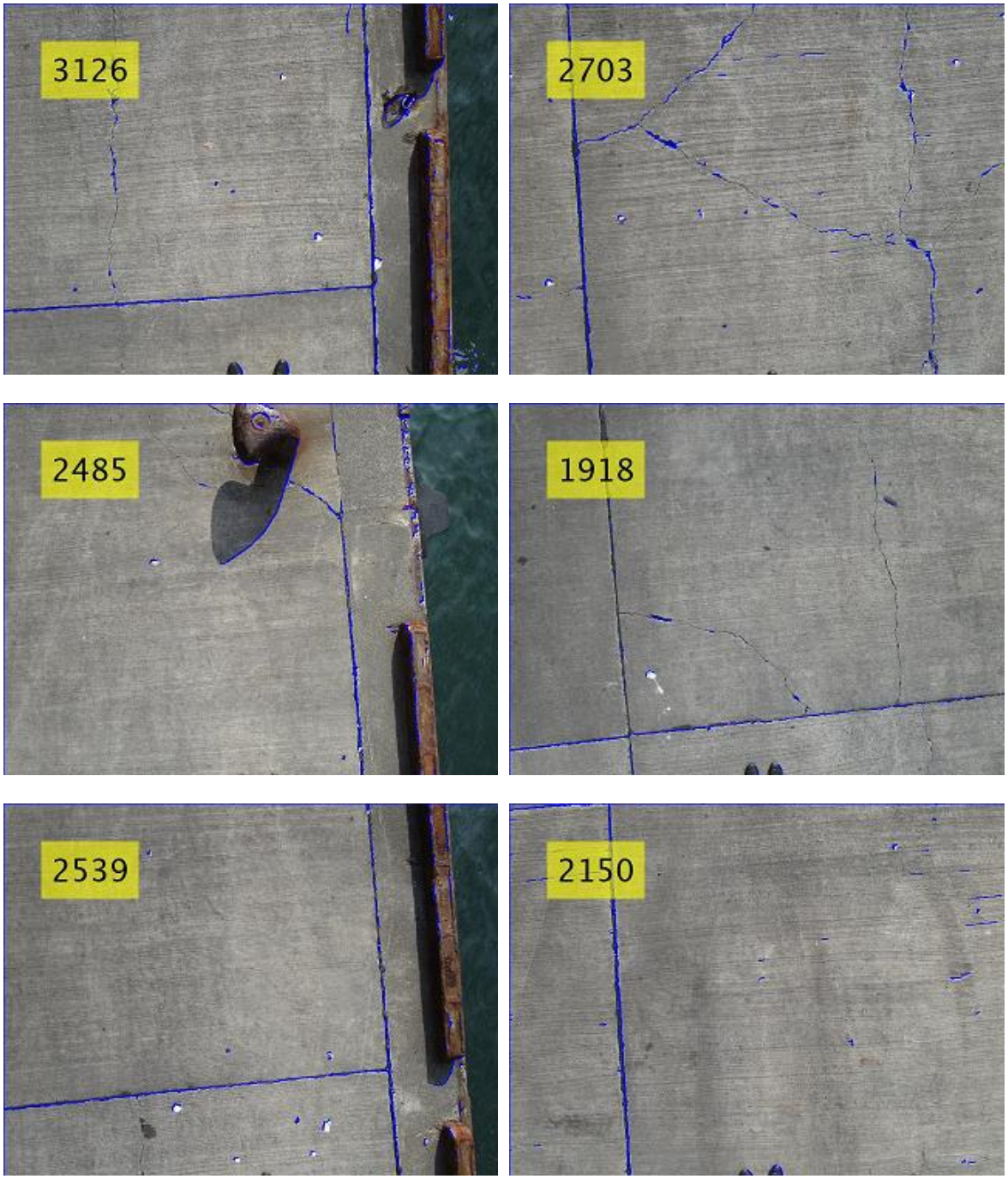


図 e-1-2-5-4　画像処理によるひび割れ等のピクセル検出事例

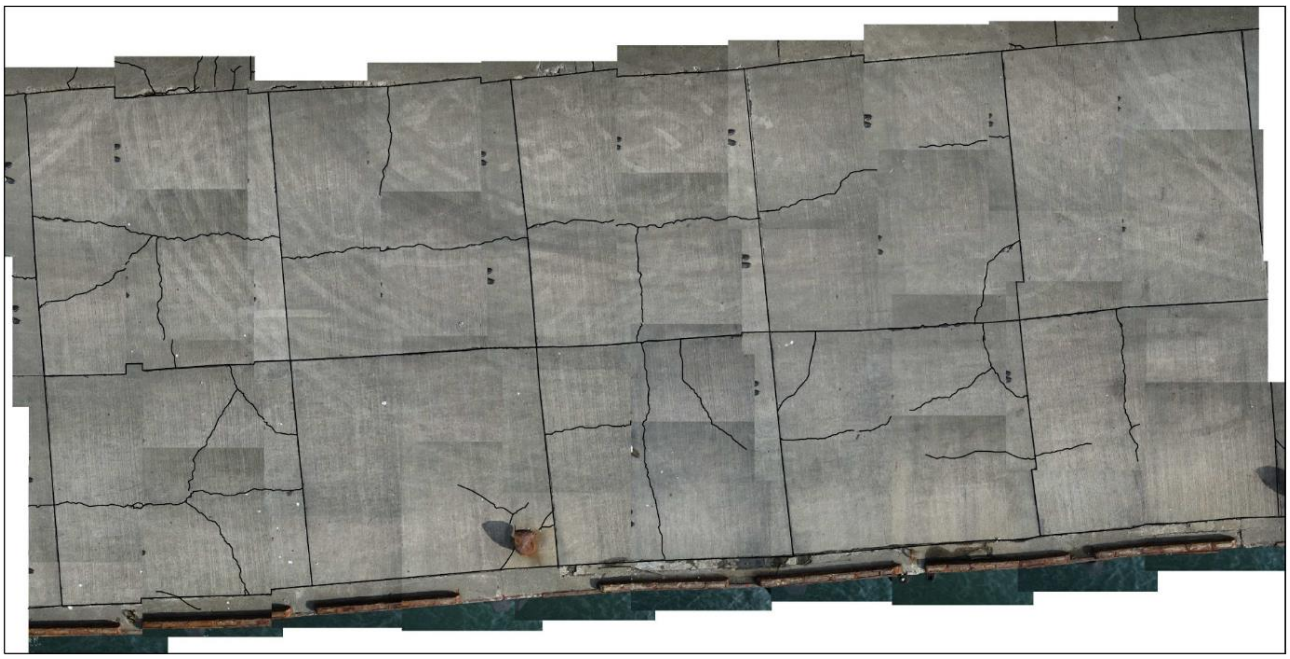
（３）画像の接続

変状図作成に向け、各施設で撮影した写真を張り合わせて施設全体の画像を作成した。一例を示すと、銚子漁港の-6mA 岸壁(a)（第 1 漁船渠）200.0m では 43 枚の写真を撮影しており、各写真について AI によるひび割れ判別と画像処理によるひび割れ幅計測をした後、各写真を繋ぎ合わせた全体画像を作成した。なお、この作業は自動処理ではなく、調査者が目視で繋ぎ合わせの作業を行い、AI の判別結果を参照してひび割れ幅の計測箇所を判断した。

（４）変状図作成（CAD 図）

写真から調査者が目視で CAD 図と AI が判別したひび割れ画像とを比較した結果、ほぼ一致することを確認した。なお、AI 判別に基づく CAD 図では、「欠け」や「割れ」の個所や、3 ㎜以下の細いひび割れは検出していない。今後は多様なひび割れの状況で検証する必要がある。

【写真から目視で作成した CAD 図】



【AI がひび割れを検出した画像から作成した CAD 図】

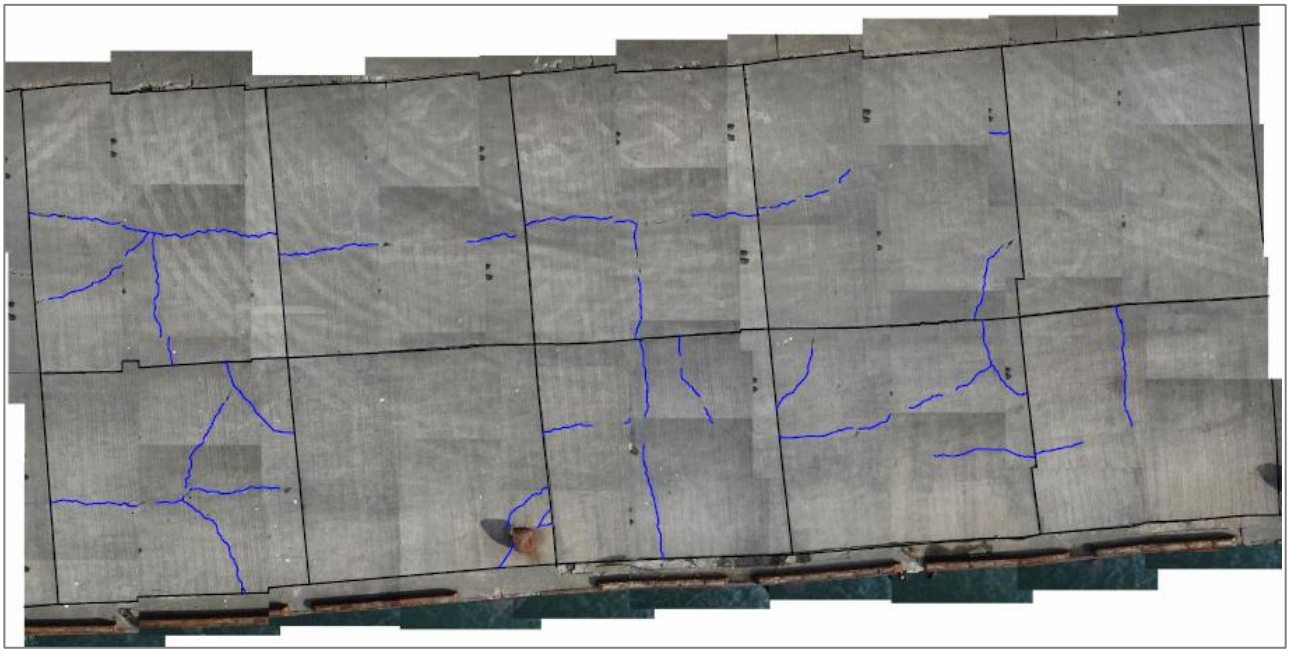


図 e-1-2-5-5　調査者の目視によるひび割れ判別と AI による判別の比較

１－２－６　老朽化度判定（指標値分類）

（１）老朽化度の指標値分類の設定

既存の判断基準には抽象的な表現があり、調査者によって結果が異なる恐れがある。ひび割れの老朽化度を自動判別するため数値指標案を検討した。

表 e-1-2-6-1　ひび割れの老朽化度診断における指標値分類案

対象施設	調査項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
重力式防波堤（消波堤）	施設全体	移　動	目　視 （メジャー等による計測を含む、以下同じ） ・水平移動量	a	□	本体の一部がマウンドから外れている。		
				b	□	隣接ケーソンとの間に側壁厚程度(40～50cm)のずれがある。		
				c	□	**小規模(40cm未満)**な移動がある。		
				d	□	老朽化なし。		
		沈　下	目　視 ・(目地ずれ)、段差	a	□	目視でも著しい沈下(１ｍ程度)が確認できる。		
				b	□	隣接ケーソンとの間に**数十cm程度(10cm以上1ｍ未満)**の段差がある。		
				c	□	隣接ケーソンとの間に**数cm程度(10cm未満)**の段差がある。		
				d	□	老朽化なし。		
	上部工	コンクリートの劣化、損傷	目　視 ・ひび割れ、損傷、欠損 ・劣化の兆候など	a	□	**性能に影響を及ぼす程度(本体工の中詰材等が露出)**の欠損がある。		
				b1	□	部材背面に達する幅１cm以上のひび割れがある。		
					□	**大規模(面積率10%以上)**の欠損がある。		
				b2	□	幅１cm以上のひび割れがあるが、部材背面までは達していない。		
					□	**小規模(面積率10%未満)**の欠損がある。		
				c	□	幅１cm未満のひび割れがある。		
				d	□	老朽化なし。		
	本体工 （側壁、 スリット部）	コンクリートの劣化、損傷 （ＲＣの場合）	目　視 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・鉄筋露出 ・劣化の兆候など	a	□	**中詰材等が流出するような(部材背面に達する)**穴開き、ひび割れ、欠損がある。		
				b1	□	複数方向に幅３mm程度より大きい**(部材背面に達しない)**ひび割れがある。		
					□	**10%以上**の範囲**(面積率)**で鉄筋が露出している。		
				b2	□	複数方向に幅３mm程度のひび割れがある。		
					□	**10%未満**の範囲**(面積率)**で鉄筋が露出している。		
				c	□	一方向に幅３mm程度のひび割れがある。		
					□	**局所的(面積0.1㎡未満)**に鉄筋が露出している。		配筋ピッチ30cmとし縦横各1本まで
				d	□	老朽化なし。		
		コンクリートの劣化、損傷 （無筋の場合）	目　視 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・劣化の兆候など	a	□	**性能に影響を及ぼす程度(体積率20%以上)**の欠損がある。		または基礎部にある場合等
				b1	□	部材背面に達する幅１cm以上のひび割れがある。		
					□	**大規模(面積率10%以上20%未満)**の欠損がある。		
				b2	□	幅１cm以上のひび割れがあるが、部材背面までは達していない。		
					□	**小規模(面積率10%未満)**の欠損がある。		
				c	□	幅１cm未満のひび割れがある。		
				d	□	老朽化なし。		

【凡例】
赤文字:(ばらつき要因となる)定量化されていない表現
青文字:分類指標(案)

１－２－７　まとめ

本年度の検討により基本システムの骨格の検討と AI によるひび割れ判読の自動化手法を開発した。既存のひび割れ検出サービスが誤判定するロープなども判別でき、ひび割れ検出の精度が向上した。フロー図に示した老朽化度診断の一連の作業手順のうち、変状図作成、定量解析、老朽化度診断は人為的な作業が必要なため、今後は作業負担の軽減手法となるよう省力化・自動化を目指す。

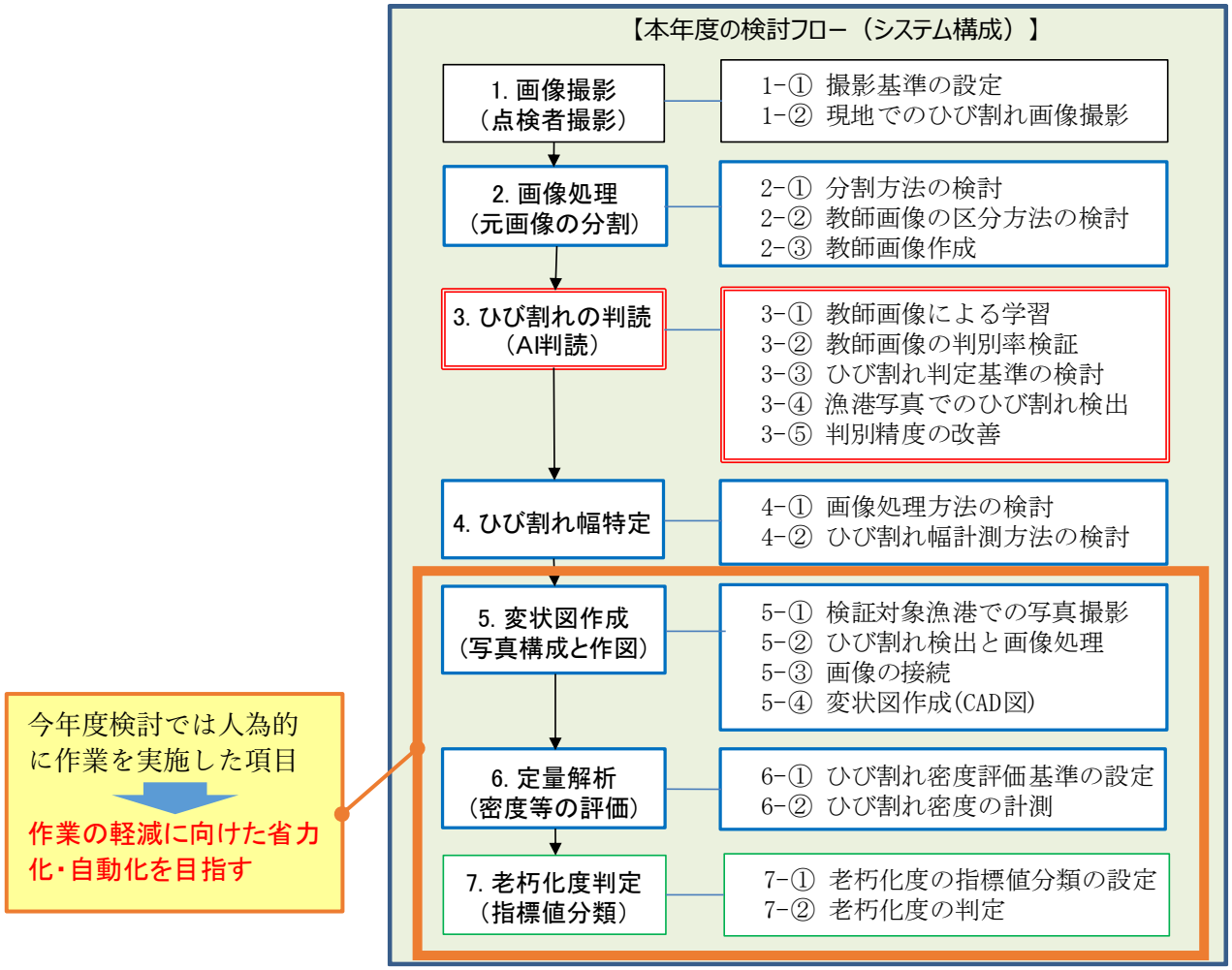


図-1-2-7-1　ひび割れ老朽化度判定システム(仮)の構成

f. 課題

人工知能と画像処理による実用的な老朽化診断に向けて、ひび割れ以外の変状についても判読学習用教師データの充実と人工知能学習（AI モデルの精度向上）を進め、老朽化状態の総合的な判断手法について可能性を検討する。主な課題は以下のとおりである。

①判別精度の向上

ひび割れが砂で埋もれたものや亀甲状のもの等、平成 31 年度の検討で判別精度の低い画像がある。漁具の一部や海藻等の残置物は多様であるため判別精度が低い。こうしたひび割れ以外の判別精度を高めることで、ひび割れの検出精度も向上する。

②AI での判別後の CAD 図作成作業等の効率化

多数の写真を施設ごとに一連の画像にまとめる作業を人為的に実施しており、作業の効率化が求められる。画像を基に CAD 図を作成する作業の効率化も重要となる。今後は、一連のひび割れ判読システム（仮）の整備が課題である。

③システムの運用方法の検討

ひび割れ判読システム（仮）の地方自治体職員やコンサルタントが利用可能な配布方法を検討する。また、システムの適用範囲の明確化と利用マニュアルを整備が求められる。

ａ．課題名

２　構造物の振動特性等に着目した漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討

ｂ．実施機関及び担当者

国立研究開発法人水産研究・教育機構　　三上信雄　明田定満　佐伯公康
（一社）水産土木建設技術センター　　松本 力　完山 暢　藤田孝康

Ｃ．ねらい

平成 30 年度調査結果を踏まえ起振機を用いて構造物の固有振動数を特定する手法について、複数の構造形式、構造寸法での現地試験を行い、起振機を用いる方法の適用範囲を明らかにするとともに、平成 30 年度調査で求めた固有振動数の実測値と理論値の関係性について、室内試験および現地試験の結果から検証を行う。また、現地条件等による適用条件等を含めた現地への適用方法について提案するとともに、マニュアル案の改訂を行う

ｄ．方法

（２）構造物の振動特性等に着目した漁港施設の点検・診断技術の高度化の検討

平成 30 年度の調査結果及び課題を踏まえ、平成 31 年度調査においては、①構造形式・施設規模・地盤条件等の違いを加味した室内試験や現地試験を行うことで室内試験の圧縮ばねと現地試験の石材等の堤体基礎との力学的相違の整理、②実際に測定した固有振動数と理論値の相関を明確にするためのデータ解析や理論値を活用するための指標化の検討、③効率的な固有振動数の解析方法の検討、等を行い、現地への適用方法について固有振動数の実用性と汎用性の向上を図り、マニュアル案の改訂を行った。具体的には、図 d-1 に示す室内試験、現地試験を行って、構造形式や現地条件等による適用条件を含めた現地への適用方法を検討するとともに、マニュアル案の改訂内容を検討した。

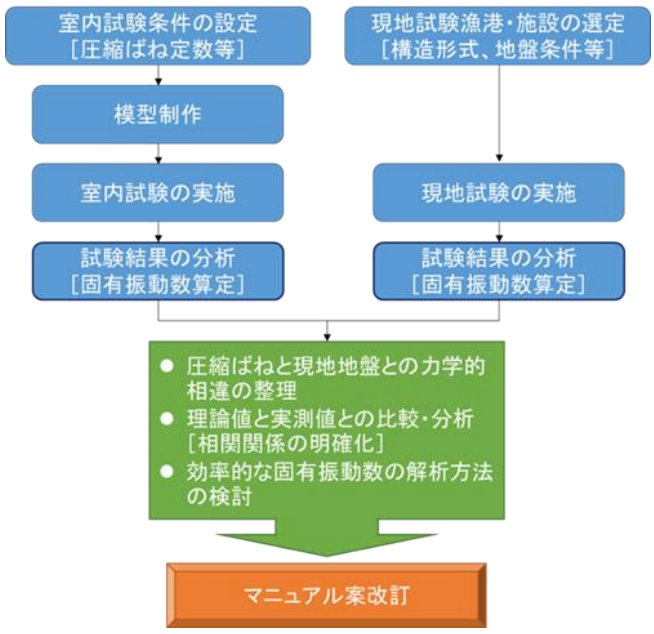


図 d-1　点検・診断技術の高度化の検討の流れ（フロー）

① 室内試験（ケース 0）

圧縮ばねと固有振動数の基本特性を把握するため、単体供試体の底部に圧縮ばねの種類と個数を変化させた試行試験（ケース 0）を行った（**図 d-2-1** 参照）。圧縮ばねのばね定数は、青ばね K=198.61N/mm、黄ばね K＝94.07N/mm の 2 種類、個数は、4，6，8，12，24、48 個の 6 パターン、計 12 パターンである。圧縮ばねの配置は**図 d-2-2**、のとおりである。

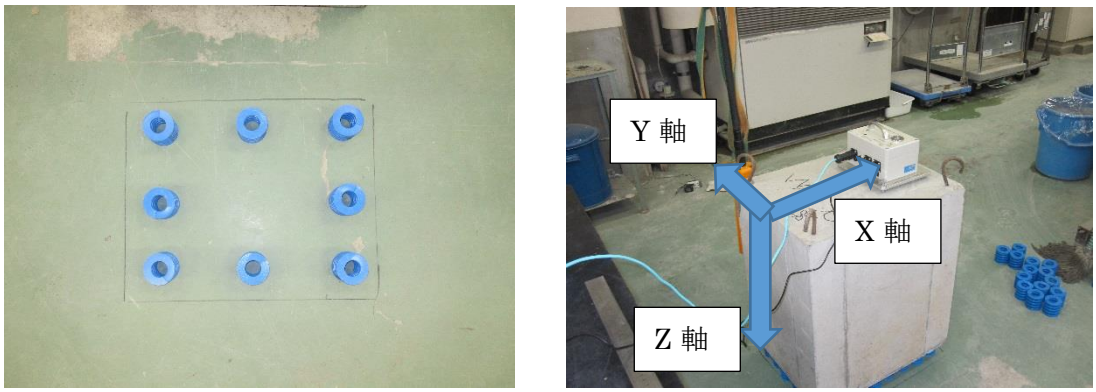


図 d-2-1　圧縮ばねの設置例と測定状況（青ばね K=198.61N/mm）

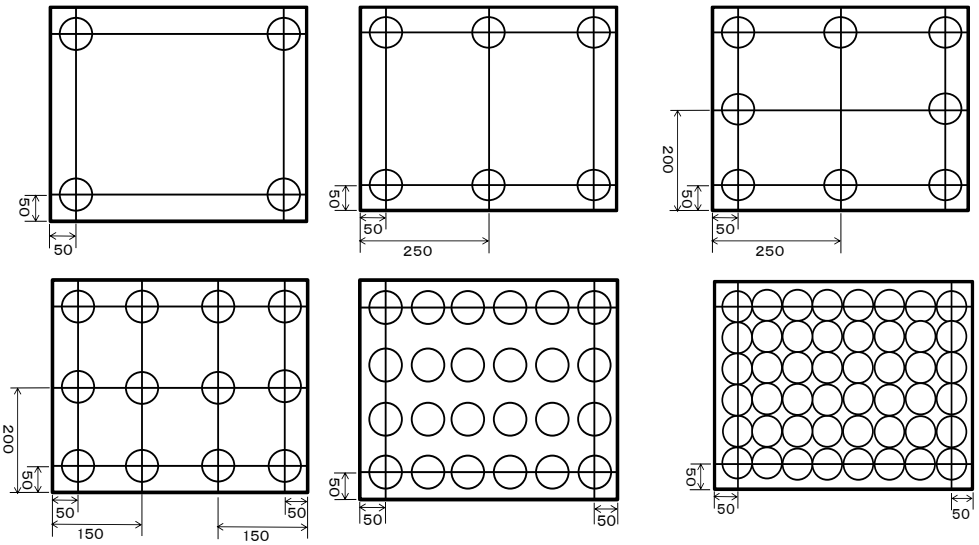


図 d-2-2　試行試験（ケース 0）における圧縮ばねの配置（青ばね K=198.61N/mm）

② 室内試験（ケース 1～4）

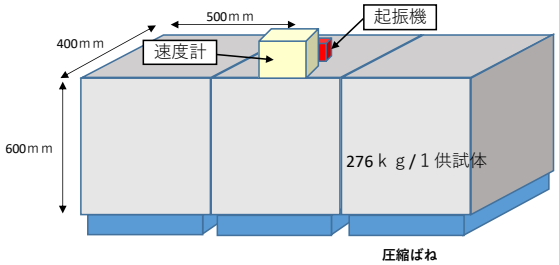
平成 30 年調査で起振機による圧縮ばね 4 配置パターンでの固有振動数が明示されている。そこで、平成 30 年度に作成した供試体を用いて、圧縮ばね配置条件やばね定数を変化させた場合、目地材を模した摩擦材を挟み込んだ場合、などの複数ケースで試験を行い（**表 d-1**、**図 d-3** 参照）、固有振動数の変化を把握した。

また、圧縮ばねを現地の地盤材料に近い砂利等とした場合の固有振動数の相違を把握することで、理論値と実測値の相関関係を分析した。

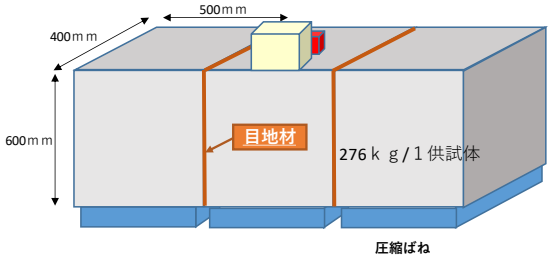
表 d-1　室内試験実験ケース

ケースNo	試験項目		圧縮ばね配置	ケース数
ケース1	比較対象（昨年度と同じ）	目地材なし：1パターン	4パターン	4
ケース2	目地材付加（隣接スパンからの影響把握）	目地材：2パターン （材料を変化）	4パターン	8
ケース3	圧縮ばねを変化（ばね定数による影響把握）	ばね定数を変更 （目地材なし×1、目地材×2：3パターン）	4パターン	12
ケース4	基礎を砂利に置き換え（現場の捨石に近い状態の把握）	砂利：2パターン （大きさを変化）	―	2

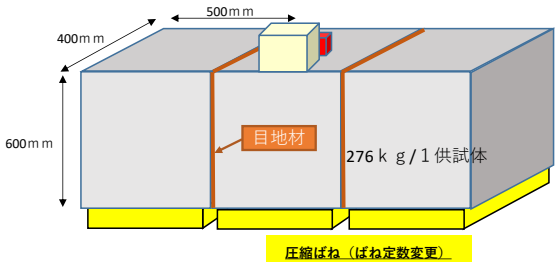
ケース１ ： 3体並列設置
（H30と同条件、他ケースとの比較）



ケース２ ： ケース１＋ゴムマット
（＋ゴムマット、隣接供試体と比較）



ケース３：ケース１・２の圧縮ばねを変えたもの



ケース４ ： 単体（砂利：捨石マウンド想定）

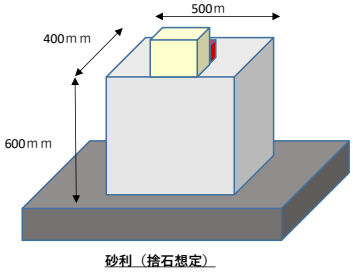


図 d-3　室内試験のイメージ（ケース 1～4）

1）供試体および基礎に見立てた圧縮ばね

供試体は、表 d-2 の使用材料と配合で製作した。

表 d-2　供試体の使用材料と配合

W/C (%)	Gmax (mm)	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	s/a	単位量(kg/m³)				混和剤(C×%)	
					W	C	S	G	SP	AE
50	20	10±2.5	4.5±1.5	45.8	172	344	800	986	0.30	0.005

	種類	記号	物性または主成分
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度：3.16g/cm³
細骨材	菊川支流産山砂	S	密度：2.59g/cm³,吸水率：2.18%
粗骨材	青梅産砕石	G	密度：2.70g/cm³,吸水率：0.62%,最大寸法：20mm
混和材料	高性能AE減水剤	SP	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤
	AE助剤	AE	マイクロエア202

注：s/a；供試体における全骨材量（S+G=a）に対する細骨材量（S）の絶対容積比（s/a）

供試体寸法は、コンクリート単塊式でよく見られる 4,000×6,000×5,000mm を模して、この 1/10 スケールである 400×600×500mm とした（**図 d-4** 参照）。この供試体を漁港施設、基礎マウンドを圧縮ばねで見立てた室内試験を実施した。圧縮ばねは、**図 d-5** に示すように、供試体底面にばね定数（圧縮ばね 1 個のばね定数は、青ばね K=198.61N/mm、黄ばね K＝94.07N/mm）が既知の 2 種類を用いた。

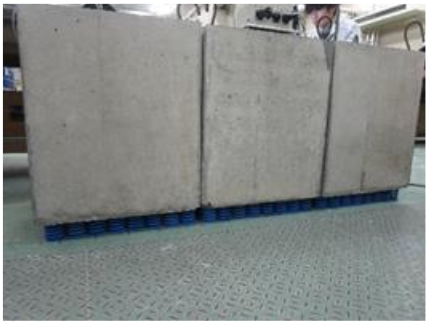


図 d-4　供試体外観

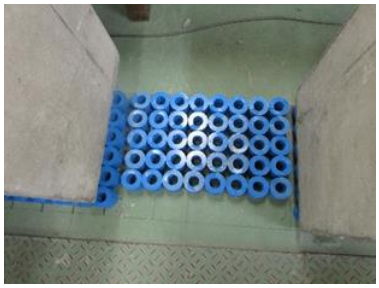


図 d-5　圧縮ばね（左：青ばね K=198.61N/mm、右：黄ばね K＝94.07N/mm）

２）目地材と圧縮ばねの配置

目地材は、厚さ 3mm の天然ゴム製、および加工ゴム製（1mm 天然ゴムの両表面にフェルトを接着したもの）の 2 種とし、供試体と供試体の間に設置した（**図 d-6-1** 参照）。

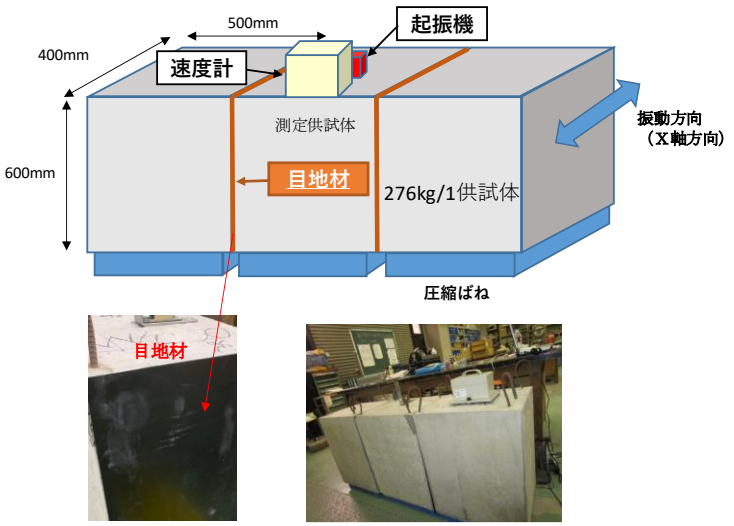
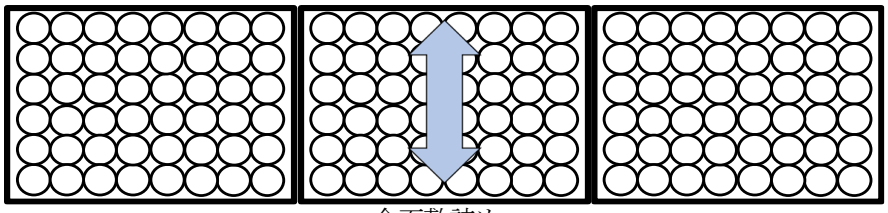


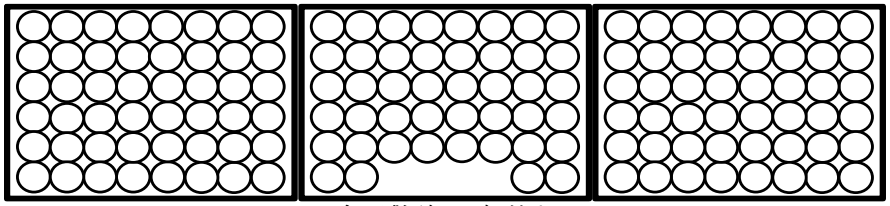
図 d-6　供試体の配置（ケース１～３）

ケース１～３については、１）で述べた供試体と同じ配合・寸法（W/C50％、400×500×600mm）で実際の防波堤を模擬した設置方法とした。圧縮ばねは、１）で述べたように４種（48、44、40、36 個）とし、その配置は**図 d-7** に示すとおりとした。

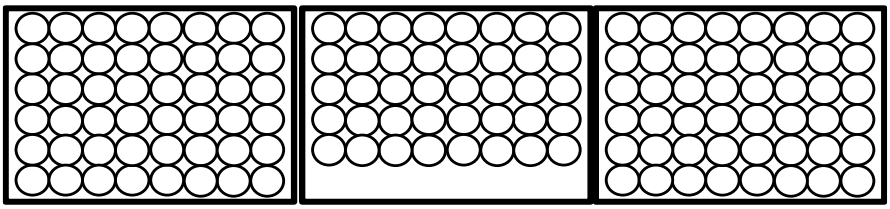
振動方向：X軸



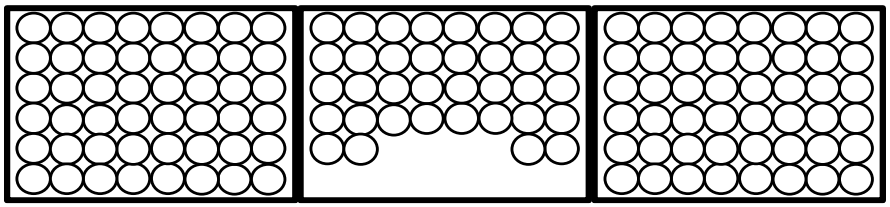
全面敷詰め
（圧縮ばね48個：8×6）



全面敷詰め4個抜き
（圧縮ばね44個：8×5+4）



片側1列抜き
（圧縮ばね40個：8×5）



片側1列＋4個抜き
（圧縮ばね36個：8×4+4）

図 d-7　圧縮ばね配置方法

ケース４については、5～10mm 砂利と 15～20mm 砂利の 2 種類を基礎と見立て、これらの上部に供試体単体を設置した場合の振動特性を把握した（**図 d-8** 参照）。

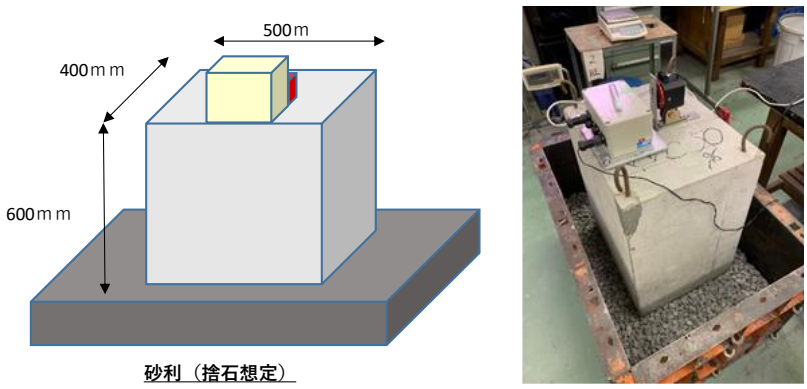


図 d-8　供試体の配置（ケース４）

３）起振機と強制振動の加振方法

供試体における強制振動を測定するために、起振機を用いて加振時の振動数を段階的に変えて強制振動させ、この時の加振振動数ごとの供試体の短辺方向（X軸）における振動を測定した。強制振動させるために使用した起振機は、**図 d-9**、**表 d-3** に示すとおりであり、供試体上部の中央部に起振機１台を設置し、前述したような供試体短辺方向（X軸）に強制加振させた。

これらの測定は、固有振動数と想定される振動数付近で振動数を 10 ケース程度に変えて加振し、供試体上部における振動を１分間ずつ速度計で計測した（**図 d-9** 参照）。また、計測した振動波形の振幅を振動数ごとに求めることで共振曲線を作成した。

図 d-9　起振機設置状況（左）と起振機（右）

表 d-3　起振機の仕様

起振機形式	SL-0105
最大加振力	9.8N
最大加速度	無負荷490m/s^2
最大荷重	50g
可動部重量	20g

起振機は、次の点を考慮して選定した。まず、供試体寸法が a=400mm、b=500mm、h=600mm であるため、基礎である圧縮ばね 1 つあたり K＝198.61（N/mm）とした場合、全面敷詰 48 個を単位面積あたりに換算すると、K＝47,666.4（N/m²）となる。

加振力 9.8N のタイプでは、50g の最大荷重に対し、加速度が 140（m/s²）まで振動を起こすことが可能である。最大振幅が 5mm のため $A\omega^2=0.005(m)\times(2\pi\times f)^2=140$ より、$f_{max}=26.63$（Hz）となる。これは 26Hz 以下では最大加振力を発揮できないことを示しており、これまでの室内試験では 10Hz 以下で加振しているため、f＝10（Hz），A＝5mm とすると、$A\omega^2=0.005$（m）×（2π×10）²＝19.74（m/s）となるため、加振力は、0.050×19.74=0.98（N）（<9.8（N））より大きければ供試体を加振できることがわかる。これらを踏まえ、加振力 9.8N の起振機を室内試験に用いた。

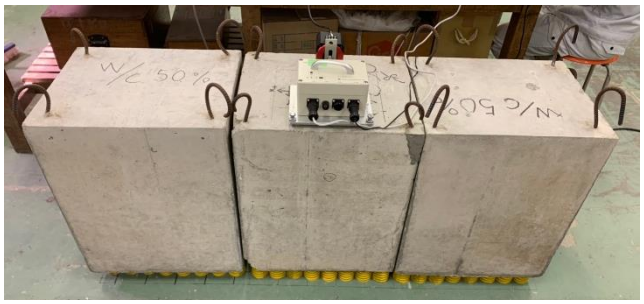
４）測定機器と測定方法

測定機器は、**表 d-4**、**図 d-10** に示す(株)東京測振社製の速度計 CV-374V を用いた。測定方法は、**図 d-11** に示すように、長辺方向の中央部、かつ短辺方向の片側 1/4（圧縮ばねを除く方）の点に速度計を設置することで供試体上部の振動を測定した。測定は、起振機を用いない自由振動と強制振動の双方とし、速度計の設定は、100Hz、6,000date（60 秒）とした。

表 d-4　速度計（センサ）の基本仕様

センサ	加速度	小型サーボ型速度計（CV-374）
	成分数	3軸（3成分）
	測定範囲	±0.02m/s（±2kine）
	周波数特性	0.1～100 Hz
アナログ部	分解能	0.25μm／s（25μkine）

図 d-10　速度計（センサ）の配置



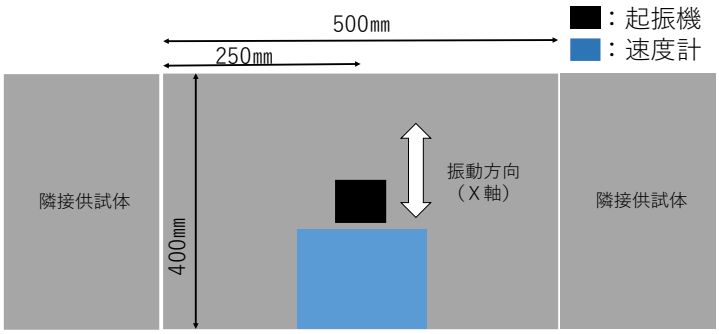


図 d-11　測定状況

③ 現地試験

現地の地盤条件と理論値の関係に着目し、基礎地盤や欠陥の状況が明確な防波堤において、起振機による加振により強制振動を行い、固有振動数を特定し、室内試験で得られた理論値について現地実測値との関係を比較・分析した。また、併せて自由振動計測も行い、計測した波形の処理方法を工夫（解析する区間の分割化や平滑化処理等）することにより効率的な固有振動数特定のための解析手法を検討した。

1）試験対象漁港の選定

試験対象は、漁港管理者へのヒヤリングや機能保全計画書を確認することで、基礎がマウンド式と岩着式、構造形式が直立提・コンクリート単塊式、ケーソン式であり、基礎に欠損を有する施設がある漁港を抽出した。抽出した現地試験対象漁港候補は、**表 d-5** のとおりである。

次に、これらの施設のうち、欠損がある施設と比較できる健全な施設を有する、または類似施設や隣接施設があることが想定される岩手県（2-2 小堀内漁港、2-3 平井賀漁港）、神奈川県（3-1 茅ヶ崎漁港、3-2 三崎漁港）の漁港を試験対象漁港として選定した。

表 d-5　現地試験対象漁港候補

	漁港名	市町村	施設名	備考	試験
1	仙法志漁港	北海道 利尻町	旧南防波堤	直立提（単塊式）、マウンド式、小規模洗堀（ｂ判定）	
2-1	白井漁港	岩手県 普代村	防波堤	直立提（単塊式）、岩着式、小規模欠損（ｂ判定）	
2-2	**小堀内漁港（比較用）**	**岩手県 宮古市**	**西防波提**	**直立堤（単塊式）、基礎捨石式、基礎部欠陥なし**	○
2-3	**平井賀漁港**	**岩手県 田野畑村**	**東防波堤**	**混成堤（単塊式）、基礎捨石式、中規模洗堀（ａ判定）**	○
3-1	**茅ヶ崎漁港（比較用）**	**神奈川県 茅ケ崎市**	**1 号西防波堤**	**混成堤（単塊式）、マウンド式、基礎部欠陥なし**	○
3-2	**三崎漁港**	**神奈川県 三浦市**	**西口南防波堤**	**直立堤（ケーソン式）、岩着式、中規模洗堀（ａ判定）**	○
4	宇瀧漁港	島根県 出雲市	北防波堤	直立提（単塊式）、岩着式、大規模洗堀（ａ判定）	

２）現地試験方法

現地試験は、以下の漁港および施設を対象とし、合計4施設9スパンで実施した（**表d-6**参照）。

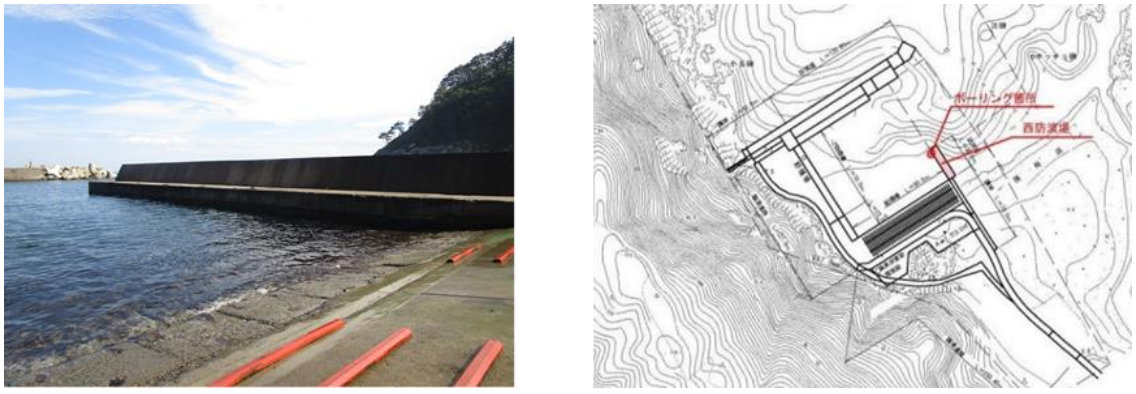
表d-6　現地試験対象漁港候補

漁港名	市町村	施設名	スパン（上部工）	欠損の有無
小堀内漁港	岩手県宮古市	西防波堤	スパン9	
平井賀漁港	岩手県田野畑村	東防波堤	スパン15-1	
			スパン15-3	○
茅ヶ崎漁港	神奈川県茅ケ崎市	1号西防波堤	スパン23	
			スパン24	
三崎漁港	神奈川県三浦市	西口南防波堤	スパン23	
			スパン25	○

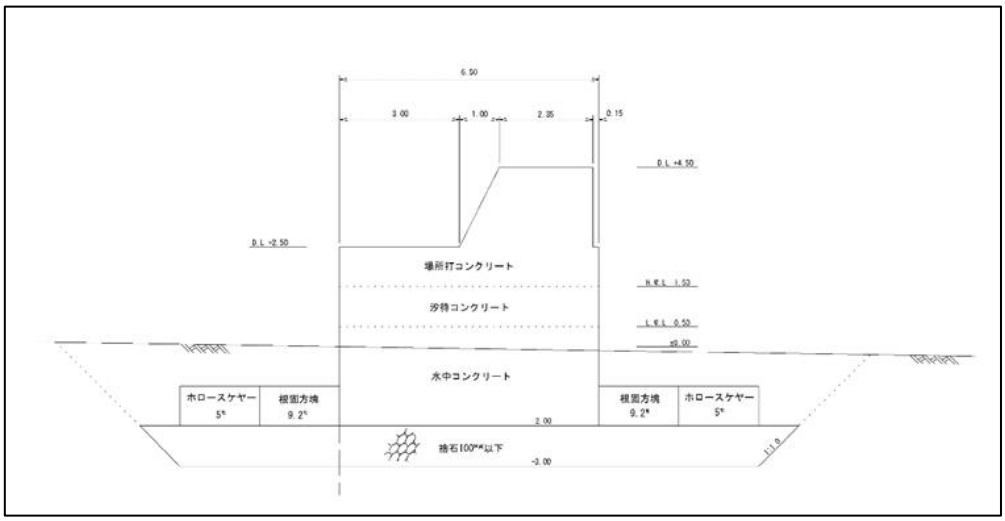
選定したそれぞれのスパンで起振機1台、振動計測装置（速度計）2台を設置して、事前に計算した概算固有振動数を中心に起振機の振動数を10ケース程度変化させて強制振動（加振）させていき、振動を1分間ずつ記録した。また、加振させない状態である自由振動も1分間記録した。以下にそれぞれの施設平面、施設断面図、および計測時の機材設置図について記した（**図d-12-1～d-15-3**）。

これらの各スパンで計測した振動データについて、加振した振動数ごとにそれぞれ高速フーリエ変換することでフーリエ振幅スペクトルを求め、これらのスペクトルから加振振動数と同振動数の振幅を抽出することで共振曲線を作成した。作成した共振曲線において、卓越する極値が確認されるため、この極値を計測スパンの固有振動数とした。また、加振させない状態である自由振動についてもそれぞれ高速フーリエ変換することでフーリエ振幅スペクトルを求めた。なお、計測対象スパンの固有振動数と地盤の固有振動が異なることを確認するために地盤の振動を計測した。ここで、卓越振動の極値を明確にする処理としてフーリエスペクトル解析結果の平滑化（スムージング）を行った。スムージングバンド幅は現マニュアルで使用している0.2Hzおよび0.4Hzを用いた。

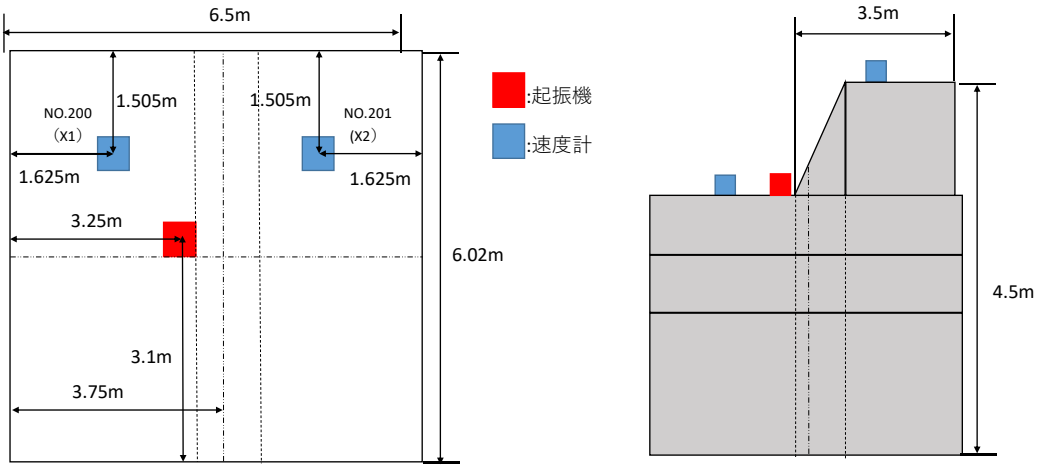
【小堀内漁港　西防波堤】



図d-12-1　施設平面（小堀内漁港西防波堤）

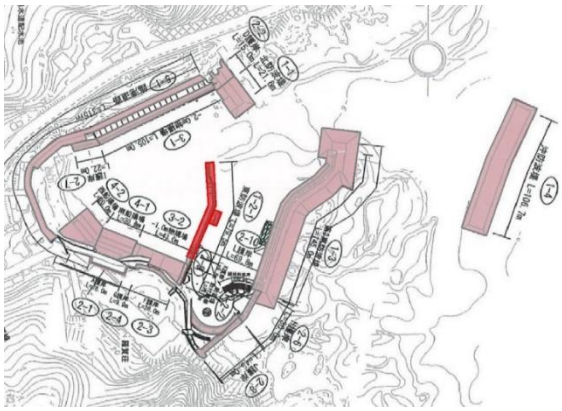


図d-12-2　施設断面（小堀内漁港西防波堤）

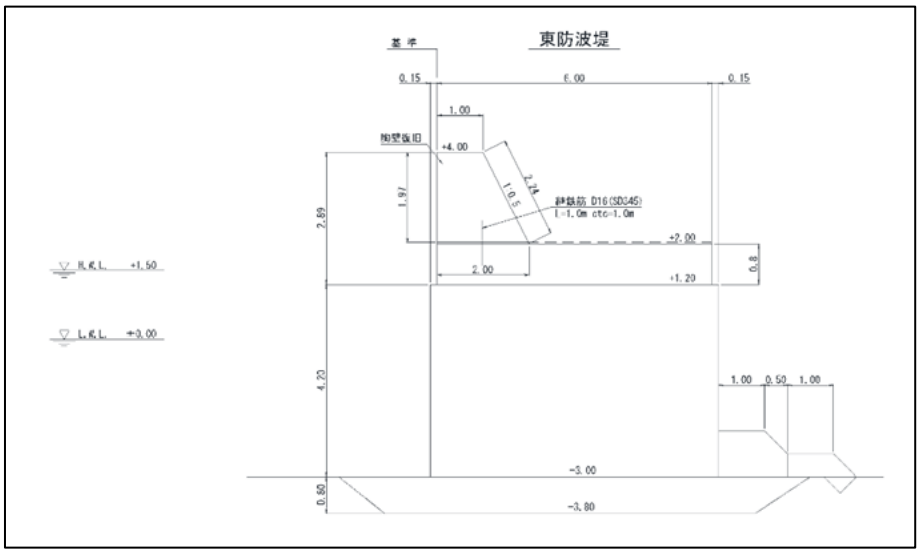


図d-12-3　機材等配置図

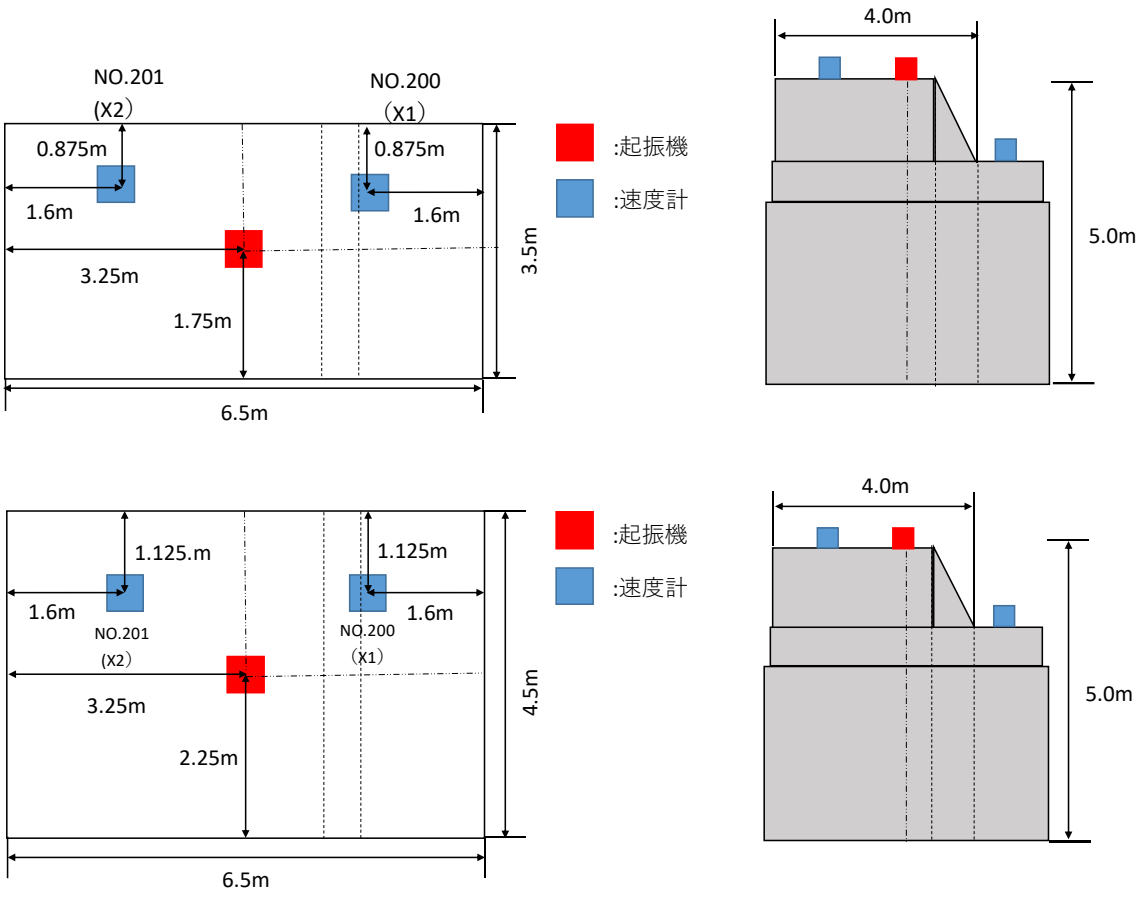
【平井賀漁港　東防波堤】



図d-13-1　施設平面（平井賀漁港東防波堤）

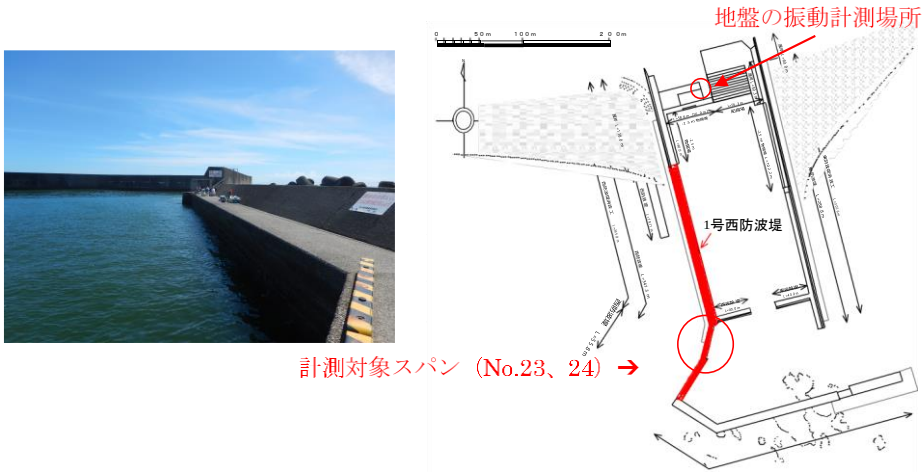


図d-13-2　施設断面（平井賀漁港東防波堤）

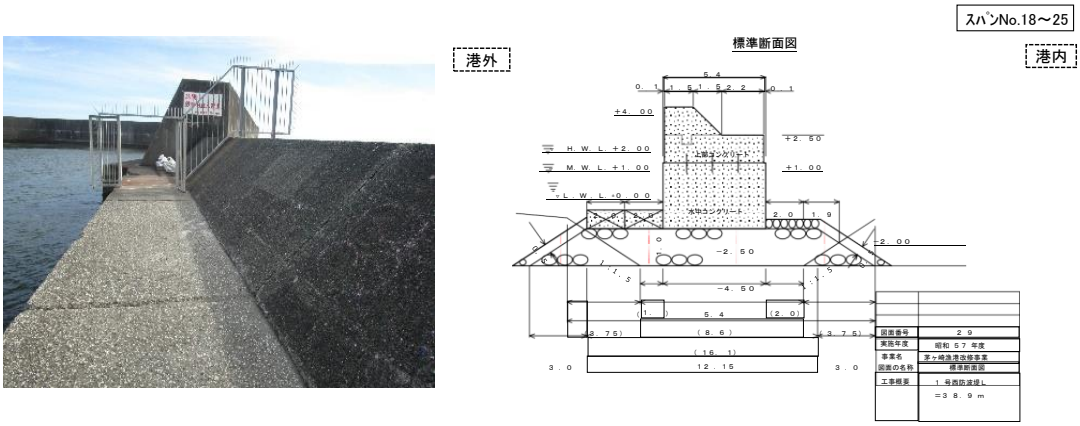


図d-13-3　機材等配置図（上：スパン15-1、下：スパン15-3）

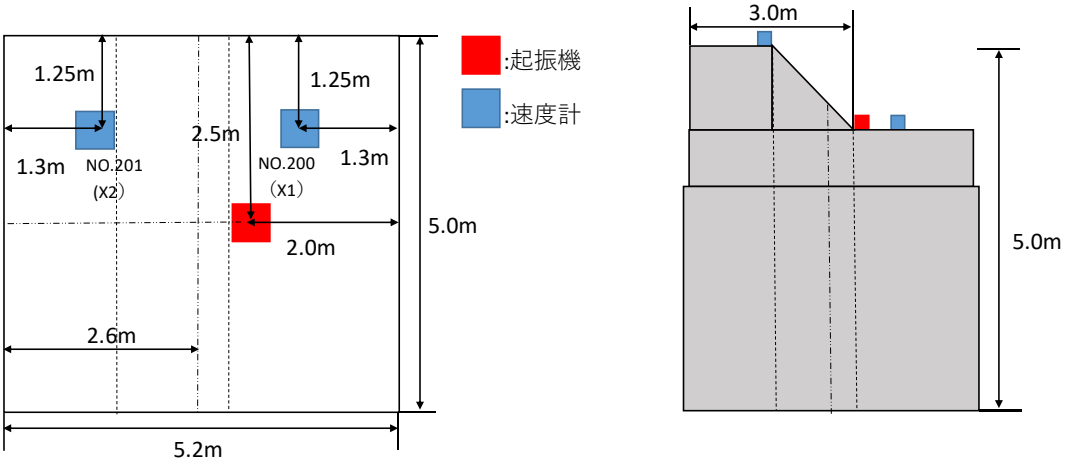
【茅ヶ崎漁港　1号西防波堤】



図d-14-1　施設平面（茅ヶ崎漁港1号西防波堤）

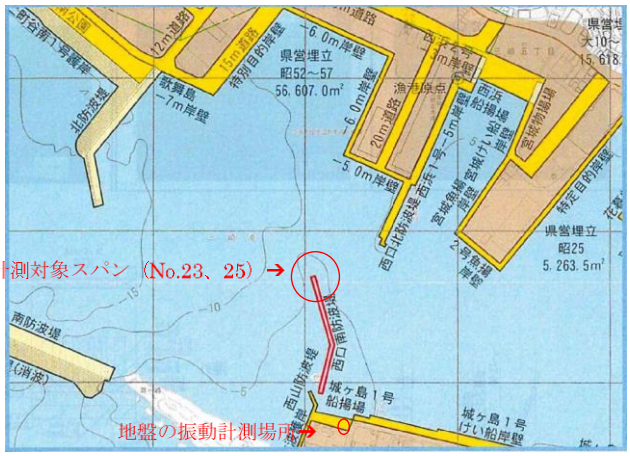


図d-14-2　施設断面（茅ヶ崎漁港1号西防波堤）

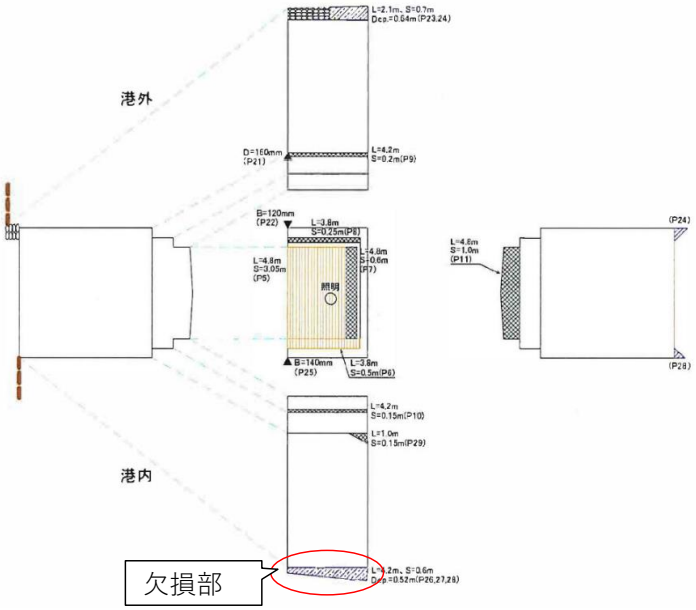


図d-14-3　機材配置図（スパン23，24）

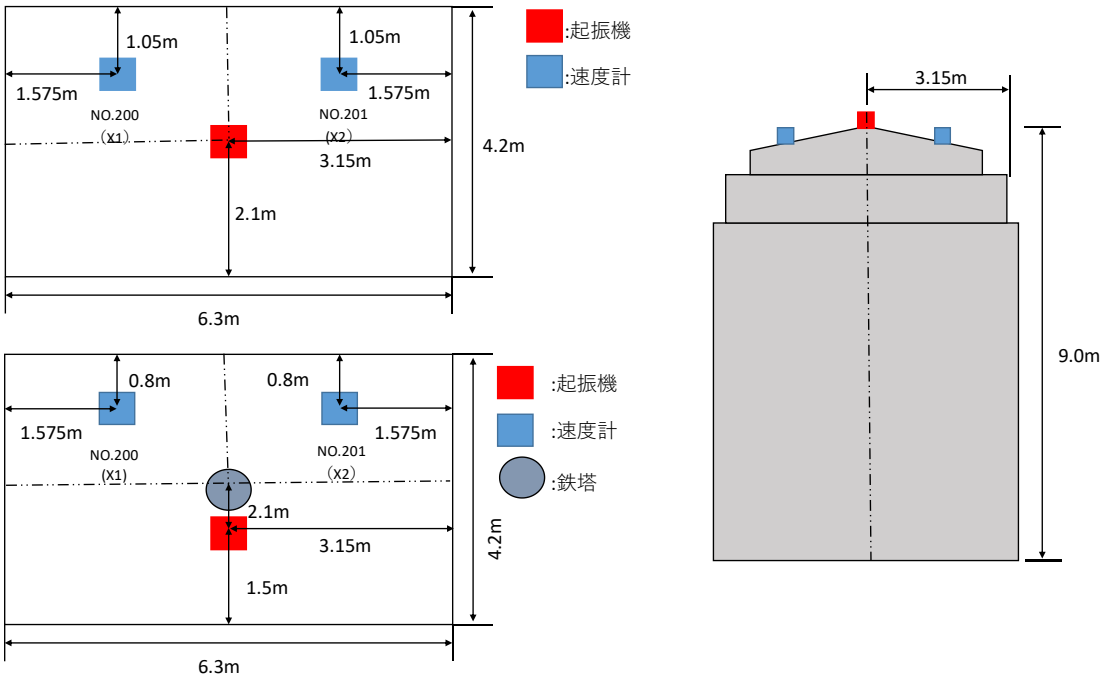
【三崎漁港　西口南防波堤】



図d-15-1　施設平面（三崎漁港西口南防波堤）



図d-15-2　施設断面（三崎漁港西口南防波堤スパン25：欠損あり）

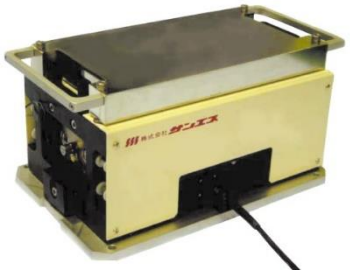


図d-15-3　機材配置図（上：スパン23欠損なし、下：スパン25欠損あり）

３）使用機材

(1)起振機

起振機は、図 d-16 に示すように、加振力 490N 相当を有する(株)サンエス製の永久磁石起振機 SSV-125ME を使用した。本機は、水平方向に加振する振動数を設定して加振することが可能であり、永久磁石の採用によりブロワ等の特別な冷却装置を必要としないため、高い静穏性があり、ノイズが極小となる特徴を有する。対象施設のスパン上部に設置し、固有振動数周辺を含む 10 ケース程度振動数を変えて、加振した。



起振機形式	SSV-125ME
最大加振力	588N
最大加速度	無負荷14.7m/s^2
最大荷重	80kg
可動部質量	40kg

図d-16　起振機の概要

起振機の選定は、今回の検討振動数帯においてフラットな加振力特性（最大加振力 490N）を有することで、十分な応答が得られるかどうかを検討した。この検討では構造物上部に起振機を設置し、水平加振することで、構造物底面中心にロッキング中心があるような振動をするものと仮定している（図 d-17 参照）。

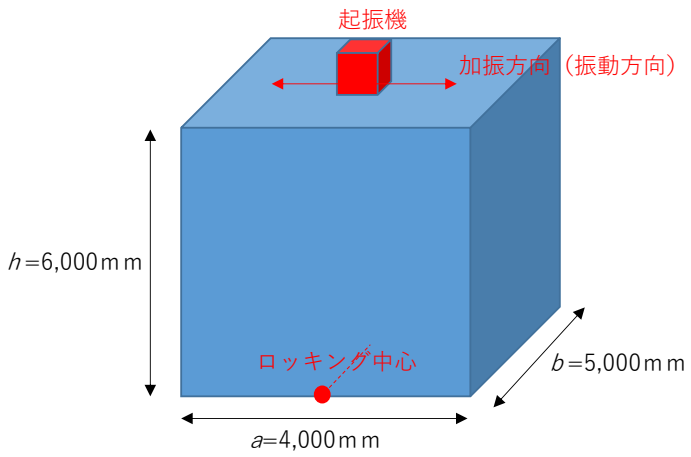


図 d-17　加振力検討のために想定した構造体

図 d-17 より、a,bは、それぞれ剛体ブロックの幅と奥行きであり、m,A,hは、それぞれ，起振機に載せる質量、起振テーブルの振幅（制約あり）、剛体ブロックの高さである。なお、本検討では、起振機自体の質量は考慮していない。

振幅を A（最大 25mm）とすると、$u=A\exp(i\omega t)$となる。よって，加速度は、$\ddot{u}=-A\omega^2\exp(i\omega t)$となるので、慣性力（加振力）は、$-m\ddot{u}=mA\omega^2\exp(i\omega t)$となる。このときの運動方程式は，①のとおりである。

$$J\ddot{\theta}+\int_{-a/2}^{a/2}k_v b d\eta\cdot\eta\theta\cdot\eta=mA\omega^2\exp(i\omega t)\cdot h \quad ①$$

$F(\omega)$は水平起振力、k_v：鉛直方向地盤反力係数、$K_\theta=\frac{1}{12}k_v b a^3$である。

①式の計算を進めると、

$$J\ddot{\theta}+k_v b\int_{-a/2}^{a/2}\eta^2 d\eta\cdot\theta=J\ddot{\theta}+\frac{1}{3}k_v b\left[\eta^3\right]_{-a/2}^{a/2}\cdot\theta=J\ddot{\theta}+\frac{1}{12}k_v b a^3\cdot\theta$$
$$=J\ddot{\theta}+K_\theta\theta=-mA\omega^2\exp(i\omega t)\cdot h$$

これより、$\theta=\theta_0\exp(i\omega t)$とおき、$F(\omega)=F_0\exp(i\omega t)$とすると、$(K_\theta-\omega^2 J)\theta_0=F_0 h$、よって、$\theta_0=\frac{F_0 h}{K_\theta-\omega^2 J}$が各振動数ごとの回転角となる。得られる応答の推定値とセンサーの最大感度と分解能を併せて考慮し、3(Hz)以上は一定加振、3(Hz)未満は加振力低下として、3(Hz)で振幅 25mm 加振した場合を基準とした。加速度は $A\omega^2=0.025(m)\times(2\pi\times 3Hz)^2=8.883(m/s^2)$となるので、加振力は $mA\omega^2=50(kg)\times 8.883(m/s^2)=444(N)<588(N)$となり、最大加振力 588N より小さくなる。得られる応答の推定値とセンサーの最大感度と分解能を併せて考慮すると、今回選定した起振機 SSV-125ME により必要な応答信号が十分得られることがわかる（室内試験で使用した起振機 SL-0105 では対応は困難）。

(2) 振動計測装置（速度計）

振動計測装置（速度計）は、(株)東京測振製の小型サーボ型速度計CV-374V（室内試験時と同型。**図d-10**参照）、2台（計測用パソコン、バッテリー含む）を使用した。

④ 計測方法の効率化、解析方法の高度化

室内実験を通じ、室内モデルによる理論値と実測値の相関関係を明らかにするとともに、現地試験結果と比較・分析することにより、①理論値を活用した現地試験時における効率的な計測方法の提示、②自由振動による固有振動数特定における解析手法の高度化、を検討した。

⑤ マニュアル（案）改訂

①～③の室内試験及び現地試験結果、④の効率化・高度化方法の検討結果を踏まえ、構造形式や現地条件等による適用条件を含めた現地への適用方法について提示するとともに、マニュアル案の実用性と汎用性の向上を図り、平成 30 年 3 月にまとめられた「漁港施設における固有振動及び透過弾性波を用いた基礎部と堤体内部欠陥の診断手法適用マニュアル（案）」（現行のマニュアル（案）の目次：**図 d-18** 参照）の改訂を行う。

Ⅰ．総説
- 1．本技術資料の位置付け
- 2．本技術資料の活用の考え方
  - ・ 自由振動法が記載
- 3．本技術資料の適用範囲
- 4．本技術資料の構成
- 5．用語の定義

Ⅱ．技術資料
- 1．固有振動法
  - 1－1　固有振動法
    - ・ 自由振動法（常時微動測定）における留意事項
  - 1－2　測定機器と方法
    - ・ 自由振動法（常時微動測定）による基本的な測定方法
  - 1－3　測定技術者
  - 1－4　測定手順
    - ・ 自由振動法（常時微動測定）による測定手順及び解析方法
  - 1－5　報告
  - 1－6　適用事例
    - ・ 自由振動法による固有振動数特定の事例
  - 1－7　概算費用
    - ・ 自由振動法による現地調査（測定＋解析）の概算費用

図d-18　現行マニュアル（案）の目次構成（固有振動法部分）

e．結果

1. 室内試験の結果

室内試験では、「**d．方法**」におけるケース 0 の 12 パターン、**表 d-1** に示したケース 1 の 4 パターン、ケース 2 の 8 パターン、ケース 3 の 12 パターン、ケース 4 の 2 パターン、計 5 ケース、31 パターンで強制振動試験を行い、固有振動数に対する、圧縮ばね配置条件やばね定数の変化による影響、目地材を模した摩擦材の設置による影響、現地捨石マウンドを模した砂利を基礎とした場合の影響を調べた。

（1）圧縮ばねと固有振動数の関係

圧縮ばねと固有振動数の基本特性を把握するため、単体供試体の底部に圧縮ばねの個数を変化させた試行試験（ケース 0）を行った（**図 d-2-1、d-2-2** 参照）。結果は**表 e-1** のとおりである。なお、本年度は低反発ばね（黄ばね）のばね定数 94.07N/mm における試験を行った。高反発ばね（青ばね）のばね定数 198.61N/mm の試験は平成 29 年度調査で実施されおり、ここでは当該調査の結果を用いている。

表 e-1　圧縮ばねと固有振動数の関係（ケース 0）

ばね個数	X軸実測値 (Hz)	
	青ばね K=198.61（平成29年度）	黄ばね K=94.07（平成31年度）
4	4.1	2.8
6	4.2	2.9
8	5.2	3.5
12	5.5	3.9
24	7.4	5.1
48	9.8	6.5

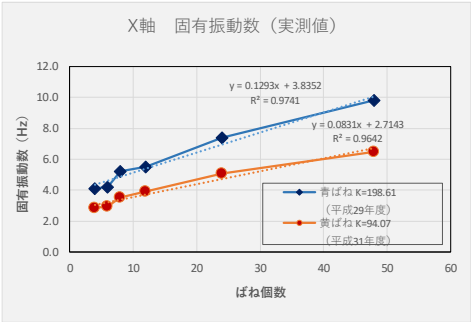


表 e-1 から、圧縮ばねの種類（ばね定数）によらず圧縮ばねの個数と固有振動数は相関性が高いことがわかる。また、その関係は比例関係にあり、ばね定数が高い方が固有振動数も大きくなる。

（2）圧縮ばねの種類、配置およびばね個数と固有振動数の関係

圧縮ばねの種類、配置および個数を変えたケース 1～3 の結果を**表 e-2** に示す。

表 e-2　室内試験結果：ケース 1～3（共振曲線値と理論値）

実測値と理論値で比較	共振曲線値(Hz)［水平方向：X軸］													
	ばね定数:94.07N/mm							ばね定数:198.61N/mm						
	実測値						理論値	実測値						理論値
	目地材なし	対理論値	目地材1（天然ゴム）	対理論値	目地材2（加工ゴム）	対理論値		目地材なし	対理論値	目地材1（天然ゴム）	対理論値	目地材2（加工ゴム）	対理論値	
全面敷詰め(圧縮ばね48個)	5.0	0.78	4.7	0.73	5.0	0.78	6.4	6.3	0.67	6.4	0.68	6.5	0.69	9.4
全面敷詰め4個抜き(圧縮ばね44個)	4.3	0.70	4.6	0.75	4.6	0.75	6.2	5.7	0.64	6.0	0.67	6.0	0.67	9.0
片側1列抜き(圧縮ばね40個)	3.6	0.61	4.1	0.70	4.2	0.71	5.9	4.7	0.55	5.7	0.67	5.7	0.67	8.5
片側1列4個抜き(圧縮ばね36個)	3.0	0.54	3.7	0.66	3.8	0.68	5.6	4.0	0.49	5.4	0.67	5.4	0.67	8.1
平均（実測値／理論値）		0.66		0.71		0.73			0.59		0.67		0.67	
	ケース3（12パターン）							ケース1（4パターン）		ケース2（8パターン）				

この結果から、基礎部分の欠陥を模して圧縮ばねの個数を減少させた場合、減少程度に応じて固有振動数も低下する。また、目地材（ゴム）の有無による固有振動数の変化

は少ない。これは、両隣に供試体が配置されていることにより、X 軸 1 方向に振動が制限されていることから、振動形態が同様になっていることが要因と考えられる。特に、現地の実態に近い目地材を付加した場合、理論値に対する実測値は 7 割程度とほぼ一定の値となっており、現地試験への理論値の活用が可能と考えられる（具体的な活用方法は「(4) 現地試験への理論値の活用方法について」に記述）。

なお、理論値は、「漁港施設における固有振動及び透過弾性波を用いた基礎部と堤体内部欠陥の診断手法適用マニュアル案（平成 30 年 3 月）（以下「マニュアル案」という）pp.8-9」より、ロッキング中心が供試体底面の中心にあるという仮定で算出しており、以降も同様である。

以下、試験結果の詳細を示す。

① ケース 1 ：3 列並列供試体（基本ケース）

基本ケースとして、平成 30 年度の室内試験と同条件での強制振動を行い、振動特性を検証した。固有振動数は、測定した振動波形を高速フーリエ変換し、強制振動した振動数の値をそれぞれの振動数ごとにプロットすることで共振曲線を作成し、その極値（ピーク値）を共振曲線値として固有振動数と判断した。ケース 1 における共振曲線を**図 e-1** に示す（圧縮ばねの配置は**図 d-7** 参照）。

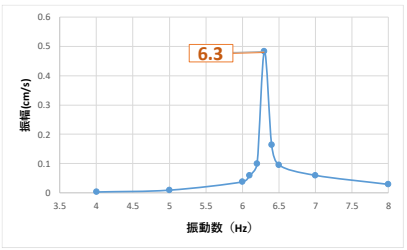
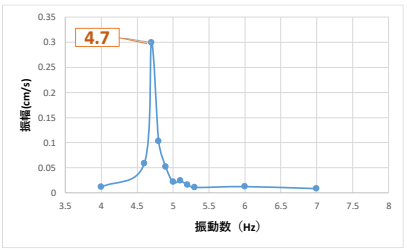
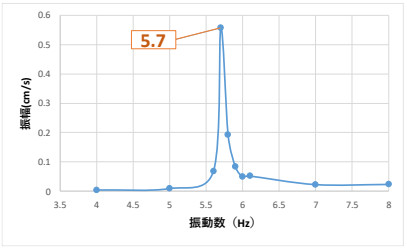
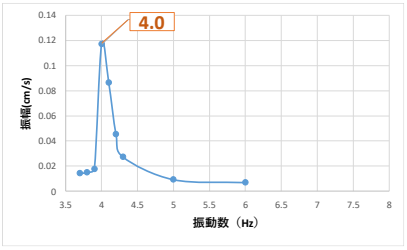
基礎条件	供試体X軸方向の共振曲線	基礎条件	供試体X軸方向の共振曲線
全面敷き詰め（圧縮ばね48個）		**片側1列抜き（圧縮ばね40個）**	
全面4個抜き（圧縮ばね44個）		**片側1列＋4個抜き（圧縮ばね36個）**	

図 e-1　基礎条件（圧縮ばね個数）が異なる共振曲線（X 軸）

図 e-1 より、共振曲線は、いずれも極値（共振曲線値）が明確に表れており、この極値が固有振動数と特定できる。圧縮ばね配置を変えた 4 パターンの固有振動数は、既存試験結果とほぼ同じで再現性が高い。また、これまでと同様に、圧縮ばね個数が減少してばね定数が減少すると供試体の共振曲線値も減少している。

② ケース 2 ：摩擦材付加供試体（目地材付加ケース）

目地材を変えた 4 パターン×2 の共振曲線値（固有振動数）は、目地材がないケース 1 と比較し理論値の減少傾向と同じ傾向を示した。減少傾向は天然ゴムと加工ゴムはほ

ぼ同じであり、摩擦係数の違いは共振曲線値への影響は見られなかった。このことから、強制振動の場合、摩擦係数は固有振動数には影響が少ないと考えられる。また、実測値と理論値の比率は天然ゴムで 0.67～0.69（平均 0.67）、加工ゴムで 0.67～0.68（平均 0.67）とほぼ同じとなっており、理論値と実測値の関係は相関が高いことがわかる。

③　ケース３：圧縮ばね変更供試体（基礎地盤条件変更ケース）

圧縮ばねを変えた 12 パターンの固有振動数は、圧縮ばね個数の減少に伴って共振曲線値が減少する傾向はケース 2 と同様であった。目地材を付加した実測値と理論値の比率は、天然ゴムで 0.66～0.73（平均 0.71）、加工ゴムで 0.68～0.78（平均 0.73）となり、ケース 2 に比べ変動幅は若干広がっているものの違いは少なく、理論値と実測値は相関が高いことがわかる。

このように、圧縮ばねを変えても、目地材の違いによる固有振動数の違いは少なく、強制振動によって、1 方向に振動させる場合は固有振動数にほぼ影響しないことがわかった。また、現地において目地材により密着している防波堤の実態に近い摩擦材を付加した場合、理論値と実測値の相関は高く、現地試験への活用が可能と考えられる。

【参考：青ばね理論値算出（48、40 個を掲載）】

圧縮ばね定数が既知の圧縮ばね(青ばね：K＝198.61N/mm)を使用し、供試体は縦横それぞれ a=400mm、b=500mm、高さ h=600mm の長方形コンクリートブロックである。これらの数値を用いてそれぞれの式に代入すると

①　全面敷詰め（圧縮ばね 48 個）

$$\mathrm{M} = 276$$

$$K_{V=}\frac{48 \times 198.61 \times 10^3}{0.4 \times 0.5} = 47{,}666{,}400$$

$$K_R = 127{,}110.4$$

$$\mathrm{J} = 276\left(\frac{0.4^2}{12} + \frac{0.6^2}{3}\right) = 36.8$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{127{,}110.4}{36.8}} = 9.35$$

②　片側抜き（圧縮ばね 40 個）

$$\mathrm{M} = 276$$

$$K_{V=}\frac{40 \times 198.61 \times 10^3}{0.4 \times 0.5} = 39{,}722{,}000$$

$$K_R = 105{,}925.3$$

$$\mathrm{J} = 276\left(\frac{0.4^2}{12} + \frac{0.6^2}{3}\right) = 36.8$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{105{,}925.3}{36.8}} = 8.54$$

【参考：黄ばね理論値算出（48、40 個を掲載）】

圧縮ばね定数が既知の圧縮ばね(黄ばね：K＝94.07N/mm)を使用し、供試体は縦横それぞれ a=400mm、b=500mm、高さ h=600mm の長方形コンクリートブロックである。これらの数値を用いてそれぞれの式に代入すると

① 全面敷詰め（圧縮ばね 48 個）

$$\mathrm{M} = 276$$

$$K_{V=} \frac{48 \times 94.07 \times 10^3}{0.4 \times 0.5} = 22{,}576{,}800$$

$$K_R = 60{,}204.8$$

$$\mathrm{J} = 276\left(\frac{0.4^2}{12} + \frac{0.6^2}{3}\right) = 36.8$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{60{,}204.8}{36.8}} = 6.44$$

② 片側抜き（圧縮ばね 40 個）

$$\mathrm{M} = 276$$

$$K_{V=} \frac{40 \times 94.07 \times 10^3}{0.4 \times 0.5} = 18{,}814{,}000$$

$$K_R = 50{,}170.7$$

$$\mathrm{J} = 276\left(\frac{0.4^2}{12} + \frac{0.6^2}{3}\right) = 36.8$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{50{,}170.7}{36.8}} = 5.88$$

（3）砂利と固有振動数の関係

現地地盤の捨石マウンドに近い条件として供試体の基礎を砂利した場合のケース 4 の結果を**表 e-3** に示す。

表 e-3　室内試験結果：ケース 4（共振曲線値と理論値）

ケース４：砂利(15~20)	共振曲線値(Hz)		実測値/理論値
	X軸方向	理論値	
	実測値		
全面敷詰め	11.2	19.5	0.57

ケース４：砂利(5~10)	共振曲線値(Hz)		実測値/理論値
	X軸方向	理論値	
	実測値		
全面敷詰め	11.0	19.5	0.56

砂利基礎の場合の単体供試体における固有振動数は、砂利の大きさが変わっても固有振動数はほとんど変化がなかった。これは、砂利の大きさが変わっても供試体への反発力に差がなかったと考えられる。また、砂利基礎の場合においても理論値と実測値を比較した結果、実測値は理論値の約 0.6 となった。圧縮ばねに比べやや小さい数値であるが、1 割以内の差であり、理論値と実測値の相関は圧縮ばねの関係と同様であると言える。ただし、N 値から理論値を推計する場合は、この差を考慮する必要がある。

なお、砂利基礎の場合の理論値算出にあたっては、室内試験における砂利基礎の N 値を礫層（密実でない場合）相当（N 値 30）※として計算を行った。

※「月刊基礎工：(株）総合土木研究所，Vol.25」を参考に設定

（4）現地試験への理論値の活用方法について

実測値と理論値に一定の相関関係があることから、理論値を活用することにより、現地の計測対象施設の概算的な固有振動数（「概算固有振動数（仮称）」）の推定が可能と考えられる。概算固有振動数という指標値を用いることにより、現地での強制振動試験時において、全く固有振動数がわからない中でランダムに振動数を選択し強制振動をかける場合に比べ、目的となる固有振動数域を推測できることから、結果的に共振曲線を得るための加振回数を減らすなど計測の効率化を図ることができる。また、自由振動におけるフーリエスペクトル解析時のピーク値の絞り込みにも有効である。

ただし、防波堤の基礎地盤においては、捨石マウンドや岩着タイプの基礎が一般的であるが、現場では地盤条件としてN値や弾性波速度まで設定（調査）されていることはほとんどない。また、本試験の対象施設は既設構造物であることから実施時においては既に施設は施工済みのため、N値を推定のために追加調査を実施するのは手間も多くコストもかさむ。そこで、本試験方法において理論値を活用した概算固有振動数の設定にあたっては、基礎タイプに応じたN値について既存文献※を参考に一定幅での数値を示すことにより推定することが実用的と考えられる。これらを踏まえたN値の推定および概算固有振動数の設定方法は以下のとおりである。

①N値の推定

本調査における概算固有振動数の設定におけるN値は以下によるものとしている。

・捨石マウンドタイプ： 60～100　［礫層（密実な状態）］

・岩着タイプ　　：200～300　［岩石］

※「月刊基礎工：（株）総合土木研究所，Vol.25」を参考に設定

②概算固有振動数の設定

上記の基礎地盤のタイプ別で推定したN値により理論値を算出し、室内試験における相関関係から求められる換算係数0.7（理論値に対する実測値の割合）を乗じた値を概算固有振動数とする。

【マニュアル改訂案における記載内容（案）】

○概算固有振動数の設定

効率的に計測するため、事前に対象スパンの構造形式、規模、基礎条件による理論値から概算固有振動数を設定（N値から算出）し、概算固有振動数を中心に測定振動数を決めることが望ましい。概算固有振動数の設定は以下のとおりとする。

1）N値の推定

防波堤の基礎地盤は、捨石マウンドや岩着タイプの基礎が一般的であるが、現場では地盤条件としてのN値[11)]や弾性波速度は不明なことが多いことから、概算固有振動数の設定におけるN値として以下の数値を用いることとする。

・捨石マウンドタイプ　：　60 ～ 100　［礫層（密実な状態）］

・岩着タイプ　　：　200 ～ 300　［岩石］

2）概算固有振動数の設定

基礎地盤タイプ別で推定したN値により理論値を算出し、室内試験における相関関係から換算係数0.7（理論値に対する実測値の割合）を乗じた値を概算固有振動数とする。

2. 現地試験の結果

現地試験では、室内試験と同様に、漁港施設を起振機によって顕著なロッキング振動を生じさせ、振幅が極大値を示す（共振状態となる）振動域を測定することで共振曲線を作成した。また、共振曲線における極値（共振曲線値）を固有振動数として同定した。

現場では、振動特性が顕著になる水平方向（X軸）の振動に着目し、起振機で固有振動数に近いと思われる振動数付近で段階的に振動させ、振動波形を測定した。測定した振動波形は、それぞれの振動数での振動波形を高速フーリエ変換し、それぞれの振幅最大値を振動数ごとにプロットすることで、共振曲線を作成した。

なお、既存計測方法と比較検証のため、各試験対象施設では、自由振動も併せて測定し、安定した振動である区間を複数選び、高速フーリエ変換することで測定振動のスペクトルを求め、測定振動におけるフーリエスペクトルの卓越振動数を固有振動数と同定する方法も実施した。

（1）岩手県漁港（小堀内漁港、平井賀漁港）

小堀内漁港および平井賀漁港における自由振動におけるフーリエスペクトル解析結果を**図 e-2**、**図 e-3**、強制振動による共振曲線を**図 e-4** に示す（比較のため自由振動のフーリエスペクトル解析結果を併記する）。

自由振動の計測データを用いたフーリエスペクトル解析では、小堀内漁港西防波堤スパン 9（**図 e-2** 参照）、平井賀漁港東防波堤スパン 15-1（**図 e-3** 参照）と 15-3 ではピーク（卓越振動数）を確認できた。また、両漁港ともに強制振動における共振曲線においては極値が明確に現れている（**図 e-4** 参照）。ただし、小堀内漁港および平井賀漁港のどちらの施設も極値が複数出現する二山型の曲線となっており、共振曲線だけでは固有振動数を特定することが難しい。しかしながら、**図 e-4** の右欄の自由振動のフーリエスペクトル解析結果を比較することにより試験対象施設の固有振動数の特定することが可能である。

［固有振動数の特定］

ここでは、以下の考え方で固有振動数を設定した。

① 小堀内漁港西防波堤スパン 9（欠陥なし）では、自由振動による卓越振動数が 5.2Hz を示していることから、強制振動による共振曲線値でそれに近い 5.2Hz を固有振動数とした。

② 平井賀漁港東防波堤スパン 15-1（欠陥なし）では、自由振動による卓越振動数が 7.1Hz を示していることから、強制振動による共振曲線値でそれに近い 7.2Hz を固有振動数とした。

③ 平井賀漁港東防波堤スパン 15-3（欠陥あり）では、自由振動による卓越振動数は 6.7Hz を示していることから、強制振動による共振曲線値でそれに近い 6.5Hz を固有振動数とした。

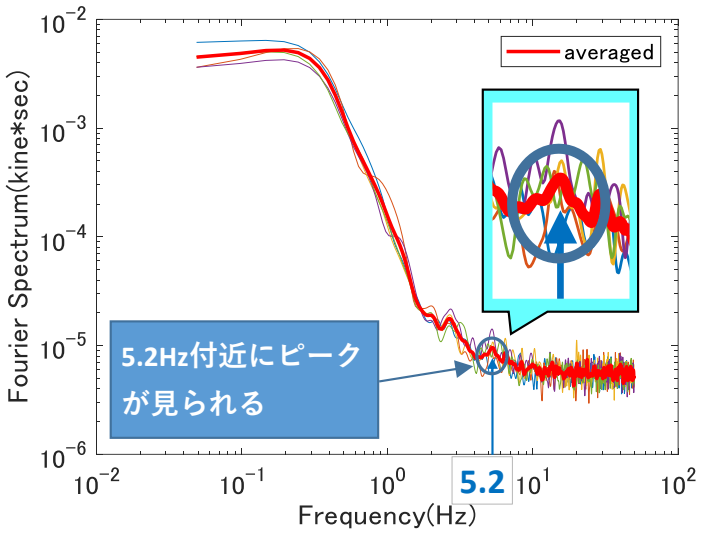


図 e-2　小堀内漁港西防波堤（スパン 9）の自由振動フーリエスペクトル

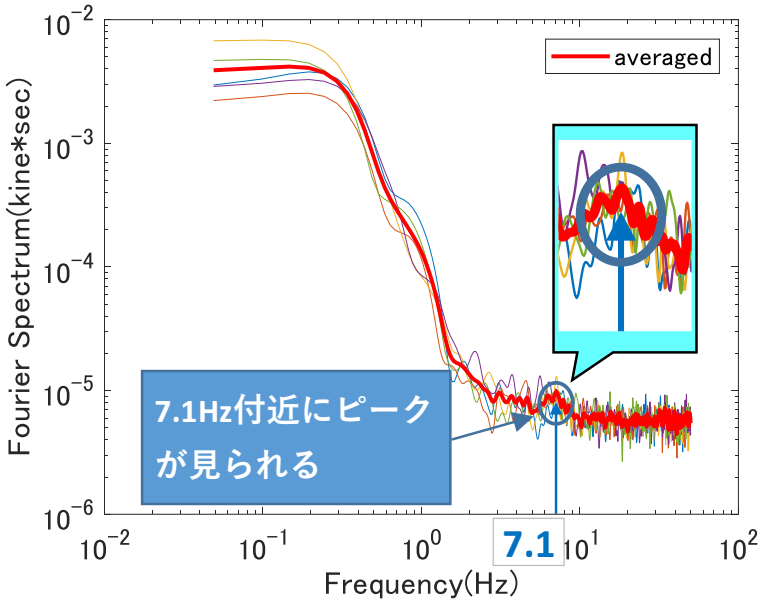


図 e-3　平井賀東防波堤（スパン 15-1）の自由振動フーリエスペクトル

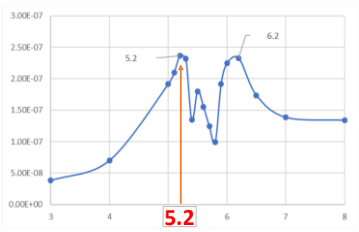
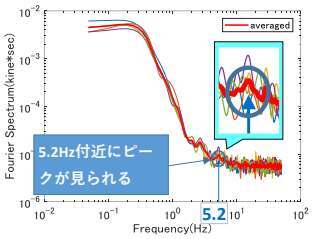
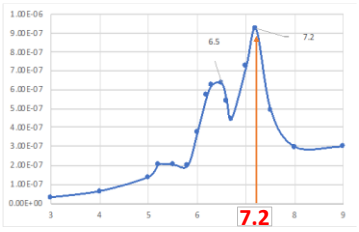
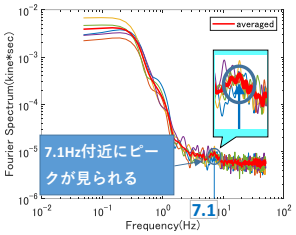
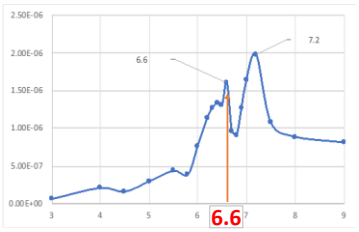
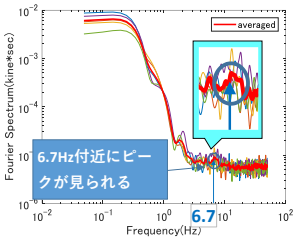
測定場所		欠陥の有無 (洗掘･空洞)	共振曲線 ［水平方向（X軸）］	自由振動：フーリエスペクトル ［水平方向(X軸）］
小堀内漁港 西防波堤	スパン9	なし		
平井賀漁港 東防波堤	スパン15-1	なし		
	スパン15-3	有り		

図 e-4　小堀内・平井賀漁港における共振曲線（単位：Hz）

ここで、平井賀漁港スパン 15 は、上部工と下部工でそれぞれ 3 つに分かれた（小スパンと称す）コンクリート単塊式の構造形式である。3 つの小スパンのうち 15-1 が基礎に欠陥がない下部工で、先端部の 15-3 が基礎（底面）に欠陥を有する下部工となっている。**写真 e-1** に示すように、また、上部工と下部工の小スパン間（目地）で若干のズレが生じている。この小スパン間のズレが二山型の共振曲線になった要因と推察される。

平井賀漁港東防波堤（調査対象スパン）

写真 e-1　スパン割が異なる施設の事例（本体工と下部工の目地が不揃い）

小堀内漁港および平井賀漁港における自由振動による卓越振動数、強制振動による共振曲線値、基礎地盤の理論値を**表 e-4** に示す。自由振動による卓越振動数および強制振動による共振曲線値ともに基礎を有する下部工であるスパン 15-3 で固有振動数が低下しており、平成 30 年度調査結果と同様に基礎部分に欠陥を有する場合に固有振動数が低下するという固有振動法の理論に合致する結果となった。

表 e-4　自由振動卓越振動数、共振曲線値、および理論値の比較（岩手県）

現地試験		基礎の形式	欠陥の有無（洗掘・空洞）	構造物短辺方向（X軸）単位：Hz									備考（算定条件）	備考（固有振動数の特定、結果の評価）
				自由振動卓越振動数	共振曲線値	対理論値			理論値（*概算固有振動数*）					
小堀内漁港 西防波堤	スパン9	基礎捨石（1m）	ー	5.2	5.2	0.72	～	0.56	7.2 (*5.0*)	～	9.3 (*6.5*)		・N値:60～100 ・浮力考慮	自由振動計測でも固有振動特定可能
平井賀漁港 東防波堤	スパン15-1	基礎捨石（0.8m）	ー	7.1	**7.2**	0.98	～	0.76	7.3 (*5.1*)	～	9.5 (*6.6*)		・N値:60～100 ・浮力考慮	欠陥のあるスパン（スパン15-3）で固有振動数低下
	スパン15-3		○	6.7	**6.6**	0.90	～	0.70						

【参考：理論値算出】

○小堀内西防波堤

➢ 算出条件

- a=6.5m,b=6.02m,h=4.5m（陸上:1.75m,水中:2.75m）
- 捨石基礎：N = 60 or 100
- Vs = 300
- E_0 = 2,800*N*1,000
- 浮力を考慮

［N60 の場合］

M = 376,710

E0 = 2,800*60*1,000 = 168,000,000

kv0 = 1/0.3*1*168,000,000 = 560,000,000

bv = √(6.5*6.02) = 6.26

kv = 560,000,000*(6.26/0.3)^(-3/4) = 57,390,204

kr = 57,390,204*6.5^3*6.02/12 = 7,906,660,481

j = 297,388*(6.5^2/12+6.02^2/3) = 3,865,019

F0 = 1/2π √(7,906,660,481/3,865,019) = 7.20

［N100 の場合］

M = 376,710

E0 = 2,800*100*1,000 = 280,000,000

kv0 = 1/0.3*1*280,000,000 = 933,333,333

bv = √(6.5*6.02) = 6.26

kv = 933,333,333*(6.26/0.3)^(-3/4) = 95,650,341

kr = 95,650,341*6.5^3*6.02/12 = 13,177,767,461

j = 297,388*(6.5^2/12+6.02^2/3) = 3,865,019

F0 = 1/2π √(13,177,767,461/3,865,019) = 9.29

○平井賀防波堤

➢ 算出条件

- a=6.0m,b=4.5m,h=5.0m（陸上:1.0m,水中:4.0m）

- 捨石基礎：N = 60 or 100
- Vs = 300
- E_0 = 2,800*N*1,000
- 浮力を考慮
- ［N60 の場合］

  M = 221,688

  E0 = 2800*60*1000 = 168,000,000

  kv0 = 1/0.3*1*168,000,000 = 560,000,000

  bv = √(6.0*4.5)=5.20

  kv = 560,000,000*(5.20/0.3)^(-3/4) = 65,958,012

  kr = 65,958,012*6.0^3*4.5/12 = 5,342,598,961

  j = 221,688*(6.0^2/12+4.5^2/3) = 2,512,467

  F0 = 1/2π √(5,342,598,961/2,512,467) = 7.34

  ［N100 の場合］

  M = 221,688

  E0 = 2800*100*1000 = 28-,000,000

  kv0 = 1/0.3*1*280,000,000 = 933,333,333

  bv = √(6.0*4.5) = 5.20

  kv = 933,333,333*(5.20/0.3)^(-3/4) = 109,930,020

  kr = 109,930,020*6.0^3*4.5/12 = 8,904,331,602

  j = 221,688*(6.0^2/12+4.5^2/3) = 2,512,467

  F0 = 1/2π √(8,904,331,602/2,512,467) = 9.47

（2）神奈川県漁港（三崎漁港、茅ヶ崎漁港）

茅ヶ崎漁港および三崎漁港における自由振動におけるフーリエスペクトル解析結果を**図 e-5**、**図 e-6**、強制振動による共振曲線を**図 e-7** に示す（比較のため自由振動のフーリエスペクトル解析結果を併記する）。

自由振動の計測データを用いたフーリエスペクトル解析では、茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23（**図 e-5** 参照）では明瞭なピークを確認できない。茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 24、三崎漁港西口南防波堤スパン 23 および 25（**図 e-6** 参照）では明確なピークは確認できないものの一定のピーク範囲を確認することできた。一方で、茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 と三崎漁港西口南防波堤スパン 23 では強制振動における共振曲線においては極値が明確に現れている（**図 e-7** 参照）。ただし、茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 24 と三崎漁港西口南防波堤スパン 25 では、前述の小堀内漁港や平井賀漁港と同様に、極値が複数出現する二山型の曲線となっており、この場合、共振曲線だけでは固有振動数を特定することが難しい。しかしながら、**図 e-7** の右欄の自由振動のフーリエスペクトル解析結果を参照することにより試験対象施設の固有振動数の特定することが可能である。

［固有振動数の特定］

ここでは、以下の考え方で固有振動数を特定した。

① 茅ヶ崎漁港西防波堤では、両スパンとも基礎部分に欠陥がない。スパン 23 では、自由振動による卓越振動数は特定できないものの、共振曲線において 4.1Hz で極

値を示していることから固有振動数を 4.1Hz とした。

② 茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 24 は共振曲線では二つのピークが現れ共振曲線値を特定できなかったが、自由振動のフーリエスペクトル解析結果において 3.2～4.2Hz とピーク範囲（卓越振動数）が絞れることから、強制振動による共振曲線値でそれに近い 4.2Hz を固有振動数とした。

③ 三崎漁港西口南防波堤では、スパン 23 が基礎に欠陥がなく、スパン 25 が基礎の先端部分に欠陥がある。スパン 23 では、自由振動による卓越振動数は 3.0～5.0Hz においてピークが見られ、共振曲線において 5.2Hz で極値を示していることから固有振動数を 5.2 Hz とした。

④ 三崎漁港西口南防波堤スパン 25 では、共振曲線値としては、5.3 と 5.9 で極値が出現しているが、自由振動の卓越振動数において 3.0～5.0Hz の範囲でピーク範囲（卓越振動数）が絞られることから固有振動数は 5.3Hz とした。

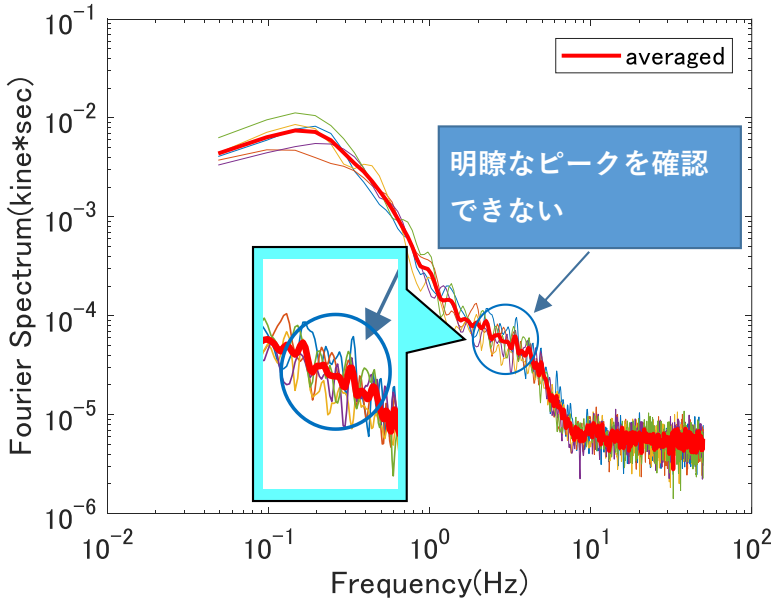


図 e-5　茅ヶ崎漁港西防波堤（スパン 23）の自由振動フーリエスペクトル

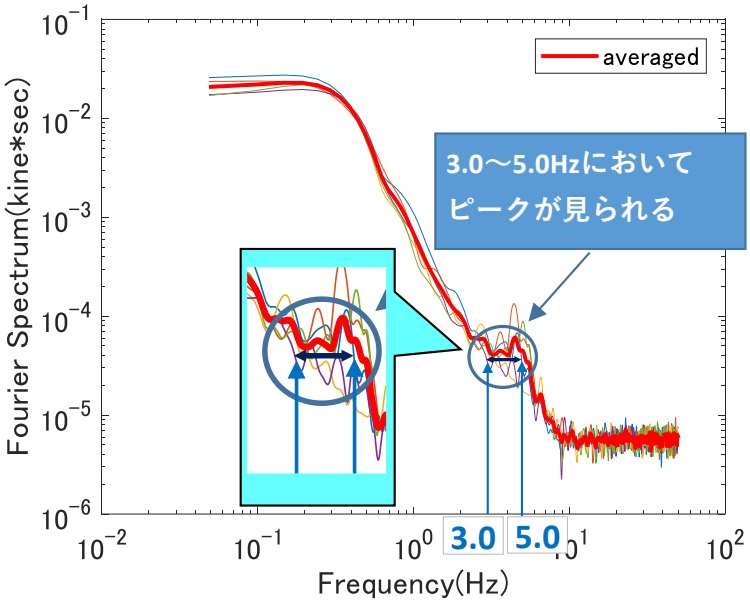


図 e-6　三崎漁港西口南防波堤（スパン 25）の自由振動フーリエスペクトル

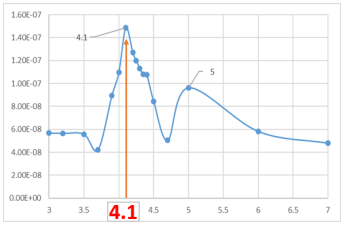
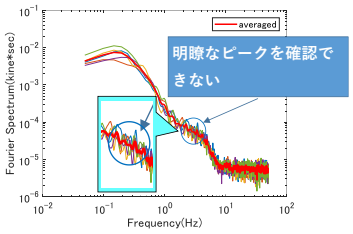
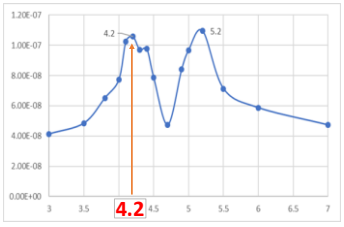
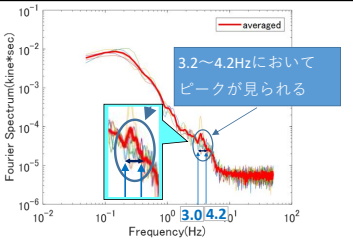
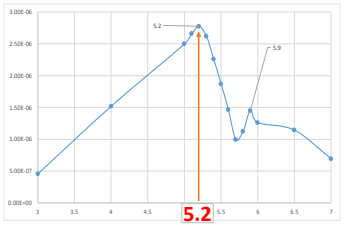
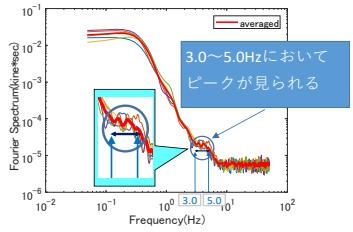
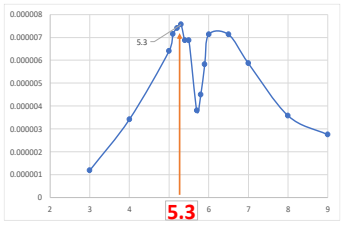
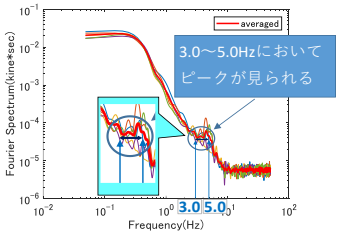
測定場所		欠陥の有無 (洗掘・空洞)	共振曲線 ［水平方向（X軸）］	自由振動：フーリエスペクトル ［水平方向(X軸）］
茅ヶ崎漁港 1号西防波堤	スパン23	なし		
	スパン24	なし		
三崎漁港 西防波堤	スパン23	なし		
	スパン25	有り		

図 e-7　茅ヶ崎・三崎漁港における共振曲線（単位：Hz）

ここで、**写真 e-2** からわかるように、三崎漁港西口南防波堤スパン 23・25 では、上部工と本体工のスパン割（目地）が一致していない。前述の岩手県平井賀漁港と同様に、この上部工と本体工のスパン割のズレが二山型の共振曲線になった要因と推察される。

三崎漁港西口南防波堤（調査対象スパン）

写真 e-2　スパン割が異なる施設の事例（上部工と本体工の目地が不揃い）

茅ヶ崎漁港および三崎漁港における自由振動による卓越振動数、強制振動による共振曲線値、理論値を**表 e-5** に示す。

表 e-5　自由振動卓越振動数、共振曲線値、および理論値の比較（神奈川県）

現地試験		基礎の形式（厚さ）	欠陥の有無（洗掘・空洞）	構造物短辺方向（X軸）単位：Hz								備考（算定条件）	備考（固有振動数の特定、結果の評価）
				自由振動卓越振動数	共振曲線値	対理論値			理論値（概算固有振動数）				
茅ヶ崎漁港	スパン23	マウンド式（1m）	ー	特定困難	4.1	0.70	～	0.60	5.9	～	6.8	・N値:60～100	自由振動計測では固有振動特定困難
1号西防波堤	スパン24		ー	3.2~4.2	4.2	0.72		0.62	(4.1)		(4.7)	・浮力考慮	自由振動計測で固有振動数をある程度絞れる
三崎漁港	スパン23	岩着	ー	3.0~5.0	5.2	0.75	～	0.61	7.0	～	8.5	・N値:200～300	欠陥のあるスパン（25）とないスパン
西口南防波堤	スパン25		○	3.0~5.0	5.3	0.76		0.62	(4.9)		(6.0)	・浮力考慮	（23）で固有振動数の変化が見られない

ここで、三崎漁港西口南防波堤のスパン 25 の先端部に欠陥（欠損）があることから、スパン 25 がスパン 23 に比べ固有振動数が小さくなると想定されたが、両スパンはほぼ同じ固有振動数であり欠陥の有無で違いが出ていない。この理由としては、三崎漁港西口南防波堤は基礎地盤が岩着形式となっていることから、堤体と地盤が捨石コンクリートにより一体化され堤体底面と基礎地盤が固着化しており、堤体端部に欠陥（空隙）があっても振動の中心軸のずれが生じていないことが考えられる。また、平井賀漁港と同様に上部工が本体工に比べ複数のスパンで分割されており、両者のスパン割は一致していない。そのため、各スパンの上部工での振動が本体工に一体的に伝わっていなかったことが原因として推察される。このように、基礎地盤が岩着形式のような場合や上部工と本体工でスパン割が一致していない場合は、強制振動により固有振動数を特定することが難しいケースも想定され、本手法の実施においては注意が必要である。

このように、固有振動法では構造体を一体のものとして、かつ、底面において堤体がロッキング振動するという理論構築をしており、上部工と下部工（または本体工）のスパン割がずれている場合、堤体底面の基礎地盤と固着化しているような場合などは手法適用が難しい場合があることがわかった（手法適用における留意事項）。この点は現地データの蓄積の上でさらに検討していく必要である。

【参考：理論値算出】

○茅ヶ崎 1 号西防波堤

➢ 算出条件

- a=5.4m,b=5.0m,h=5.0m（陸上:3.0m,水中:2.0m）
- 捨石基礎：N = 60 or 80
- Vs = 300
- E_0 = 2,800*N*1,000
- 浮力を考慮

［N60 の場合］

M = 295,313

E_0 = 2,800*60*1,000 = 168,000,000

kv0 = 1/0.3*1*168,000,000 = 560,000,000

bv = $\sqrt{5.4 * 5.0}$ = 5.20

kv = 560,000,000*(5.2/0.3)^(-3/4) = 65,958,012

kr = 65,958,012*5.4^3*5.0/12 = 4,327,505,159

j = 295,313*(5.4^2/12+5.0^2/3) = 3,178,547

F0 = $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{4,327,505,159}{3,178,547}}$ = 5.87

［N100 の場合］

M = 295,313

E_0 = 2,800*100*1,000 =280,000,000

kv0 = 1/0.3*1*280,000,000 = 933,333,333

bv = $\sqrt{5.4 * 5.0}$ = 5.20

kv = 933,333,333*(5/0.3)^(-3/4) = 109,930,020

kr = 109,930,020*5.4^3*5.0/12 = 7,212,508,598

j = 295,313*(5.4^2/12+5.0^2/3) = 3,178,547

F0 = $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{7,212,508,598}{3,178,547}}$ = 7.58

○三崎西口南防波堤

➢ 算出条件

- a=6.3m,b=4.2m,h=9.0m（陸上:2.0m,水中:7.0m），
- 岩着基礎：N 値=200 or 300
- Vs=300
- E_0＝2,800*N*1,000
- 浮力を考慮

［N=200］

M = 333,732

E_0 = 2,800*200*1,000 = 560,000,000

kv0 = 1/0.3*1* 560,000,000 = 1,866,666,667

bv = $\sqrt{6.3 * 4.2}$ = 5.14

kv = 1,866,666,667*(5.14/0.3)^(-3/4) = 221,532,028

kr = 221,532,028*6.3^3*4.2/12 = 19,367,696,658

j = 333,732*(6.3^2/12+4.2^2/3) = 10,114,583

$F0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{19,367,696,658}{10,114,583}} = 6.97$

［N = 300］

M = 333,732

E_0 = 2,800*300*1,000 = 840,000,000

kv0 = 1/0.3*1* 840,000,000 = 2,800,000,000

bv = $\sqrt{6.3 * 4.2}$ = 5.14

kv = 2,800,000,000*(5.14/0.3)^(-3/4) = 332,298,042

kr = 332,298,042*6.3^3*4.2/12 = 29,081,544,988

j = 333,732*(6.3^2/12+4.2^2/3) = 10,114,583

$F0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{29,081,544,988}{10,114,583}} = 8.53$

なお、室内試験結果において述べたように、概算固有振動数という指標値を示すことにより、自由振動におけるフーリエスペクトル解析時のピーク値の絞り込みにも活用できる。

（4）解析手法の高度化・効率化：自由振動による固有振動数の特定手法の改善

1）現状の解析手法

現状における自由振動から卓越振動数を求める方法は、以下の手順のとおりである。

ｱ）水平方向の振動を 0.1Hz 以下の振動数を遮断して 5 区間抽出

ｲ）5 区間それぞれのパワースペクトルを求め、スムージングをかけて平滑化

ｳ）これらの 5 つの平均を求め、全てをフーリエスペクトルに変換

ｴ）ｱ)～ｳ)を図化し、振動数の極値（卓越数値）である自由振動卓越振動数を判別

しかしながら、現地の構造物では、振動計測時に波の影響や近接の地盤振動と思われる影響が加味され、明確な振動数の極値（卓越数値）を判別できず自由振動により固有振動数を特定することが難しい場合があることがわかっている。このような状況の場合、地震解析等を使用する一般的なスムージングバンド幅（0.1～0.4Hz）によりフーリエスペクトル解析を行っても、様々な振動のピークがたくさん出てくるため、目的とする自由振動卓越振動数としての極値（ピーク）が明瞭に出てこない。

そこで、本調査では、「スムージング解析の方法を工夫することにより自由振動において卓越する振動数以外の振動成分を低減させ、本来の自由振動卓越振動数の判別を容易にする」解析方法を検討した。解析方法としては、①フーリエスペクトル解析における通常のスムージングバンド幅（0.1～0.4Hz）よりも大きなバンド幅（0.8～1.6Hz）によりスムージング（平滑化）を行う、②これまで構造物の振動の「速度成分」を変数として解析してきたが、ノイズ成分の低減効果の観点から「変位成分」に注目してスムージング（平滑化）を行う、の 2 ケースである。

振動学見地から考察すると、『速度を変位に変換することによりω（角振動数）が大きい領域にあるノイズ成分が低減される効果（ローパスフィルター的な効果）

がある。そのために、曲線が滑らかになり、ピークが見やすくなる』ことが期待できる。

2）新たな解析方法の検討

検討事例として、自由振動卓越振動数としての極値（ピーク値）が明瞭に出なかった茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 において実施した解析結果を以下に示す。

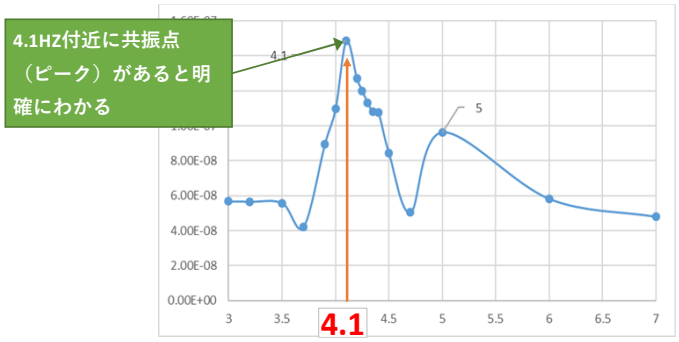


図 e-8　茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 の強制振動による共振曲線

図 e-8 は強制振動による共振曲線を示したものであるが 4.1Hz に明確なピーク値を読み取ることができる。また、わずかではあるが 5Hz 付近にも小さい極地が読み取れる（ここは固有振動数以外の周辺の振動を検知したものと考えられる）。

しかしながら、通常のスムージングバンド幅（0.2Hz）によるフーリエスペクトル解析結果である図 e-9-1 ではピーク値を読み取ることができない。そこで、①スムージングバンド幅の調整、②変位応答によるスムージング処理によるフーリエスペクトル解析を行った。結果は以下のとおりである。

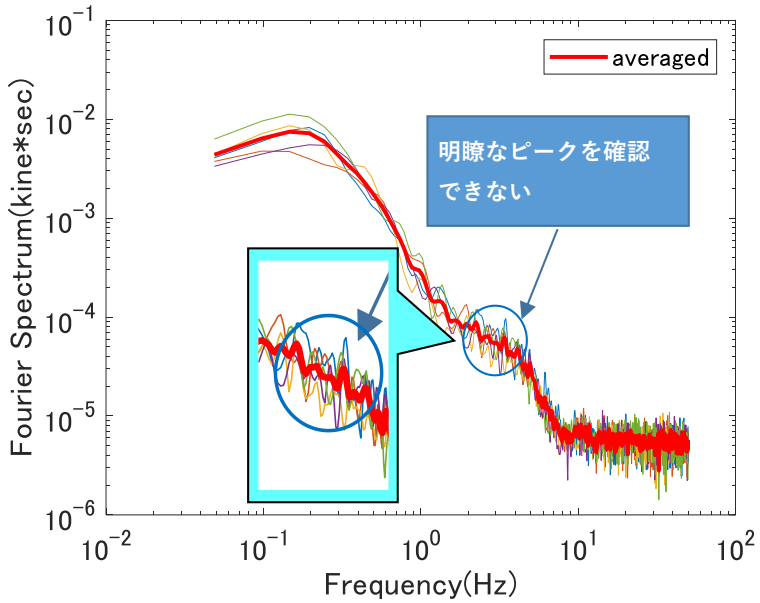


図 e-9-1　茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 の自由振動のフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：0.2Hz　図 e-5 再掲）

① スムージングバンド幅の調整（大きなバンド幅によるスムージング処理）

スムージングバンド幅を 0.8Hz と 1.6Hz に設定してスムージング処理をした結果が**図 e-9-2、9-3** である。0.8Hz において細かいピークが少なくなり全体的に平滑化された。この中で、ピークとして鋭いものではないが比較的大きなピーク域（卓越成分）が残り、卓越振動数が 3.0～4.2Hz の中に存在することが判読できる（**図 e-9-2** 参照）。

さらに、スムージングバンド幅 1.6Hz で処理した場合、ピークは緩やかになるもの他の主立ったピークがなくなるため、4.1Hz 付近に曲線の変曲点を確認でき（**図 e-9-3** 参照）、ここが卓越振動数と思われる極値であると判断できる（強制振動試験結果参照）。

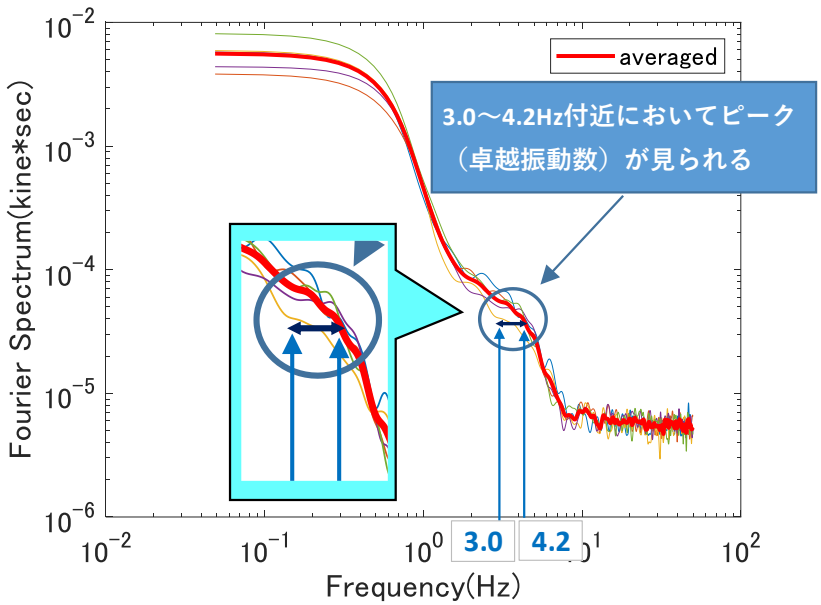


図 e-9-2　茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 の自由振動のフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：0.8Hz）

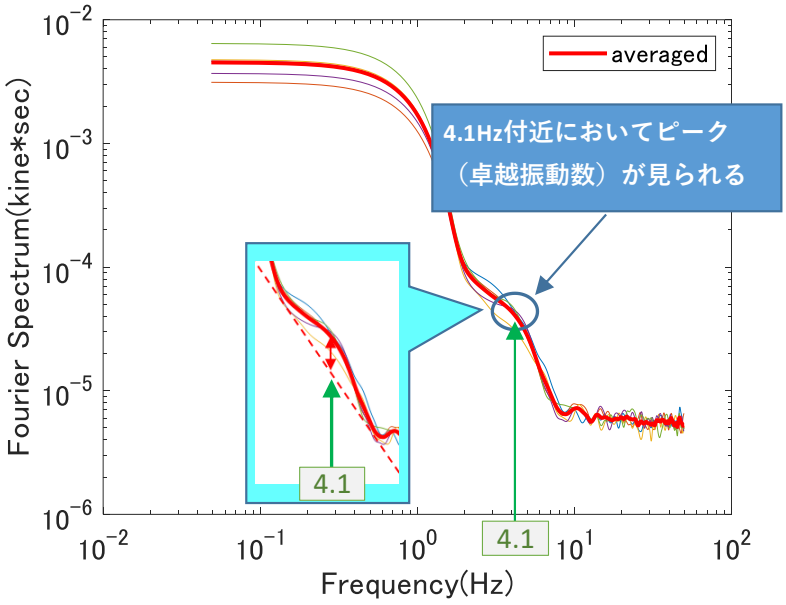


図 e-9-3　茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 の自由振動のフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：1.6Hz）

② 変位応答によるスムージング処理によるフーリエスペクトル解析

変位応答によるフーリエスペクトル解析結果を図 e-10-1、10-2、10-3 に示す。いずれの場合も、自由振動のフーリエスペクトル解析結果の曲線に比べて、細かいピークが少なく滑らかになりピークが見やすくなっていることがわかる。

スムージング幅 0.2Hz では、曲線は滑らかになっているものの他の振動成分のピークが多く、卓越振動数のピークが明瞭になっていない（図 e-10-1 参照）。0.8Hz においては、かなり細かいピークがなくなった（図 e-10-2 参照）。この中で、比較的大きなピーク域（卓越成分）が残り、卓越振動数が 3.0～4.3Hz の中に存在することが判読できる。さらに、1.6Hz で処理したところ、他の振動のピークがなくなるため、4.1Hz 付近に曲線の極値を確認でき（図 e-10-3 参照）、ここが卓越振動数と思われる極値であると判断できる（強制振動試験結果参照）。

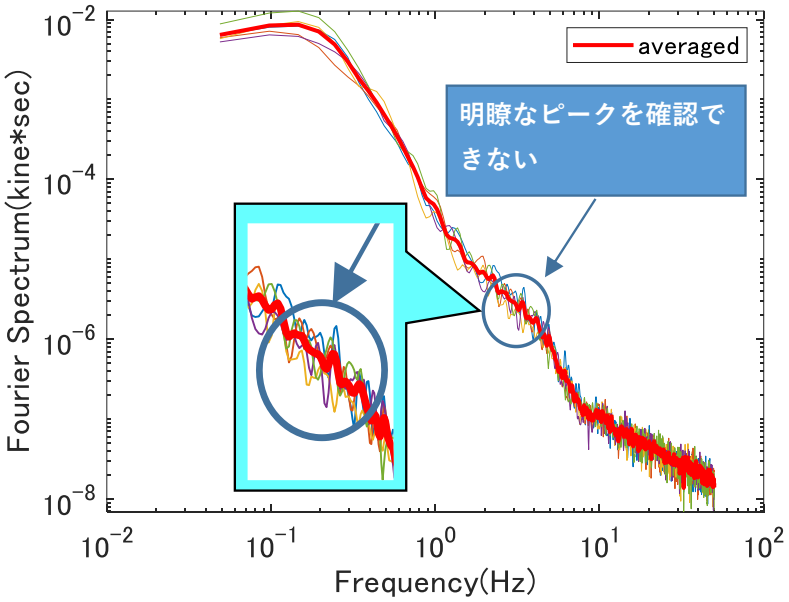


図 e-10-1　茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 の自由振動［変位応答］のフーリエスペクトル解析結果（スムージングバンド幅：0.2Hz）

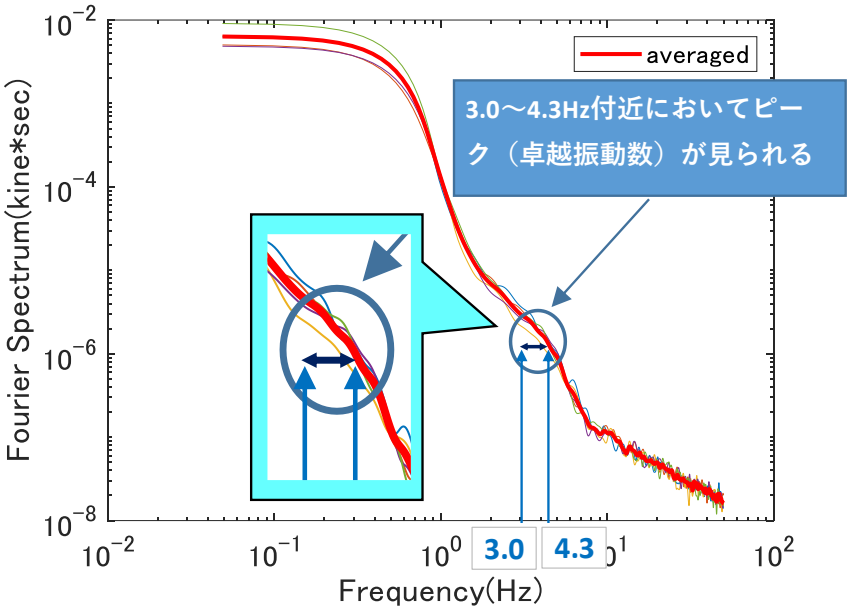


図 e-10-2　茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 の自由振動［変位応答］のフーリエスペクトル解析結果（スムージングバンド幅：0.8Hz）

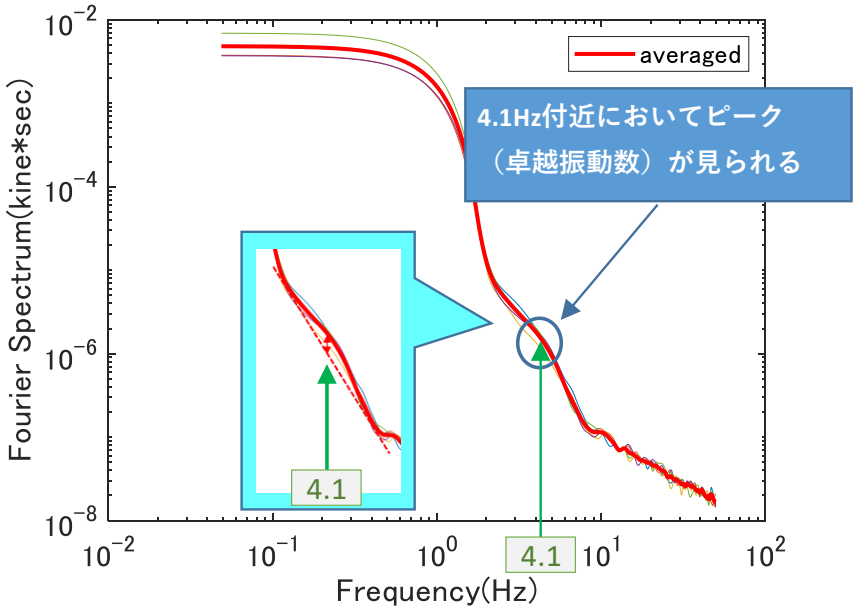


図 e-10-3　茅ヶ崎漁港西防波堤スパン 23 の自由振動［変位応答］のフーリエスペクトル解析結果（スムージングバンド幅：1.6Hz）

このように、同一の自由振動計測結果を①スムージングバンド幅の調整、②変位応答によるフーリエスペクトル解析を併用（補完）することにより、これまで自由振動法では特定できなかった卓越振動数（固有振動数）を把握することが可能であり、既存解析手法の高度化・効率化も繋がると考えられる。

3. マニュアル（案）の改訂

以上の結果を踏まえ、固有振動法のマニュアル（案）の改訂を行った。固有振動法のマニュアル（案）への主な追加項目は以下のとおりである。

① 強制振動による固有振動数の特定手法の追示
② 自由振動による固有振動数の特定手法の高度化（概算固有振動数設定、変位応答による自由振動解析方法）
③ 固有振動法の適用範囲や適用条件の明示

これらの手順を整理した固有振動法での基礎部欠陥評価のフローを**図 e-11** に示す。

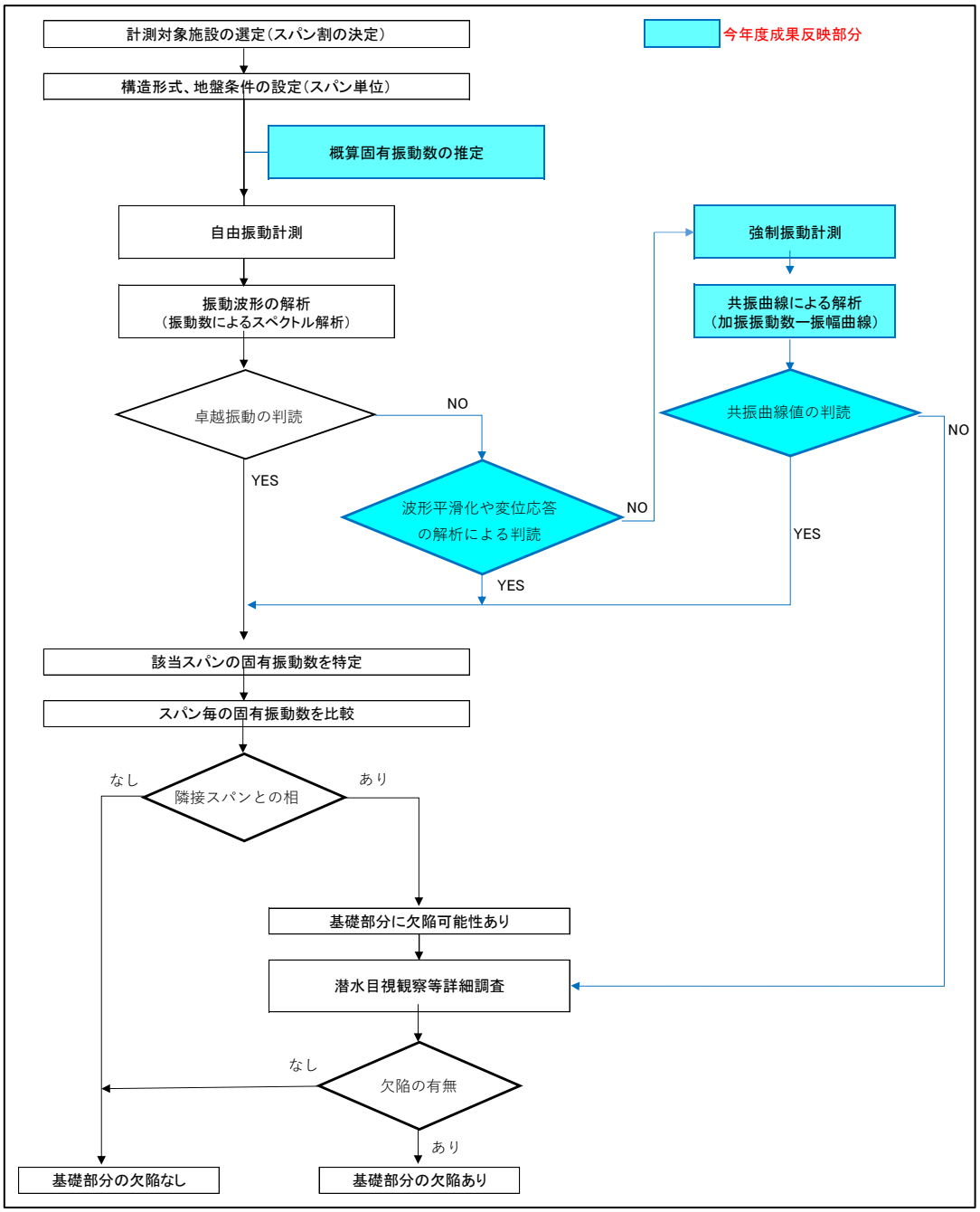


図 e-11　固有振動法による基礎部分の欠陥評価のフロー（今年度成果反映版）

また、改訂後のマニュアル（案）の構成（目次案）を図 e-12 示す。

【改訂のポイント】
1．固有振動法の適用範囲の拡充：強制振動による共振曲線から固有振動数を特定する方法を追記
2．自由振動法の汎用性の向上：常時微動の振動波形の変位応答による解析手法を追記し、卓越周波数の特定可能範囲を拡大

【改訂事項（追記部分）が赤字】

Ⅰ．総説
1．本技術資料の位置付け
2．本技術資料の活用の考え方
・ 自由振動法が記載
⇒ 強制振動法の適用方法を追記
3．本技術資料の適用範囲
4．本技術資料の構成
5．用語の定義

Ⅱ．技術資料
1．固有振動法
1－1 固有振動法
・ 自由振動法（常時微動測定）における留意事項が記載
⇒ 強制振動法における留意事項を追記
1－2 測定機器と方法
・ 自由振動法（常時微動測定）による基本的な測定方法が記載
⇒ 強制振動法による測定方法を追記
1－3 測定技術者
1－4 測定手順
・ 自由振動法（常時微動測定）による詳細な測定手順及び解析方法（データ処理等）が記載
⇒ 自由振動の解析方法として変位応答による解析方法を追記
⇒ 強制振動法による詳細な測定手順及び解析方法（データ処理等）を追記
1－5 報告
1－6 適用事例
・ 自由振動法による固有振動数特定の事例が記載
⇒ 強制振動法による固有振動数特定の事例を追記（現地試験結果を整理）
1－7 概算費用
・ 自由振動法による現地調査（測定＋解析）の概算費用が記載
⇒ 強制振動法による現地調査（測定＋解析）の概算費用を追記

2．透過弾性波法
2－1 透過弾性波法
2－2 測定器と方法
2－3 測定技術者
2－4 測定手順
2－5 報告
2－6 適用事例
2－7 概算費用

今回の改訂対象外

図 e-12 改訂マニュアル（案）の目次構成

漁港施設における固有振動及び透過弾性波を用いた基礎部と提体内部欠陥の診断手法

適用マニュアル（案）

令和２年３月

水産庁漁港漁場整備部

目 次（案）

Ⅰ．総説
１．本適用マニュアル（案）の位置付け 1
２．本適用マニュアル（案）の活用の考え方 2
３．本適用マニュアル（案）の適用範囲 4
４．本適用マニュアル（案）の構成 6
５．用語の定義 7
【参考文献】

Ⅱ．技術資料
１．固有振動法
１－１ 固有振動法 9
１－２ 測定機器と方法 12
１－３ 測定技術者 14
１－４ 測定手順 15
１－５ 報告 24
１－６ 適用事例 25
１－７ 概算費用 35
【参考文献】

２．透過弾性波法
２－１ 透過弾性波法 38
２－２ 測定機器と方法 40
２－３ 測定技術者 42
２－４ 測定手順 43
２－５ 報告 49
２－５ 適用事例 50
２－６ 概算費用 52
【参考資料】

謝辞

まえがき

水産基盤施設は、我が国の水産物の安定供給の基盤となるものであり、これまで継続的かつ重点的に整備がなされてきた。漁港の主要な施設である外郭施設及び係留施設を例に取れば、昭和25年（1950年）から平成25年（2013年）までの間に整備された施設の延長は5,000kmにも及ぶ。これらの施設は、今後急速な老朽化の進行が予想され、維持管理・更新等に係る費用の増大が懸念される。そこで平成20年度より、「水産物供給基盤機能保全事業（水産基盤ストックマネジメント事業）」がスタートし、効果的かつ効率的な漁港施設の維持管理・更新等、施設の長寿命化やライフサイクルコストの縮減が図られることとなった。その中で、漁港施設の機能診断は、簡易調査による目視が主体のため、時間やコスト等の労力に加え、点検技術者による精度のばらつき等の問題がある。特に、施設の大半が水中部に位置する防波堤等の外郭施設においては、その構造の大部分が水面下にあり、部材の状況を陸上から簡易に視認することが難しく、点検の際に潜水等を伴うことによってコストの増大や危険性への直面を余儀なくされている。

水産庁漁港漁場整備部では、平成27～令和元年度の5年間にわたり、構造物自体の内部空洞や基礎欠陥を安全かつ簡易に診断する方法として、漁港構造物の固有振動を用いた手法、および弾性波（透過弾性波法）を用いた手法について検討を進めてきたところである。

本適用マニュアル（案）は、その成果をとりまとめたものであり、漁港管理者や関係者に広く活用され、より一層の効果的かつ効率的な機能診断が実施されることを望んでいる。

令和2年3月30日

水産庁漁港漁場整備部

Ⅰ．総説

１．本適用マニュアル（案）の位置づけ

本適用マニュアル（案）は、漁港施設を効果的かつ効率的に診断する新たな手法を示し、漁港管理者及び関係者（所有者及び実務点検者）が、日常管理や定期点検において適切に活用することを目的とする。

（１）背景

漁港漁場施設をはじめとした水産基盤施設の長寿命化や更新コストの縮減を図るため、水産基盤施設ストックマネジメント事業が進められている。その中で、漁港漁場施設の機能診断は簡易調査にて目視や計測を中心に行うこととなっており、特に水中部においては、潜水や専門機器を用いた詳細調査により評価結果の検証や要因の特定を行う体系となっており、潜水作業を伴うことによる時間やコスト等の労力が大きく、その軽減策が求められている。さらに、潜水作業は終始水中部で行われることから安全面への対応、潜水士不足や高齢化への対応なども必要とされている。[1),2)]。そのため、より実用的な点検・診断手法の開発・導入が期待されている[3)]。

また、漁港漁場施設は、①主要部材がコンクリートであり、無筋コンクリートの割合が多い、②防波堤のような延長が長い施設が多い、③構造物の大部分が地中部もしくは水中部に位置しているといった特徴があり、陸上の安全な場所において構造部材の取り壊しや補修を必要とせずに簡易に行える機能診断手法の普及が期待されている。特に非破壊検査による手法は、目視で確認できない箇所を評価できる可能性が高いもので、点検の実施手順に適切に組み込むことにより点検の効率化に繋がるものと考えられる。

既往の非破壊検査の例として、漁港構造物における多点での強度推定（機械インピーダンス法）[4)]、表面劣化を計測する方法（表面ｐ波法）など[5)]が挙げられる。しかし、これらは構造物の表面状態を診断することを目的としており、構造物の内部空洞や基礎部欠陥といった変状の検出は新に診断手法を確立する必要がある。

（２）目的

本適用マニュアル（案）は、非破壊検査手法を用いた漁港施設における防波堤等の内部欠陥や基礎部欠陥を効果的かつ効率的に診断する新たな手法を示し、漁港管理者及び関係者（所有者及び実務点検者）が、日常管理や定期点検における簡易調査（重点項目）において適切に活用できるようその実施手順を示すことを目的とする。

本適用マニュアル（案）を活用することで、漁港管理者及び関係者の作業性や経済性が向上されることを期待する。

２．本適用マニュアル（案）の活用の考え方

本適用マニュアル（案）で示す技術は、固有振動法及び透過弾性波法（以下、「本技術」と称す）であり、これらは漁港施設の日常管理および定期点検の簡易調査（重点項目）及び詳細調査に適用するものである。

漁港施設における維持管理の手順は、図１のとおりである[2)]。漁港管理者は、機能保全計画を策定し、この計画に則って、日常管理や保全対策を実施していくこととされる。また、機能保全計画の中で、日常管理計画も策定され、表１の各種点検を目的や内容に則って、回数や頻度を設定して行うこととされる[2)]。このうち、定期点検の頻度は、漁港の重要度に応じて、５～10 年の間隔で実施することとされ、機能保全計画の見直しのために、簡易調査（重点項目）を実施し、必要に応じて詳細調査を実施することとなっている（表１参照）[2)]。

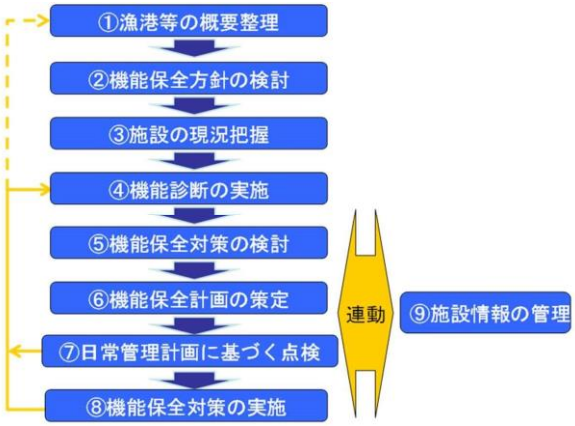


図１　漁港施設維持管理の手順[2)]

表１　日常管理における点検の種類等[2)]

点検の種類	目的・内容	実施時期、頻度等
日常点検	・簡易調査において把握された老朽化の進行状況の確認、新たな老朽化の発見のため。 ・簡易調査（簡易項目）に沿った目視（陸上）調査。	・概ね１年に１回以上。 臨時点検と併せ、１年に複数回実施することが望ましい。 ・漁業者等からの情報提供等により管理者等の体制を補完。
臨時点検	・台風による高波浪の来襲後、一定規模以上の震度の地震発生後や船舶の衝突等事案が発生した場合、施設の変状、損傷の有無等の把握のため。 ・簡易調査（簡易項目）に沿った目視（陸上）調査。	・事案発生後可能な限り　やかに。 ・地震の規模については管理者等で決定。
定期点検	・現行の機能保全計画書の見直しのため。 ・簡易調査（重点項目）を実施。必要に応じ詳細調査を実施。	・水産物生産・流通拠点漁港における主要な施設については概ね５年に１回。 ・それ以外の漁港については、漁港等の機能の重要性を踏まえ、概ね５～10 年の間隔で適切に設定。

前述した定期点検における簡易調査（重点項目）では、陸上及び海上からの目視による調査を基本としているため、海中部にある防波堤基礎部の変状を把握することが困難であった。しかし、本技術を用いることで、これら部位の変状の有無を潜水調査や海上調査を行わなくても、簡便に把握することができる。これにより、現場での負担が大きい潜水作業の軽減を図るための潜水調査のスクリーニング（詳細調査点検箇所の絞り込み）が可能となり、点検・調査作業の効率化も図られる。

このため、定期点検での防波堤水中部やケーソン内部の簡易調査（重点項目）にあたっては、潜水調査や海上調査に先立ち、本技術を活用することが有効である。

本技術の適用フローを以下に示す（図２参照）。

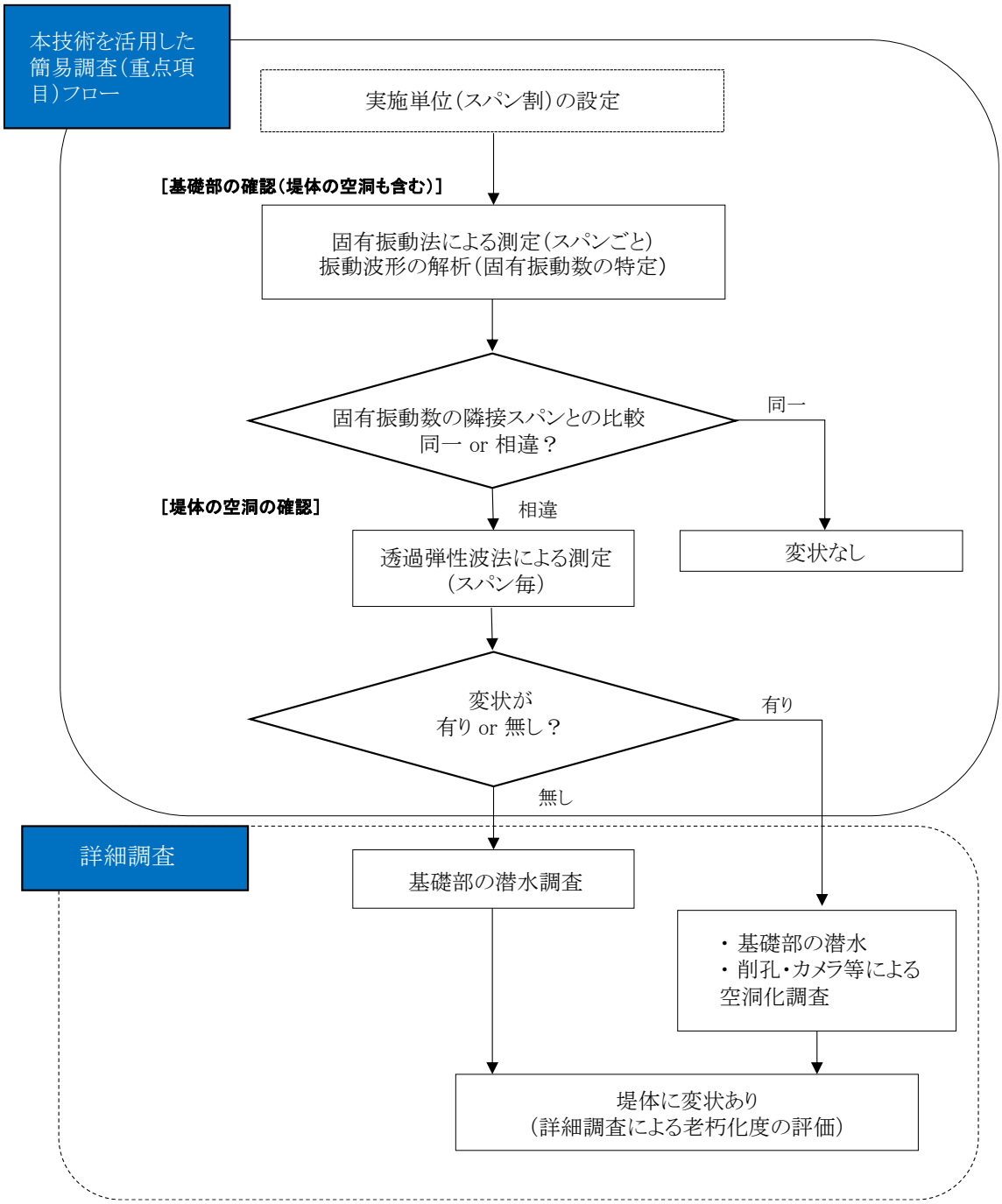


図２　本手法の適用フロー

３．本適用マニュアル（案）の適用範囲

本適用マニュアル（案）は、コンクリート構造物の防波堤（直立堤、混成堤）の基礎部欠陥と堤体の内部欠陥の把握を適用範囲とする。

（１） 対象施設

本適用マニュアル（案）における対象施設は、主要な材料がコンクリート構造物の防波堤のうち、直立堤と混成堤とする。また、固有振動法はこれら対象施設の基礎部分における洗掘や空洞、堤体底面の欠損といった基礎部欠陥を対象とし、透過弾性波法は対象施設における堤体の内部欠陥を対象とする。 なお、杭式や矢板式の構造物は対象外である。

（２） 留意事項等

固有振動法及び透過弾性波法は、直立堤や混成堤１スパンごとに測定することとする。また、計測対象施設の堤体のスパン割が、上部工、本体工、下部工で一致しない場合や堤体が岩盤上に直接設置（岩着形式）される場合は正常な固有振動数を計測できない場合があるので注意を要する。

本適用マニュアル（案）は、固有振動法と透過弾性波法の特性や漁港構造物への適用、試験方法等を検討するため、数値計算、室内試験を行い、実際の構造物で適用性を確認した成果をもとに作成している。

（３）地中部もしくは水中部の変状を把握する技術

一般に、地中部もしくは水中部の変状を把握するための点検手法として、電磁波レーダー探査、超音波探査（カラーイメージングソナー)、削孔による目視確認、および潜水による目視確認等が挙げられる（表２)。

電磁波レーダー探査は、主としてパラペットの地中部における空洞を検出するために採用される。そのため、対象となる箇所のコンクリート部分は 100～200㎜ 前後である。また、水中部での精度が低く、超音波探査は傭船等を伴うため、手間やコストを要する。削孔による目視確認は、構造物の取り壊しを伴うため、空洞部が判明した後に用いられることが多い。そのため、現状では潜水による目視確認が主に実施されている [7-12)]。潜水による目視確認は、海象条件や作業時間の規制による制約が大きく、調査対象物が長大となるほど手間とコストを要し非効率となる場合が多い。

本適用マニュアル（案）で扱う固有振動法は、構造物上部での陸上作業により振動観測を行い、基礎部欠陥を検出する方法である。本手法による基礎部欠陥の検出は、構造物内部に空洞がないことを前提としているため、固有振動数に異常が見られる場合は、構造物の内部空洞の有無を確認することが望ましい。これを検出する手法が弾性波を構造物に伝搬させることで内部空洞の有無を把握する透過弾性波法である。

表２　地中部もしくは水中部の変状を把握するために一般に用いられる点検手法

点検手法	特徴	適用範囲	適用材料	漁港構造物（水中部）への適用性
電磁波レーダー探査[2),6),7),11)]	非破壊検査手法。 比較的容易に、平面的に広範囲の測定が出来る。 調査箇所の断面を画像記録することが出来る。	海水面よりも上の範囲。 探査深度は地表面から２ｍまでの範囲	コンクリート	×
超音波探査（カラーイメージングソナー）[9)]	非破壊検査手法。 比較的容易に、平面的に広範囲の測定が出来る。 調査箇所の断面を画像記録とすることが出来る。	構造物全体	コンクリート及び鋼材	○ （陸上からの確認は限定的であるため調査船等を要する。）
削孔による目視確認[2),6),7),11)]	破壊検査手法。 変状の有無、位置、規模が精度良く把握できる。 修復に時間と費用を要する。また、削孔箇所が弱点部になる。	海水面よりも上で、作業足場の確保が可能な範囲（ただし、事後の復旧を要する。）	コンクリート	○ （確認できる範囲は限定的である。）
潜水による目視確認[2),6),7)]	潜水による直接目視。 変状の有無、位置、規模が精度良く把握できる。 調査には時間と費用を要する。	構造物全体 （ただし、大深度になると減圧を要する。）	コンクリート及び鋼材	○ （海象条件と深度による制約がある。）
固有振動法[14),15),16),17)]	非破壊検査手法。 陸上から広範囲にわたり短時間で精度良く検査が出来る。	堤体の基礎部欠陥（洗掘や空洞、堤体底面の欠損など）	コンクリート	○
透過弾性波法[12),13)]	非破壊検査手法。 陸上から広範囲にわたり短時間で精度良く検査が出来る。	堤体の内部空洞	コンクリート	○

４．本適用マニュアル（案）の構成

「本適用マニュアル（案)」は、「Ⅰ．総説」と「Ⅱ．技術資料」の２部構成とする。

（１）本適用マニュアル（案）の構成

本適用マニュアル（案）は、「Ⅰ．総説」と「Ⅱ．技術資料」の２部構成である。Ⅰ．総説では、本適用マニュアル（案）の背景や目的、技術の位置づけ、構成を述べている。また、Ⅱ．技術資料では、１．固有振動法、２．透過弾性波法の２つの技術を記述している。なお、「１．固有振動法」には、自由振動法と強制振動法による方法の２種類がある。

それぞれの章で、技術ごとに、適用範囲、測定機器と方法、測定技術者、測定手順、適用事例を掲載しており、漁港管理者の参考となるよう概算費用を整理している。

５．用語の定義

本適用マニュアル（案）における用語は、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン[2)]（ｐ2)」における用語に準拠している。「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン[2)]」に記載のないものは、以下のとおりである。

固有振動数：様々な構造物が固有にもつ振動数が存在し、その振動数を固有振動数という（P9, 10 参照）[18)]

卓越振動数：測定された振動の全体で、他と比較して振幅、または応答が最も大きくなることを卓越するといい、この時の振動数を卓越振動数という[18)]。

起振機：構造物に一定振幅の外力を加える（加振する）ために使用される機器のことを起振機という[18)]。

速度計：構造物等の測定点に設置することで、測定点の変位（速度計の場合、速度）を測定する機器を速度計という[18)]。

自由振動：ある振動系に外力の作用を受けずに生じている振動を自由振動という[18)]。

強制振動：強制的な外力の作用で加振した状態で起きている振動を強制振動という[18)]。

共振曲線：構造物に対して、起振機の振動数を段階的に変えながら、加振し、その時の振動を速度計で測定すると、それぞれの振動データが各振動数ごとに得られる。これらの最大変位を各振動数ごとにプロットすると共振曲線が得られる[18)]。

ロッキング振動：構造物がある点（ロッキング中心）を中心として、回転振動することをロッキング振動という（P9, 10 参照）[18)]。

フーリエ・スペクトル解析：振動波形のフーリエ・スペクトルを求めることを指し、これにより振動数成分の検出と時間領域から振動数領域へ変換することを意味している[19)]。

スムージングバンド幅：フーリエ・スペクトルは、振幅の凹凸が大きいため、このスペクトルをできるだけなめらかにすることを平滑化（スムージング）という。平滑化は、振動数領域で一定のバンド幅を持つウィンド関数を乗じた移動平均すること等で行われる。このときのバンド幅のことをスムージングバンド幅という。[18), 19)]

Ｈ／Ｖスペクトル：３成分の常時微動から算出する水平方向と鉛直方向のスペクトル比のこと[20)]。

【参考文献】

1) 水産庁漁港漁場整備部：水産基盤施設機能保全計画策定の手引き，平成 27 年 5 月改定
2) 水産庁漁港漁場整備部：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン，平成 27 年 5 月改定
3) 水産庁：インフラ長寿命化計画（行動計画），平成 26 年 8 月
4) http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/kikaiimpedancehoumanual201604/201604kikaiimpedancehoumanual.pdf
5) http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/hyoumenphahoumanyuaru/150331hyoumenphahou.pdf
6) 国土交通省：港湾の施設の点検診断ガイドライン【第 2 部 実施要領】，平成 26 年 7 月
7) 農林水産庁・国土交通省：海岸保全施設維持管理マニュアル～堤防・護岸・胸壁の点検・評価及び長寿命化計画の立案～，平成 26 年 3 月
8) 国土交通省：ダム総合点検実施要領・同解説，平成 26 年 6 月
9) 国土交通省：橋梁定期点検要領，平成 26 年 6 月
10) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編），平成 19 年 1 月
11) 国土交通省：道路トンネル定期点検要領，平成 26 年 6 月
12) 日本非破壊検査協会規格：コンクリートの非破壊検査試験－弾性波法－第 2 部：衝撃弾性波，NDIS 2426-2:2014,一社）日本非破壊検査協会，東京，平成 26 年 9 月
13) 藤田孝康，松本 力，斎藤将貴，笠井哲郎，奥野正洋，加藤広之，野神功一，不動雅之：透過法衝撃弾性波法による漁港施設の内部欠陥診断手法の検討，土木学会論文集 B3（海洋開発），74(2)，I_79-I_84，2018.
14) 藤田孝康，斎藤将貴，三神 厚，笠井哲郎，奥野正洋，加藤広之，野神功一，不動雅之：漁港施設における不可視部の診断手法としての固有振動の適用性検討，土木学会論文集 B3（海洋開発），74(2)，I_103-I_108，2018.
15) 藤田孝康，丸山敏生，笠井哲郎，三神 厚：防波堤の固有振動特性を用いた老朽化の評価手法に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.40，No.2，pp.1327-1332，2018.
16) 齋藤 将貴，藤田孝康，梅津 啓史,三神 厚：起振機実験による防波堤の固有振動特性の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.2，pp.1369-1374，2019.
17) 梅津 啓史,藤田孝康，三上 信雄，斎藤 将貴,三上 厚,不動 雅之,井上真仁,笠井 哲郎：漁港施設の機能診断のための固有振動特性の適用性検証,土木学会論文集 B3（海洋開発），75(2)，I_575-I_580，2019.
18) 小坪清真：土木振動学，森北出版(株)，東京，2006 年 9 月 1 日
19) 大崎順彦，地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，東京，1993 年 4 月 30 日
20) 中村豊：常時微動計測に基づく表層地盤の地震動特性の推定、鉄道総研報告 Vol.2，No.4’ 1988，pp.18-27.

Ⅱ．技術資料

１．固有振動法

１－１ 固有振動法

本適用マニュアル（案）は、固有振動数を用いて、漁港施設のコンクリート構造物の防波堤等の基礎部欠陥の有無を評価するための方法を規定する。

【解説】

（１） 固有振動法の測定原理

固有振動法は、構造物を弾性体、底質地盤をばねと仮定して、堤体上部で堤体の振動を計測し、この振動波形から固有振動数を特定する方法である。また、この固有振動数によって、堤体下部および底質地盤の変状（基礎部欠陥）を評価することが可能である[1)]。

本手法は、防波堤に常に周期 0.2 秒前後の振動が生じていること、この振動は捨石基礎という弾性体の上に堤体が載った１つの振動系と見なすことができること、この振動はロッキング振動であるという報告をもとにしている[2)]。また、漁港施設の防波堤が図１に示すような構造であることから、前述のロッキング振動が水平方向（X軸方向）で顕著であると考えられ、X軸方向の固有振動に着目している[3)]。

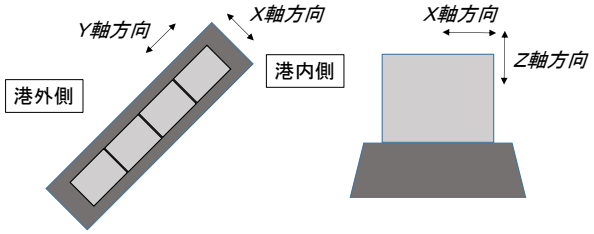


図１ 防波堤等における平面・断面模式図

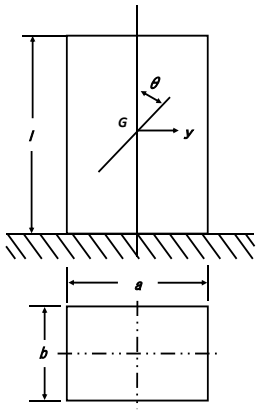


図２ 水平方向振動の模式図

本手法の原理は、土木振動学におけるロッキング振動を参考としている[4)]。

まず、基礎の地盤を等方均質な線形弾性体であると仮定し、このような地盤上に縦横それぞれa、b、高さｌの長方形コンクリートブロックの水平振動を考える（図２参照）。

このブロックの振動は、重心Ｇ（ここではロッキング中心を構造体重心としている）の水平変位ｙおよび重心まわりの回転角 θ をもつ２自由度系であり、この場合の水平復元力は、以下のようになる。

$$abk_s\left(y-\frac{l}{2}\theta\right)$$

ここで、k_sは水平地盤係数である。また、重心まわりの復元モーメントは左回りとなる。

$$\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} b\theta\eta k_v \eta d\eta - abk_s\left(y-\frac{l}{2}\theta\right)\frac{l}{2}$$

ここで、k_vは鉛直地盤係数である。ブロックの質量をｍ、重心回りの質量の慣性モーメントをJとすれば、水平振動の方程式は、以下となる。

$$m\ddot{y} + abk_s\left(y - \frac{l}{2}\theta\right) = 0$$

また、回転運動の方程式は、下式となる。

$$J\ddot{\theta} + \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} b\theta\eta k_v \eta d\eta - abk_s\left(y - \frac{l}{2}\theta\right)\frac{l}{2} = 0$$

ここまでは、コンクリートブロックの水平動と回転を考えた２自由度系として取り扱ったものである。

実際の防波堤等では、構造体底面にロッキング中心があることが多いとされる[2)]。そこで、(1)式は、ロッキング中心が構造体底面中央にあると仮定したロッキング振動だけを考えた１自由度の運動方程式である[4)]。なお、K_R：ばね定数（または地盤反力係数)、J: 慣性モーメントを示す。

$$J\ddot{\theta} + K_R\theta = 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

固有振動数は,

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K_R}{J}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

以下より、J、K_Rを求め、これらを(2)式に代入することで固有振動数が求められる。

$$K_R\theta = \int_{-a/2}^{a/2} k_v b d\eta \cdot \eta\theta \cdot \eta$$

$$K_R = k_v b \int_{-a/2}^{a/2} \eta^2 d\eta$$

$$K_R = k_v b\left[\int_{-a/2}^{-a_1} \eta^2 d\eta + \int_{a_1}^{a/2} \eta^2 d\eta\right] = \frac{k_v b}{3}\left\{\left[\eta^3\right]_{-a/2}^{-a_1} + \left[\eta^3\right]_{a_1}^{a/2}\right\}$$

$$= \frac{k_v b}{3}\left\{-a_1^3 + \frac{a^3}{8} + \frac{a^3}{8} - a_1^3\right\} = \frac{k_v b}{3}\left(\frac{a^3}{4} - 2a_1^3\right)$$

$$J = \int_0^h \int_{-a/2}^{a/2} \rho dy dz b \ (y^2 + z^2) = \int_{-a/2}^{a/2} \rho b y^2 dy \, [z]_0^h + \int_0^h \rho b z^2 dz \, [y]_{-a/2}^{a/2}$$

$$= \int_{-a/2}^{a/2} \rho b h y^2 dy + \int_0^h \rho b a z^2 dz = \rho b h \left[\frac{y^3}{3}\right]_{-a/2}^{a/2} + \rho b a \left[\frac{z^3}{3}\right]_0^h$$

$$= \rho b h \frac{a^3}{12} + \rho b a \frac{h^3}{3} = M\left(\frac{a^2}{12} + \frac{h^2}{3}\right)$$

ここで, $M = \rho abh$

（２）固有振動法による自由振動法と強制振動法

本手法は、常時微動（自由振動）を計測して、その波形を解析する「自由振動法」と起振機による強制的な加振で振動を発生させてこれを計測し、その波形を解析する「強制振動法」による方法の２種類がある。これら２種類の方法を導入する流れは、図３に示すとおりである。

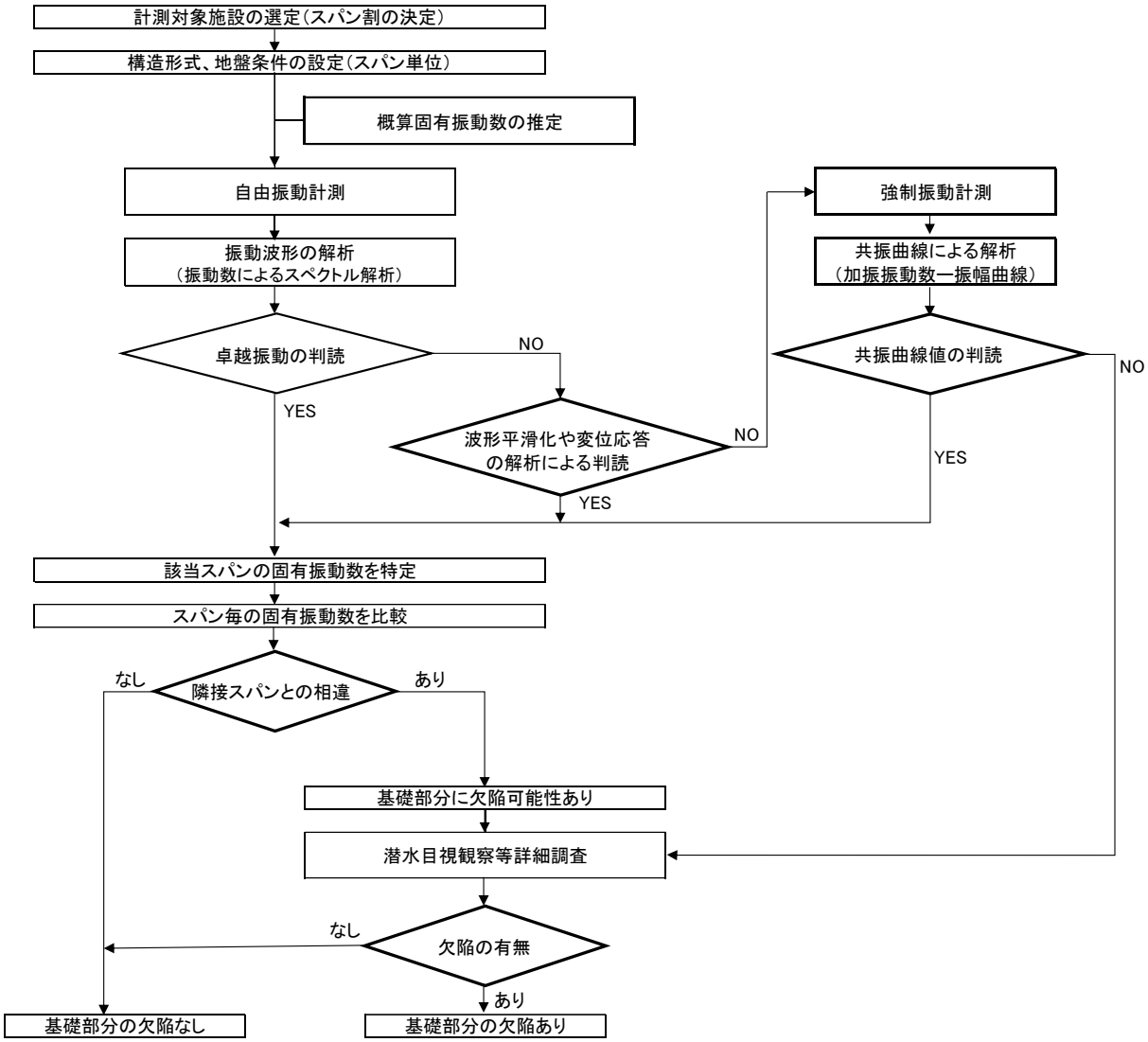


図３　本手法の適用フロー

（３）制約条件と留意事項

本手法における対象施設は、Ⅰ．総説における３．の（１）で述べたように、主要な材料がコンクリート構造物の防波堤のうち、直立提と混成提である。また、対象となる基礎は、直接基礎（岩着式)、捨石式、マウンド式とする。ここでは、主として現地での制約条件と留意事項を述べる。

1） 制約条件

固有振動法は、防波堤等の１スパン（幅５ｍ程度、高さ８ｍ程度）を対象とする。本手法は、自由振動と強制振動の２種類の振動を計測するものであり、これらは外的要因の影響（降雨等）を受け易いため、雨天での計測は不可とする。

また、周辺で振動を伴う工事が実施されている場合や風速10m以上となる場合等は、振動測定のノイズが大きくなるため、測定不可とする。

2）留意事項

対象スパンにおける振動測定は、測定誤差が大きくなるため、周辺の振動（車両、船舶、工事機械等）に留意する。

１－２ 測定機器と方法

（１） 測定機器

測定機器は、分解能や測定振動数等、対象構造物の振動を適切に検知できる速度計とする。

（２） 測定方法

測定は、自由振動及び強制振動の双方とも速度計を対象構造物の上部に水平設置し、測定振動数 100Hz で１～３分間計測する。

【解説】

（１） 測定機器

① 自由振動

測定機器は、速度計（または加速度計）と測定振動を記録するための PC 及び付属のアプリケーションとする。なお、速度計は、分解能が 0.03×10^{-5}m/s（0.03kine）程度とし、測定振動数 1Hz 以上が測定可能なものとする。

② 強制振動

強制振動は、強制振動を起こす起振機と前述の速度計および測定振動を記録するための PC 及び付属のアプリケーションとする。起振機は、構造物を起振させるのに十分な加振力を持ったものとし、水平に稼働するものが望ましい。なお、速度計の分解能は、自由振動と同等程度とする。

（２） 測定方法

① 自由振動

測定は、速度計を対象構造物の上部に水平設置し、自由振動を測定振動数 100Hz で３分間測定する。測定した固有振動が構造物自体のものであるか否かを確認するため、構造物と離れた箇所で地盤の振動も併せて測定する。

② 強制振動

測定は、起振機を構造物中央に設置し、速度計を対象構造物の上部に水平設置することで、強制振動を測定振動数 100Hz で１分間測定する。なお、構造物が小さく、起振機自体の振動を測定される場合は、中心線から１／４の箇所に速度計を移動させて測定する。

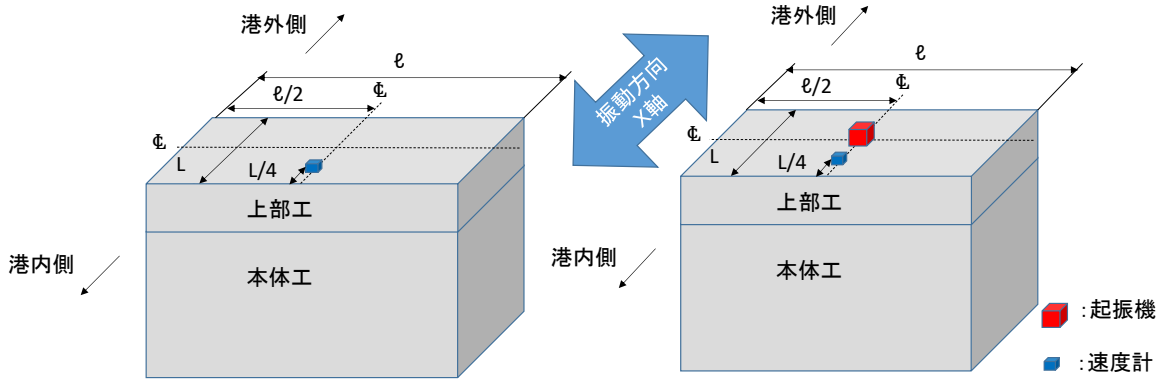


図４　自由振動（左）と強制振動（右）の測定概要

（３） 測定機器の校正及び点検

測定機器の校正は、定められた期間ごと、または異常が確認された場合に、測定技術者が機器製造者またはその代理人に依頼して行う。

また、測定機器の点検は、測定の事前事後で測定機器の動作に異常がないことを測定技術者が確認する。

１－３ 測定技術者

本適用マニュアル（案）に基づいて測定を行う技術者は、測定方法の原理、測定機器に関する知識及びコンクリートに関する基礎知識をもつ者とする。

１－４ 測定手順

本手法における測定手順は、「事前準備」、「測定場所の決定」、「測定」、「データ処理」とする。

【解説】

本手法には、自由振動法と強制振動法の２種類があり、それぞれの測定手順は、図５に示すとおりである。

自由振動法と強制振動法のいずれの測定もまず、測定のための「事前準備」を行い、「測定場所の決定」を行って、測定機器等を設置して「測定」する。測定後は、「データ処理」することで固有振動数を特定し、周辺スパン等と比較する。

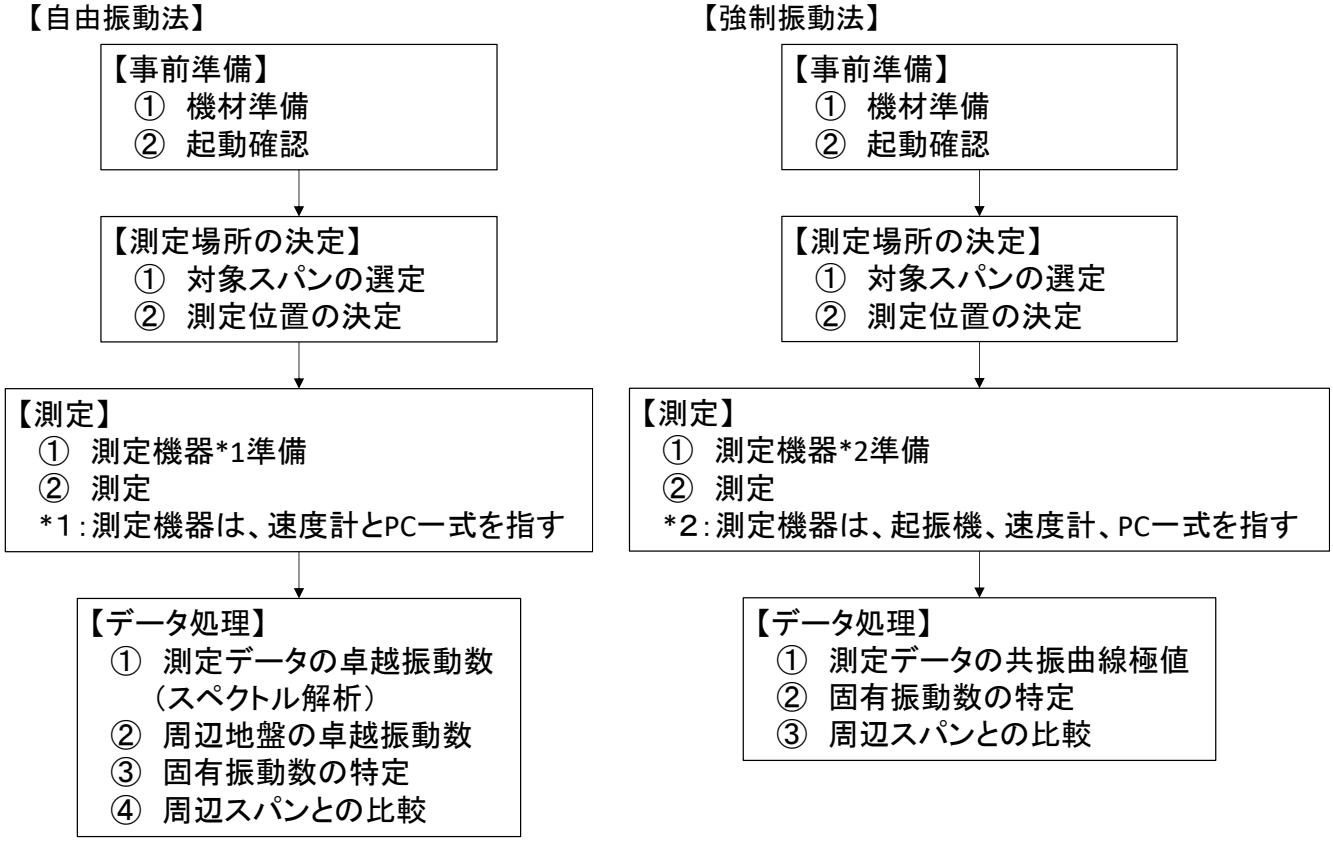


図５ 測定フロー

１－４－１ 事前準備

事前準備は、「機材準備」、「起動確認」の順で実施する。

【解説】

（１） 機材準備

自由振動の機材準備は、速度計一式（PC 含む)、バッテリーセット、位置出し用機材（エスロンテープ、コンベックス、チョーク等）等を用意する。

強制振動の機材準備は、自由振動の機材に加え、起振機一式を準備する。また、発電機や延長ケーブルを準備する。

双方ともに、必要に応じて、測定時にパソコン画面が見やすくなるように、日傘等を用意する。

（２） 起動確認

自由振動、強制振動ともに、速度計、PC 及び付属アプリケーション、起振機の起動確認を行う。

１－４－２ 測定場所の決定

測定場所の決定は、「対象スパンの選定」、「測定位置の決定」の順で実施する。

【解説】

（１） 対象スパンの選定

対象施設は、本手法の適用検討時に選定しておく。このうち、対象スパンは、原則として、全スパンとする。なお、構造形式が異なる場合は、同じ構造形式群別で区分する。

（２） 測定位置の決定

自由振動における測定位置は、速度計を設置する位置とする。この測定位置は、対象スパンごとに１ヶ所ずつ選定する。

測定位置は、基本的に対象スパンにおける上部工上面の中心とし（スパン長(L)の中心：Ｌ／２）、構造物短辺の港内側 1/4（スパン幅(W)の 1/4：Ｗ／４）とする。ただし、ひびわれ、表面劣化、剥離などの老朽化、またはカキや藻類など付着物がある場所は可能な限り避けることとし、平らで測定機器の水平設置が可能な位置とする。測定位置出しは、エスロンテープ等で計測し、測定位置をチョーキングする。

強制振動における測定位置は、速度計を設置する位置とし、その位置は自由振動と同様とする。強制振動を起こす起振機は、スパン長（Ｌ）の中心でスパン幅（Ｗ）の中心とすることで対象スパンの中央とする。

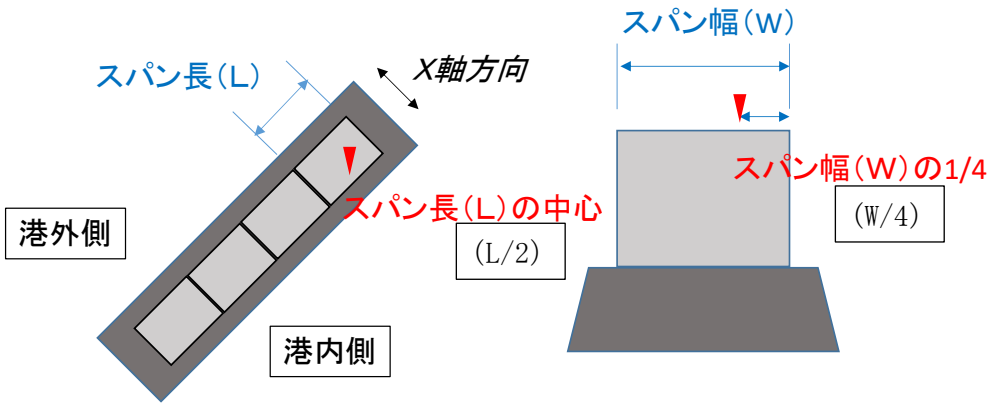


図６ 測定位置模式図

１－４－３ 測定

測定は、「測定機器の準備」、「測定」の順で実施する。

【解説】

（１） 測定機器準備

① 自由振動法

自由振動法における主な測定機器は、速度計と PC 一式である。これらの測定機器準備は、以下の手順で実施する。なお、ここでは測定機器の事例として、適用事例（後述）で用いた東京測振社製の小型振動計測装置及び付属のデータ処理ソフト一式を示す。

（手順）PC 立ち上げ前に測定器の準備として

1)速度計を測定位置に水平設置する。

2)速度計の測定方向（X、Y、Z 軸）を合わせる。

3)速度計、PC、バッテリーそれぞれをケーブルで接続する。

4)速度計、PC、バッテリー等の接続は、ケーブルやケーブル接続部の断線等に留意する。また、バッテリーは事前に十分な充電と予備器を備えておく。

② 強制振動法

強制振動法における主な測定機器は、起振機、速度計、および PC 一式である。速度計、および PC 一式の手順は、自由振動と同様である。ここでは、起振機の手順を示す。なお、ここでは起振機の事例として、適用事例（後述）で用いた（株）サイエス製の永久磁石起振機 SSV-125ME を示す。

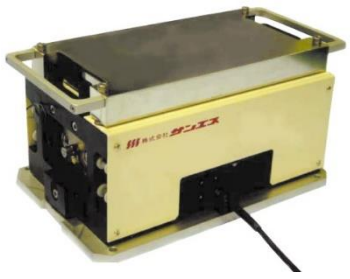
（手順）起振機の準備として

1)起振機の設置場所（対象スパン中央）にドリル等で穴を明ける。

2)起振機が振動によって動かないようにネジ等で固定する。

3)起振機をケーブルで接続する。

4)起振機の接続は、ケーブルやケーブル接続部の断線等に留意する。また、バッテリーは事前に十分な充電と予備器を備えておく。



起振機	SSV-125ME
最大加振力	588N(60kgf)
振動数範囲	0.1～100Hz
起振方向	水平方向
最大加速度	無負荷14.7m／s^2
最大変位	80mmp-p
電源	AC100V単相
可動部質量	40kg
寸法	W224×D374×H184mm

図７ 起振機事例

※「強制振動における起振機」の詳細は、起振機の取扱説明書[7)]を参照されたい。

【起振機の選定例】

起振機は、検討振動数帯においてフラットな加振力特性（最大加振力 588N）を有することで、十分な応答が得られるかどうかを検討することで選定する。ここでは、構造物上部に起振機を設置し、水平加振することで、構造物底面中心にロッキング中心があるような振動をするものと仮定した検討を行った（図８参照）。

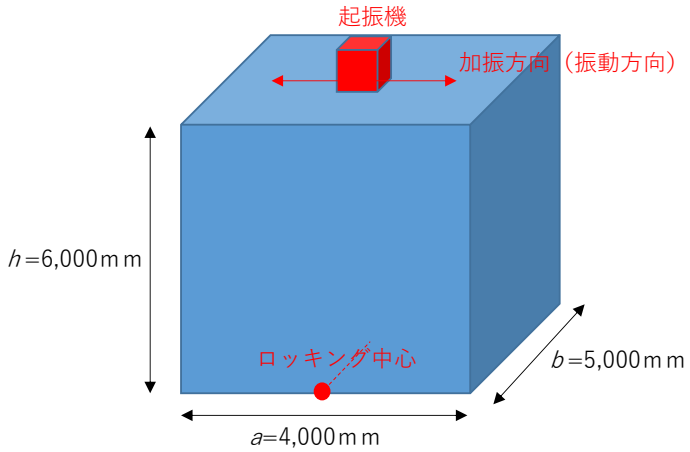


図８　加振力検討のために想定した構造体

図６より、a,bは、それぞれ剛体ブロックの幅と奥行きであり、m,A,hは、それぞれ，起振機に載せる質量、起振テーブルの振幅（制約あり）、剛体ブロックの高さである。なお、本検討では、起振機自体の質量は考慮していない。

振幅を A（最大 25㎜）とすると、$u=A\exp(i\omega t)$ となる。よって，加速度は、$\ddot{u}=-A\omega^2\exp(i\omega t)$ となるので、慣性力（加振力）は、$-m\ddot{u}=mA\omega^2\exp(i\omega t)$ となる。

このときの運動方程式は，①のとおりである。

$$J\ddot{\theta}+\int_{-a/2}^{a/2}k_v bd\eta\cdot\eta\theta\cdot\eta=mA\omega^2\exp(i\omega t)\cdot h \quad ①$$

$F(\omega)$ は水平起振力、k_v ：鉛直方向地盤反力係数、$K_\theta=\frac{1}{12}k_v ba^3$ である。

①式の計算を進めると、

$$J\ddot{\theta}+k_v b\int_{-a/2}^{a/2}\eta^2 d\eta\cdot\theta=J\ddot{\theta}+\frac{1}{3}k_v b\left[\eta^3\right]_{-a/2}^{a/2}\cdot\theta=J\ddot{\theta}+\frac{1}{12}k_v ba^3\cdot\theta$$

$$=J\ddot{\theta}+K_\theta\theta=-mA\omega^2\exp(i\omega t)\cdot h$$

これより、$\theta=\theta_0\exp(i\omega t)$ とおき、$F(\omega)=F_0\exp(i\omega t)$ とすると、$(K_\theta-\omega^2 J)\theta_0=F_0 h$、よって、$\theta_0=\frac{F_0 h}{K_\theta-\omega^2 J}$ が各振動数ごとの回転角となる。得られる応答の推定値とセンサーの最大感度と分解能を併せて考慮し、3(Hz)以上は一定加振、3(Hz)未満は加振力低下として、3(Hz)で振幅 25mm 加振した場合を基準とした．加速度 $A\omega^2=0.025(m)\times(2\pi\times 3Hz)^2=8.883(m/s^2)$ となるので，加振力は，$mA\omega^2=50(kg)\times 8.883(m/s^2)=444(N)<588(N)$ 最大加振力 588N より小さくなり、十分、応答信号が得られることが見込まれたため、本起振機を選定した。

（２） 測定

① 自由振動法

測定は、速度計の設定を測定振動数 100Hz とし、測定時間 3 分とする。測定中は、自由振動を測定することから、可能な限り、他の振動が測定されないように留意する。また、測定した固有振動が構造物固有のものであるかを確認するため、構造物と異なる箇所で地盤の振動を測定する。

図９ 測定状況

（測定機器操作手順）

1) 速度計、GPS、LAN を接続し、水平を確保した後、速度計を測定できる状態とする（本体の電源を入れる）。
2) PC の電源を ON にし、CV-374 フォルダ内にある「RTD FlexStarter」を起動する。
3) 設定画面で「Semi-auto mode」,「計測振動数：100Hz」,「計測時間：60 秒」を選択し、「TKD」によって、保存するファイル名を設定する（空欄でも可能）。
4) 測定表示画面である「Device」をクリックし、接続されている速度計が適正に表示（Ｘ、Ｙ、Ｚ軸）されているか確認して、「OK」をクリックする。
5) 測定記録画面である「RTD start」をクリックし、Record コマンドをクリックすると記録が始まり、計測時間である 60 秒経つと自動で終了する。
6) 計測日時開始時間がファイル名となるため、記録しておく。
7) 「ファイル」終了し、速度計のスイッチを切る。
8) PC 主電源を OFF し、 接続していたケーブル類を抜く。

※「測定」の詳細は、速度計 CV-374、ネットワークセンサー、受信ソフト一式の取扱説明書[10]を参照されたい。

② 強制振動法

強制振動における起振は、測定対象施設を水平方向に起振可能な起振機によって行う（「（１）測定機器準備②強制振動法参照）。後述する概算固有振動数（理論値）をもとに、概ね 10 振動数程度の振動数を段階的に変えて起振させ、振動数ごとに測定する。

測定は、自由振動と同様の方法とするものの、各振動数の測定時間は 1 分とする。

③ 概算固有振動数の設定

効率的に計測するため、事前に対象スパンの構造形式、規模、基礎条件による理論値から概算固有振動数を設定し、概算固有振動数（理論値から換算）を中心に測定振動数を決めることが望ましい。概算固有振動数の設定は以下のとおりとする。

1）N 値の推定

防波堤の基礎地盤は、捨石マウンドや岩着タイプの基礎が一般的であるが、現場では地盤条件としてのN 値[11]や弾性波速度は不明なことが多いことから、概算固有振動数の設定におけるN 値として以下の数値を用いることとする。

・捨石マウンドタイプ ： 60 ～ 100 ［礫層（密実な状態)］

・岩着タイプ ： 200 ～ 300 ［岩石］

2）概算固有振動数の設定

基礎地盤タイプ別で推定したN 値により理論値を算出し、室内試験における相関関係から換算係数 0.7（理論値に対する実測値の割合）を乗じた値を概算固有振動数とする[6]。

【概算固有振動数の算出例】

固有振動法の測定原理における(2)式参照（P10)

［算出条件］

- 構造物（スパン）寸法：a=6.5m,b=6.02m,h=4.5m（陸上:1.75m,水中:2.75m)
- 基礎構造：捨石基礎：N = 60 or 100
- Vs = 300, E_0 = 2,800*N*1,000
- ＊スパン重量に浮力を考慮

［N値 60 の場合の固有振動数の理論値］

M = 376,710

E0 = 2,800*60*1,000 = 168,000,000

kv0 = 1/0.3*1*168,000,000 = 560,000,000

bv = √(6.5*6.02) = 6.26

kv = 560,000,000*(6.26/0.3)^(-3/4) = 57,390,204

kr = 57,390,204*6.5^3*6.02/12 = 7,906,660,481

j = 297,388*(6.5^2/12+6.02^2/3) = 3,865,019

F0 = 1/2π √(7,906,660,481/3,865,019) = 7.20

［N値 100 の場合の固有振動数の理論値］

M = 376,710

E0 = 2,800*100*1,000 = 280,000,000

kv0 = 1/0.3*1*280,000,000 = 933,333,333

bv = √(6.5*6.02) = 6.26

kv = 933,333,333*(6.26/0.3)^(-3/4) = 95,650,341

kr = 95,650,341*6.5^3*6.02/12 = 13,177,767,461

j = 297,388*(6.5^2/12+6.02^2/3) = 3,865,019

F0 = 1/2π √(13,177,767,461/3,865,019) = 9.29

概算固有振動数：F0*0.7＝5.04～6.50（Hz）

１－４－４　データ処理

データ処理は、「測定データの卓越振動数」、「周辺地盤の卓越振動数」、「固有振動数の特定」、「周辺スパンとの比較」の順で実施する。

【解説】

（１）　測定データの卓越振動数

測定データは、Ｘ軸方向（場合によってはＹ軸）の振動を対象とする。

測定データは、以下の順で卓越振動数を求める。

1）　取得データの振幅を確認して、振幅が安定している測定時間を確認する。

2）　水平方向の振動を 0.1Hz 以下の振動数を遮断して 5 区間抽出する。

3）　5 区間それぞれのパワースペクトルを求め、スムージング（スムージングバンド幅は、一般的なスムージングバンド幅である 0.2，0.4Hz とする [6)]）をかけて平滑化する。

4）　上記 3)を図化し、振動数の極値（卓越数値）である自由振動の卓越振動数を判別する。

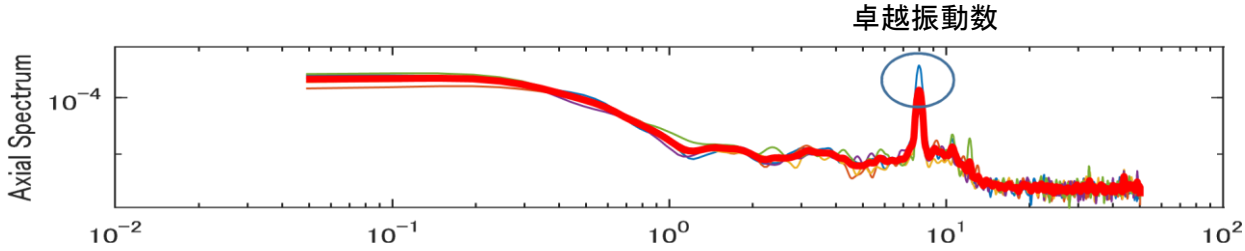


図 10　パワースペクトル図例（スムージング幅：0.4Hz）

上記 1)～4)の解析を行っても、様々な振動ピークが卓越し、図 10 のように明瞭な卓越振動数が現れない場合がある。

このような場合は、①通常のスムージングバンド幅（0.2，0.4Hz）よりも大きなバンド幅（0.8，1.6Hz）によりスムージング（平滑化）を行う、②ノイズ成分の低減効果の観点から「変位成分」に注目してスムージング（平滑化）を行うといった方法を用いて、卓越振動数を判別する（適用事例２参照）。

（２） 周辺地盤の卓越振動数

周辺地盤の卓越振動数は、対象とする構造物と離れた場所の地盤の常時微動を対象とする。地盤の振動データは、（１）と同様に、取得データの確認、振幅が安定した時間のデータを用いることとする。周辺地盤の卓越振動数は、３方向の振動波形を元に水平方向と鉛直方向のスペクトルの比（Ｈ／Ｖスペクトル）を図化することで求める。

Ｈ／Ｖスペクトル比から周辺地盤の卓越振動数を求め、この卓越振動数が（１）の測定データにおける卓越周波数と異なることを確認する。

（３） 固有振動数の特定

固有振動数の特定は、（１）測定データの卓越振動数が（２）周辺地盤の卓越振動数と異なることを確認することで、当該卓越振動数が構造体の固有振動数であることを特定する。なお、Ｘ軸以外のＹ、Ｚ軸も卓越振動数を求めて比較することで、Ｘ軸の固有振動数特定の参考となる。

（４） 隣接スパンとの比較

上記（１）～（３）の手順で特定した各スパンの固有振動数をそれぞれ比較して、相違があるか同一であるかを判断する（図２参照）。

１－５ 報告

報告する事項は次のとおりである。

（１） 測定年月日、測定場所、測定者名

（２） 測定箇所の概要（構造物の概要、測定位置図、断面図等）

（３） 測定方法及び測定機器の仕様

（４） 測定結果

（５） 解析結果

【解説】

報告書例を以下に示す。

（1）測定年月日		測定場所		測定者名	
（2）測定箇所の概要（構造物の概要、測定位置図、断面図等）					
（3）測定方法及び測定機器、仕様					
（4）測定結果					
（5）解析結果					

１－６ 適用事例

適用事例を以下に示す。

１－６－１　適用事例１（自由振動法①）

（１） 概要

① 対象施設 ：重力式防波堤

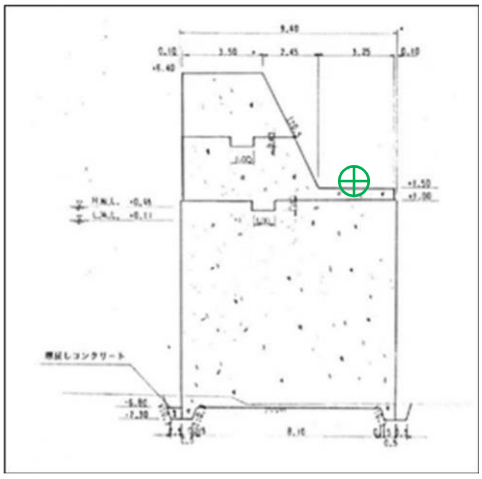
② 構造形式 ：直立堤（コンクリート単塊式）

③ 対象スパン：スパン１：洗堀あり、スパン２：洗堀なし

④ 施設条件 ：

・堤体本体（水中部を除く）に大きな変状がない。

・基礎の幅、奥行ともに 1.0m 以上の基礎部欠陥（洗堀）がある。



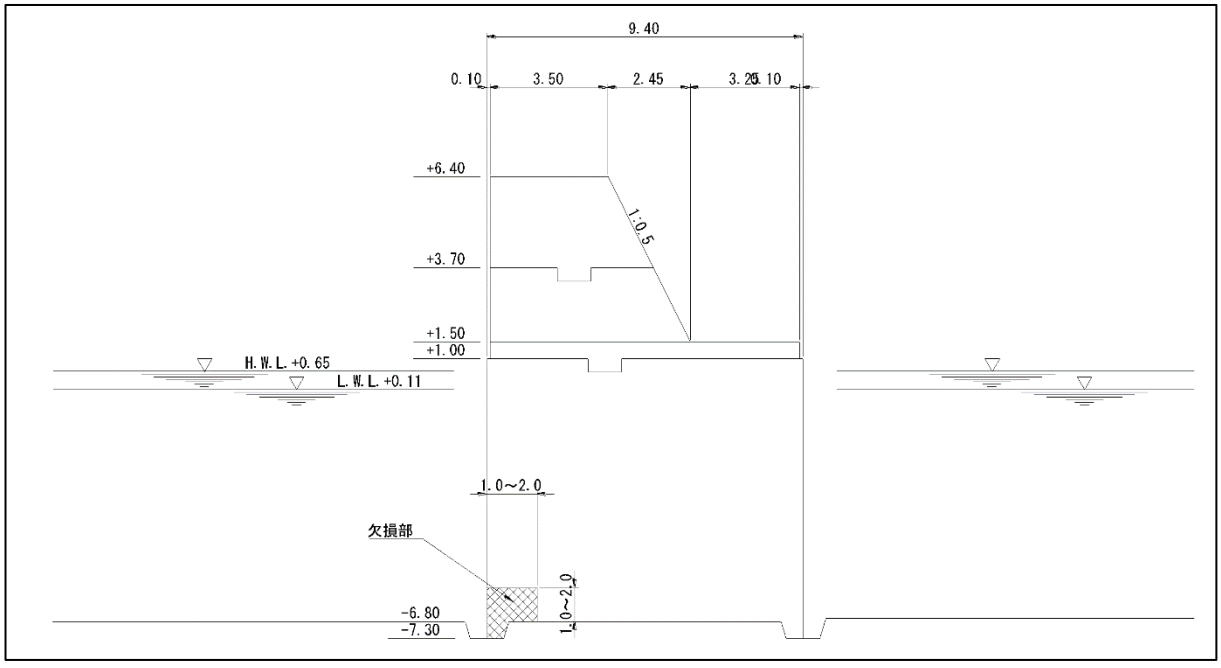


図 11 対象施設の状況（左上：施設全景、右上：標準断面図、下：損傷図（基礎部欠陥））

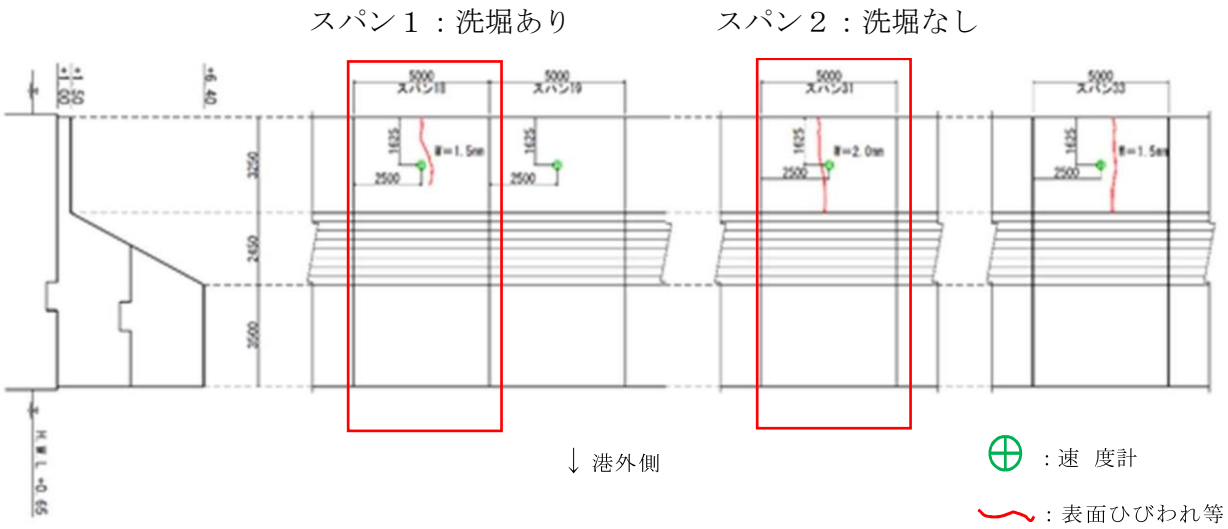


図 12 対象施設の状況（平面図）

（２） 測定結果

図 13 に測定結果を示す。これは対象２スパンで測定したＸ軸方向の振動波形を 5 区間抽出して、それぞれ高速フーリエ変換し、スムージングバンド幅を 0.4Hz で平滑化して、これらの平均とともに、パワースペクトルを対数表示したものである。図より、洗堀がないスパンは 5.71Hz、洗堀があるスパンは 4.83Hz が卓越振動数である。洗堀がある（設置面積が少ない）場合、卓越振動数が低下する傾向となっている。

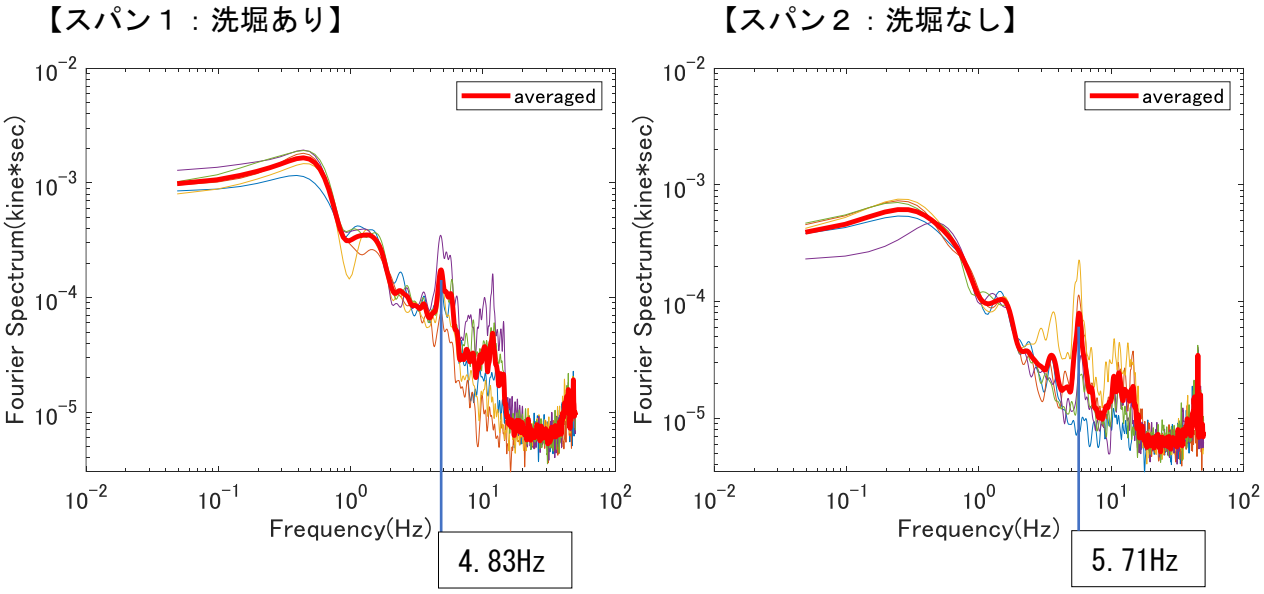


図 13 対象スパンにおける卓越振動数（左：スパン１、右：スパン２）

また、周辺地盤の振動を測定し、H/V スペクトル比を求めた結果は、図 14 に示すとおりである。図より、周辺地盤の卓越振動数は、5.86Hz であり、洗堀を有するスパン、洗堀がないスパンの双方の卓越振動数と異なることがわかる。このことより、それぞれの卓越振動数は、当該スパンの固有振動数であると見なせる。

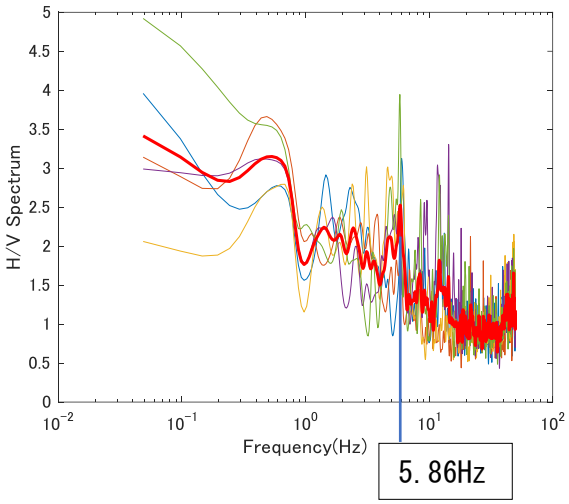


図 14 周辺地盤におけるＨ／Ｖスペクトル比

１－６－２　適用事例２（自由振動法②）

（１）　概要

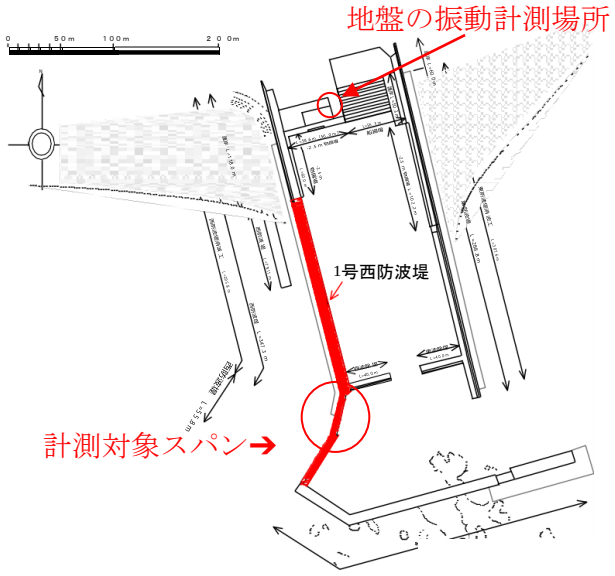
① 対象施設　：重力式防波堤

② 構造形式　：混成提（単塊式）

③ 対象スパン：１スパン（洗堀なし）

④ 施設条件　：

・ 堤体本体（水中部を除く）に大きな変状がない。



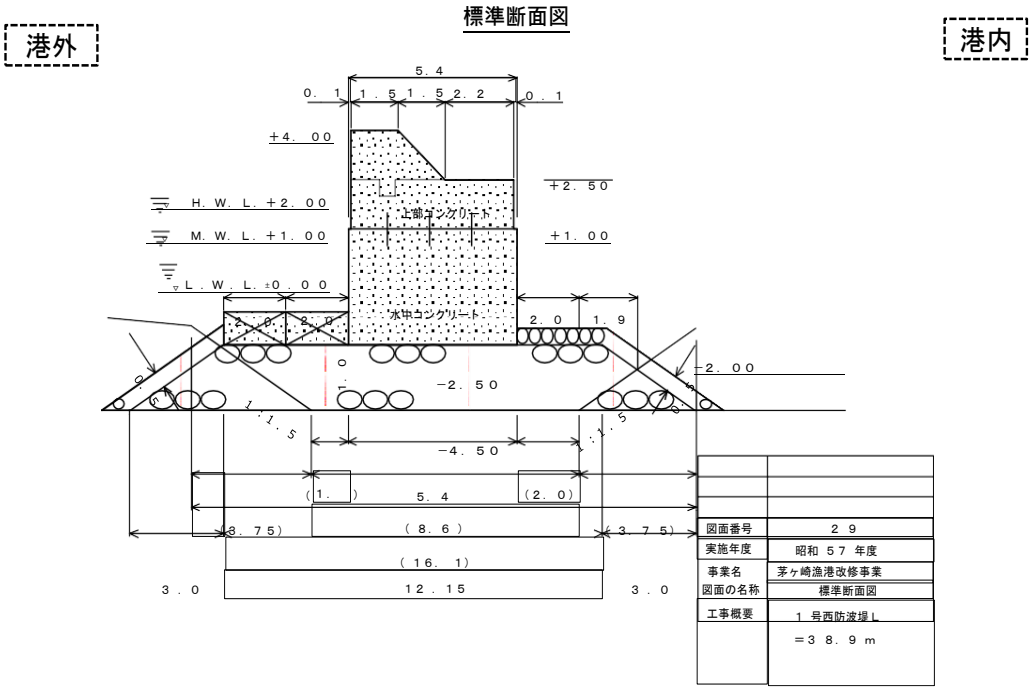


図 15 対象施設の状況（左上：施設全景、右上：平面図、下：標準断面図）

（２）　測定結果

図 16 は、対象スパンで測定したＸ軸方向の振動波形を 5 区間抽出して、それぞれ高速フーリエ変換し、スムージングバンド幅を 0.2Hz で平滑化して、これらの平均とともに、パワースペクトルを対数表示したものである。図より、明確な卓越振動数が検出できていない。そこで、前述のデータ処理（P22）で述べたように①スムージングバンド幅の調整、②変位応答によるスムージング処理によるフーリエスペクトル解析を行った。

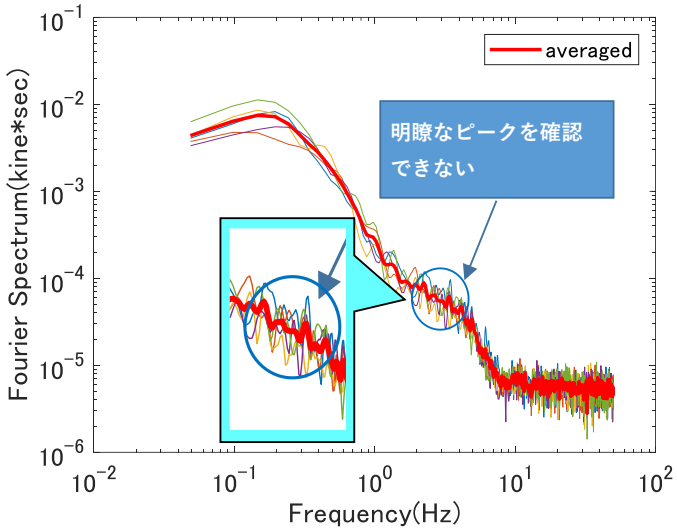


図 16 対象スパンにおけるフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：0.2Hz）

① スムージングバンド幅の調整（大きなバンド幅によるスムージング処理）

スムージングバンド幅を 0.8Hz と 1.6Hz に設定してスムージング処理をした結果を図 17、18 に示す。0.8Hz で細かいピークが少なくなり全体的に平滑化された。この中で、比較的大きなピーク域（卓越成分）が残り、卓越振動数が 3.0～4.2Hz の中に存在することが判読できる（図 17 参照）。

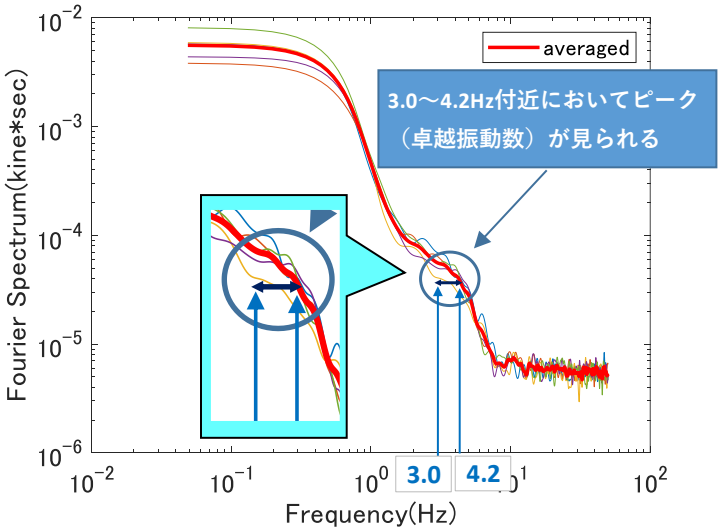


図 17　対象スパンにおけるフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：0.8Hz）

さらに、スムージングバンド幅 1.6Hz で処理した場合、ピークは緩やかになるもの他の主だったピークがなくなるため、4.1Hz 付近に曲線の変曲点を確認でき（図 18 参照）、これが卓越振動数と判断される。

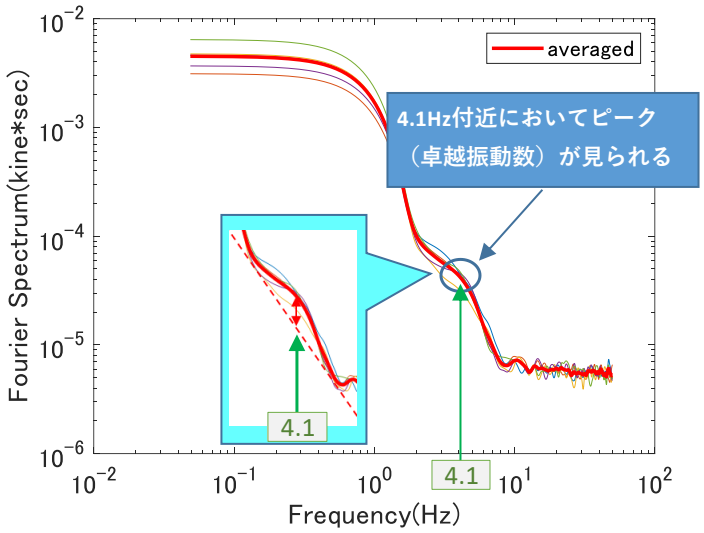


図 18　対象スパンにおけるフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：1.6Hz）

② 変位応答によるスムージング処理によるフーリエスペクトル解析

変位応答によるフーリエスペクトル解析結果を図 19、20、21 に示す。いずれの場合も、自由振動のフーリエスペクトル解析結果の曲線に比べて、細かいピークが少なく滑らかになりピークが見やすくなっていることがわかる。

スムージング幅 0.2Hz では、曲線は滑らかになっているものの他の振動成分のピークが多く、卓越振動数のピークが明瞭になっていない（図 19 参照）。0.8Hz では、かなり細かいピークがなくなっている（図 20 参照）。この中で、比較的大きなピーク域（卓越成分）が残り、卓越振動数が 3.0～4.3Hz の中に存在することが判読できる。さらに、1.6Hz で処理した場合、他の振動のピークがなくなり、4.1Hz 付近に曲線の極値を確認でき（図 21 参照）、ここが卓越振動数と思われる極値であると判断できる。

このように、同一の自由振動計測結果を①スムージングバンド幅の調整、②変位応答によるフーリエスペクトル解析を併用（補完）することにより、これまで特定できなかった固有振動数を把握できる。

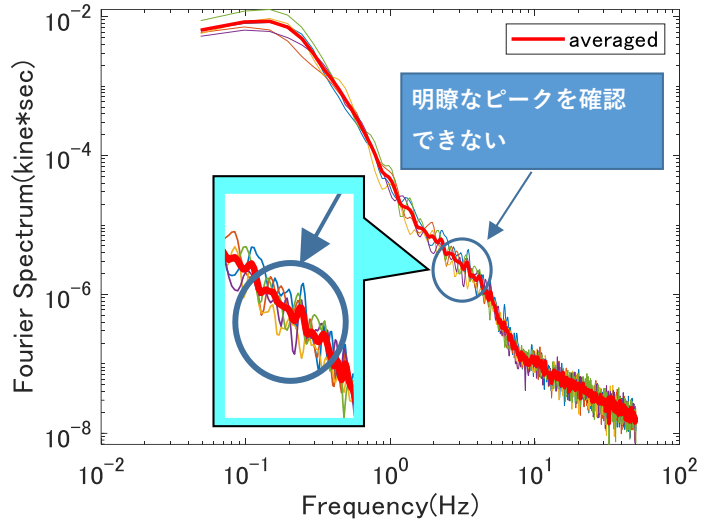


図 19　対象スパンにおける変位応答のフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：0.2Hz）

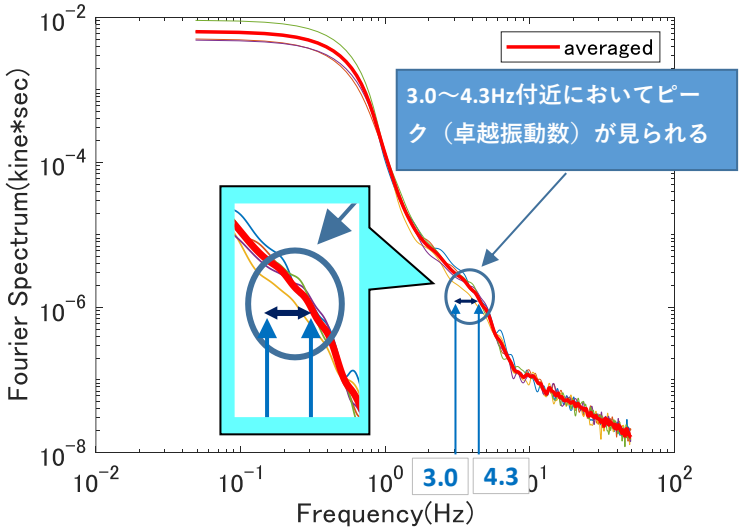


図 20　対象スパンにおける変位応答のフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：0.8Hz）

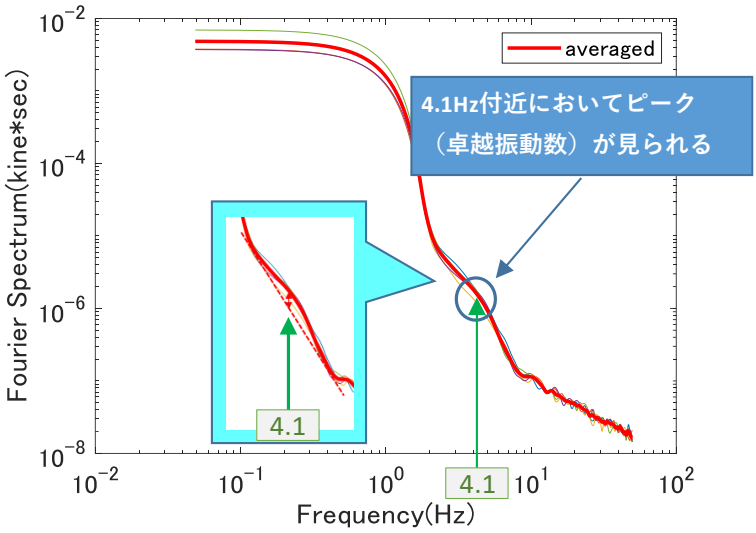


図 21　対象スパンにおける変位応答のフーリエスペクトル解析結果
（スムージングバンド幅：1.6Hz）

１－６－３　適用事例３（強制振動法）

（１）　概要

①　対象施設　：重力式防波堤

②　構造形式　：直立堤（コンクリート単塊式）

③　対象スパン：スパン１：洗堀なし、スパン２：洗堀あり

④　施設条件　：

・堤体本体（水中部を除く）に大きな変状がない。
・基礎の幅、奥行ともに 1.0m 以上の基礎部欠陥（本体工の欠損）がある。

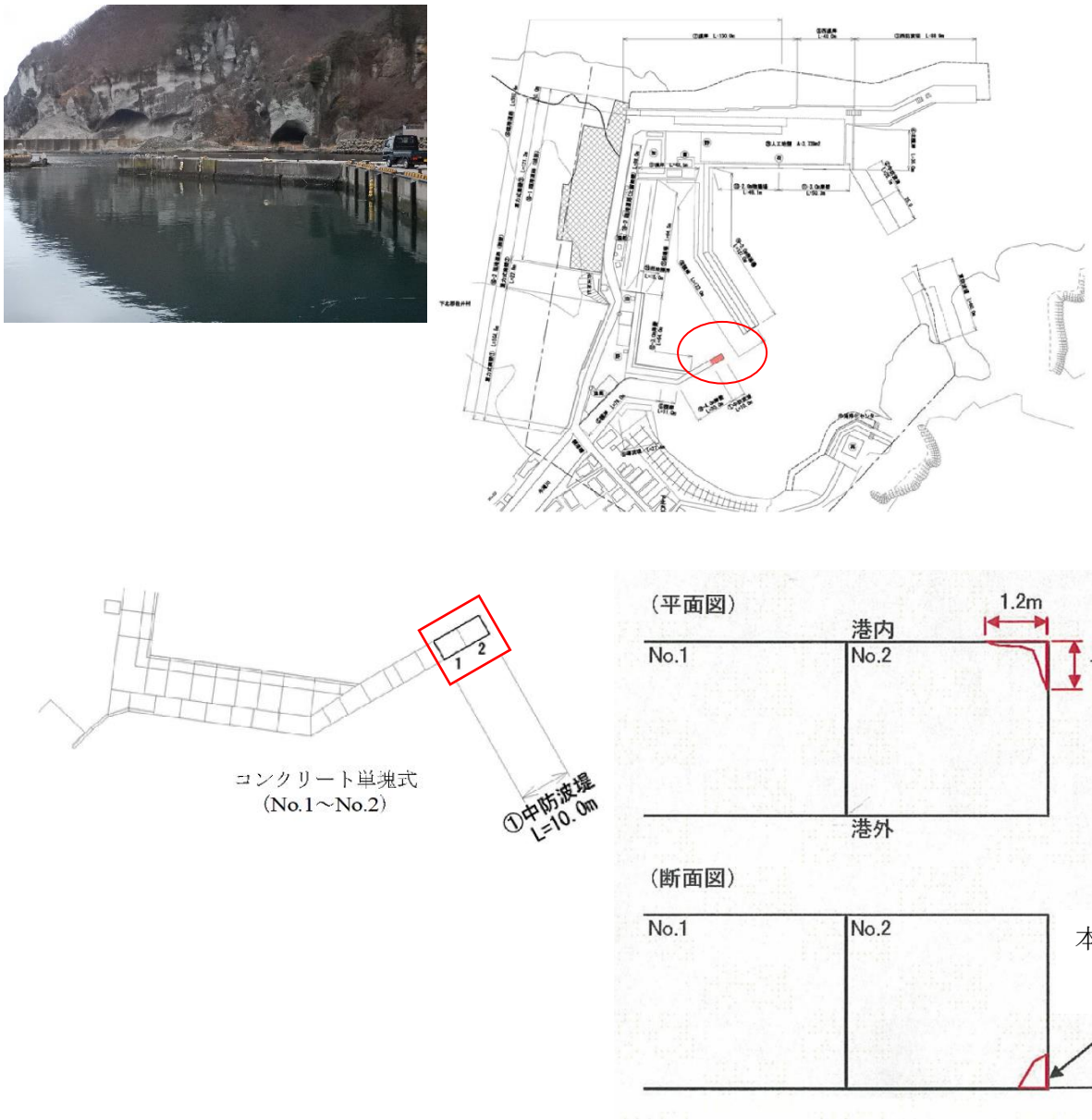


図 22 対象施設の状況

（左上：施設全景、右上：平面図、下左：スパン状況、下右：変状状況）

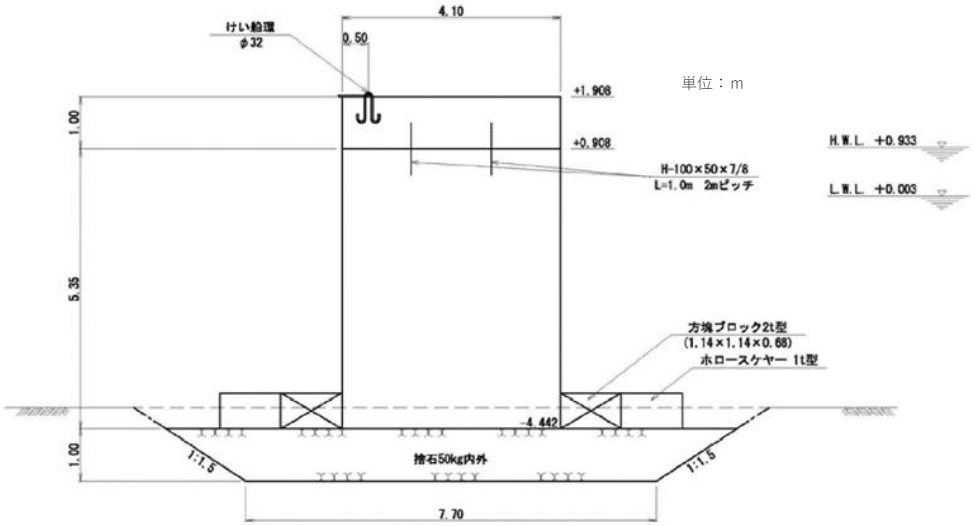


図 23 対象施設の標準断面図

（２） 測定結果

測定は、前述のスパン１、スパン２のそれぞれで起振機をスパン中央に設置し、速度計を設置して、起震機の振動数を段階的に 10 振動数変えて加振し、このときの振動を 1 分間ずつ記録した。測定した振動からそれぞれのスパンにおける共振曲線を作成した（図 24 参照）。それぞれの共振曲線は、明瞭な極値（共振曲線値）が表れており、この卓越振動数が固有振動数であることが判断される。また、基礎部欠陥のないスパン１が 6.0Hz であり、基礎部欠陥のあるスパン２が 5.5Hz と固有振動数が低下した。

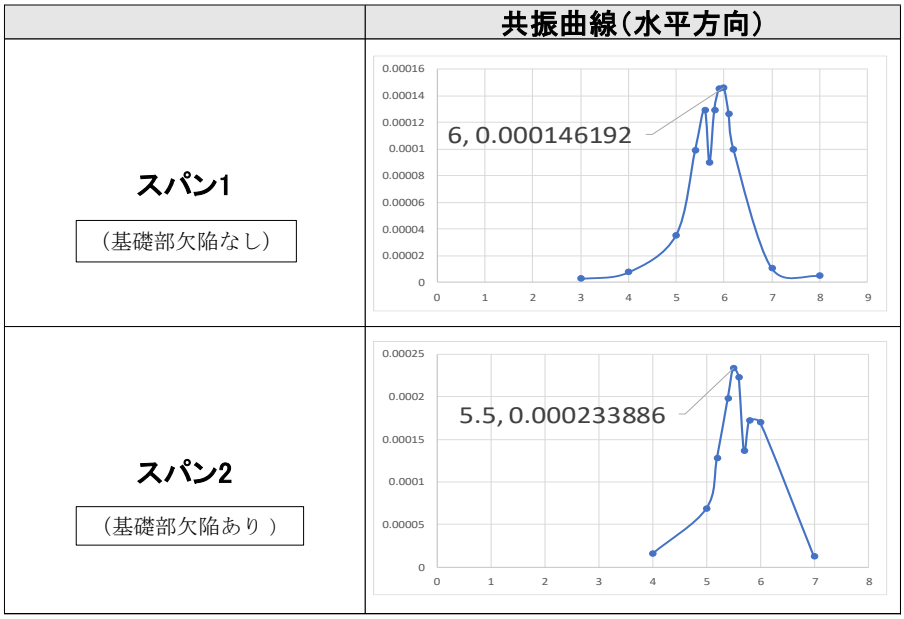


図 24　スパン１、２の共振曲線

１－７ 概算費用

（１） 測定機器の概算費用

【速度計】定価約 420 万円（一式）

測定機器は、東京測振社製の小型振動計測装置及び付属のデータ処理ソフト一式[8), 9)]を事例として用いている。

【起振機】レンタル（永久磁石起振機 SSV-125ME）：60 万円／30 日

（２） 調査費の概算費用

参考として、潜水調査、および固有振動法（自由振動、強制振動）による調査の概算費用を以下に示す。なお、実業務においては、仕様条件に従って、積算することとされたい。

【積算条件】

1） 対象施設 ：重力式防波堤

2） 構造形式 ：直立堤（コンクリート単塊式）

3） 施設規模 ：延長 200m

4） スパン規模：延長 10m×幅 8m×高さ 5m（内、水中部 3m）＝全 20 スパン

【潜水調査】概算 64 万円

¥32,220（1 スパン当たり）×20 スパン＝¥644,400

※現場稼働日数：2 日程度

【固有振動法】（自由振動法）概算 37 万円

¥18,271（1 スパン当たり）×20 スパン＝¥365,420

※現場稼働日数：1 日程度

【固有振動法】（強制振動法）概算 57 万円

¥28,600（1 スパン当たり）×20 スパン＝¥572,000

※現場稼働日数：3 日程度

表１ 潜水調査の概算費用内訳

項目	名称	摘要	単位	数量	単価	金額	備考
潜水調査	トラック	２ｔ積み	日	1	38,220	38,220	就業８H（必要に応じて計上）
簡易調査（重点項目）	測量技師補	測量業務単価*	人	1	29,500	26,900	
	潜水士	ダイバー	人	2	46,400	92,800	潜水器具損料含む
	潜水連絡員		人	1	26,800	26,800	
	潜水送気員		人	1	26,600	26,600	
	調査船運転	FRP D 70P	日	1	88,080	88,080	就業８H（必要に応じて計上）
	雑材料		%	1		2,994	
	小計①					302,394	1日当たり
とりまとめ	主任技師	設計単価*	人	0.5	53,800	26,900	
（施設現況調書作成）	技師(A)	設計単価*	人	0.5	47,500	23,750	
	技師(B)	設計単価*	人	0.5	39,100	19,550	
	小計②					70,200	1施設当たり
	小計③		施設	10		7,020	1スパン当たり
			スパン	12		84,240	調査1日当たりに要するとりまとめ
潜水調査	合計	小計①＋③		12		386,634 32,220	1日当たり 1スパン当たり

＊設計単価：平成31年度設計業務委託等技術者単価（国土交通省）[13)]

※漁港漁場関係工事未制定歩掛[13]より算出

※1 日当たりの作業能力 770 ㎡＝12 スパン

1 スパン当たりの規模は、延長 10m×水中深さ 3m×2 面（港内＋港外）を想定＝60 ㎡換算。よって、770 ㎡÷60 ㎡＝12 スパン

表２ 固有振動法（自由振動）の概算費用内訳

項目	名称	摘要	単位	数量	単価	金額	備考
調査費	技師(A)	設計単価*	人	1	47,500	47,500	
	技師(B)	設計単価*	人	1	39,100	39,100	
	測定機器使用料	速度計	日	1	20,000	20,000	
	小計①		日	1		106,600	調査1日当たり
解析・診断費	技師(A)	設計単価*	人	1	47,500	47,500	
	技師(B)	設計単価*	人	4	39,100	156,400	
	技師(C)	設計単価*	式	4	32,000	128,000	
	小計②					331,900	調査1日当たりに要する解析費
固有振動法（自由振動）	合計	小計①＋②		24		438,500 18,271	1日当たり 1スパン当たり
＊設計単価:平成31年度設計業務委託等技術者単価(国土交通省)[13]							

※実績から算出[1), 5), 6)]

※1 日当たりの作業能力 24 スパン

1 スパン当たり 25 分（①設置 10 分、②安定 2 分、③測定 3 分、④撤去 5 分)。よって、稼働 8H÷20 分（1 スパン）＝24 スパン

表３ 固有振動法（強制振動）の概算費用内訳

項目	名称	摘要	単位	数量	単価	金額	備考
調査費	技師(A)	設計単価*	人	1	47,500	47,500	
	技師(B)	設計単価*	人	1	39,100	39,100	
	技師(C)	設計単価*	人	2	32,000	32,000	
	測定機器使用料	速度計	日	1	20,000	20,000	
	測定機器使用料	起振機	日	1	20,000		600,000円／30日
	小計①		日	1		138,600	調査1日当たり
解析・診断費	技師(A)	設計単価*	人	1	47,500	47,500	
	技師(B)	設計単価*	人	1	39,100	39,100	
	技師(C)	設計単価*	人	1	32,000	32,000	
	小計②		式			118,600	調査1日当たりに要する解析費
固有振動法（強制振動）	合計	小計①＋②		9		257,200 28,600	1日当たり 1スパン当たり
＊設計単価:平成31年度設計業務委託等技術者単価(国土交通省)[13]							

※実績から算出[5), 6)]

※1 日当たりの作業能力＝9 スパン

1 スパン当たり 50 分（①設置 10 分、②測定 30 分、④撤去 10 分)。よって、稼働 8H÷50 分（1 スパン）＝9 スパン

【参考文献】

1) 水産庁：平成 29 年度水産基盤施設長寿命化検討調査報告書.
2) 村木義男・高島和夫：波による防波堤の振動について－羽幌港における観測結果－，第 12 回海岸工学講演会講演集，pp.198-204，1965
3) 丸山敏生・笠井哲郎・藤田孝康・中村克彦：固有振動を用いた漁港施設における機能診断方法の検討，第 44 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，2017
4) 入門建設振動学：小坪清眞著，1996 年第 1 版第 1 刷発行，2011 年第 1 版第 11 刷発行，森北出版，東京.
5) 水産庁：平成 30 年度水産基盤施設長寿命化検討調査報告書.
6) 水産庁：平成 31 年度水産基盤施設長寿命化検討調査報告書.
7) 永久磁石起振機 SSV-125ME，仕様書，株式会社サイエス.
8) 小型サーボ型速度計 VSE-15D 取扱説明書，株式会社東京測振
9) 携帯用振動計 SPC-51A 取扱説明書，株式会社東京測振
10) Model：CV-374V，ネットワークセンサーCV-374AV，RTD 受信ソフト（CV-374）取扱説明書，株式会社東京測振
11) 月刊基礎工：(株) 総合土木研究所，Vol.25，No.12.
12) 漁港漁場関係工事未制定歩掛：平成 27 年 4 月，漁港漁場関係積算施工技術協議会
13) 国土交通省：平成 31 年度設計業務委託等技術者単価

２．透過弾性波法

２－１ 透過弾性波法

本技術資料は、透過弾性波法を用いて、漁港施設のコンクリート構造物の防波堤等提体の内部空洞を確認するための方法を規定する。

【解説】

（１）透過弾性波法の測定原理

透過弾性波法は、弾性波を用いた手法の一つである。図１に示すとおり[1),2)]、対象となる構造物に弾性波を透過（入力点と測定点を対面配置）させ、その伝搬速度から構造物を評価する方法を透過弾性波法と呼ぶ。

弾性波を用いた手法は、ハンマの打撃等による衝撃力によってコンクリート表面に弾性波を発生させ、コンクリート表面に設置したセンサにより、その弾性波を受信する方法である。

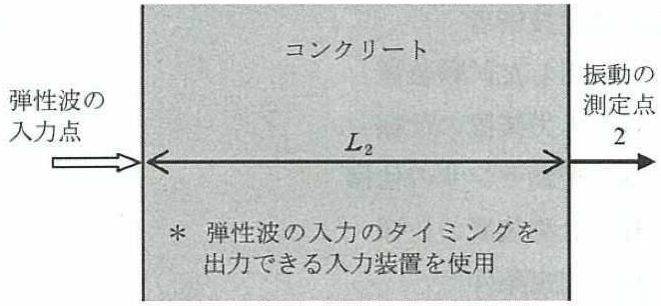


図１　弾性波の入力点及び振動の測定点の配置例（測定点の対面配置）

弾性波には、図２に示すように、進行方向に平行に振動する縦弾性波（Ｐ波)、進行方向と直角に振動する横弾性波（Ｓ波)、表面を鉛直方向に振動するレイリー波（Ｒ波）が存在する。図３は、これらの弾性波が対象構造物上に設置した場合の受信点におけるＰ波、Ｓ波、Ｒ波の波形を模式的に示したものである。このように受信点の波形は、最初にＰ波が到達する。そのため、これら弾性波の初期到達時の立ち上がりを検知することが出来れば、受発信点間の距離と弾性波の到達時間により、弾性波伝搬度を計測することが出来る。

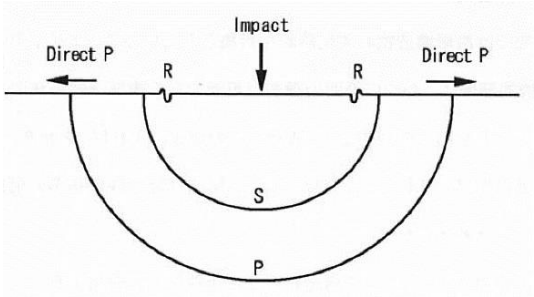


図２ コンクリート版表面の衝撃点で発生した弾性波

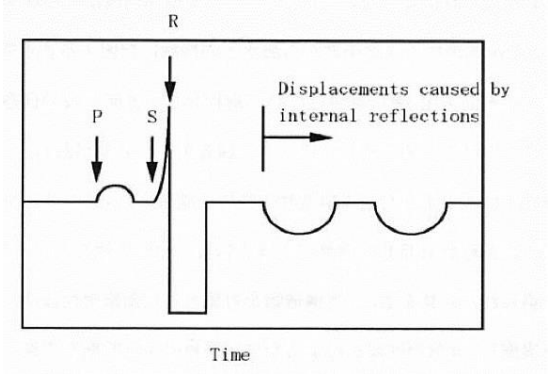


図３ 受信されるＰ波、Ｓ波、Ｒ波の模式図

（２） 制約条件と留意事項

本手法における対象施設は、Ⅰ．総説における３．の（１）で述べたように、主要な材料がコンクリート構造物の防波堤のうち、直立提と混成提である。このうち、透過弾性波法は、堤体の内部欠陥を対象としている。

ここでは、主として現地での制約条件と留意事項を述べる。

1) 制約条件

透過弾性波法は、堤体の内部空洞を確認する方法であるため、入力装置と振動センサが対象構造物をはさみこむ測定となる。このため、一方に障害物や異なる構造体（消波工や胸壁等）が隣接している場合等、入力装置や振動センサの設置が困難となり、測定もできない。

ハンマで衝撃を与える（入力装置）箇所と振動センサの設置箇所の距離は 0.2m 以上 9.0m 以内とする。したがって、9.0ｍを超える構造物は対象外となる[2)]。

2) 留意事項

測定位置に、ひびわれ、表面劣化、剥離などの老朽化、またはカキや藻類など付着物がある場所は可能な限り避ける。困難な場合は、研磨等により測定面を平滑にする必要がある。

２－２ 測定機器と方法

（１） 測定機器

測定機器は、入力装置（ハンマ）、振動センサ、測定装置で構成され、弾性波速度及びパワー伝送比を適切に検知できるものとする。

（２） 測定方法

測定は、透過（対面配置）によるものとし、測線を 1m ピッチ、測定回数を 5 回ずつ行うものとする。

【解説】

（１） 測定機器

弾性波速度を測定する機器として、その一例であるアプライドリサーチ社製の測定装置一式（iTECS）を示す（写真１）。iTECS の取扱注意事項を含め以下に解説する。

1） 入力装置（ハンマ）

弾性波を入力するためのハンマは、測定対象物の表面において、振動センサで弾性波を検出するための振動振幅を励起できるものとする。なお、ハンマは、380g の CTS 用（日東建設社製）であれば、漁港施設において適切に弾性波速度が伝搬することができ、長期使用に耐えることができる。

2） 振動センサ

振動センサは、入力装置によって、入力された弾性波の波形を検出するのに十分な感度及び分解能をもつものとする。

3） 測定装置

測定装置は、振動センサの出力振動を時間波形として表示及び記録でき、サンプリング時間間隔、サンプリング数、測定時間長、電圧範囲、トリガなどが測定に必要な条件の範囲で設定可能であり、波形の到達時間が測定できるものとする。

表示画面において、受信波形が観察可能で、受信波形上の時間及び振幅値を読み取る機能をもつものが望ましい。なお、電源は、携帯型の電池（バッテリーセット）を用意する。夏期や冬期は、測定器の電池やバッテリーセットの電池の消耗が著しいため、それぞれ温度対策を行い、予備電池を多めに準備する必要がある。

写真１ 測定機器（iTECS）

（２） 測定方法

測定は、iTECS を用い打撃点と受信点を対面配置し、入力装置（ハンマ）により打撃し、振動センサにて受信する。測定点は、打撃点及び受信点を水平方向に 1m 間隔で移動させ、各測定点で 5 回ずつ測定し、サンプリング時間 0.5μｓとする。

測定した弾性波が正常値であるか否かを確認するため、隣接の健全スパンの弾性波も併せて測定する。

（３） 測定装置の校正及び点検

測定装置の校正は、定められた期間ごとまたは異常が確認された場合に、測定技術者が機器製造者またはその代理人に依頼して行う。iTECS の例では、原則として、1 年に 1 回、メーカーによる検定（校正）を行う。

測定装置の点検は、測定前後に測定機器に異常がないことを測定技術者が確認する。

２－３ 測定技術者

本技術資料に基づいて測定を行う技術者は、測定方法の原理、測定機器に関する知識及びコンクリートに関する基礎知識をもつ者とする。

２－４ 測定手順

本手法の測定手順は、「事前準備」、「測定場所の決定」、「測定」、「データ処理」とする。

【解説】

測定手順は、図４に示すとおりである。

まず、測定のための「事前準備」を行う。次に、「測定場所の決定」を行って、「測定」する。測定後は、「データ処理」することで弾性波 度及びパワー伝送比を検出する。

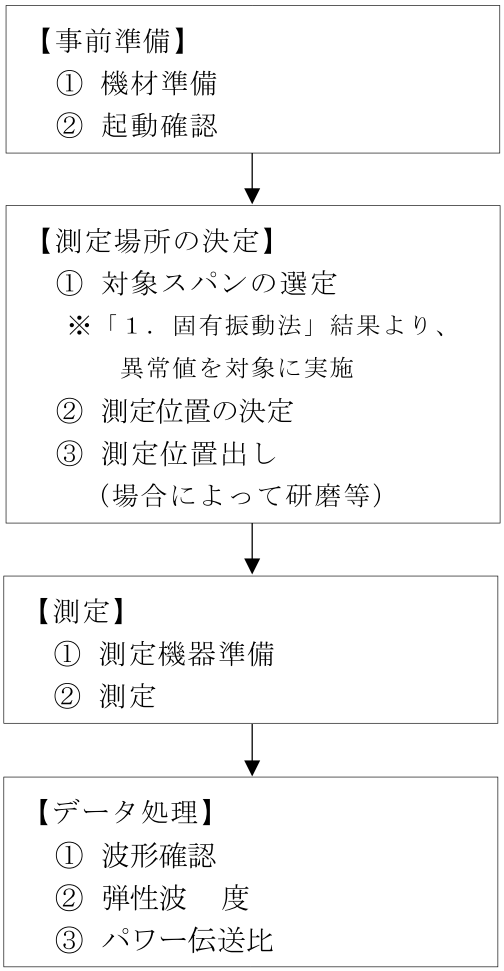


図４ 測定フロー

２－４－１ 事前準備

事前準備は、「機材準備」、「起動確認」の順で実施する。

【解説】

（１） 機材準備

機材準備は、iTECS 一式（PC 含む）、バッテリーセット、位置出し用測定機材（エスロンテープ、コンベックス、チョーク等）等の調査機材を用意する。また、必要に応じて、はしご、足場、日傘等を用意する。

（２） 起動確認

測定装置の起動確認を実施する。また、測定前に一通りの測定ができるように確認をしておく。

２－４－２ 測定場所の決定

測定場所の決定は、「対象スパンの選定」、「測定位置の決定」、「測定位置出し」の順で実施する。

【解説】

（１） 対象スパンの選定

測定場所は、「１．固有振動法」の結果から、異常値が確認されたスパンの上部工となる。なお、可能な限り１施設に対し、健全部を１スパン測定しておくことを推奨する。

（２） 測定位置の決定

測定位置の決定は、対象スパンの透過（対面配置）可能な方向に、1,000㎜ピッチを目安とする（図５）。ただし、ひびわれ、表面劣化、剥離などの老朽化、またはカキや藻類など付着物がある場所は可能な限り避け、平らで測定器の水平設置が可能な位置とする。また、潮位によって海面下となる位置は選定しない。

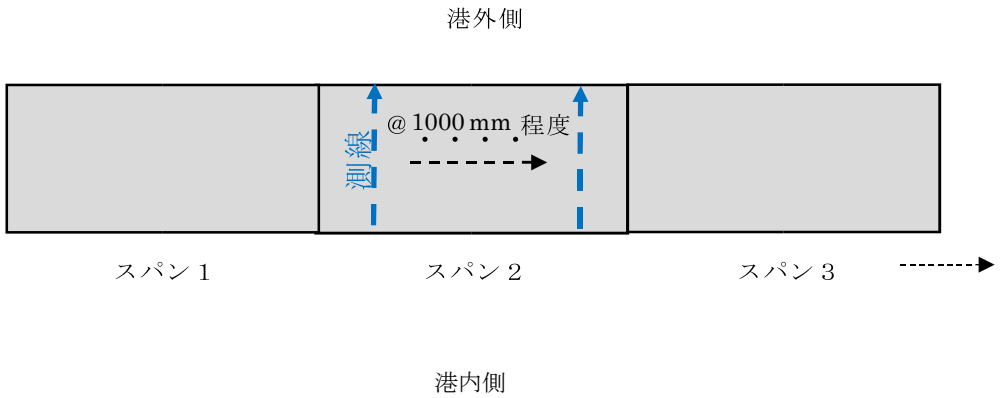


図５ 測定位置模式図

（３） 測定位置出し

測定位置出しは、エスロンテープ等の計測機材を用い、測定位置をチョーキング等して実施する。付着物や粗骨材が露出している場所は、可能な限り避けることが必要であるが、全体的に付着物がある場合や粗骨材が露出している場合等は表面を研磨材やグラインダー等で削って平滑にする必要がある。

２－４－３ 測定

測定は、「測定機器準備」、「測定」の順で実施する。

【解説】

（１） 測定機器準備

測定機器準備は、以下の手順で実施する。なお、測定機器は、アプライドリサーチ社製の測定装置 iTECS 及び付属のデータ処理ソフト一式を事例として用いた。

（手順）PC 立ち上げ前に、測定機器の準備として

①ハンマ・センサ・ケーブルの取り付けを行う。

②iTECS と PC をケーブルで取り付けを行う。

③PC とバッテリーをケーブルで取り付けを行う。

iTECS、PC、バッテリー等の接続は、ケーブルやケーブル接続部の断線等に留意する。また、バッテリーは事前の十分な充電と予備器を備えておく。

（２） 測定

測定は、iTECS を用いて入力装置（ハンマ）により打撃し、振動センサにて受信する。弾性波の応答波形は、高感度加速度計（100mV/G）を用いる。各測定点で 5 回ずつ測定し、サンプリング時間 0.5μs とする。

図６に示すとおり、打撃点および受信点を水平方向に 1,000mm 程度間隔で移動させて測定する。

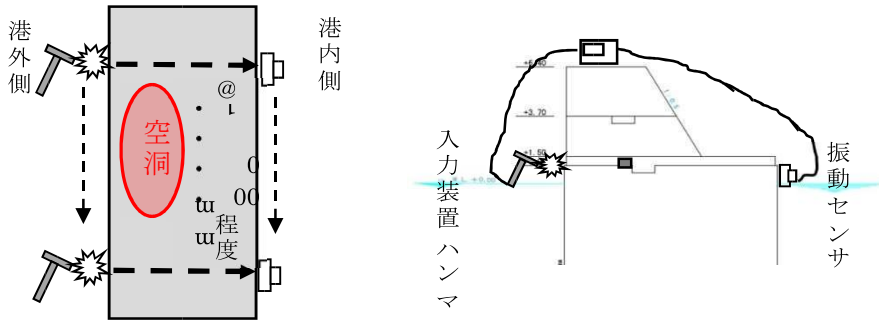


図６ 測定イメージ

（手順）PC の電源を ON にすると、

① 自動的に windows および付属ソフト iTECS が立ち上がる。

② 画面右上の設定ボタン（黄色）を選択

1） 測定条件の設定 測定項目：弾性波 度を選択

2） 入力点と受信点の間隔を設定（1m 以上の設定は「２－４－４ データ処理」注１を参照）

3） 保存ファイルを作る場合は、プロジェクト名を変更。キーボード画面にて入力（プロジェクト名の上で選択）または直接入力。

4） 戻る（緑色）を選択する。

③　分析パラメータの入力点、受信点の間隔が②2)と同じことを確認。違っている場合は変更する。

④　度測定（緑色）を選択する。 度測定（緑色）が打撃待ちのメッセージに変わると測定（打撃）OK。

⑤　位置出しした入力点をハンマで打撃し、受信点において表面 P 波をセンサで受信することによって実施する。なお、打撃は測定対象物に対し、垂直に打撃を行うことを基本とする。

⑥　波形を確認し、入力点、受信点で弾性波の立ち上がりが捉えられている場合、保存を選択、ファイル名を入れ保存する。

⑦　連続して測定する場合は、 度測定（緑色）を選択、以後④～⑥の繰り返し 5 回分のデータを捉える。5 回連続して行っても弾性波 度が捉えられない場合は、弾性波 度が捉えられないものとして処理する。

※「測定」の詳細については、iTECS の取扱説明書[3)]を参照されたい。

２－４－４ データ処理

データ処理は、「データ取得」、「波形確認」、「弾性波 度」、「パワー伝送比」の順で実施する。

【解説】

（１） データ取得

データ取得は、iTECS の付属の分析用ソフトによって実施する。データを別途 PC に移し解析することもできる。まず、センサ距離を入力点と受信点の距離に合わせ、「ファイルを開く」のボタンを押して弾性波速度のデータを抽出する。

（２） 波形確認

入力波と受信波の立ち上がりを確認し、立ち上がりの有無を波形で確認を行う。立ち上がりが検出できない場合には、弾性波速度が検出できないとする。

（３） 弾性波速度

入力波形と受信波形の立ち上がり箇所から、それぞれの時間を読み取り、その時間差とセンサ距離から弾性波 度を算出する。得られた弾性波は平均する。

（注１：入力点と受信点の距離について）

入力点と受信点の距離がある一定の距離（1m）以上は画面上・プログラム上表示できない。このため、例えば入力点と受信点の距離が 3m の施設の測定では、センサ距離を 1/10 の 300mm とし、弾性波 度を計算（弾性波 度 398.2m/s））させ、後でこの度を 10 倍（3,982m/s）して正式な値とする。なお、時間差が出ているので（753.4μm：μ＝100 万分の 1)、ここからでも弾性波 度を計算できる（3m÷753.4μm＝3,982m/s)。

（４） パワー伝送比

弾性波の減衰量であるパワー伝送比は、(1)式によって表され、測定した波形の振幅から求める（図７）ここで、Ainput は、入力時の加速度振幅であり、Aoutput は、受信時の加速度振幅を示しており、式(1)によるパワー伝送比の値が大きいことは減衰が大きいことを意味している[4)]。

$$H = -20 \log \frac{A_{input}}{A_{output}} \qquad \cdots \quad (1)$$

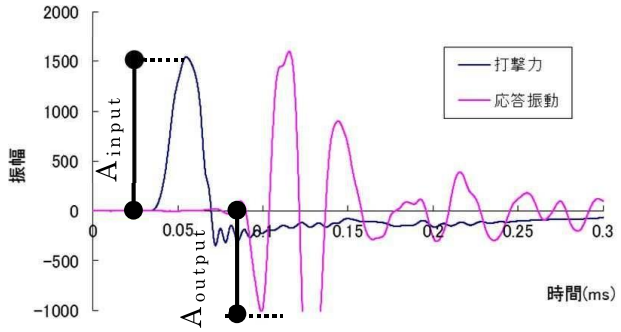


図７ 弾性波観測波形例

※「データ処理」の詳細については、iTECS の取扱説明書[3)]を参照されたい。

２－５ 報告

報告する事項は次のとおりである。

（１） 測定年月日、測定場所、測定者名

（２） 測定箇所の概要（構造物の概要、測定位置図、断面図等）

（３） 測定機器の型式、仕様

（４） 測定結果

【解説】

報告書例を以下に示す。

（1）測定年月日		測定場所		測定者名	
（2）測定箇所の概要（構造物の概要、測定位置図、断面図等）					
（3）測定機器の型式、仕様					
（4）測定結果					

２－６ 適用事例

適用事例を以下に示す。

（１） 概要

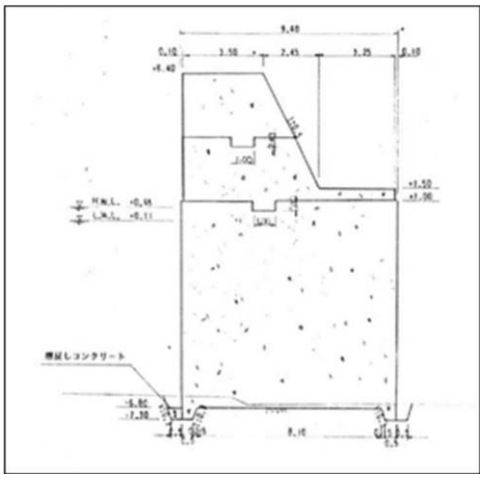
①　対象施設　：重力式防波堤

②　構造形式　：直立堤（コンクリート単塊式）

③　施設条件　：

・構造物提体内部に内部欠陥がある。

・同一構造形式の健全なスパンがある。



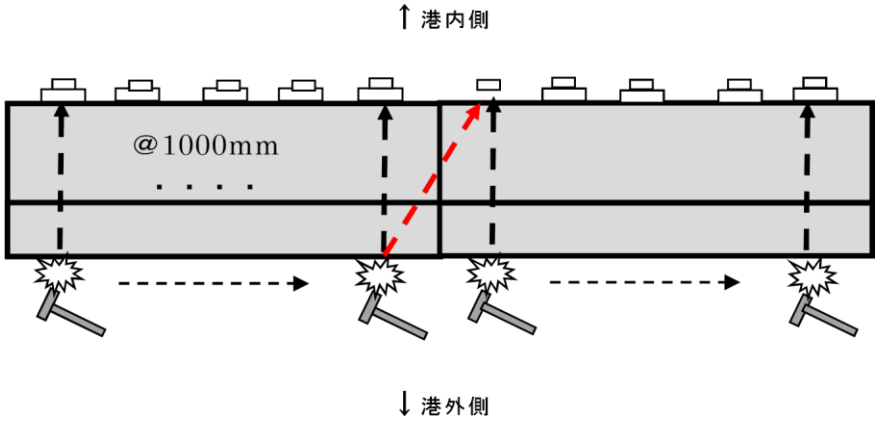


図８ 対象施設の状況（左：施設全景、右：標準断面図、下：平面配置）

（２） 測定結果

1） 弾性波速度

図９に測定結果を示す。健全部における各測定点での弾性波速度は、3,900～3,970m/s の間を示し、平均値は 3,944m/s であった。これに対し、内部欠陥部（隣接するスパンの継ぎ目）を測定したケース（測線 5A-5B）では、平均値より 2%程度の度低下が確認された。

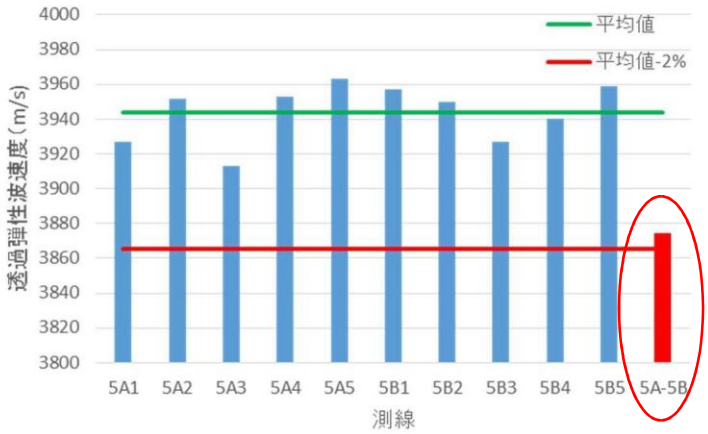


図９　堤体本体の弾性波速度

2）パワー伝送比

図 10 に測定結果を示す。これは弾性波 度が 4,141m/s の健全部と、4,034m/s の欠陥部を示す。これらの受信波形の第 1 波目に着目すると、欠陥部（継目部）に振幅の減衰が見受けられる。ここで、(1)式（２－４－４データ処理参照）に示すように入力波の振幅と、受振第 1 波の振幅値から、波動の伝達率（パワー伝送比）を計算した場合、伝送比は概ね 10 程度異なることが確認され、欠陥部のパワー伝達が明らかに低下することがわかる。

このことから、内部欠陥（空洞等）がある場合は、弾性波速度の変化に加えて、波動のパワー伝送比（伝達量）に着目した解析方法も有効であると考えられる。

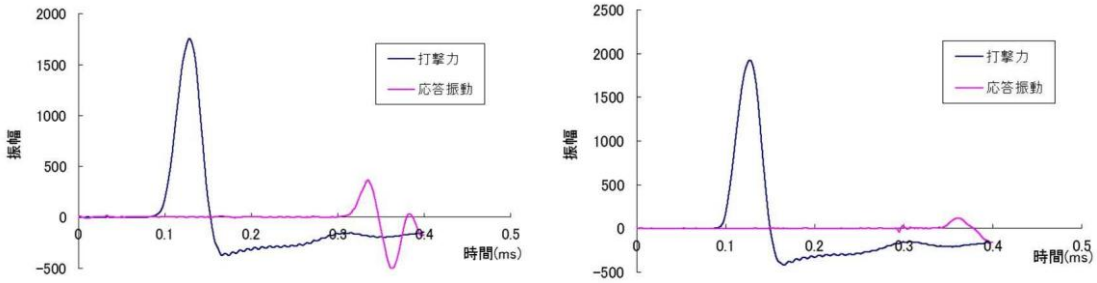


図 10 観測波形（左：健全部、右：欠陥部）

２－７ 概算費用

（１） 測定器の概算費用

【iTECS】定価約 230 万円

（２） 概算費用

参考として、透過弾性波法の概算費用を以下に示す。本手法は、固有振動法によるスクリーニング後に適用するため、①1 日当たり、②1 スパン当たりの積算とした。積算条件及び内訳は、表５のとおりである。実業務においては、仕様条件に従って、積算することとされたい。

【積算条件】

・スパン規模：延長 10m×幅 8m＝測定点 10 点（1 スパン当たり）

【透過弾性波法】

①1 日当たり　：概算 42 円

②1 スパン当たり：概算 1.7 万円

表１ 透過弾性波法の概算費用内訳

項目	名称	摘要	単位	数量	単価	金額	備考
調査費	技師(A)	設計単価*	人	1	47,500	47,500	
	技師(B)	設計単価*	人	1	39,100	39,100	
	測定器使用料	iTEC	日	1	32,000	32,000	
	小計①		日	1		118,600	調査1日当たり
解析・診断費	主任技師	設計単価*	人	5	53,800	269,000	
	技師(C)	設計単価*	式	1	32,000	32,000	
	小計②					301,000	調査1日当たりに要する解析費
透過弾性波速度	合計	小計①＋②		24		419,600 17,483	1日当たり 1スパン当たり
＊設計単価:平成31年度設計業務委託等技術者単価(国土交通省)[13]							

※NETIS 登録 No.QS-040028-V より算出

※1 日当たりの作業能力＝24 スパン

1 スパン長 10m として、測定点数 10 点≒20 分（①準備 3 分、②測定 1 分×10 測定点、③撤去 3 分)。よって、稼働 8H÷20 分（1 スパン）＝24 スパン

【参考文献】

1) コンクリートの非破壊試験－弾性波法－第 2 部：衝撃弾性波法，平成 26 年 11 月改正,」一般社団法人日本非破壊検査協会，NDIS2426-2
2) 漁港施設における表面Ｐ波法による簡易機能（老朽化）診断手法適用マニュアル（案），平成 28 年 4 月,国立研究開発法人水産研究・教育機構水産工学研究所
3) iTECS-6V2(R4)取扱説明書，Version2.1.4，2009 年 3 月，アプライドリサーチ株式会社
4) 山下健太郎・境友昭・極壇邦夫・池端宏太：衝撃弾性波法を用いたあと施工アンカーボルトの健全性調査，第 68 回年次学術講演会大会講演概要集，2013 年 9 月
5) 国土交通省：平成 31 年度設計業務委託等技術者単価

謝辞

本成果は、水産庁基盤整備調査委託事業「長寿命化対策検討調査」による結果をとりまとめたものである。現地試験の実施にあたって、岩手県、神奈川県、千葉県、新潟県の関係者の皆様にご協力頂いた。本成果の作成にあたって、現地試験や室内試験の整理等で東海大学工学部土木工学科の笠井教授、三神教授のご指導・ご助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

平成 31 年度　水産基盤整備調査委託事業「漁港施設の長寿命化検討調査」
報　告　書

a.　課題名

「３．荷さばき所等の予防保全対策の検討」

b.　実施機関及び担当者

［一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所］
第１調査研究部
次　長　　林　　浩志
上級研究員　加藤　広之
主任研究員　尾崎　幸生

ｃ．ねらい

全国の漁港において、老朽化した荷さばき所が増加し、維持管理費用の増大、衛生管理等の荷さばき所に求められる機能の低下、及びこれに起因する食中毒発生等による国民の健康被害の発生や国際市場での日本の水産物の価値の低下などが懸念されている。

したがって、今後、施設の長寿命化対策の実施により荷さばき所を構造的・機能的に維持していくことが重要であり、これを適切、かつ効果的に実施するためには荷さばき所の長寿命化対策実施のためのガイドラインが必要となる。

そこで、今年度調査においては、荷さばき所の老朽化の特徴を具体的に点検・診断・評価するための手法や判定基準を検討し、さらに老朽化による影響を構造面に加え、利用面(作業面)、衛生管理面等の観点からＡ～Ｄの 4 段階で評価する手法を検討し、これらの結果を踏まえ、ガイドライン（案）を作成する。

ｄ．方法

３－１　老朽化状態の評価の指標作成

評価の指標を検討するにあたって、荷さばき所の建築部材・付帯設備の老朽化度と機能低下状況の事例を調査し、サンプルを収集した。また、施設管理者へのヒアリングにより、建築部材や付帯設備の老朽化による利用面、衛生管理面等の機能に対する影響を把握した。これらを基に、既存の機能保全計画策定に係るマニュアル等を参考に、荷さばき所の点検・診断を行う手法を整理した上で、老朽化判定基準を模式的な表形式にまとめ、これに調査したサンプル例を掲載した。また、老朽化による作業面と衛生管理面の影響を評価した上で、構造面、作業面、衛生管理面等の観点から、荷さばき所の老朽化状態を水産基盤施設の健全度評価に準じてＡ～Ｄの４段階の評価指標を検討した。

３－２　長寿命化対策の実施のためのガイドライン（案）の作成

今後、３－１の検討結果を踏まえ、荷さばき所の長寿命化対策の実施のためのガイドライン（案）を作成した。

e． 結果及び考察

３－１　老朽化状態の評価の指標作成

（１）荷さばき所の老朽化状況のサンプル収集と老朽化による機能への影響の整理

１）本検討において調査対象とする荷さばき所の構成

荷さばき所の主体は、荷さばき所の建屋や岸壁屋根等の建築物であり、これらと清浄海水供給設備等の付帯設備で構成されている。これらを表 e-3-1 に示す。建屋は屋根・天井，外壁，内壁，柱・梁，床等の部材と建具や建築設備に分類される。また、それぞれの部材・設備には表に示す内容が含まれている。

昨年度は岸壁屋根を付帯設備としていたが、部材や設備の内容は荷さばき所の建屋と同様と考えて差し支えないため、老朽化度調査や機能保全計画策定においては建屋で挙げられている部材・設備で該当するものを適用するものとする。なお、岸壁屋根は、これを構成する最低限の部材・設備等を示している。

また、機械設備の中の冷凍・冷蔵設備と製氷設備、電気設備の中の受変電・動力制御設備等は荷さばき所の用途に使用する以外に、そのほかの漁港施設で使用する場合もあるので、ガイドラインで示す適用範囲はあくまで荷さばき所で使用する付帯設備に限るものとする考えである。

表 e-3-1　荷さばき所の構成

荷さばき所の構成		部材・設備	内容
建　屋		屋根・天井	屋根材、屋根防水材、天井材、雨樋等
		外壁	外壁、外壁面の仕上げ等
		内壁	内壁、内壁面の仕上げ等
		柱・梁	柱・梁、柱・梁面の仕上げ等
		床	床、床面塗装、排水路、グレーチング等
		建具	窓、ドア、引き戸、シャッター類等
		建築設備	換気扇、給水設備、屋内照明等
岸壁屋根		屋根	雨樋、屋根材、屋根防水材等
		柱・梁	柱・梁、柱・梁面の仕上げ等
		床	床、床面塗装、排水路、グレーチング等
付帯設備	機械設備	清浄海水取水設備	取水口、取水ポンプ、取水ポンプ室、配管・バルブ類等
		清浄海水導水設備	ろ過装置とろ過水槽、受水槽、海水殺菌装置、配管類等
		冷凍・冷蔵設備	冷凍室、冷蔵室、冷凍機等
		製氷設備	製氷機、貯氷庫、冷凍機、搬氷装置等
		排水処理設備	沈殿池・枡、スクリーン、排水ポンプ、配管類
	電気設備	受変電・動力制御設備	キュービクル、動力制御盤、現場盤、非常用発電機等
		屋外照明設備	投光器等

２）現地調査の対象施設

老朽化状況の指標を検討するにあたっては、荷さばき所の様々な建築部材や付帯設備の老朽化度と機能低下状況の事例調査が必要であるため、表 e-3-2 に示す荷さばき所を対象として事例サンプル収集等の現地調査を行った。

表 e-3-2　現地調査対象施設

番号	漁港名	施設名 （産地市場名）	所在地	施設管理者 （ヒアリング対象者）	経過年数 （竣工年）	構造	形式
1	羅臼漁港	羅臼地方卸売市場	北海道 羅臼町	羅臼漁業協同組合	46年 （昭和49年）	S造	完全閉鎖型
2	三崎漁港	三浦市三崎水産物 地方卸売市場	神奈川県 三浦市	三浦市経済部 市場管理事務所	27年 （平成6年）	SRC造	一部閉鎖型
3	阿久根漁港	北さつま漁業協同 組合地方卸売市場 （新港水揚場）	鹿児島県 阿久根市	北さつま漁業協同組合	41年 （昭和54年）	RC造	開放型
4		北さつま漁業協同 組合地方卸売市場 （外港水揚場）			29年 （平成2年）	RC造	開放型
5		北さつま漁業協同 組合地方卸売市場 （新設市場）			13年 （平成18年）	S造	完全閉鎖型

３）調査手法

現地にて建築部材や付帯設備等の老朽化状況のサンプルを収集すると共に、施設管理者へのヒアリングにより、建築部材や付帯設備の老朽化による荷さばき所の利用面（主に漁業者や市場職員及び仲買人等の荷さばき所における従事者の作業効率、安全性)、衛生管理面等の機能に対する影響を把握した。

この際、次項（2）の検討により事前に作成した老朽化度判定基準を用いて、老朽化度調査を行うと共に老朽化状況の写真サンプルを収集した。この老朽化度判定基準は、他の施設で適用されている機能保全計画策定に係る既存のマニュアル等を参考として、平成 30 年度に行った現地調査結果を基に、荷さばき所で具体的に点検・診断する内容を検討し、各建築部材や付帯設備等に対して老朽化による変状の現象と程度を 4 段階に整理したものである。

４）現地調査結果

①羅臼漁港

羅臼地方卸売市場の第 2 市場（完全閉鎖型）を対象として老朽化度調査を行った。老朽化度調査結果の概要を以下に示す。荷さばき所はＳ造である。なお、羅臼漁港では各部材等で老朽化度に差がある可能性を鑑み、柱、梁、ブレス、シャッターに関しては個別に老朽化度を調査した。

・柱は太い柱を中心として海側（東側）の事務室寄りから順に 1～9 番、陸側（西側）10～18 番まで合計 18 本ある。梁は調査した海側と陸側の柱間の梁 9 本と長手方向の 5 本の合計 14 本を対象とした。各部材の劣化の状況に大きな差は無かった。また、柱脚部の根巻コンクリートと腰壁部コンクリートの大きな劣化は見られなかったが、一部で鉄骨が腐食・膨張し、コンクリート面に露出している箇所があった。鋼製の柱と梁には錆が見られた。
・壁のブレスは東側 4 か所、北側（妻側）2 か所、西側 4 か所の 10 か所を対象とした。いずれも下部の腐食が激しい。また、接合部にも激しい腐食が見られた。各ブレスで柱・梁に比べて腐食度合いに差がみられた。
・屋根に関しては屋根に上がって調査した結果、一部に鉄製の屋根材に穴が空いている箇所が見られた。特に、陸側の先端部に多く見られた。
・シャッターは、特に下部のスラットやガイドレールが激しく腐食している箇所が見られた。また、多くの場合でシャッターケースが破損していた。また、これらの部分で腐食が見られた。
・床には大きな劣化は見られなかった。グレーチングも同様である。
・内壁面は鋼板製であるが、一部に腐食が見られた。
・岸壁張り出し屋根（荷さばき所の大きな庇でＳ造）の柱は 11 本を対象とした。梁は特に場所を特定せずに全体を評価した。柱の鉄骨部は腐食が激しい。根巻のコンクリートには劣化が見られなかった。梁にも腐食が見られた。過去において、柱と梁の一部で劣化が非常に激しい部分があったが、現在は補修済みである。
・外壁面はモルタル仕上げであるが、一部にひび割れが見られた。
・岸壁張り出し屋根部の床に劣化は見られなかった。

写真 e-3-1　鋼製柱　全体的に錆あり

写真 e-3-2　鋼製梁　部分的に錆あり

写真 e-3-3　ブレス全体的に錆あり

写真 e-3-4　ブレス　著しい変形、損傷あり

写真 e-3-5　シャッター スラット
部分的に腐食

写真 e-3-6　シャッター 駆動部全体的に
変形損傷あり

写真 e-3-7　シャッター ガイドレール
部分的に腐食

また、施設管理者へのヒアリング結果を以下に示す。

・荷捌き所はＳ造であり、柱や梁が錆びているが、これは塩害による影響が大きいと思われる。衛生管理上の問題点は錆びや剥がれた塗装が落下し、水産物に触れたり混入したりすることである。第 2 市場では床の全面に水産物を置くので、建物内部全体が衛生管理面で重要であり、管理者としては早めの保全対策が必要であると思っている。
・しかしながら、鉄部の塗装には費用がかかるので簡単にはできないのが現状である。
・天井は破損したり落下したりしたことはない。
・壁は今回調査した第 2 市場で落下したことがあり、補修を行っている。
・床はこれまでに何度か補修している。
・シャッターは下部が腐食しやすいので、必要に応じて腐食部分を交換している。

・屋根は鉄板に穴が空いているところがあり、必要に応じて補修している。雨漏りがあったことはない。

羅臼漁港の荷さばき所（第２市場）はＳ造であり、主要構造物である柱、梁等は鋼製である。このため、塩害の影響で全般的に腐食が見られるものの、概ね構造面では更新、補強等の工事が早急に必要な段階とは言えない。しかしながら、荷さばき所内は、ほぼ全面に水産物を陳列するとのことなので、塗装の剥がれ片や錆が落下し、水産物に触れたり混入したりすることは衛生管理上、避けなければならない。したがって、構造面では早急な対応が必要ないと判断されるが、衛生管理面からは梁等の塗装補修等を具体的に検討する段階と考えられる。

②阿久根漁港

阿久根漁港の新設市場（完全閉鎖型）を対象として老朽化度調査を行った。また、老朽化状況のサンプルを収集するために新港水揚場と外港水揚場の調査も行った。老朽化度調査結果の概要を以下に示す。荷さばき所はＲＣ造であり、各部材等で老朽化度に差が無かったため、各部材、設備単位で老朽化度を調査した。

・新設市場は築 13 年で比較的新しい荷さばき所であるため、全般的に老朽化は進行していない。柱、外壁、内壁、天井等の主要部は特に老朽化が見られなかった。外壁の下部のモルタル塗装が剥げたり、樹脂塗装の一部が剥げたりしている程度である。
・床には一部にひび割れが見られ、またグレーチングの一部には腐食がみられた。
・シャッターはオーバースライダー式であるが部分的に腐食している箇所が見られた。
・照明器具や換気設備、空調設備等の一部には腐食が見られた。また、屋内消火栓が設置されていたが、カバーに著しい腐食が見られた。
・衛生管理対策設備として手洗い設備と長靴消毒槽が設置されているが老朽化は見られなかった。
・清浄海水設備では一部の機器の固定部に多少の錆が見られた。
・岸壁屋根（Ｓ造）に関しては、柱、屋根、床、側溝等に部分的な老朽化が見られた。
・新港水揚場と外港水揚場では梁や天井の一部で鉄筋の爆裂によるコンクリートの欠落が見られた。

写真 e-3-8　シャッターガイドレール部分的に腐食

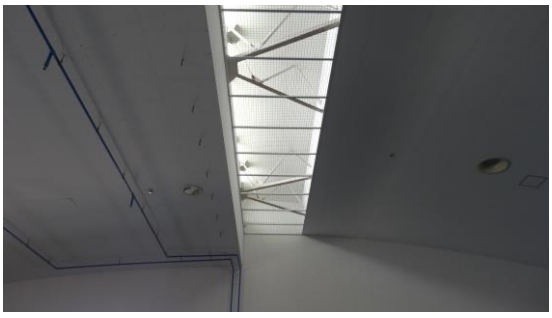


写真 e-3-9　天井 老朽化なし

写真 e-3-10　外壁モルタル塗装　一部剥げ

写真 e-3-11　床 一部ひび割れ

写真 e-3-12　グレーチング一部腐食

写真 e-3-13　屋内消火栓カバー 著しく腐食

また、施設管理者へのヒアリング結果を以下に示す。

・グレーチングについては、錆浮きや腐食による凹凸は衛生管理上よろしくないと大日本水産会の優良衛生品質管理市場の更新時に指摘を受けた。漁協にて予備のグレーチングを用意しており、不具合が発生した場合にはすぐ交換するようにしている。
・床の区画ラインについては、摩耗や剥離によって線が薄くなったり消えてしまったりした場合には、水産物の陳列作業の効率に支障が出る。漁協にて塗料を使って塗りなおしをしている。当初は別の塗料であったが、道路用の塗料に変更した。道路用の塗料は摩耗や剥離に強く、現在は前回の塗りなおしから２～３年経っているが、状態は変わらない。
・シャッターについては、年に一度、漁協にて錆止めや錆落としを実施している。
・紫外線殺菌装置については、定期的に性能検査を実施している。
・機械設備については、不具合が発生した場合には、まずは漁協が自前で整備をするようにしている。

阿久根漁港の新設市場はＲＣ造であり、全般的に老朽化は進行していない。したがって、作業面や衛生管理面で問題となる老朽部分も無かった。一方、新港水揚場と外港水揚場では梁や天井の一部で鉄筋の爆裂によるコンクリートの欠落が見られたが、これらが水産物の上部に位置する場合はコンクリート片が落下し、水産物に付着混入する可能性があり、衛生管理面では問題となる。

③三崎漁港

三崎漁港の荷さばき所（一部閉鎖型）を対象として老朽化度調査を行った。荷さばき所の一部は更新工事に入っており、今後、順次改修される予定であるが、老朽化状況のサンプルを収集するために老朽化状況が顕著で既に改修工事を行っているエリアの調査も行った。老朽化度調査結果の概要を以下に示す。荷さばき所はＳＲＣ造であり、2 階吹き抜け部分の上部構造が鉄骨組みとなっている。したがって、鋼製の梁が上部にある状態である。また、荷さばき所の一部が 2 階通路等の下部に位置しているため、このエリアは部分的に上部が鉄骨組みとなっている。ここでは各部材、設備単位で老朽化度を調査した。

・三崎漁港の荷さばき所（一部閉鎖型）は築 27 年で、先に示したように順次改修工事に取り掛かっている。柱は部分的にひび割れが発生している。上部の鋼製梁には部分的に錆と塗装剥がれが見られ、ブレスにも腐食が見られる。また、鋼製の階段は腐食が著しい状況であった。
・外壁の一部ではコンクリートの剥落が見られた。また、既に改修工事が始まっているエリアではあるが、内壁の一部で鉄筋の爆裂によるコンクリートの剥落があった。
・先ほど示したように、荷さばき所で水産物を陳列する上部に鉄骨組みがあるエリアがあり、この鉄骨組みの一部に錆と塗装剥がれが見られた。
・床は老朽化により部分的に窪んでいるところがあり、水溜まりとなっているところがあった。また、一部の側溝には排水不良が見られ、グレーチングは著しい腐食で欠損している部分がありフォークリフト等の走行に支障がある状態であった。
・シャッターはオーバースライダーも含めて全般的に腐食が進行しており、変形して機能していないものもあった。

写真 e-3-14　鋼製梁 部分的に錆・塗装剥がれ

写真 e-3-15　柱 部分的にひび割れ

写真 e-3-16　鋼製階段 著しく腐食

写真 e-3-17　外壁 一部コンクリート剥落

写真 e-3-18,19　水産物陳列上部の鉄骨組み　一部錆　塗装剥がれ

写真 e-3-20　グレーチング 著しく腐食

写真 e-3-21　グレーチング 腐食により欠損

写真 e-3-22　シャッター スラット著しく腐食

写真 e-3-22　シャッター スラット変形

また、施設管理者へのヒアリング結果を以下に示す。

・現在、沿岸物を扱う荷さばき所の改修工事を行っている。
・グレーチングについて、錆浮きがひどく、取り外すことができない状態となっている。(※グレーチングを取り外すことができないと、排水溝の掃除ができずに生ごみがたまるため、衛生管理上問題となる。)
・シャッターについては、さびや変形により開閉ができない箇所がある。そのため、岸壁からの水産物の搬入出の動線を変更せざるを得ず、作業効率上問題がある。特に活魚の搬入に支障が生じており、動線を変更したことで、活魚をすぐに船から市場内の水槽へ移すことができなくなった。(※作業効率低下だけではなく、水産物の品質低下も懸念される。)
・冷凍まぐろを扱う新市場については、共有部は三浦市の管理であるが、出庫用のドッグシェルターは買受人ごとに専有とし、補修を含めた管理も買受人自身が行うこととした。そのため、補修が必要とならないように、各自でドッグシェルター内の床面や壁の損傷を防ぐ工夫をしている。しかし、沿岸物の荷さばき所については、全て三浦市の管理であるため、利用者が維持管理費の軽減の工夫を行う意識となっていない。

三崎漁港の荷さばき所はＳＲＣ造であり、また吹き抜け構造で上部に鋼製の梁等がある。このため、羅臼漁港と同様に、水産物を置いてある上部に腐食したり、塗装が剥がれたりしている梁があると、錆や塗装の剥がれ片が落下し、水産物に触れたり混入したりする可能性があり衛生管理上、問題となる。したがって、構造面では早急な対応が必要ないと判断されるが、衛生管理面からは梁等の塗装補修等を具体的に検討する段階と考えられる。

床には陥没があり滞水が見られたが、このような状態であると菌の増殖が懸念され、歩行により溜まり水が撥ね、水産物に付着することによる衛生管理面の問題がある。作業面ではフォークリフト等の安全な走行に支障が発生し、運搬通路の変更や速度制限等により作業効率が低下する恐れがある。

シャッターは老朽化や腐食が進行すると、構造面ではシャッターが落下してしまう可能性があり、安全上危険となる。作業面では開閉に時間がかかったり、水産物の搬出入の動線の変更が必要となったりすることで作業効率が低下する。また、衛生管理面では完全閉鎖とならないことによる小動物等の侵入、開閉に時間がかかることや作業動線が輻輳することで水産物の搬出入に時間がかかり鮮度が劣化する等、衛生管理上の問題が発生する。

４）収集したサンプルの整理

現地調査によって収集した 3 ヶ所の荷さばき所の老朽化状況判定結果及び老朽化状況の写真を部材別に整理した。

結果をガイドライン（案）巻末の参考資料-2 に示す。

５）各部材・設備の老朽化による荷さばき所に求められる機能への影響の整理

施設管理者へのヒアリング結果を踏まえ、建築部材や付帯設備の老朽化による利用面、衛生管理面等の機能に対する影響を整理した。

①屋根（天井）

水産物を陳列している、あるいは運搬動線上のエリアの上部にある場合、老朽化により屋根材の鉄板の腐食や防水劣化が発生していると、雨漏りが発生し、屋根としての機能が発揮できないことにより、作業面では水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下し、衛生管理面では雨漏りをした水が水産物へ付着することによる衛生管理上の問題が生じる。

②梁

同様の場合、鋼製の梁では、塗装剥がれ、発錆等の老朽化により、作業面では水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下し、衛生管理面では塗装の剥がれ片や錆が落下し水産物に付着することによる衛生管理上の問題が発生する。また、ＲＣの梁では、老朽化により鉄筋爆裂等によるコンクリート片の浮き・剥落等があると、作業面では同様に水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下し、衛生管理面ではコンクリート片が落下し水産物に付着することによる衛生管理上の問題が発生する。

③床

水産物陳列エリアの床に老朽化によるひび割れ、陥没、段差等が発生していると、作業面ではフォークリフト等の安全な走行に支障が発生し、運搬通路の変更や速度制限等により作業効率が低下し、衛生管理面では溜り水ができるため、菌の増殖等が懸念され、歩行により溜り水が撥ね、水産物へ付着することによる衛生管理上の問題が発生する。

④シャッター等

水産物の搬出入口として使用しているシャッター等の場合は、老朽化による腐食等で動作不良が発生していると、作業面では開閉に時間がかかったり水産物の搬出入の動線の変更が必要となったりすることで作業効率が低下し、衛生管理面では完全閉鎖とならないことによる小動物等の侵入、開閉に時間がかかったり、作業動線が輻輳することで水産物の搬出入に時間がかかり鮮度が劣化する等、衛生管理上の問題が発生する。なお、シャッターは老朽化することで作業面は衛生管理面の影響以外に、老朽化が進行するとシャッターが落下してしまう可能性があり、安全上危険となる。

⑤清浄海水関連設備

これに関しては、設置場所には関連性が無いが、腐食による動作不良等の老朽化により、作業面では故障対応等の作業が頻繁に起こり、荷さばき作業の時間が少なくなり、衛生管理面では清浄海水の供給に支障がでるため、衛生的な海水等が使用できないことによる衛生管理上の問題が発生する。

これらの各部材・設備の老朽化による荷さばき所に求められる機能への影響を表 e-3-3 に示す。

表 e-3-3　各部材・設備の老朽化による荷さばき所に求められる機能への影響

部材、設備等	材質	部材等の位置	老朽化の状況	老朽化による影響		
				構造面	作業面	衛生管理面
屋根（天井）	鉄板またはRC製＋防水	水産物を陳列している、あるいは運搬動線上のエリアの上部	屋根材の鉄板の腐食や防水劣化	雨漏りが発生し、屋根としての機能が発揮できない	水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下する	雨漏りをした水が水産物へ付着することによる衛生管理上の問題が発生する
梁	鋼製	水産物を陳列している、あるいは運搬動線上のエリアの上部	塗装剥がれ、発錆	直ちに構造面の影響はないが、老朽化の進行を放置すると構造面の影響が懸念される	水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下する	塗装の剥がれ片や錆が落下し水産物に付着することによる衛生管理上の問題が発生する
	ＲＣ製	水産物を陳列している、あるいは運搬動線上のエリアの上部	鉄筋爆裂等によるコンクリート片の浮き・剥落	直ちに構造面の影響はないが、老朽化の進行を放置すると構造面の影響が懸念される	水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下する	コンクリート片が落下し水産物に付着することによる衛生管理上の問題が発生する
床	ＲＣ製	水産物陳列エリアの床	ひび割れ、陥没、段差等の発生	構造面の影響は小さい	フォークリフト等の安全な走行に支障が発生し、運搬通路の変更や速度制限等により作業効率が低下する	溜り水ができるため、菌の増殖等が懸念され、歩行により溜り水が撥ね、水産物へ付着することによる衛生管理上の問題が発生する
シャッター	鋼製	水産物の搬出入口	腐食による動作不良	老朽化が進行するとシャッターが落下してしまう可能性があり、安全上危険となる	開閉に時間がかかったり、水産物の搬出入の動線の変更が必要となり、作業効率が低下する	完全閉鎖とならないことによる小動物等の侵入、開閉に時間がかかったり、作業動線が輻輳することで水産物の搬出入に時間がかかり鮮度が劣化する等、衛生管理上の問題が発生する
清浄海水関連設備	鋼製ほか	特に限定なし	腐食による動作不良	－	故障対応等の作業が頻繁に起こり、荷さばき作業の時間が少なくなる	清浄海水の供給に支障がでるため、衛生的な海水等が使用できないことによる衛生管理上の問題が発生する

（２）建築部材及び付帯設備の老朽化度評価の指標の検討

現地調査の結果や、他の建築物における参考となる情報を踏まえ、荷さばき所における老朽化状態の点検・診断手法を整理し、老朽化判定基準を模式的な表形式にとりまとめた。

１）建築基準法における施設点検に係る法体系の整理

荷さばき所の主体は建築物であるため、荷さばき所の維持や老朽化等の点検は建築基準法等の関係法令で定められている手法に準拠、または参考とすべきであると考える。建築基準法においては、安全性を担保する観点から、一定要件の建築物，建築設備，防火設備等を対象として経年劣化などの状況を定期的に点検する制度が設けられている。これらの法体系を図 e-3-1 に示す。

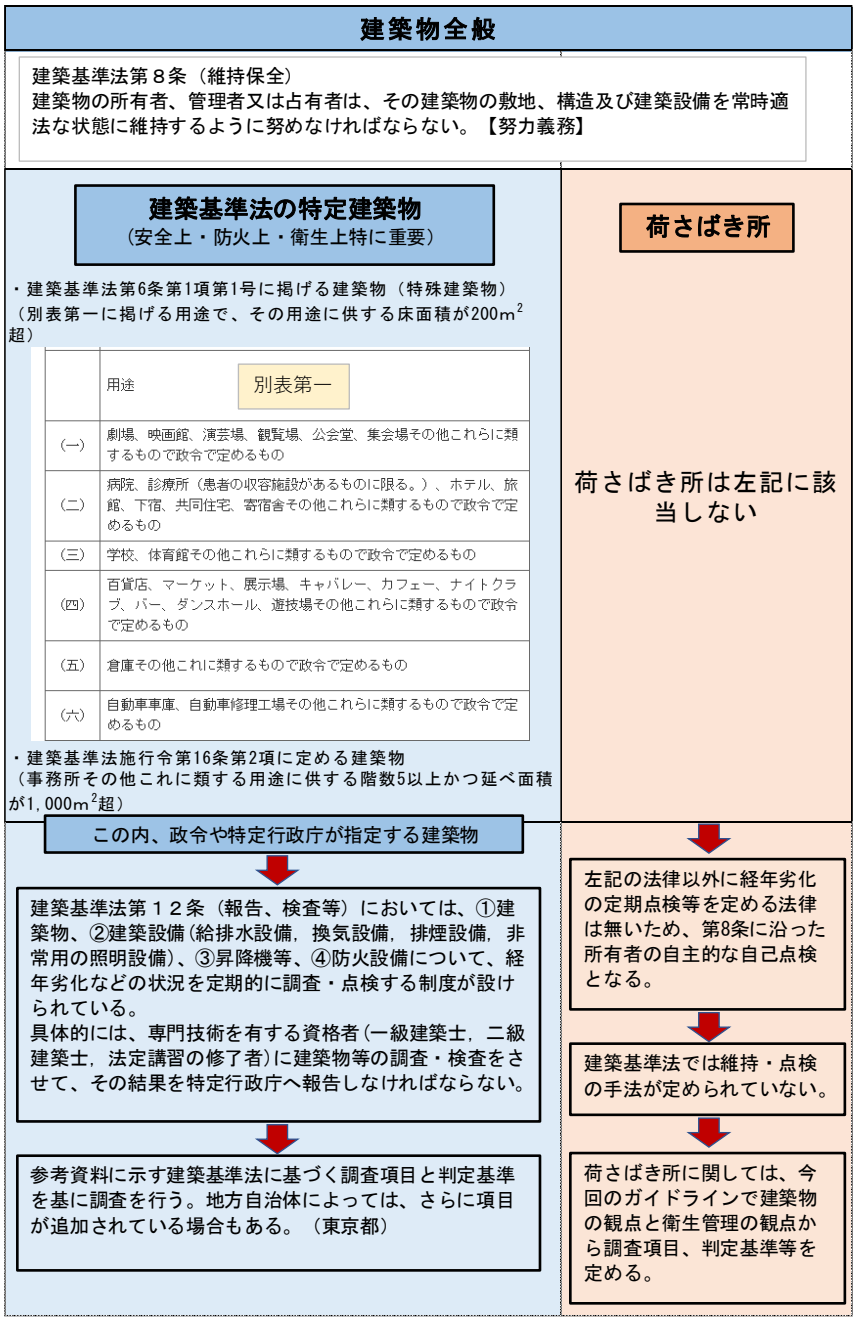


図 e-3-1 建築基準法の施設点検

図 e-3-1 に示すように、建築基準法第 8 条では建築物全般に対して、常時適法な状態に維持する努力義務が定められている。この内、建築基準法が定める特定建築物に関しては、建築基準法第 12 条において、有資格者が建築物等の経年劣化の状況を定期的に調査・点検し、その結果を報告する義務が定められている。荷さばき所は用途などから判断して建築基準法第 12 条の対象には含まれていないが、第 8 条に定められている所有者の自主的な自己点検が必要になる。

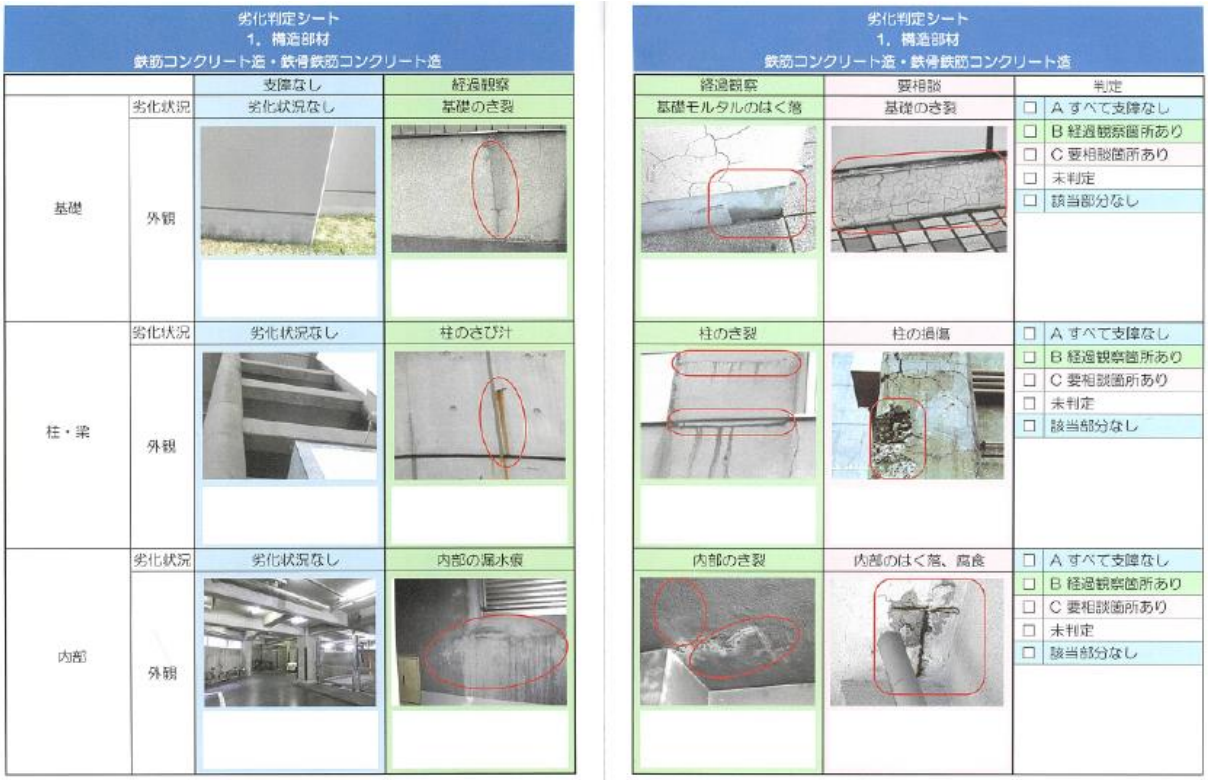
建築基準法第 12 条第 1 項に規定する定期点検における調査の項目、方法及び結果の判定基準等は国土交通省告示第 282 号により示されている。これは、敷地・地盤、基礎や外壁等の建築物の外部、屋上及び屋根，内壁や床，防火設備，照明や換気設備等の建築物の内部、避難施設などを対象として、安全面や防災面で各部材や設備に異常が無いかを確認する内容で、判定は 1 段階であり、著しい老朽化、腐食等の状況にあるか否かを判定する方法である。したがって、老朽化の状況を複数の段階に分類して評価する手法ではないため、老朽化度の判定手法として参考とはならない。

２）荷さばき所の建築部材及び付帯設備の老朽化状況の点検・診断手法の検討

前述のとおり、荷さばき所は建築基準法第 8 条に関する建築物等の維持・点検を行う努力義務があるが、この手法は具体的には定められていないため、ガイドラインにおいて既存の資料を参考とし、建築物の構造面に加えて衛生管理面などの観点を加えた経年劣化状況の調査項目や判定基準等を定める必要がある。

この場合、『施設管理者のための建築物の簡易な劣化判定ハンドブック（平成 31 年版）』（一般財団法人建築保全センター）が参考になると思われる。これは専門家ではない施設管理者が簡易な老朽化度診断を行う際に使用する目的で発刊されたものである。柱・梁とシャッター、配管や電気盤等の設備の例を以下に示す。

図 e-3-2 柱・梁等（鋼製）の例



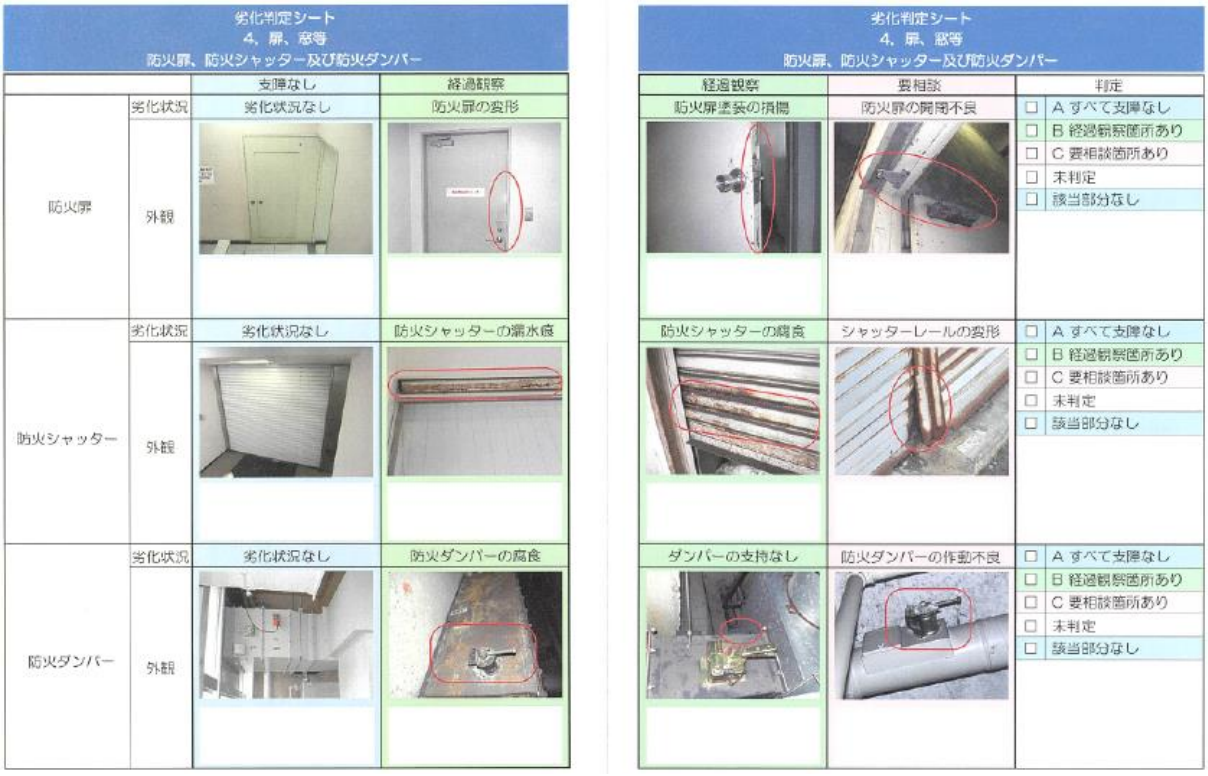
劣化判定シート
1．構造部材
鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造

		支障なし	経過観察
基礎	劣化状況	劣化状況なし	基礎のき裂
	外観		
柱・梁	劣化状況	劣化状況なし	柱のさび汁
	外観		
内部	劣化状況	劣化状況なし	内部の漏水痕
	外観		

劣化判定シート
1．構造部材
鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造

経過観察	要相談	判定
基礎モルタルのはく落	基礎のき裂	□ A すべて支障なし □ B 経過観察箇所あり □ C 要相談箇所あり □ 未判定 □ 該当部分なし
柱のき裂	柱の過傷	□ A すべて支障なし □ B 経過観察箇所あり □ C 要相談箇所あり □ 未判定 □ 該当部分なし
内部のき裂	内部のはく落、腐食	□ A すべて支障なし □ B 経過観察箇所あり □ C 要相談箇所あり □ 未判定 □ 該当部分なし

図 e-3-3 柱・梁等（ＲＣ造）の例



劣化判定シート
4．扉、窓等
防火扉、防火シャッター及び防火ダンパー

		支障なし	経過観察
防火扉	劣化状況	劣化状況なし	防火扉の変形
	外観		
防火シャッター	劣化状況	劣化状況なし	防火シャッターの漏水痕
	外観		
防火ダンパー	劣化状況	劣化状況なし	防火ダンパーの腐食
	外観		

劣化判定シート
4．扉、窓等
防火扉、防火シャッター及び防火ダンパー

経過観察	要相談	判定
防火扉塗装の損傷	防火扉の開閉不良	□ A すべて支障なし □ B 経過観察箇所あり □ C 要相談箇所あり □ 未判定 □ 該当部分なし
防火シャッターの腐食	シャッターレールの変形	□ A すべて支障なし □ B 経過観察箇所あり □ C 要相談箇所あり □ 未判定 □ 該当部分なし
ダンパーの支持なし	防火ダンパーの作動不良	□ A すべて支障なし □ B 経過観察箇所あり □ C 要相談箇所あり □ 未判定 □ 該当部分なし

図 e-3-4 シャッター等の例

図 e-3-5 配管・機器等の例

図 e-3-6 電気盤の例

このハンドブックでは、基礎、柱・梁、外壁、内部、屋上・屋根、床、天井、建具、配管、電気盤などについて、目視や作動状況の確認によって点検を行い、老朽化の状況を表した写真との比較によって「支障なし」,「経過観察」,「要相談」の 3 段階で老朽化度を診断し、評価している。3 段階の判定基準の評価の内容を表 e-3-4 に示す。

表 e-3-4　施設管理者のための建築物の簡易な劣化判定ハンドブックの評価

判定	状　　況
支障なし	劣化は無い、あるいは経年劣化はありますが、建築物の利用にあたっては支障ありませんので現状のまま使用してください。
経過観察	劣化は認められますが、建築物の利用にあたっては支障ありません。劣化の進行に対して経過を観察し、劣化が進行しているようであれば再度判定してください。
要相談	劣化が認められ、建築物の利用にあたっては支障が生じる、あるいは生じている恐れがあります。したがって、支障を取り除く何らかの措置が必要です。判断に悩むときは専門家に相談してください。

この手法は、一級建築士等の専門家ではなくても、建築物の部材や設備ごとに評価項目と写真等の例と比較しながら目視等の簡便な点検手法にて老朽化度の診断を行うことができるため、荷さばき所のガイドラインに応用できるものと考えられる。

3）荷さばき所の建築部材及び付帯設備の老朽化判定基準の検討

荷さばき所のガイドラインでは、表 e-3-4 で示した施設管理者のための建築物の簡易な劣化判定ハンドブックの 3 段階評価のところを、水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドラインの老朽化度設定の基本的な考え方に倣い、ａ，ｂ，ｃ，ｄの 4 段階評価の判定とするものとする。この基本的な考え方を表 e-3-5 に示す。

この考え方に基づき、荷さばき所の建屋と岸壁屋根に関する老朽化度、及び付帯設備、建屋の建築設備に関する老朽化度の判定基準をそれぞれの特質を踏まえて設定するものとする。これらを表 e-3-6、e-3-7 に示す。

表 e-3-5　荷さばき所の建築部材及び付帯設備の老朽化度の基本的な考え方

老朽化度	部材・設備の性能低下の状態
a	部材・設備の性能が著しく低下している状態
b	部材・設備の性能が低下している状態
c	部材・設備の性能低下はないが、老朽化が発生している状態
d	老朽化が認められない状態

表 e-3-6　建屋と岸壁屋根の老朽化判定基準

老朽化度	判定基準
a	部材の劣化、損傷が著しい状態
b	部材が全体的に劣化、損傷している状態
c	部材が部分的に劣化、損傷している状態
d	老朽化なし

表 e-3-7　付帯設備と建築設備の老朽化判定基準

老朽化度	判定基準
a	設備に作動不良が見られる 設備に著しい腐食、損傷がある
b	設備に部分的に機能低下が見られる 設備に全体的に腐食、損傷がある
c	設備に部分的に腐食、損傷がある
d	老朽化なし

一般的に、老朽化度判定は建築物の部材や設備等の老朽化状況を判断するもので、構造面(ハード的な機能)を中心として判定される。

荷さばき所はその利用形態と求められる役割から、構造面に加えて作業面と衛生管理面での評価も重要となってくる。これは、例えば建築物の部材の位置によっては、老朽化状況が荷さばき所に置かれた水産物に衛生管理上の影響を与える可能性があるためである。

したがって、老朽化度の判定とそれに続く健全度評価結果、及び施設の管理レベルの設定から機能保全計画の策定を行う過程で、作業面と衛生管理面を考慮していく必要がある。この方法として、以下の 3 つの手法が考えられる。

ア)老朽化度判定時に作業面と衛生管理面への影響を加味した判定も行う。
イ)老朽化度判定結果から健全度評価を行う際に、作業面と衛生管理面の評価を加える。
ウ)施設管理レベルの設定において、作業面と衛生管理面を考慮したレベル設定とする。

ア)の方法は、現場で部材や設備の老朽化調査を行う際に、別途作業面と衛生管理面のそれぞれに対して老朽化による影響の評価項目による調査を行う必要があり、現地調査が複雑になる。一方、イ)の方法は、現地調査においては基本的に部材・設備の老朽化にスポットを当てた調査を行うことで良い。作業面と衛生管理面もあくまで部材・設備の老朽化に起因する影響を判断するので、イ)の方法で対応が可能である。ただし、現地調査時に水産物が置かれている場所と部材・設備との位置関係を把握しておく必要がある。ウ)の方法も現実的には可能であると思われるが、別途

施設管理レベルの設定が必要となり、健全度評価に関しても構造面、作業面、衛生管理面を統合した健全度評価を行うことができない。このようなことから、ここでは、イ)の方法で検討を進めるものとする。

施設管理者のための建築物の簡易な劣化判定ハンドブックの調査対象項目を参考とし、表 e-3-6、e-3-7 の判断基準を基に作成した荷さばき所建屋の各部材・設備の老朽化度調査表をガイドライン（案）巻末の参考資料-1 に示す。ここでは、構造面で重要と思われる部材等を青色に、衛生管理面で重要と思われる部材等をオレンジ色に、作業面で重要と思われる部材等を緑色に示してある。

また、表 e-3-1 において付帯設備に分類される清浄海水設備や排水処理設備、受変電・動力制御設備等の老朽化度の判定に関しては、既に発行されている『漁業集落排水施設におけるストックマネジメントの手引き（案)』（平成 24 年 1 月 水産庁漁港漁場整備部）を利用できるものと考える。また、冷凍・冷蔵設備と製氷設備は機械・電気設備に該当するため、同様に前記手引きを利用できる。

４）荷さばき所の建築部材及び付帯設備の老朽化状態の評価手法の検討

羅臼漁港の第 2 市場における現地調査の結果を踏まえ、上記２)、３）において検討した点検・診断手法及び老朽化判定基準を用いた荷さばき所の各部材における老朽化の評価手法について検討した。

機能保全計画策定では概算ではあるがコスト算定が必要であるため、老朽化度調査において柱，梁等は 1 本ずつ、壁，天井等はスパン毎、シャッター等は 1 基ずつ、などある程度細かい単位で調査を行い、評価する必要がある。また、機能保全計画策定後の定期点検で劣化進行状況の追跡調査を行うことにもなるので、このような単位で判定を行っておくことも必要となる。

羅臼漁港（Ｓ造）では、先に示したとおり、各部材等で老朽化度に差がある可能性を鑑み、柱、梁、ブレス、シャッターに関しては個別に老朽化度を調査している。この結果と、個別判定結果の傾向を次ページの表 e-3-8～9 に示す。

この例では全般的には各部材・設備の個別評価に大きな差は無い。柱は全部で 18 本あるが、柱脚部のコンクリート根巻に関しては、1 本を除いて老朽化度ｃに該当する「部分的に錆汁、白華がある」に判定された。残り 1 本はｄ「老朽化なし」の判定であった。鋼製の柱に関しては、全てがｂ「全体的に錆がある」と判定された。また、梁は全部で 14 本あるが全てがｃ「部分的に錆がある」と判定された。

しかし、柱と柱の間に設置されているブレスに関しては、全体の 40%が老朽化度ａに該当する「著しい錆がある」または「著しい変形、損傷がある」に判定された。残りの 60%はｂ「全体的に錆がある」に判定された。シャッターに関しては、面(スラット)は全てが老朽化度ｃに該当する「部分的に腐食がある」に判定され、ガイドレールは全てがｃ「部分的に腐食がある」に、駆動部は全てがｂ「全体体的に変形、損傷がある」に判定された。

このようなことから、荷さばき所の建屋の老朽化度は材質が同じであっても部材の置かれている位置によって、塩害の影響に差があったり、海水等に接触する頻度が異なったりするために老朽化度に差が出てくる可能性がある。

したがって、同じ材質・仕様で同じ形状である柱や梁、シャッター等であっても、原則として 1 ヶ所ずつ個別に老朽化度評価を行う必要が生じる場合がある。特に、

鋼製の材質である部材、設備は、羅臼漁港の第 2 市場のブレスで見られたように、設置場所によって老朽化度に大きな差が出ていた。

一方で、機能保全計画策定時の機能診断調査やその後の定期点検作業の効率化を図る必要もあり、部材や設備を 1 ヶ所ずつ評価することは時間もかかることから状況に応じて判断すべきである。羅臼漁港の第 2 市場の柱、梁、シャッターや他の 2 漁港の荷さばき所で概ね見られたように、部材、設備の老朽化度に差が無い場合は総体としてａ，ｂ，ｃ，ｄの判定を行っても構わないと考えられる。

また、羅臼漁港の第 2 市場のブレスのように場所によって老朽化度に差がある場合のブレス総体としての評価は、最も多い判定結果とする場合、例えばブレスはｂ判定が最も多く 60%であったのでｂ評価とする方法と、安全性の観点から最も老朽化度が高い評価、今回の例ではａ評価とする方法がある。荷さばき所の老朽化度の判定手法を検討する際に参考とした施設管理者のための建築物の簡易な劣化判定ハンドブックでは、1 ヶ所でも老朽化度の高い部材があった場合には、その判定を部材の評価とするように定められている。

したがって、荷さばき所の柱・梁等のように複数の部材がある場合で、老朽化度の判定に差がある場合は総体の評価としては老朽化度の高い判定を選択するものとする。

その他、屋根・屋上、天井、壁、床等で部分的に老朽化度が異なる場合は、必要に応じてスパン間ごとに老朽化度の判定を行う等の対応を行うものとする。

表 e-3-8　羅臼漁港　荷さばき所（第 2 市場）　鉄骨造の柱、梁の老朽化度診断結果

調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			柱1	柱2	柱3	柱4	柱5	柱6	柱7	柱8	柱9	柱10	柱11	柱12	柱13	柱14	柱15	柱16	柱17	柱18	数量	%
柱脚部	根巻きの劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等	a		コンクリートの剥落がある。																			0	0%
			b		全体的にひび割れ、浮きがある。																			0	0%
					全体的に錆汁、白華がある。																				
			c		部分的にひび割れ、浮きがある。																			17	94%
					部分的に錆汁、白華がある。	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
			d		老朽化なし。							○												1	6%
柱	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等	a		著しい錆がある。																			0	0%
					著しい塗装の剥離、剥落がある。																				
					著しい変形、損傷がある。																				
			b		全体的に錆がある。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	18	100%
					全体的に塗装の剥離、剥落がある。																				
					全体的に変形、損傷がある。																				
			c		部分的に錆がある。																			0	0%
					部分的に塗装の剥離、剥落がある。																				
					部分的に変形、損傷がある。																				
			d		老朽化なし。																			0	0%

調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			梁1	梁2	梁3	梁4	梁5	梁6	梁7	梁8	梁9	梁10	梁11	梁12	梁13	梁14	数量	%
梁	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等	a		著しい錆がある。															0	0%
					著しい塗装の剥離、剥落がある。																
					著しい変形、損傷がある。																
			b		全体的に錆がある。															0	0%
					全体的に塗装の剥離、剥落がある。																
					全体的に変形、損傷がある。																
			c		部分的に錆がある。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	14	100%
					部分的に塗装の剥離、剥落がある。																
					部分的に変形、損傷がある。																
			d		老朽化なし。															0	0%

表 e-3-9　羅臼漁港　荷さばき所（第 2 市場）　鉄骨造のブレス、シャッターの老朽化度診断結果

調査部材・項目		調査方法			老朽化度の判断基準	ﾌﾞﾚｽ1	ﾌﾞﾚｽ2	ﾌﾞﾚｽ3	ﾌﾞﾚｽ4	ﾌﾞﾚｽ5	ﾌﾞﾚｽ6	ﾌﾞﾚｽ7	ﾌﾞﾚｽ8	ﾌﾞﾚｽ9	ﾌﾞﾚｽ10	数量	%
ブレス	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等	a		著しい錆がある。		○	○	○		○					4	40%
					著しい塗装の剥離、剥落がある。												
					著しい変形、損傷がある。			○			○						
			b		全体的に錆がある。	○				○		○	○	○	○	6	60%
					全体的に塗装の剥離、剥落がある。												
					全体的に変形、損傷がある。												
			c		部分的に錆がある。											0	0%
					部分的に塗装の剥離、剥落がある。												
					部分的に変形、損傷がある。												
			d		老朽化なし。											0	0%

調査部材・項目		調査方法			老朽化度の判断基準	ｼｬ1	ｼｬ2	ｼｬ3	ｼｬ4	ｼｬ5	ｼｬ6	数量	%
シャッター、オーバースライダー	面（スラット）の劣化、損傷	目視 ・塗装の剥落、錆、変形等	a		腐食、変形による作動不良が見られる。（シャッターの上げ下ろし作業に時間がかかる、動線の変更が余儀なくされる）							0	0%
			b		全体的に腐食がある。							0	0%
					全体的に変形、損傷がある。								
			c		部分的に腐食がある。	○	○	○	○	○	○	6	100%
					部分的に変形、損傷がある。								
			d		老朽化なし。							0	0%
	ガイドレールの劣化、損傷	目視 ・塗装の剥落、錆、変形等	a		腐食、変形による作動不良が見られる。（シャッターの上げ下ろし作業に時間がかかる、動線の変更が余儀なくされる）							0	0%
			b		全体的に腐食がある。							0	0%
					全体的に変形、損傷がある。								
			c		部分的に腐食がある。	○	○	○	○	○	○	6	100%
					部分的に変形、損傷がある。								
			d		老朽化なし。							0	0%
	駆動部の劣化、損傷	目視 ・錆、変形等	a		腐食、変形による作動不良が見られる。（シャッターの上げ下ろし作業に時間がかかる、動線の変更が余儀なくされる）							0	0%
			b		全体的に腐食がある。							6	100%
					全体的に変形、損傷がある。	○	○	○	○	○	○		
			c		部分的に腐食がある。							0	0%
					部分的に変形、損傷がある。								
			d		老朽化なし。							0	0%

（３）荷さばき所の老朽化状態の評価指標の検討

建築部材や設備の老朽化度の判定結果から、その施設の健全度評価を行う方法の検討にあたっては漁港施設の特質を考慮する必要がある。

荷さばき所のような施設では、機能保全計画の策定時に、老朽化度判定以降の作業となる施設の劣化予測、機能保全工法の検討、ライフサイクルコストの算定と経済比較、長寿命化計画の策定等は老朽化度の判定結果のみで検討を行うことができる。例えば、漁集排施設の機能保全計画はそのように実施されており、この場合、老朽化度と健全度は同等である。荷さばき所もこの考えで良いと思われる。

ただし、老朽化度判定から健全度判定を行う際には、前項で検討したように構造面に加えて作業面と衛生管理面の評価を踏まえて行うものとする。作業面と衛生管理面で重要と考えられる部材・設備等は、先に示した老朽化度調査表において色分けされている。この中で、場所や用途によっては衛生管理面で特に考慮すべき部位・設備がある。これを以下に示す。

①水産物の陳列エリアの上部に位置する範囲の梁・天井
②水産物の陳列エリアの床
③短時間で水産物の搬出入が求められる場所に位置するシャッター等
④清浄海水関連設備

例えば、梁・天井が水産物の置かれている場所の上に位置する場合、Ｓ造であれば塗装の剥がれ片や錆が落下し水産物に付着する懸念があり、ＲＣ造であれば鉄筋の爆裂等によりコンクリート片が落下し、同様の懸念がある。これらは現地調査時にそのような劣化状況が確認されている。

この場合、例えば構造面の判定、つまり老朽化度判定結果ではｂ、つまり緊急性は無いが、比較的早い時期に補修や更新等の検討が必要との評価でも、衛生管理面からみるとランクが上がり健全度評価は緊急性のあるＡになると考えられる。同様に老朽化度判定結果でｃの場合は経過観察となるが、比較的早い時期に補修や更新等の検討が必要となるのでＢとなるものと考えられる。なお、梁・天井については作業面の評価は特にない。

床の場合は、水産物陳列エリアにある床は、劣化により滞水がある場合などは非衛生的環境となり、水産物に菌が付着する可能性がある。この場合も、老朽化度判定結果ではｂでも、衛生管理面からみるとランクが上がり健全度評価は緊急性のあるＡになると考えられる。また、老朽化度判定結果でｃの場合もＢになるものと考えられる。作業面に関しては、現地調査表の老朽化度の判定基準の中で作業面の評価ができるので、老朽化度の判定結果をそのまま健全度として良いと思われる。

シャッターの場合は、劣化により開閉できない、完全に閉まらない、開閉に時間がかかる等の不具合があると、外部から小動物が侵入したり、水産物の迅速な搬出入ができなくなったりするため衛生管理上の問題が発生する。したがって、シャッターの場合も、老朽化度判定結果ではｂでも、衛生管理面からみるとランクが上がり健全度評価は緊急性のあるＡになると考えられる。また、老朽化度判定結果でｃの場合もＢとなるものと考えられる。作業面に関しても、作業性が悪くなるので同様にランクアップさせる必要がると考えられる。

清浄海水関連設備に関しても、設備の能力が十分に発揮できない場合は衛生管理上、支障を来すため早めの対策が必要であり、老朽化度判定結果ではｂでも、衛生管理面からみるとランクが上がり健全度評価は緊急性のあるＡとする。また、老朽化度判定結果でｃの場合もＢとする。作業面の評価は特にない。

以上の結果を表 e-3-10 に示す。前記①～④に該当する部位・設備の健全度評価は、老朽化度でｂまたはｃと判定された場合、健全度はそれぞれＡ、Ｂとする。また、老朽化度がａ、ｄと判定された場合の健全度はそのままＡ、Ｄとする。

表 e-3-10　作業面、衛生管理面を考慮した健全度評価の例

	梁・天井		床		シャッター		清浄海水関連設備
	水産物の上部に位置する場合	左記以外	水産物陳列エリアの場合	左記以外	短時間で水産物の搬出入が求められる場合	左記以外	
構造面の評価（劣化度判定結果）	b	b	b	b	b	b	b
作業面の評価	―	―	B	B	A	B	―
衛生管理面評価	A	B	A	B	A	B	A
構造面の評価（劣化度判定結果）	c	c	c	c	c	c	c
作業面評価	―	―	C	C	B	C	―
衛生管理面評価	B	C	B	C	B	C	B

ランクアップ

ランクアップ

なお、柱・梁やシャッター等に対して、それぞれ総体としての健全度評価が必要であれば、それぞれの全体の数量に対するａ，ｂ，ｃ，ｄの割合を基に、一定のルールで健全度評価を行う方法があるが、少なくとも、荷さばき所全体としての健全度評価は必要無いと考えられる。

（４）建築部材、設備別の老朽化判定及び健全度評価の手法の提案

上記（２）、（３）での検討の結果を踏まえ、本調査において提案する建築部材、設備別の老朽化判定及び健全度評価の手法を表 e-3-12 に整理した。

表 e-3-12　建築部材、素材別の老朽化判定及び健全度評価の手法

部材・設備	老朽化度判定	健全度評価
屋根・屋上	部分的に老朽化度が異なる場合は、必要に応じてスパン間ごとに老朽化度の判定を行う。	老朽化度=健全度とする。
天井	部分的に老朽化度が異なる場合は、必要に応じてスパン間ごとに老朽化度の判定を行う。	衛生管理上重要な部分：老朽化度bの場合は健全度A、老朽化度cの場合は健全度Bとする。老朽化度a,dの場合は老朽化度=健全度とする。 それ以外の部分：老朽化度=健全度とする。
外壁	部分的に老朽化度が異なる場合は、必要に応じてスパン間ごとに老朽化度の判定を行う。	老朽化度=健全度とする。
内壁	部分的に老朽化度が異なる場合は、必要に応じてスパン間ごとに老朽化度の判定を行う。	老朽化度=健全度とする。
柱・梁	老朽化度の判定に差がある場合は、総体の評価としては老朽化度の高い判定を選択する。	衛生管理上重要な部分：老朽化度bの場合は健全度A、老朽化度cの場合は健全度Bとする。老朽化度a,dの場合は老朽化度=健全度とする。 それ以外の部分：老朽化度=健全度とする。
床	部分的に老朽化度が異なる場合は、必要に応じてスパン間ごとに老朽化度の判定を行う。	衛生管理上重要な部分：老朽化度bの場合は健全度A、老朽化度cの場合は健全度Bとする。老朽化度a,dの場合は老朽化度=健全度とする。 それ以外の部分：老朽化度=健全度とする。
建具	老朽化度の判定に差がある場合は、総体の評価としては老朽化度の高い判定を選択する。	衛生管理上重要な部分：老朽化度bの場合は健全度A、老朽化度cの場合は健全度Bとする。老朽化度a,dの場合は老朽化度=健全度とする。 それ以外の部分：老朽化度=健全度とする。
建築設備	老朽化度の判定に差がある場合は、総体の評価としては老朽化度の高い判定を選択する。	老朽化度=健全度とする。
付帯設備	『漁業集落排水施設におけるストックマネジメントの手引き（案）』に準ずる。	清浄海水関連設備：老朽化度bの場合は健全度A、老朽化度cの場合は健全度Bとする。老朽化度a,dの場合は老朽化度=健全度とする。 それ以外の部分：老朽化度=健全度とする。

３－２　荷さばき所の予防保全対策の実施のためのガイドライン（案）の作成

上記３－１の検討結果を踏まえ、荷さばき所の長寿命化対策の実施のためのガイドラインの案を作成した。

荷さばき所の長寿命化対策ガイドライン（案）の構成と各項目の要旨を表 e-3-12～13 に示す。なお、ガイドライン（案）本体は、本報告書の別添資料として添付する。

表 e-3-12　荷さばき所の長寿命化対策ガイドライン（案）の構成と各項目の要旨（1/2）

構成		要旨
第１章　総論	１．１ ガイドラインの目的	「荷さばき所ストックマネジメントのガイドライン」（以下「本ガイドライン」という。）は、荷さばき所へのストックマネジメントの導入とその実践にあたっての基本的な考え方、検討手順、検討内容等を取りまとめることにより、荷さばき所の管理者等（管理者及び所有者）の理解を促進するとともに、荷さばき所の適切な機能保全とライフサイクルコストの低減に資することを目的とする。
	１．２ 用語の定義	本ガイドラインにおける用語の定義を示す。
	１．３ 適用の範囲	本ガイドラインを適用する荷さばき所は、計画的な維持管理・更新等の取組を実施する必要性が認められる施設とする。
第２章　ストックマネジメントの基本事項	２．１ 基本的な考え方	荷さばき所の機能を効果的かつ効率的に保全していくために、施設の点検や維持管理・更新等の機能保全対策を計画的に実施していくことを基本とする。
	２．２ 荷さばき所の特性	荷さばき所のストックマネジメントは、荷さばき所の特性を鑑み、構造面のみならず、当該荷さばき所に求められる作業面や衛生管理面の機能維持にも考慮した機能保全計画の策定と機能保全対策の実施を行うものとする。
	２．３ ストックマネジメントの流れと実施概要	ストックマネジメントでは、①機能診断調査(初回点検)、②機能診断評価、③評価結果に基づく効率的な機能保全対策工法の検討とコスト比較、④機能保全計画書の策定、⑤所要の対策工法の実施、⑥日常管理(日常点検と定期点検)、これに加えて機能保全計画の見直しを段階的、継続的に実施する。
	２．４ 建築基準法の老朽化点検との関係性	荷さばき所の主体は建築物であるため、荷さばき所の維持や老朽化等の点検は建築基準法等の関係法令に準拠するものとする。ただし、これら関係法令で特に定められていないストックマネジメントの手法等は原則として本ガイドラインに準拠する。

表 e-3-13　荷さばき所の長寿命化対策ガイドライン（案）の構成と各項目の要旨（2/2）

構成		要旨
第3章　ストックマネジメントの実施手順	3．1 機能診断調査	機能診断調査は、対象となる荷さばき所の機能全般について全容を把握するとともに、施設の劣化予測や機能保全対策工法の検討等に必要な事項について調査を行うものであり、事前調査、現地調査、詳細調査の3つの調査を必要に応じて組み合わせて実施する。
	3．2 機能診断評価	荷さばき所の部材、設備の劣化状況を老朽化度として段階評価を行い、定性的な把握を行う。老朽化度を基に、構造面のみならず作業面、衛生管理面を考慮した健全度評価を行う。
	3．3 劣化予測	対策が必要となる時期や機能保全対策工法の比較検討のため、各部材及び設備の劣化予測が必要となる。 劣化の将来予測は、劣化の要因が明らかであり、その予測手法が確立されている場合は、経験式などの手法を用いて行う。経験式などの手法が確立されていない場合や複合的な要因で特定の性能低下の要因が不明である場合は、標準的な劣化曲線を基に機能診断結果で補正することにより行う。
	3．4 機能保全対策工法の検討	部材及び設備ごとに劣化予測の結果を踏まえ、機能保全対策の要否、機能保全対策工法とその実施時期の組合せ（以下「シナリオ」という。）を検討する。 原則として健全度ランクＢ以下を対象に対策を検討することとする。 個々の施設の変状に対して技術的に適用可能な機能保全対策は、実施時期と工法の組合せにより様々な対策が存在する。このため、機能診断結果に基づく部材及び設備の劣化予測を踏まえ、技術的・経済的に妥当であると考えられる対策の組合せを、検討のシナリオとして複数仮定する。
	3．5 ライフサイクルコストの経済比較	ライフサイクルコストの経済比較は、施設機能を保全するために必要なすべての経費について、比較検討を行う。
	3．6 機能保全計画の策定と見直し、および日常管理	機能診断評価結果を踏まえた機能保全対策工法と機能保全コスト等の検討結果を取りまとめ、対象荷さばき所の機能保全計画を策定する。その後は、日常管理計画に基づき日常管理を定期的に行い、施設の劣化状況の進行等を点検する。機能保全計画は、その後、機能保全対策の実施状況を踏まえ、見直すことを基本とする。
	3．7 維持管理における施設情報の蓄積と活用、および新技術の採用	施設の劣化予測の高度化等、適切な対策工法を検討するためには、過去の機能診断調査や補修の履歴情報が必要となる。このため、施設ごとに履歴を整備するデータベースの構築を図ることが望ましい。また、施設の点検やセリの効率化のための新技術の採用に取り組むことも求められる。
参考資料	参考資料-1 荷さばき所現地調査表	「3．1　機能診断調査」の参考として、荷さばき所の部材や設備に関して、現在の劣化状況を把握するために調査すべき項目や調査方法、老朽化度の判断基準等を整理した現地調査表を作成した。
	参考資料-2 老朽化度の評価基準別の写真事例	現地調査によって収集した3ヶ所の荷さばき所の写真や、「施設管理者のための建築物の簡易な劣化判定ハンドブック【平成31年版】」（一般財団法人建築保全センター）に掲載されている写真を元に老朽化度の評価基準別の写真事例を作成した。
	参考資料-3 荷さばき所日常点検表	「3．6　機能保全計画の策定と見直し、および日常管理」の参考として、管理者等が機能診断調査で得られた各部材と設備の老朽化の進行状況の概略の確認や異常の確認のために行う点検項目を整理した日常点検表を作成した。

f. 今後の課題

今年度調査においては、荷さばき所の老朽化の特徴を具体的に点検・診断・評価するための手法や判定基準を検討し、さらに老朽化による影響を構造面に加え、利用面(作業面)、衛生管理面等の観点からＡ～Ｄの 4 段階で評価する手法を検討し、これらの結果を踏まえ、ガイドライン（案）を作成した。

荷さばき所の長寿命化対策を推進するにあたっての今後の課題としては、以下の２つが考えられる。

（１）ガイドライン（案）の周知と長寿命化の実施に係るインセンティブの設定

安全で安心な水産物流通の起点としての荷さばき所の役割を踏まえた、構造面の安全性、荷さばき作業の効率性、衛生管理面での対策という機能の維持に資する荷さばき所の長寿命化の必要性については、昨年度調査のアンケート調査の結果を見ても、全国の荷さばき所の施設管理者は荷さばき所の長寿命化の必要性を認識している。しかしながら、荷さばき所の機能保全計画の策定による長寿命化の実施が進んでいない背景としては、実施手法が不明であること、実施の効果が不明であること、実施にかかる費用が捻出できないこと、といった理由があると考えられる。

このうち、今年度の調査においては、長寿命化の実施手法が不明であるという点に対しては、ストックマネジメントの実施手順を示したガイドライン（案）を作成した。また、長寿命化の効果についても、ガイドライン（案）において、機能保全計画に基づき適切に維持管理されることによって荷さばき所の機能維持に資するということと、ライフサイクルコストの低減が図れることについて記載した。このため、実施手法と効果が不明であることの課題については、ガイドライン（案）の周知を図ることにより、対応が可能であると考えられる。

また、実施にかかる費用についての課題に対しては、「機能保全計画に基づく一定規模の補修にあたっては費用を補助金にて充当する」といったインセンティブを設定することが考えられる。本来は、ストックマネジメントの実施による効果の受益者である施設管理者が、ライフサイクルコストの低減や年度ごとの維持管理費の平準化を図るために自主的に行うものであると考えられるが、特に、衛生管理型の荷さばき所においては、補助事業により整備をした施設も多くあるため、税金が投入された資産を適切に維持していく仕組みづくりとしても、インセンティブを設定することは有効であると考えられる。

（２）機能保全計画策定に係る技術者の養成

今年度調査において作成したガイドライン（案）は、荷さばき所の施設管理者が活用することを想定しているが、機能診断調査や機能保全計画の見直しにあたっては、一級建築士、荷さばき所の衛生管理対策等の知見を有する技術者等が実施することを想定している。

このため、今後全国の荷さばき所において機能保全計画に基づく長寿命化の実施を推進するにあたっては、日常、定期、臨時点検の実施以外の部分を担う技術的知見を持つ技術者の養成が必要であると考えられる。また、組織内に機能診断調査や機能保全計画の見直しを行う適任者がおらず、外部から技術的知見を持つ技術者を招聘したい荷さばき所の施設管理者に対しては、技術者を紹介する仕組みが必要であると考えられる。

別添資料　３－１.

荷さばき所のストックマネジメントのガイドライン

（案）

荷さばき所のストックマネジメント
のガイドライン（案）

令和２年３月

水産庁 漁港漁場整備部

目　　次

第１章　総論

1.1 ガイドラインの目的 ――――――――――――――――――――――――――――― 1

1.2 用語の定義 ――――――――――――――――――――――――――――――――― 2

1.3 適用の範囲 ――――――――――――――――――――――――――――――――― 4

第２章　ストックマネジメントの基本事項

2.1 基本的な考え方 ―――――――――――――――――――――――――――――― 6

2.2 荷さばき所の特性 ―――――――――――――――――――――――――――――― 7

2.3 ストックマネジメントの流れと実施概要 ――――――――――――――――― 9

2.4 建築基準法の老朽化点検との関係性 ――――――――――――――――――― 12

第３章　ストックマネジメントの実施手順

3.1 機能診断調査 ―――――――――――――――――――――――――――――― 14

3.2 機能診断評価 ―――――――――――――――――――――――――――――― 15

3.3 劣化予測 ―――――――――――――――――――――――――――――――― 21

3.4 機能保全対策工法の検討 ―――――――――――――――――――――――― 22

3.5 ライフサイクルコストの経済比較 ―――――――――――――――――――― 24

3.6 機能保全計画の策定と見直し、および日常管理 ―――――――――――― 27

3.7 維持管理における施設情報の蓄積と活用、および新技術の採用 ――――― 31

（参考資料）

参考資料-1　荷さばき所現地調査表

参考資料-2　老朽化度の評価基準別の写真事例

参考資料-3　荷さばき所日常点検表

第１章　総論

1.1　ガイドラインの目的

「荷さばき所ストックマネジメントのガイドライン」（以下「本ガイドライン」という。）は、荷さばき所へのストックマネジメントの導入とその実践にあたっての基本的な考え方、検討手順、検討内容等を取りまとめることにより、荷さばき所の管理者等（管理者及び所有者）の理解を促進するとともに、荷さばき所の適切な機能保全とライフサイクルコストの低減に資することを目的とする。

【解 説】

水産物流通の起点とも言える荷さばき所は、食の安全・安心を担保した上で、国民に良質なたんぱく質を安定的に供給するという重要な役割を担っており、その役割を果たすため、荷さばき所には、建築物としての構造的な安全性の維持の他に、効率的な荷さばき作業を可能とする作業環境と、水産物を扱う場としての衛生管理面の機能が求められている。

一方、全国の漁港において、老朽化した荷さばき所が増加しており、地方自治体や漁業協同組合等の財政状況が悪化している中、今後、荷さばき所の維持管理・更新に係る費用が増大していくことが予測され、また、老朽化に起因する食中毒発生等による国民の健康被害の発生や国際市場での日本の水産物の価値の低下などが懸念されている。

したがって、今後、長寿命化対策の実施により荷さばき所を構造的・機能的に適切に維持していくことが重要であり、このためには、既に水産基盤施設や漁業集落排水施設等で導入されているストックマネジメント手法を取り入れ、荷さばき所の老朽化状況を踏まえつつ、総体として構造面、作業面、衛生管理面の３つの機能を適切に維持し、効果的・効率的な長寿命化対策を講じることで、荷さばき所の補修費や更新費等を含めたライフサイクルコストの最適化を図っていくことが重要である。

他方、荷さばき所の管理者等においては、専門的な知識を有する技術者等を十分に確保しがたい状況にあることから、ストックマネジメントの円滑な導入を図るために本ガイドラインを取りまとめたものである。

1.2　用語の定義

本ガイドラインでは、次のとおり用語を定義する。

- **機能保全計画**：管理者等の統一的な管理方針に沿って作成された荷さばき所施設に係る維持管理のための計画。
- **ライフサイクルコスト（ＬＣＣ）**：施設の企画設計段階、建設段階、管理運用段階及び廃棄処分段階における施設の供用期間に生じる総費用。ただし、本ガイドラインにおいては、施設の企画設計段階及び廃棄処分段階の経費は除く。
- **ストックマネジメント**：施設の有効利用と更新コストの縮減対策の推進を図るために、既存施設を対象としたＬＣＣの縮減や対策コストの平準化を目的とした管理手法。なお、本ガイドラインでは、既存施設のみならず、新たに整備された施設の管理にも適用する。
- **老朽化**：経年変化等の要因で発生した「劣化」、「損傷」及び「沈下」により、部材や設備の性能が低下すること。
- **機能保全方針**：対象とする施設の機能保全における基本的な考え方。
- **機能保全レベル**：機能保全方針において設定する維持管理の水準。
- **老朽化予測**：施設の構造形式や老朽化の程度と進行速度を踏まえ、老朽化が所要の機能保全レベルを下回る時期の推定（進行予測）等を行うこと。
- **要求性能**：荷さばき所施設が目的を達成するために必要とされる性能。なお、荷さばき所施設においては基本要求性能（構造面）と付加要求性能（衛生管理面、作業面）がある。
- **事後保全**：施設の老朽化が進行し施設の有する性能が要求性能を下回る（または下回った）可能性がある段階で対策を講じること。
- **予防保全**：施設の老朽化が進行し施設の有する性能が要求性能を下回ることがない早期の段階で予防的な対策を講じること。
- **機能診断**：事前調査、現地調査及び詳細調査並びに日常点検等の結果を踏まえた老朽化度及び健全度の評価、老朽化要因の特定等と機能保全対策の必要性について検討すること。
- **新築**：施設又は設備を全面的に廃用し、新設すること。
- **改築**：施設又は設備の一部を廃用し、代替部を新設すること。
- **改修**：施設又は設備の廃用はないものの、大規模な補修で通常の維持管理の範疇をこえるもの。
- **補修**：主に施設又は設備の耐久性を回復又は向上させるために行う修復行為であり、施設又は設備の廃用部を伴わないものである。通常、改修と区別するため、維持管理の範疇で行うものに限る場合が多い。
- **補強**：主に施設又は設備の構造的耐力を回復又は向上させること。

・**更新**：施設全体又は設備全体を新しい施設で置き換えること。なお、施設系全体を対象とした場合は、施設系を構成する施設の改築だけでなく、補修、改修、改築、新築を包括して行うことも更新という。
・**老朽化度**：部材の構造面における性能低下の程度を表す指標。なお、本ガイドラインでは、ａ，ｂ，ｃ，ｄの４段階で評価することを基本とする。
・**健全度**：施設として構造面、衛生管理面及び作業面の３つの面から見た性能低下の程度を、老朽化度等を基に総合的に評価する指標。なお、本ガイドラインでは、施設ごとにＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄの４段階で評価することを基本とする。

1.3　適用の範囲

本ガイドラインを適用する荷さばき所は、計画的な維持管理・更新等の取組を実施する必要性が認められる施設とする。

【解 説】

1. 対象施設

本ガイドラインは、施設の安全性、衛生管理対策の重要性及び経済性の観点から、計画的な維持管理・更新等の取組を実施する必要性が認められる荷さばき所に適用する。この場合、対象となる荷さばき所の構成要素を表-1.1 に示す。荷さばき所の主体は、荷さばき所の建屋や岸壁屋根等の建築物であり、これらと清浄海水供給設備等の付帯設備で構成されている。建屋は屋根・天井，外壁，内壁，柱・梁，床，階段等の部材と建具や建築設備に分類される。また、それぞれの部材・設備には表に示す内容が含まれている。なお、岸壁屋根は、これを構成する最低限の部材・設備等を示している。また、付帯設備の内、機械設備の冷凍・冷蔵設備と製氷設備、電気設備の受変電・動力制御設備等は荷さばき所の用途に使用する以外に、そのほかの漁港施設で使用する場合もあるので、ガイドラインで示す適用範囲はあくまで荷さばき所で使用する付帯設備に限るものとする。

表-1.1　対象となる荷さばき所の構成要素

荷さばき所の構成		部材・設備	内容
建　屋		屋根・天井	屋根材、屋根防水材、天井材、雨樋等
		外壁	外壁、外壁面の仕上げ等
		内壁	内壁、内壁面の仕上げ等
		柱・梁	柱・梁、柱・梁面の仕上げ等
		床	床、床面塗装、排水路、グレーチング等
		階段	階段、手すり、タラップ
		建具	窓、ドア、引き戸、シャッター類等
		建築設備	換気扇、給水設備、屋内照明等
岸壁屋根		屋根	雨樋、屋根材、屋根防水材等
		柱・梁	柱・梁、柱・梁面の仕上げ等
		床	床、床面塗装、排水路、グレーチング等
付帯設備*	機械設備	清浄海水取水設備	取水口、取水ポンプ、取水ポンプ室、配管・バルブ類等
		清浄海水導水設備	ろ過装置とろ過水槽、受水槽、海水殺菌装置、配管類等
		冷凍・冷蔵設備	冷凍室、冷蔵室、冷凍機等
		製氷設備	製氷機、貯氷庫、冷凍機、搬氷装置等
		排水処理設備	沈殿池・枡、スクリーン、排水ポンプ、配管類
	電気設備	受変電・動力制御設備	キュービクル、動力制御盤、現場盤、非常用発電機等
		屋外照明設備	投光器等

＊これらは荷さばき所で使用する付帯設備に限る。

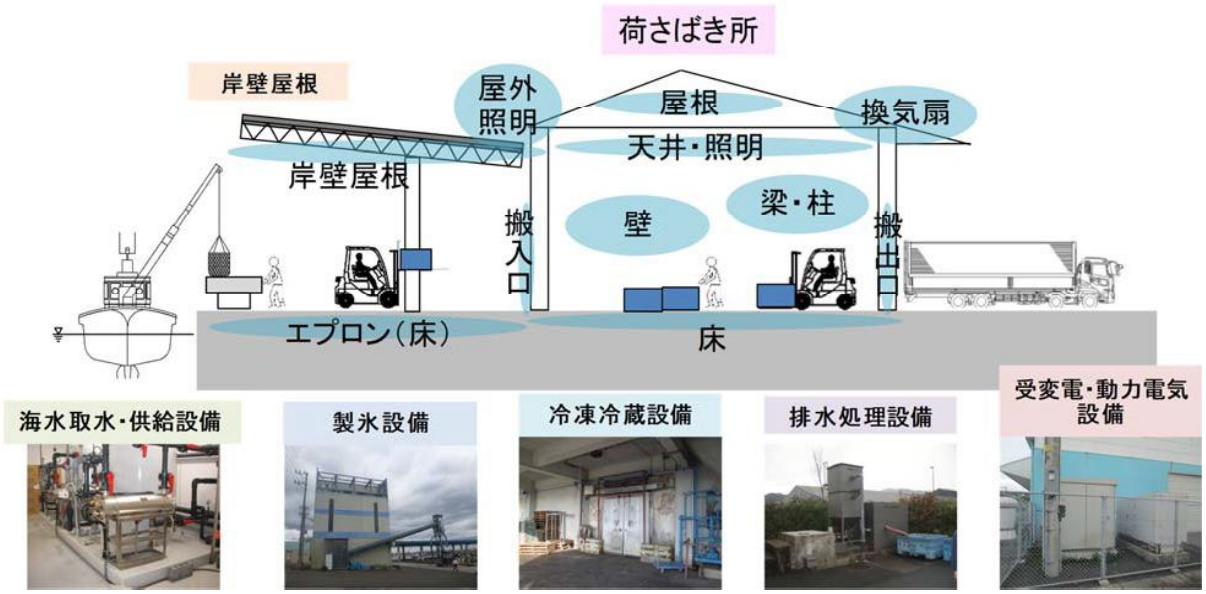


図-1.1　荷さばき所の構成

2. その他の参考図書

荷さばき所は表-1.1 に示したように主に建築物と機械・電気設備で構成されている。建築物は鉄筋コンクリート造（ＲＣ造）と鉄骨造（Ｓ造）の場合がある。建築物、コンクリート構造物、機械・電気設備等に関しては、他の施設において劣化状況の評価方法や点検の実施方法が確立し、一般的となっている。このため、本ガイドラインの作成に当り、荷さばき所の機能診断方法等については、表-1.2 に示す図書を参考としている。したがって、本ガイドラインの考え方を準拠しつつ、これらの図書等を参考として適切に維持管理を実施する。

表-1.2　本ガイドラインの他の参考図書

文献名	発刊元	発刊年
水産基盤施設のストックマネジメントのためのガイドライン	水産庁漁港漁場整備部	平成27年5月
漁業集落排水施設におけるストックマネジメントの手引き(案)	水産庁漁港漁場整備部整備課	平成24年1月
海岸保全施設維持管理マニュアル	農林水産省農村振興局防災課 水産庁防災漁村課 国土交通省水管理・国土保全局海岸室 国土交通省港湾局海岸・防災課	平成30年5月
施設管理者のための建築物の簡易な劣化判定ハンドブック	一般財団法人建築保全センター	平成30年12月

第２章　ストックマネジメントの基本事項

2.1　基本的な考え方

荷さばき所の機能を効果的かつ効率的に保全していくために、施設の点検や維持管理・更新等の機能保全対策を計画的に実施していくことを基本とする。

【解 説】

1. 戦略的な維持管理

荷さばき所の管理者等は、荷さばき所に求められる所要の機能が維持されるように定常的に適切な管理を行わなければならない。

このため、管理者等は、施設の維持管理・更新等にかかるコスト縮減の視点を踏まえ、荷さばき所を対象とするストックマネジメントを導入することにより、計画的な維持管理や更新を実施し、施設の長寿命化に努めることが重要である。

そのためには、これまでの「事後保全」中心の維持管理から、荷さばき所に求められる作業性や衛生管理面の機能維持等も踏まえて、「予防保全」を積極的に取り入れた維持管理への転換が必要である。

2. ストックマネジメントのねらいと効果

荷さばき所を構成する部材や設備ごとにみると、これらの劣化の状況や要因は一様ではなく、新築や改築を行う以外に対策がないほど劣化している部分、改修や補修により長寿命化できる部分、当面経過を観察しても性能に支障がないと判断される部分等が混在し、個々の部材・設備に応じて適時・的確な対策をとることが効率的である場合が多い。

従来は、改築・改修する以外に手段がない状態に至った段階、または必要となる性能を満たさなくなった段階で、一括して整備が行われることがあった。今後は、継続的な荷さばき所の機能診断に基づく健全度や劣化の要因等の評価を基礎とし、実施可能な対策を施設の機能を保全するコストの面から比較検討することによって、より効果的な機能保全対策工法を選択して実施する。

このような体系的な機能診断等の取組により、施設の劣化と機能の状態が把握され、施設の崩壊に至るリスクを回避できるとともに、適切な対策が適時・的確に実施されることで、施設の老朽化に伴う作業面や衛生管理面の機能低下に伴うリスクの軽減も図られる。

このように、ストックマネジメントのねらいは、荷さばき所の時系列な状態把握、劣化等の進行予測を通じた適切な新築、改築、改修、補修、補強、維持管理等の実施により施設の長寿命化を図るとともに、これらの費用の最小化と平準化を図ることである。

2.2　荷さばき所の特性

荷さばき所のストックマネジメントは、荷さばき所の特性を鑑み、構造面のみならず、当該荷さばき所に求められる作業面や衛生管理面の機能維持にも考慮した機能保全計画の策定と機能保全対策の実施を行うものとする。

【解 説】

荷さばき所は安全で安心な水産物流通の起点としての様々な役割を持っており、これは構成する建築物と機械電気設備の総体として、構造面、作業面、衛生管理面の種々の機能が適切に発揮されることで成り立っている。

建築物の内部では水産物の移送や、陳列、立替作業等を行うため、建築物としての安全性を維持することは元より、荷さばき作業に支障がないこと、衛生管理上の問題が無いこと等が求められる。また、建築物と機械電気設備では異なる特性を有する。これら荷さばき所の特性を図-1.2 に示す。

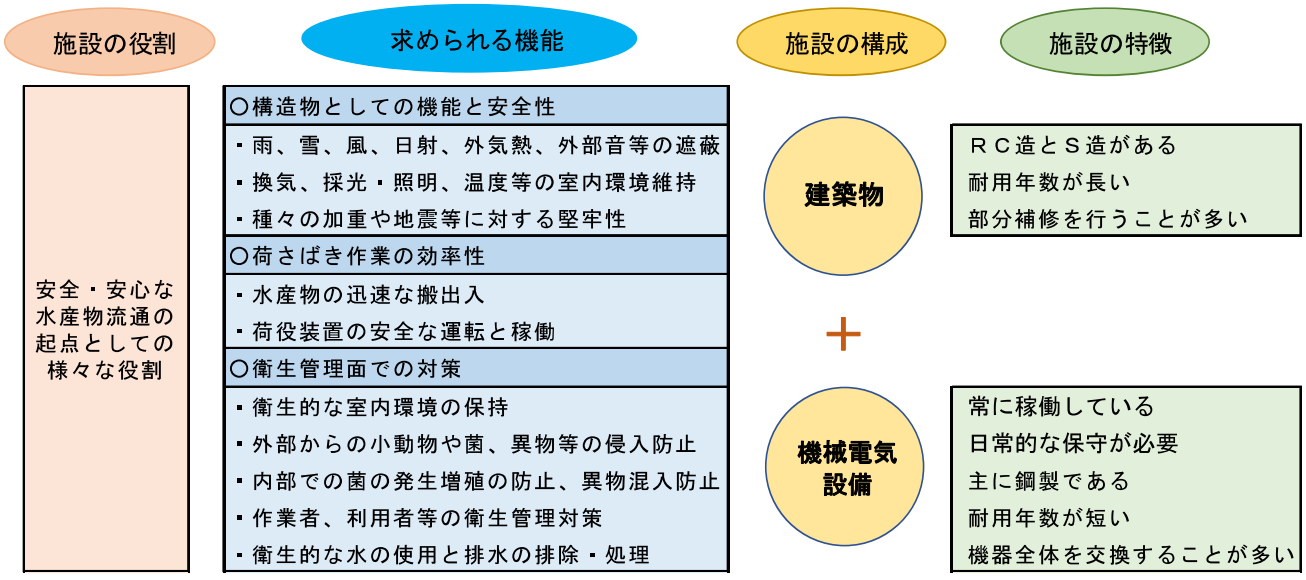


図-1.2　荷さばき所の特性

建築物を構成する部材や設備等は経年劣化により老朽化が進行していき、塗装が剥げたり、鉄部が錆びたりし、鉄筋コンクリートの内部鉄筋の腐食が進行すると爆裂によりコンクリート片が剥落することもある。これらの現象は直ちに建築物としての安全性に問題が生じるわけではない。また、床の場合もひびが入ったり、窪みが発生したりしても同様である。しかしながら、作業面や衛生管理面では問題が生じる場合がある。

例えば、梁・天井が水産物の置かれている場所の上に位置する場合、老朽化により、Ｓ造であれば塗装の剥がれ片や錆が落下し水産物に付着・混入する懸念があり、ＲＣ造であれば鉄筋の爆裂等によりコンクリート片が落下し、同様の懸念がある。この場合、構造面では機能保全対策を急ぐ必要がなくても、衛生管理面では早期の対策実施が必要となる。

床の場合、水産物陳列エリアにある床は老朽化によるひび割れや窪み等があると滞水が発生し、菌の増殖が懸念され、歩行により溜まり水が撥ね、水産物に付着することによる衛生管理面の問題がある。作業面ではフォークリフト等の安全な走行に支障が発生し、運搬通路の変更や速度制限等により作業効率が低下する恐れがある。このような場合も、構造面では機能保全対策を急ぐ必要がなくても、衛生管理面や作業面では早期の対策実施が必要となる。

このようなことから、建物の構造面から見た安全性の確保を中心に考えた機能保全計画では、荷さばき所の特性である作業面や衛生管理面の機能維持が担保できなくなる場合がある。したがって、荷さばき所のストックマネジメントにおいては、構造面のみならず、(当該)荷さばき所に求められる作業面や衛生管理面の機能維持にも考慮した機能保全計画の策定と事業実施が必要となる。

2.3　ストックマネジメントの流れと実施概要

ストックマネジメントでは、①機能診断調査（初回点検）、②機能診断評価、③評価結果に基づく効率的な機能保全対策工法の検討とコスト比較、④機能保全計画書の策定、⑤所要の対策工法の実施、⑥日常管理（日常点検と定期点検）、これに加えて機能保全計画の見直しを段階的、継続的に実施する。

【解　説】

1. ストックマネジメントの流れ

ストックマネジメントによる機能保全のプロセスは、荷さばき所の日常的な管理、施設の状態を継続的に把握するために行う定期的な機能診断調査、施設の機能を保全する費用低減を考慮した適時・的確な対策の実施等を継続的に行うことである。図-2.1 にストックマネジメントの標準的な流れを示す。

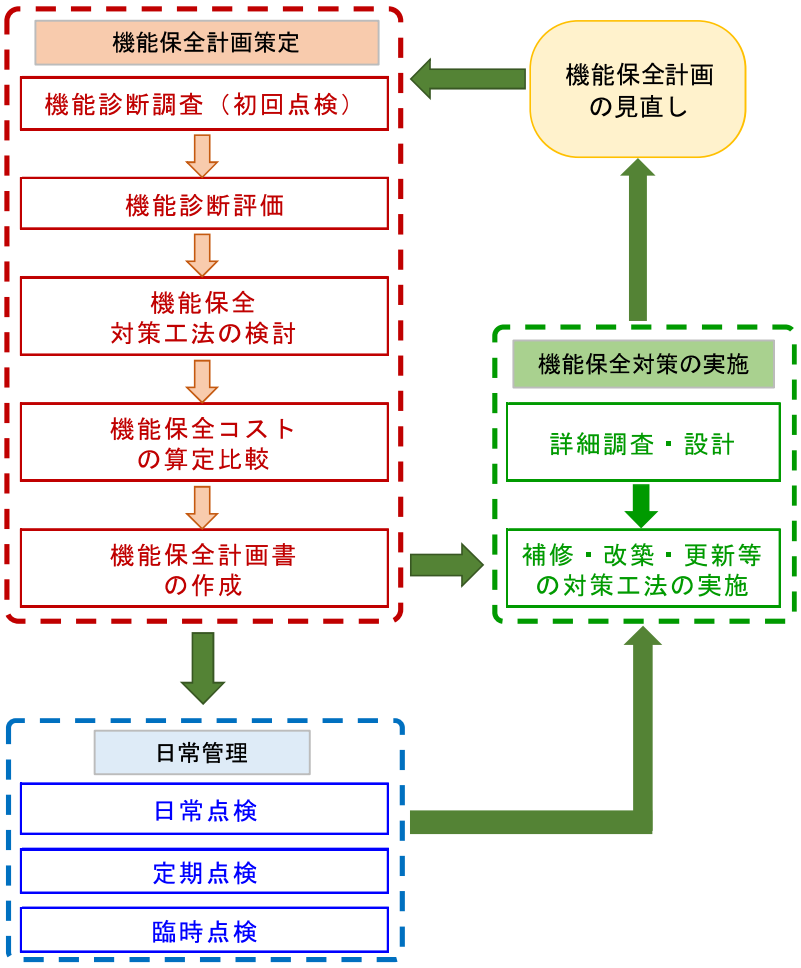


図-2.1　ストックマネジメントの流れ

2. ストックマネジメントの実施項目

荷さばき所のストックマネジメントの内容は図-2.1 に示したように、一定の間隔で実施する施設の日常点検や定期点検等の日常管理、現状の施設老朽化状況を判断し将来にわたる荷さばき所の保全・維持管理の方法を立案する機能保全計画策定とこの見直し、これらを基に状況に応じて行う機能保全対策工事の実施などに分類され、これらを段階的、継続的に行うことが重要である。

(1) 日常管理

施設の日常的な管理は、経年的な施設の劣化や異常、地震等による偶発的な施設の変状等を早期に把握し、荷さばき所の所要の機能を発揮させる対策を適切なタイミングで施すために重要な行為である。このため、施設の管理者等は定期的に適切な日常管理を行わなければならない。なお、通常の管理を超える規模の対策が必要であると考えられる場合には、専門技術者の技術判断を仰ぐものとする。

日常管理には日常点検と定期点検、及び臨時点検があり、日常点検は比較的短い周期で管理者等が自ら点検を行い、主に施設の異常や変状の有無を部材・設備単位に行うものである。これは、日常点検結果整理表に基づいて行う。

定期点検は、機能保全計画策定時に行った機能診断評価結果のその後の劣化状況の評価を行い、荷さばき所の機能に及ぼす影響を判断するものである。これは機能診断調査時に使用した現地調査表を用い、原則として技術的知見を持つ技術者が行う。

また、臨時点検は、災害等が発生した後に施設の損傷や変状の有無を確認するために行う。

これらの日常管理結果を基に、機能保全計画を踏まえた機能保全対策が実施される。

(2) 機能保全計画の策定

①機能診断調査と評価

機能診断調査では、施設の諸元や過去の補修履歴等の基礎資料を踏まえ、施設の経年劣化等による老朽化度を判定する。調査は、原則として技術的知見を持つ技術者の目視と簡易計測により行うことを基本とする。老朽化度はａ、ｂ、ｃ、ｄの４段階評価とし、ａが最も老朽化が激しい状態で、ｄが老朽化は認められない状態である。施設の劣化状況によって早急な対策が必要と判断される場合には、詳細調査の実施など状況に応じた柔軟な対応を行う。

老朽化度の調査結果を基に、荷さばき所の部材、設備毎に、それぞれ求められる機能に応じて、健全度の評価を行う。健全度はＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄの４段階評価とし、Ａは早急な対策が必要な場合で、Ｄは対策が不要な場合である。

②機能保全対策工法の検討とコストの算定比較

部材、設備毎に健全度評価を行った結果を基に将来的な劣化進行の予測を行い、いつ、どのような対策を行うのが効果的、効率的であるかを検討する。検討に当っては、複数の機能

保全対策工法を選定し、実施時期を組み合わせて複数の実施シナリオを作成する。シナリオの比較は、現時点から 50 年間に発生する新築、改築、改修、補修、補強、維持管理等に係る機能保全コスト（以下、ライフサイクルコスト）を比較し、原則として最も経済的となるシナリオを選択する。

③機能保全計画書の策定

部材、設備毎の老朽化度と健全度の評価結果、劣化予測、機能保全対策の実施シナリオ、ライフサイクルコストの比較検討結果等を踏まえ、荷さばき所の機能保全計画書を策定し、今後の荷さばき所の機能保全対策の基本とする。

また、機能保全計画は、機能保全対策の実施状況や日常点検における劣化判定により、当初計画とのズレが生じる場合があるため、定期的な見直しを行うものとする。

（3）機能保全対策の実施

管理者等は、策定した機能保全計画に基づき計画的に所要の機能保全対策を進めていくことになるが、当該対策を実施する施設は様々な環境下にあり、老朽化の状態や範囲も一様ではない。また、老朽化が予想以上に進行している場合も想定される。したがって、最新の日常管理結果や定期点検結果を反映した上で、柔軟に機能保全対策を実施していくものとする。なお、この際、必要に応じて詳細調査や対策工事の設計を行うものとする。

2.4　建築基準法の老朽化点検との関係性

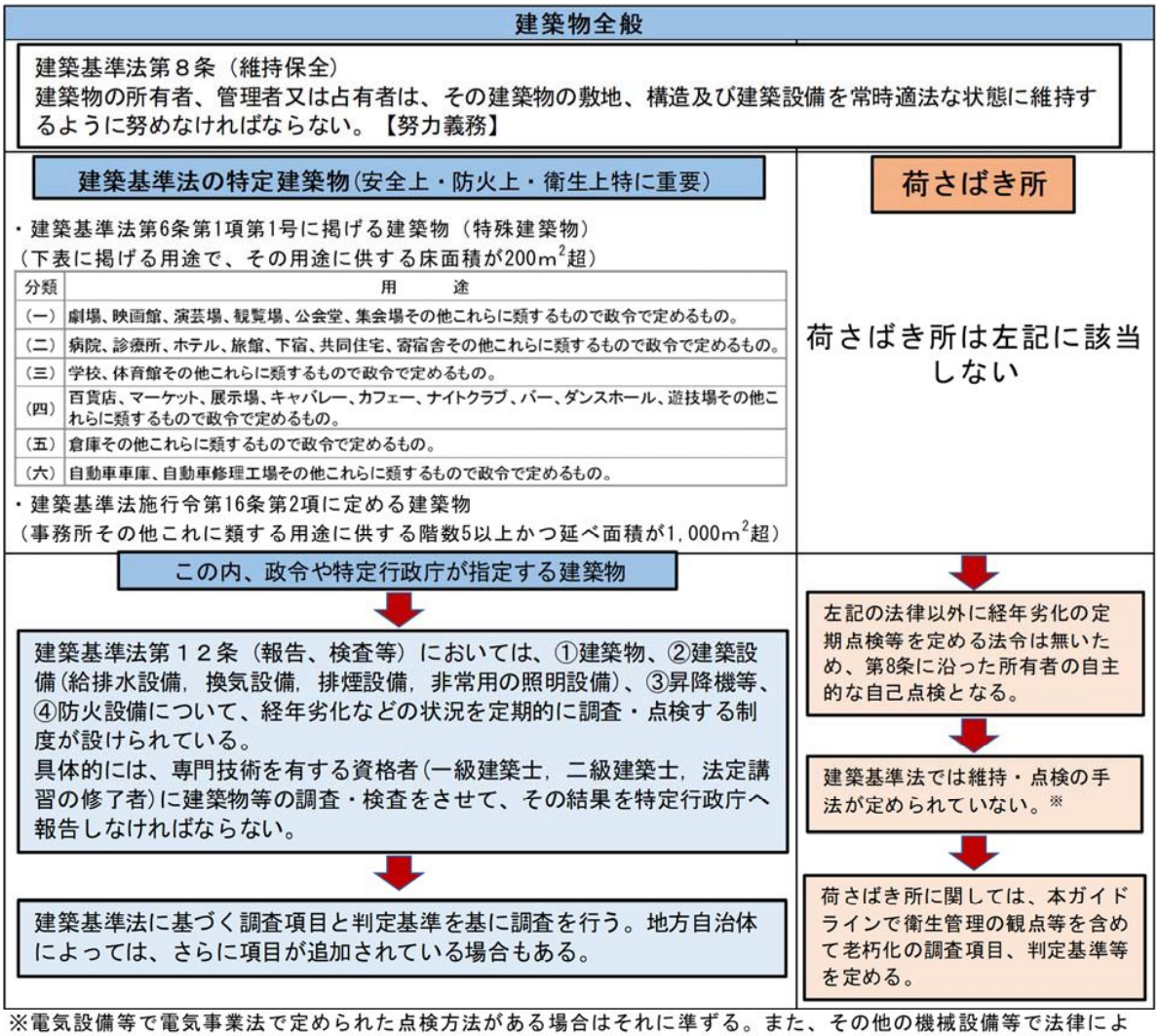
荷さばき所の主体は建築物であるため、荷さばき所の維持や老朽化等の点検は建築基準法等の関係法令に準拠するものとする。ただし、これら関係法令で特に定められていないストックマネジメントの手法等は原則として本ガイドラインに準拠する。

【解 説】

建築基準法においては、安全性等を担保する観点から、一定要件の建築物，建築設備，防火設備等を対象として経年劣化などの状況を定期的に点検する制度が設けられている。荷さばき所の主体は建築物であるため、荷さばき所の維持や老朽化等の点検は建築基準法等の関係法令で定められている手法に準拠しなければならない。

建築基準法第 8 条では建築物全般に対して、常時適法な状態に維持する努力義務が定められている。この内、特定建築物に関しては、建築基準法第 12 条において、有資格者が建築物等の経年劣化の状況を定期的に調査・点検し、その結果を報告する義務が定められている。荷さばき所は用途などから判断して建築基準法第 12 条の対象には含まれていないが、第 8 条に定められている所有者の自主的な自己点検が必要になる。したがって、本ガイドラインにおいて衛生管理面などの観点を加えた荷さばき所の経年劣化状況の調査項目や判定基準等を定めるものとする。

なお、受変電設備等の電気設備で、電気事業法等により定められた点検方法がある場合はそれに準じた点検を実施するものとする。同様に、排水処理設備等の機械設備で、別途法律により定められた点検方法がある場合はそれに準じた点検を実施するものとする。



※電気設備等で電気事業法で定められた点検方法がある場合はそれに準ずる。また、その他の機械設備等で法律により定められた点検方法がある場合はそれに準ずる。

図-2.2　建築基準法の老朽化点検との関係性

第 3 章　ストックマネジメントの実施手順

3.1　機能診断調査

機能診断調査は、対象となる荷さばき所の機能全般について全容を把握するとともに、施設の劣化予測や機能保全対策工法の検討等に必要な事項について調査を行うものであり、事前調査、現地調査、詳細調査の 3 つの調査を必要に応じて組み合わせて実施する。

【解 説】

1. 事前調査

荷さばき所の設計図書、施設台帳、改築更新や補修工事の履歴、機器等の故障や修繕の履歴等の資料調査や管理者等からの聞き取り調査等により、機能保全調査にかかる基礎的情報を把握し、効果的な現地調査等につなげるものとする。

2. 現地調査

荷さばき所の部材や設備に関して、現状の劣化状況を把握するために目視および簡易計測により行う現地調査で、技術的知見を持つ技術者が巻末の参考資料に示す「荷さばき所現地調査表」を参考として用い、表-1.1 に示した荷さばき所を構成する建屋、岸壁屋根、付帯設備の各部材・設備を対象として老朽化度の調査を行い、現状の劣化状況等を写真に記録する。老朽化度は、ａ、ｂ、ｃ、ｄの 4 段階の中から劣化状況に合わせて選択するようになっている。

荷さばき所は、建築物に分類される建屋と岸壁屋根、機械電気設備に該当する付帯設備を含み、両者では構造、材質、機能と用途、劣化の傾向と進行状況等が異なるため、現地調査表は建屋と岸壁屋根用の調査表、機械設備用の調査表、電気設備用の調査表の 3 種類に分かれている。荷さばき所の構成の実情に合わせて調査表を選択し、現地調査を行うものとする。

なお、建屋と岸壁屋根は鉄筋コンクリート造（ＲＣ造）等と鉄骨造（Ｓ造）で構造部材等が異なるため、現地調査表では区分されている。さらに、構造面で重要と思われる部材等を青色に、衛生管理面で重要と思われる部材等をオレンジ色に、作業面で重要と思われる部材等を緑色に示してある。

3. 詳細調査

現地調査の結果を踏まえ、例えばコンクリートの劣化状況等、機能診断評価を行う上で詳細な調査が必要と判断される場合は、必要に応じて専門家による詳細調査を実施する。

3.2　機能診断評価

荷さばき所の部材、設備の劣化状況を老朽化度として段階評価を行い、定性的な把握を行う。老朽化度を基に、構造面のみならず作業面、衛生管理面を考慮した健全度評価を行う。

【解 説】

1. 老朽化度評価

荷さばき所の老朽化度評価は、荷さばき所を構成する建屋、岸壁屋根、付帯設備を対象として、現地調査にて各々の部材・設備ごとに劣化状況を判定し、表-3.1 に示すように基本的に 4 段階に評価するものである。

表-3.1　老朽化度評価の基本的な考え方

老朽化度	部材・設備の性能低下の状態
a	部材・設備の性能が著しく低下している状態
b	部材・設備の性能が低下している状態
c	部材・設備の性能低下はないが、老朽化が発生している状態
d	老朽化が認められない状態

この基本的な考え方に基づき、荷さばき所の建屋と岸壁屋根に関する老朽化度、及び付帯設備と建屋の建築設備に関する老朽化度の評価基準を、それぞれの特質を踏まえて表-3.2、表-3.3 のように設定する。

表-3.2　建屋と岸壁屋根の老朽化度評価基準

老朽化度	判断基準
a	部材の劣化、損傷が著しい状態
b	部材が全体的に劣化、損傷している状態
c	部材が部分的に劣化、損傷している状態
d	老朽化なし

表-3.3　付帯設備と建築設備の老朽化度評価基準

老朽化度	判断基準
a	設備に作動不良が見られる 設備に著しい腐食、損傷がある
b	設備に部分的に機能低下が見られる 設備に全体的に腐食、損傷がある
c	設備に部分的に腐食、損傷がある
d	老朽化なし

建築物となる建屋や岸壁屋根の老朽化度は、材質が同じであっても部材の置かれている位置によって、塩害の影響に差があったり、海水等に接触する頻度が異なったりするために老朽化度に差が出てくる可能性がある。荷さばき所の機能保全計画策定では概算ではあるがコスト算定が必要であり、また、機能保全計画策定後の定期点検で劣化進行状況の追跡調査を行うことにもなるので、このような単位で評価を行っておくことも求められる。

したがって、同じ材質・仕様で同じ形状である柱や梁、シャッター等であっても、原則として１ヶ所ずつ個別に老朽化度評価を行う必要が生じる。特に、鋼製の材質である部材、設備は、老朽化度に大きな差が出る可能性がある。

一方で、機能保全計画策定時の機能診断調査やその後の定期点検作業の効率化を図る必要もあり、部材や設備を 1 ヶ所ずつ評価することは時間もかかることから状況に応じて判断するものとする。

なお、柱・梁等のように複数の部材がある場合で、老朽化度の評価に差がある場合は総体の評価としては老朽化度の高い判定を選択するものとする。

また、シャッター等の建築物の建具や機械設備等では、設置されている位置によって、シャッターであれば設置されている回りの壁面、ポンプであれば機械基礎等のコンクリート部分の劣化により、正常な機能が発揮されなかったり、故障したりする場合があるので、現地調査時には留意する。この際、現地調査表の種々の項目を応用して記録するものとする。

次に、付帯設備に分類される機械設備と電気設備の老朽化度の評価に関しては、既に発行されている『漁業集落排水施設におけるストックマネジメントの手引き（案)』（平成 24 年 1 月 水産庁漁港漁場整備部）の第 6 章汚水処理施設の機械・電気設備における適用の部分を参考とできる。

2. 健全度評価

老朽化度評価結果から、荷さばき所の各部材と設備に対して、構造面に加えて作業面と衛生管理面で求められる機能を踏まえ、A、B、C、Dの4段階で健全度の評価を行う。これらが示す施設の基本的な状態は表-3.4のとおりである。

表-3.4　健全度が示す施設の状態

健全度	部材・設備の性能低下の状態
A	荷さばき所の部材・設備に著しい老朽化が発生しており、荷さばき所としての要求性能を下回る可能性のある状態。
B	荷さばき所の部材・設備に老朽化が発生し性能の低下が認められ、予防対策を施さないと将来、要求性能を下回る恐れのある状態。
C	荷さばき所の部材・設備に軽度な老朽化が発生しているものの、施設の性能に関わる老朽化は求められず、性能を保持している状態。
D	荷さばき所の部材・設備に老朽化は認められず、十分な性能を保持している状態。

荷さばき所構成する部材、設備で、構造面からの健全度は表-3.4 に示す性能低下の状態がそのまま施設としての健全度に当てはまる。

一方、作業面と衛生管理面で重要と考えられる部位・設備等は老朽化度調査表において色分けされおり、位置によっては構造面のみならず作業面と衛生管理面から見た健全度評価が必要となる可能性がある。これらは建屋に関しては、作業面では、床やシャッター等、衛生管理面では、屋根・屋上，庇，天井，内壁，床，排水設備，シャッター等、及び衛生管理対策関連の部材・設備として屋根・屋上等に設置されるワイヤー・剣山，天井や開口部に設置される防鳥ネット，床の区画ライン，長靴消毒槽や手洗い設備，トイレなどである。

この中で、場所や用途によっては作業面や衛生管理面で特に考慮すべき部材・設備がある。これらを以下に示す。

①屋根(天井)

水産物を陳列している、あるいは水産物の搬送動線上のエリアの上部に位置する場合、老朽化により屋根材の鉄板の腐食や防水劣化が進行していると、雨漏りが発生し、屋根としての機能が発揮できないことにより、作業面では水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下し、衛生管理面では雨漏りをした水が水産物へ付着することによる衛生管理上の問題が生じる。

②梁

水産物を陳列している、あるいは水産物の搬送動線上のエリアの上部に位置する場合、鋼製の梁では、塗装剥がれ、発錆等の老朽化により、作業面では水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下し、衛生管理面では塗装の剥がれ片や錆が落下し水産物に付着することによる衛生管理上の問題が発生する。また、ＲＣの梁では、老朽化により鉄筋爆裂等によるコンクリート片の浮き・剥落等があると、作業面では同様に水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下し、衛生管理面ではコンクリート片が落下し水産物に付着することによる衛生管理上の問題が発生する。

③床

水産物陳列エリアの床に老朽化によるひび割れ、陥没、段差等が発生していると、作業面ではフォークリフト等の安全な走行に支障が発生し、運搬通路の変更や速度制限等により作業効率が低下し、衛生管理面では溜り水ができるため、菌の増殖等が懸念され、歩行により溜り水が撥ね、水産物へ付着することによる衛生管理上の問題が発生する。

④シャッター等

水産物の搬出入口として使用しているシャッター等の場合は、老朽化による腐食等で動作不良が発生していると、作業面では開閉に時間がかかったり水産物の搬出入の動線の変更が必要となったりすることで作業効率が低下し、衛生管理面では完全閉鎖とならないことによる小動物等の侵入、開閉に時間がかかったり、作業動線が輻輳することで水産物の搬出入に時間がかかり鮮度が劣化する等、衛生管理上の問題が発生する。なお、シャッターは老朽化することで作業面は衛生管理面の影響以外に、老朽化が進行するとシャッターが落下してしまう可能性があり、安全上危険となる。

⑤清浄海水関連設備

これに関しては、設置場所には関連性が無いが、腐食による動作不良等の老朽化により、作業面では故障対応等の作業が頻繁に起こり、荷さばき作業の時間が少なくなり、衛生管理面では清浄海水の供給に支障がでるため、衛生的な海水等が使用できないことによる衛生管理上の問題が発生する。

これらの各部材・設備の老朽化による荷さばき所に求められる機能への影響を表-3.5 にまとめる。

表-3.5　各部材・設備の老朽化による荷さばき所に求められる機能への影響

部材、設備等	材質	部材等の位置	老朽化の状況	老朽化による影響		
				構造面	作業面	衛生管理面
屋根（天井）	鉄板またはRC製＋防水	水産物を陳列している、あるいは運搬動線上のエリアの上部	屋根材の鉄板の腐食や防水劣化	雨漏りが発生し、屋根としての機能が発揮できない	水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下する	雨漏りをした水が水産物へ付着することによる衛生管理上の問題が発生する
梁	鋼製	水産物を陳列している、あるいは運搬動線上のエリアの上部	塗装剥がれ、発錆	直ちに構造面の影響はないが、老朽化の進行を放置すると構造面の影響が懸念される	水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下する	塗装の剥がれ片や錆が落下し水産物に付着することによる衛生管理上の問題が発生する
	ＲＣ製	水産物を陳列している、あるいは運搬動線上のエリアの上部	鉄筋爆裂等によるコンクリート片の浮き・剥落	直ちに構造面の影響はないが、老朽化の進行を放置すると構造面の影響が懸念される	水産物を陳列できる面積が制限され、作業効率が低下する	コンクリート片が落下し水産物に付着することによる衛生管理上の問題が発生する
床	ＲＣ製	水産物陳列エリアの床	ひび割れ、陥没、段差等の発生	構造面の影響は小さい	フォークリフト等の安全な走行に支障が発生し、運搬通路の変更や速度制限等により作業効率が低下する	溜り水ができるため、菌の増殖等が懸念され、歩行により溜り水が撥ね、水産物へ付着することによる衛生管理上の問題が発生する
シャッター	鋼製	水産物の搬出入口	腐食による動作不良	老朽化が進行するとシャッターが落下してしまう可能性があり、安全上危険となる	開閉に時間がかかったり、水産物の搬出入の動線の変更が必要となり、作業効率が低下する	完全閉鎖とならないことによる小動物等の侵入、開閉に時間がかかったり、作業動線が輻輳することで水産物の搬出入に時間がかかり鮮度が劣化する等、衛生管理上の問題が発生する
清浄海水関連設備	鋼製ほか	特に限定なし	腐食による動作不良	－	故障対応等の作業が頻繁に起こり、荷さばき作業の時間が少なくなる	清浄海水の供給に支障がでるため、衛生的な海水等が使用できないことによる衛生管理上の問題が発生する

以上に示したことから、例えば、梁・天井が水産物の置かれている場所の上に位置する場合、Ｓ造であれば塗装の剥がれ片や錆が落下し水産物に付着する懸念があり、ＲＣ造であれば鉄筋の爆裂等によりコンクリート片が落下し、同様の懸念がある。

この場合、例えば構造面の評価、つまり老朽化度表結果ではｂ、つまり緊急性は無いが、比較的早い時期に補修や更新等の検討が必要との評価でも、衛生管理面からみるとランクが上がり健全度評価は緊急性のあるＡになると考えられる。同様に老朽化度判定結果でｃの場合は経過観察となるが、比較的早い時期に補修や更新等の検討が必要となるのでＢとした。これらを表-3.6に示す。

表-3.6　作業面、衛生管理面を考慮した健全度評価の方法

	梁・天井		床		シャッター		清浄海水関連設備
	水産物の上部に位置する場合	左記以外	水産物陳列エリアの場合	左記以外	短時間で水産物の搬出入が求められる場合	左記以外	
構造面の評価（劣化度判定結果）	b	b	b	b	b	b	b
作業面の評価	ー	ー	B	B	A	B	ー
衛生管理面評価	A	B	A	B	A	B	A
構造面の評価（劣化度判定結果）	c	c	c	c	c	c	c
作業面評価	ー	ー	C	C	B	C	ー
衛生管理面評価	B	C	B	C	B	C	B

ランクアップ

ランクアップ

次に、現地での老朽化度調査において、シャッターが設置されている回りの壁面コンクリートにひびが入っていた場合は、壁面の構造面の健全度は悪い評価とはならないものの、シャッターの正常な開閉に支障が出る場合があるので、補修が必要となる健全度にランクアップする必要がある。同様に、ポンプを設置している械基礎コンクリートが欠けていた場合は、基礎部の健全度をランクアップする必要がある。このように、対象とする部材、設備が置かれている環境にも留意し、周辺の部材、設備に与える影響も考慮した健全度評価が必要である。

3.3　劣化予測

対策が必要となる時期や機能保全対策工法の比較検討のため、各部材及び設備の劣化予測が必要となる。

劣化の将来予測は、劣化の要因が明らかであり、その予測手法が確立されている場合は、経験式などの手法を用いて行う。経験式などの手法が確立されていない場合や複合的な要因で特定の性能低下の要因が不明である場合は、標準的な劣化曲線を基に機能診断結果で補正することにより行う。

【解　説】

荷さばき所の劣化は、その要因を特定できても予測手法が未確立であったり、複合的な要因による場合が多いことから、標準的な劣化曲線を設定し、これを機能診断の実測値により補正する手法により、劣化予測を行う。なお、初回の機能診断で機能診断評価が「D」となった場合は上記の補正が適用できないため、標準的な劣化曲線を用いて劣化予測を行ってもよい。

標準的な劣化曲線は、今後、継続的な施設診断調査結果のデータの蓄積に伴い精度の高いものを設定していくことを考えている。

また、地域の環境条件や構造物の種類・重要度等を踏まえ、当該施設の劣化の状況に関するこれまでの情報や、新たにフィールドデータを継続的に収集・蓄積し、物理的メカニズムを考慮することにより劣化予測を行う方法等も検討する必要がある。

標準的な劣化曲線による補正概念を図-3.1 に示す。

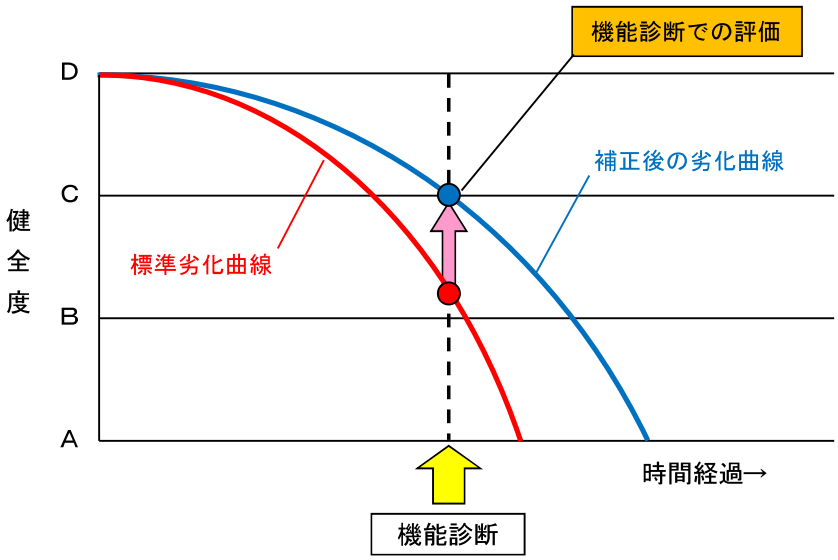


図-3.1　標準劣化曲線の補正概念

3.4　機能保全対策工法の検討

部材及び設備ごとに劣化予測の結果を踏まえ、機能保全対策の要否、機能保全対策工法とその実施時期の組合せ（以下「シナリオ」という。）を検討する。原則として健全度ランクＢ以下を対象に対策を検討することとする。

個々の施設の変状に対して技術的に適用可能な機能保全対策は、実施時期と工法の組合せにより様々な対策が存在する。このため、機能診断結果に基づく部材及び設備の劣化予測を踏まえ、技術的・経済的に妥当であると考えられる対策の組合せを、検討のシナリオとして複数仮定する。

【解　説】

1．対策の必要性の判断

対象とする部材及び設備のうち、機能診断結果が健全度Ｂ以下であるものについては、劣化予測を含む詳細な検討を行うこととし、Ｃ以上であるものについては、当分の間は機能保全対策の必要がなく、既存施設を現況のまま利用するものとする。

機能保全対策の必要性があると判断された部材及び設備については、必要に応じて専門的な調査を実施し、機能保全コストを勘案した機能保全対策の範囲、適切な機能保全対策工法選定を行うことが必要である。

健全度ランクごとの機能保全対策の基本的な考え方を表-3.7 に示す。

表-3.7　健全度ランクと機能保全対策の基本的な考え方

健全度ランク	機能保全対策の基本的な考え方
D	・対策不要とする。
C	・要観察地点とし、重点的追跡調査を行う。必要に応じて調査間隔を短縮したり、調査項目を増やすなどの検討を行う。 ・要観察を原則とするが、変状、劣化が軽度であっても、劣化要因が明確であり、今後、確実に劣化の進行が予想される場合には、LCC 上、比較的早い時期に機能保全対策を実施した方が効果的な場合もある。このような場合は、LCCの検討を前提に機能保全対策の検討を行うことが望ましい。
B	・劣化要因が明確な場合は、劣化要因に対して効果的な対策工法を検討する。 ・劣化要因が特定できない場合、又は耐久性、耐荷性が明確でなく効果的な対策工法の選定が難しい場合には、専門的調査を実施して具体的な工法の検討を行う必要がある。 ・概ね補修を前提とするが、劣化要因やLCC上からはしばらく様子を見たり、あるいは補強が効果的な場合があるので、具体的な工法の検討に当たっては、劣化要因、耐久性、耐荷性の精査及びLCCの検討を行うことが望ましい。
A	・劣化要因に関わらず、早急に専門的調査を実施し、適切な対策を講じる。 ・概ね新築、改築を目安としているが、経済的に対応が困難な場合には、現地の状況に応じて補強を検討することが望ましい。

2. 対策が必要な部材及び設備の検討

部材及び設備ごとに、技術的な妥当性が見込まれる複数の機能保全対策工法とその実施時期、当該機能保全対策工法により期待される耐用期間を決定する。

続いて、決定した複数の対策工法と実施時期及び耐用期間をもとに、施設の管理水準等を考慮しながら、複数のシナリオを作成する。

シナリオの作成に当たっては、当該機能保全工法の耐用期間が検討対象期間を下回る場合、機能保全対策を行った施設が耐用期間に到達した時に再度実施する機能保全対策も想定し、検討対象期間中に実施するすべての機能保全対策を仮定する。

3. 当面の機能保全対策が必要でない部材及び設備の検討

部材及び設備ごとに、劣化予測の結果から得られた健全度Ｂまでの期間から、次期の機能診断の実施時期を設定する。続いて、機能保全対策が必要となる時期の想定と機能保全対策工法等の検討を行い、上記２．と同様に検討期間中に実施するすべての機能保全対策を仮定して、複数のシナリオを作成する。

検討対象期間内に、対策が必要となる時期と対策工法等の設定から作成する複数シナリオによる性能管理比較イメージを図-3.2 に示す。

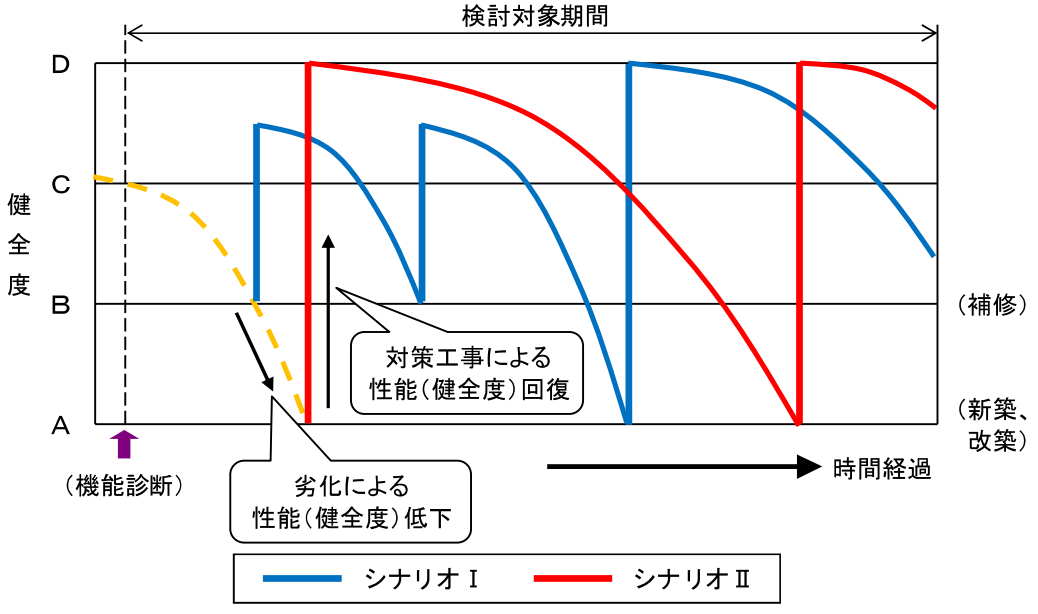


図-3.2　複数シナリオによる性能管理比較のイメージ

3.5　ライフサイクルコストの経済比較

ライフサイクルコストの経済比較は、施設機能を保全するために必要なすべての経費について、比較検討を行う。

【解　説】

1. 機能保全コスト

機能保全コストは、機能保全対策工法の検討により作成されたシナリオについて算定し、経済比較を行う。機能保全コスト比較のイメージを図-3.3 に示すが、具体的には、以下のとおりである。

（ア）シナリオごとに、支出年度ごとのそれぞれの対策工法に要する経費を社会的割引率により現在価値に換算し、当該価格を整理する。

（イ）通常必要となる維持管理経費（オペレーションのための人件費や管理の範疇の軽微な補修経費、電気料金、水道料金等）について、当該費用を整理する。なお、すべてのシナリオにおいて維持管理経費に大きな差が生じない場合には、これを省略しても差し支えない。

（ウ）検討対象期間の最終年度における既存施設の残存価値を減価償却の考え方により算定し、これを控除することにより、機能保全コストを求める。

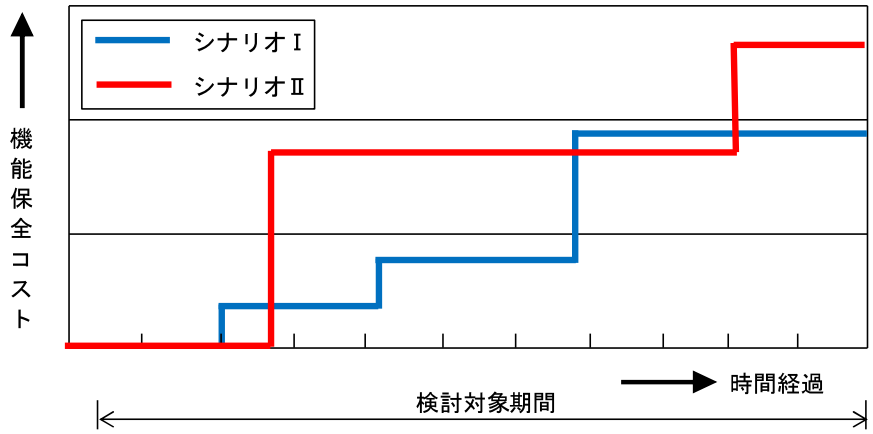


図-3.3　機能保全コスト比較のイメージ

また、機能保全計画の策定に当たり、選定したシナリオによる機能保全コストを基に、実際の工事発注を考慮した最適化が必要となる場合がある。具体的には、計画した対策工事による供用中の荷さばき所施設への影響が最小限となるよう考慮し、工事発注の順序、組合せ等の検討により最適化を図る。

2. 検討対象期間

公共事業の多くで 40～60 年の期間を用いていること、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」及び「漁業集落排水施設におけるストックマネジメントの手引き（案）」で 50 年としていることを踏まえ、本ガイドラインにおいても検討対象期間は 50 年を基本とする。

なお、工事期間が明らかな場合には、50 年に工事期間を加えた年数とする。

3. 機能保全コストの対象となる経費

機能保全コストは、機能診断調査以降に発生する以下の経費について計上する。

＜当面要する経費＞

①調査、計画、設計に要する費用（調査費）

②工事の実施に要する費用（工事費）

＜将来的に必要となる経費＞

③維持管理費（運転経費、維持管理の範囲の補修経費）

④更新整備や予防保全対策に要する経費

＜検討対象期間終了時＞

⑤当該施設の残存価値

比較対象となるそれぞれのシナリオにおいて、調査・設計及び維持管理に要する経費に大きな差が見込まれない場合には、機能保全コストにこれらを含めないで検討することは差し支えない。

4. 将来に発生する経費の現在価値化（社会的割引率の適用）

将来の費用については、社会的割引率を適用して現在価値に換算することを基本とする。現下においては公共事業の分野ではすべて 4%が適用されている状況にあることから、本ガイドラインにおいても特段の事情がない場合には 4%を適用する

現在価値は次式により算出する。

$$\text{現在価値} = \text{t 年の実際の費用} \times \text{t 年次の割引係数}$$

$$\text{t 年次の割引係数} = 1 / (1 + \text{社会的割引率})^{t}$$

5. 残存価値

比較対象とする機能保全コストは、検討対象期間にかかる総費用（新築、改築、改修、補修、補強、維持管理費等すべての経費）に、50 年後の残存価値を控除して求める。

残存価値は次式により算出する。

残存価値（現在価）＝直近更新費用×（１－供用年数／標準耐用年数）

また、残存価値の算定のイメージを図-3.4 に示す。

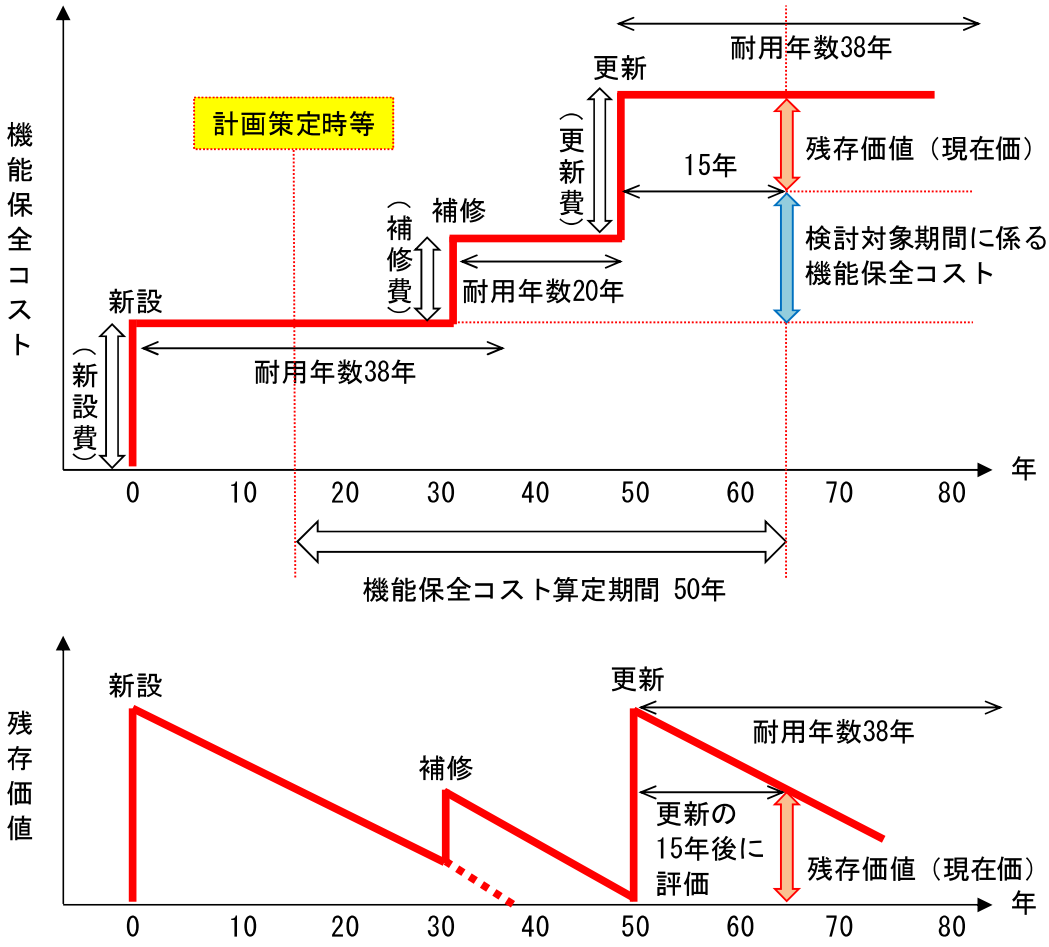


図-3.4　残存価値算定のイメージ

例）標準耐用年数 38 年の鉄筋コンクリート造建築物で、更新から 15 年が経過した時点の残存価値は、

更新費×（1－15 年／38 年）

となり、これを社会的割引率で現在価値に換算する。

3.6　機能保全計画の策定と見直し、および日常管理

機能診断評価結果を踏まえた機能保全対策工法と機能保全コスト等の検討結果を取りまとめ、対象荷さばき所の機能保全計画を策定する。その後は、日常管理計画に基づき日常管理を定期的に行い、施設の劣化状況の進行等を点検する。機能保全計画は、その後、機能保全対策の実施状況を踏まえ、見直すことを基本とする。

【解 説】

1. 機能保全計画の策定と見直し

機能診断調査結果を基に行った健全度評価結果、及びこれを踏まえた機能保全対策工法と機能保全コストの検討結果等を取りまとめ、対象となる荷さばき所の機能保全計画書を作成するものとする。機能保全計画書に含める内容を表-3.8 に示す。

表-3.8　機能保全計画の内容

機能保全計画書の内容
①荷さばき所の現状等の事前調査
②各部材・設備の機能診断調査（初回調査）
③各部材・設備の老朽化度評価の判定
④各部材・設備の健全度評価の判定
⑤各部材・設備の劣化進行の予測
⑥各部材・設備の機能保全対策工法の検討
⑦機能保全事業の実施シナリオ（複数案）
⑧シナリオ別機能保全コストの算定
⑨シナリオ別ライフサイクルコストの比較
⑩機能保全計画のまとめ
⑪日常管理計画

機能保全計画策定後、機能保全計画書の内容を基に必要に応じて順次、機能保全対策を実施し、また、継続的に日常管理を実施する。機能診断調査時に現地調査票に基づき判定した老朽化度について、機能保全対策の実施状況や日常管理結果を踏まえ、当初計画とずれが生じる場合には、機能保全計画の見直しを行うものとする。

2. 日常管理

これまでも管理者等の判断で、日常点検や定期点検、及び必要に応じた臨時点検を行っていると思われるが、今後は機能保全計画策定時に日常管理計画を作成し、機能保全対策の実施とともに、この計画に基づく日常管理・点検を定期的に行い、老朽化度の進行状況や異常を確認し、必要に応じた機能保全対策を行っていくものとする。

日常管理において実施する点検の種類等を表-3.9 に示す。

表-3.9　日常管理の点検種類と内容、頻度

点検の種類	目的と内容	実施時期、頻度等
日常点検	・機能診断調査で得られた各部材と設備の老朽化の進行状況の概略の確認や異常の確認のために行う。 ・管理者等が日常点検表に沿って、目視にて行う。	・概ね半年に1回行う。定期点検の時期と重なる場合は日常点検を省くことができる。 ・施設利用者からの情報提供等により管理者等の体制を補完。
定期点検	・機能診断調査で得られた各部材と設備の老朽化の進行状況を、機能診断時の調査内容と同様に評価する。 ・管理者等が機能診断調査で使用する現地調査表を用いて、目視等にて行う。但し、状況に応じて技術的知見を有する技術者に協力を求める。	・荷さばき所の建屋、岸壁屋根等の建築物は3年に1回、付帯設備と建築設備は1年に1回行う。
臨時点検	・一定規模以上の震度の地震発生後や台風の来襲後に施設の損傷や変状の有無を把握するために行う。 ・管理者等が目視にて行う。必要に応じて技術的知見を有する技術者による詳細調査を実施する。	・事案発生後、可能な限り速やかに実施する。 ・地震の規模については管理者等が決定する。 ・日常点検に割り当てることができる。

日常点検は、管理者等が巻末の参考資料に示す「荷さばき所日常点検表」に沿って、機能診断調査で得られた各部材と設備の老朽化の進行状況の概略の確認や異常の確認のために行う点検である。概ね半年に 1 回行うが、定期点検の時期と重なる場合は日常点検を省くことができる。また、施設利用者からの施設の異常等の情報提供を積極的に活用するため、施設利用者との関係を密にし、異常等があった場合に直ちに情報が伝わるような体制を日頃から整えておくことが重要である。但し、施設利用者からの施設の異常等の情報提供は日常点検とはならない。

定期点検は機能診断調査時に現地調査表に基づき判定した老朽化度について、その後の老劣化進行状況のチェックを行うものとする。管理者等が機能診断調査で使用する現地調査表を用いて、目視等にて行うものとするが、状況に応じて技術的知見を有する技術者に協力を求めることも検討する。建築基準法の第 12 条では、定期点検の頻度を建築物は 3 年に

1回、設備は1年に1回と定めている。第2章で示したように荷さばき所は建築基準法の第12条に該当しないが、これを参考として、荷さばき所の建屋、岸壁屋根等の建築物は3年に1回、付帯設備と建築設備は1年に1回行うものとする。

なお、それぞれの点検において、機能診断調査時に見られなかった異常や劣化が想定以上に進行していた場合は、対応を急ぐ必要がある。

臨時点検は、一定規模以上の震度の地震発生後や台風の来襲後に施設の損傷や変状の有無を把握するために行うもので、管理者等が目視にて行うものとする。この場合も、必要に応じて技術的知見を有する技術者による詳細調査を実施する。実施時期は、事案発生後、可能な限り速やかに実施するものとする。なお、地震の規模については管理者等が決定する。また、臨時点検は日常点検に割り当てることができる。

機能保全調査の初回点検、日常点検、定期点検、臨時点検等の点検頻度を表-3.10に整理した。

表-3.10　各点検の頻度一覧

点検種類		点検頻度	機能保全計画の策定後の年数										
			初回	半年	1年	1年半	2年	2年半	3年	3年半	4年	4年半	5年	・・・
機能保全調査（初回点検）		－	○							状況に応じて見直し、再点検				→
日常点検		1回／半年		○	△	○	△	○		○	△	○	△	
定期点検	建築物	1回／3年							○					
	設備	1回／年			○		○		○		○		○	
臨時点検		災害時等		災害発生後、可能な限り速やかに										→

△：日常点検は、設備の定期点検と重なる場合は建築物のみ行い、建築物と設備の定期点検と重なる場合は実施しなくて良い。

本ガイドラインでは、荷さばき所の管理者等が策定した機能保全計画を基に機能保全対策を実施する際には、一級建築士等の専門家に詳細調査や設計を委託し、対策工事等を実施することを想定している。

荷さばき所の機能診断調査において老朽化度評価等を行う者は、技術的知見を持つ技術者、例えば一級建築士等の有資格者や荷さばき所の衛生管理対策等の知見を有する技術者が行うことが望ましい。また、日常点検と定期点検は管理者等が行うものとする。

機能診断調査時の初回点検から日常管理、機能保全計画の見直しまでの流れ、実施者等を整理したものを図-3.5に示す。

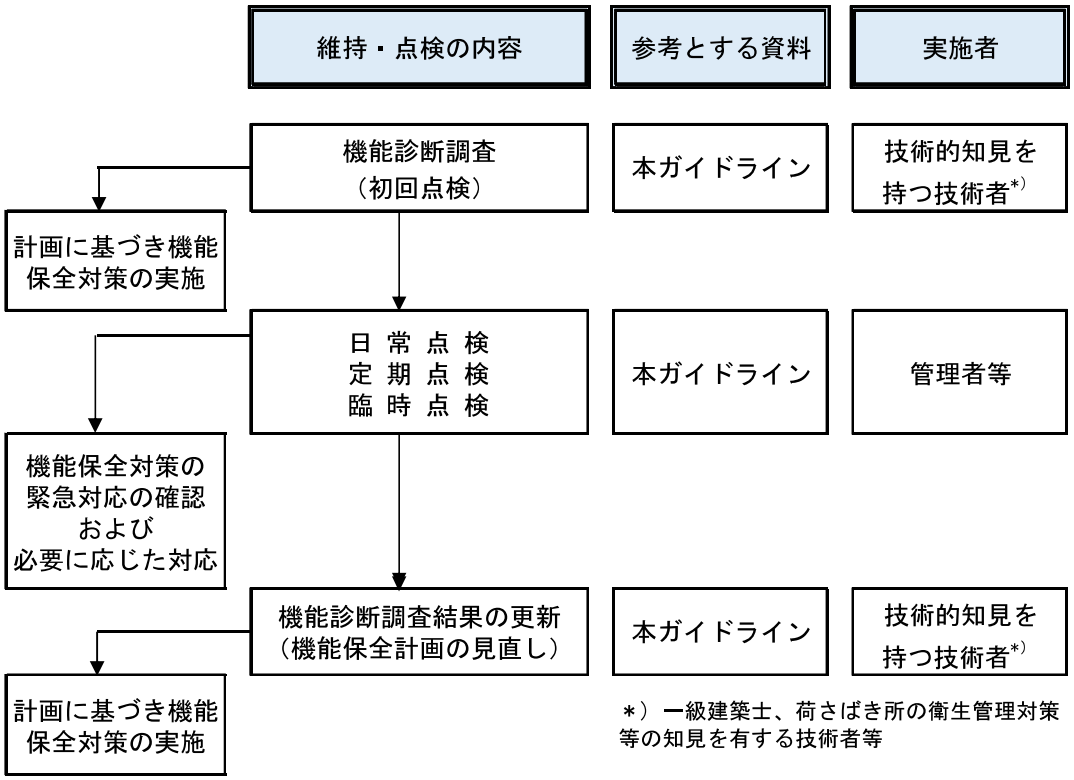


図-3.5　初回点検から日常管理、機能保全計画の見直しまでの流れ、実施者等

3.7　維持管理における施設情報の蓄積と活用、および新技術の採用

施設の劣化予測の高度化等、適切な対策工法を検討するためには、過去の機能診断調査や補修の履歴情報が必要となる。このため、施設ごとに履歴を整備するデータベースの構築を図ることが望ましい。また、施設の点検やセリの効率化のための新技術の採用に取り組むことも求められる。

【解 説】

1. 施設情報の蓄積と活用

ストックマネジメントの導入に当っては、荷さばき所の施設の諸元、部材や設備の劣化状況の点検結果や機能保全対策工事の実施状況等の様々な情報を随時、迅速に参照可能なシステムの導入が必要となる。例えば、点検においては目視や簡易点検、詳細調査等によって施設の変状や性能の変化を良く観察し、継続的にかつ客観的に把握しておくことが重要であり、また、施設利用者からの情報も貴重である。これらが適切な機能診断の基礎データとなる。

このため、施設諸元、日常点検・定期点検・臨時点検・機能診断調査で得られた経年的な点検・調査結果、劣化予測結果、補修履歴等に関するデータを整備する事は肝要な事であり、これに加えてストックマネジメントの円滑な運用には、これらを随時、容易に更新，検索，編集できるデータベース等のシステムの構築を通じて、施設情報の蓄積と活用を図ることが重要である。

2. 新技術の採用

荷さばき所の施設の点検において、建屋や岸壁屋根の上部の点検は容易ではない。この様な場合、ドローン等を活用し、安全に効率的に劣化調査を行うことができる。また、今後、荷さばき所の更新や改築等を行うタイミングに合わせて、電子セリの導入等、ＩｏＴ技術を採用し、作業の効率化を図る取り組み等も求められる。

参　考　資　料

参考資料－１

荷さばき所現地調査表

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-1】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建 屋

調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
構造部材共通	基礎	基礎周辺の沈下	目視（ﾒｼﾞｬｰ等による計測を含む、以下同じ） ・基礎周辺の沈下	a		周辺地盤と比較して3cm以上の段差がある。		H=
				b		ー		
				c		周辺地盤と比較して3cm未満の段差がある。		
				d		老朽化なし。		
構造部材 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造・鉄骨鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	柱	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、錆汁、白華、剥離、剥落、変形、損傷等	a		ひび割れに段差がある。		
						鉄筋が露出している。		
						剥離、剥落がある。		
						著しい変形、損傷がある。		
				b		全体的にひび割れがある。		
						全体的に錆汁がある。		
						骨材の露出がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的にひび割れがある。		
						部分的に錆汁がある。		
						白華がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	梁	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、錆汁、白華、剥離、剥落、変形、損傷等	a		ひび割れに段差がある。		
						鉄筋が露出している。		
						剥離、剥落がある。		
						著しい変形、損傷がある。		
				b		全体的にひび割れがある。		
						全体的に錆汁がある。		
						骨材の露出がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的にひび割れがある。		
						部分的に錆汁がある。		
						白華がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-2】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建屋

調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁港名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
構造部材鉄骨造	基礎	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等	a		コンクリートの剥落がある。		
				b		全体的にひび割れ、浮きがある。		
						全体的に錆汁、白華がある。		
				c		部分的にひび割れ、浮きがある。		
						部分的に錆汁、白華がある。		
				d		老朽化なし。		
	柱脚部	根巻きの劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等	a		コンクリートの剥落がある。		
				b		全体的にひび割れ、浮きがある。		
						全体的に錆汁、白華がある。		
				c		部分的にひび割れ、浮きがある。		
						部分的に錆汁、白華がある。		
				d		老朽化なし。		
		鉄骨部材の劣化、損傷	目視 ・錆、損傷等	a		著しい錆、損傷がある。		
				b		全体的に錆、損傷がある。		
				c		部分的に錆、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	柱	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等	a		著しい錆がある。		
						著しい塗装の剥離、剥落がある。		
						著しい変形、損傷がある。		
				b		全体的に錆がある。		
						全体的に塗装の剥離、剥落がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に錆がある。		
						部分的に塗装の剥離、剥落がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	梁	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等	a		著しい錆がある。		
						著しい塗装の剥離、剥落がある。		
						著しい変形、損傷がある。		
				b		全体的に錆がある。		
						全体的に塗装の剥離、剥落がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に錆がある。		
						部分的に塗装の剥離、剥落がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	ブレス	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等	a		著しい錆がある。		
						著しい塗装の剥離、剥落がある。		
						著しい変形、損傷がある。		
				b		全体的に錆がある。		
						全体的に塗装の剥離、剥落がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に錆がある。		
						部分的に塗装の剥離、剥落がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	接合部	劣化、損傷	目視 ・錆、損傷等	a		接合部に緩みがある。		
				b		全体的に錆、損傷がある。		
				c		部分的に錆、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位　　：衛生管理面で特に重要な部位　　：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-3】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建 屋

調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
屋根・屋上共通	屋根（金属板葺）	劣化、損傷	目視 ・腐食、変形、損傷等	a		著しい腐食、損傷がある。		
				b		全体的に腐食、損傷がある。		
				c		部分的に腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	屋上	防水の劣化、損傷	目視 ・防水層、保護層の浮き、ひび割れ、損傷、剥離等	a		著しいひび割れ、剥離、損傷がある。		
				b		全体的にひび割れ、剥離、損傷がある。		
				c		部分的に浮き、ひび割れがある。		
				d		老朽化なし。		
	排水溝	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、白華、損傷等	a		排水不良が見られる。		
				b		全体的にひび割れ、白華がある。		
				c		部分的にひび割れ、白華がある。		
				d		老朽化なし。		
	ルーフドレン	劣化、損傷	目視 ・錆、損傷等	a		排水不良が見られる。		
				b		全体的に錆、損傷がある。		
				c		部分的に錆、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	笠木	（モルタル、コンクリート） 劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、剥離、剥落等	a		著しいひび割れや剥落、脱落がある。		
				b		全体的にひび割れ、浮きがある。		
				c		部分的にひび割れ、浮きがある。		
				d		老朽化なし。		
		（金属製） 劣化、損傷	目視 ・錆、変形等	a		著しい錆、変形がある。		
				b		全体的に錆、変形がある。		
				c		部分的に錆、変形がある。		
				d		老朽化なし。		
	パラペット	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等	a		著しいひび割れや剥落、脱落がある。		
						著しい錆汁、白華がある。		
				b		全体的にひび割れ、浮きがある。		
						全体的に錆汁、白華がある。		
				c		部分的にひび割れ、浮きがある。		
						部分的に錆汁、白華がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-4】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建屋

調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁港名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
外壁回り共通	外壁（コンクリート、ALC等）	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥離、剥落等	a		コンクリートの剥落がある。		
				b		全体的にひび割れ、浮きがある。		
						全体的に錆汁、白華がある。		
				c		部分的にひび割れ、浮きがある。		
						部分的に錆汁、白華がある。		
				d		老朽化なし。		
	外壁仕上げ材	（金属系サイディング） 劣化、損傷	目視 ・変色、錆、変形等	a		著しい錆、変形がある。		
				b		全体的に変形がある。		
						全体的に変色、錆がある。		
				c		部分的に変形がある。		
						部分的に変色、錆がある。		
				d		老朽化なし。		
		（タイル） 劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、白華、剥落等	a		タイルの剥落がある。		
				b		全体的にタイルのひび割れがある。		
						全体的にタイルの白華がある。		
				c		部分的にタイルのひび割れがある。		
						部分的にタイルの白華がある。		
				d		老朽化なし。		
	外壁塗装	劣化、損傷	目視 ・チョーキング、割れ、浮き、剥離、剥落等	a		塗装の剥落がある。		
				b		全体的に塗装の割れがある。		
						全体的に塗装の浮き、剥離が見られる。		
						全体的に塗装のチョーキングが見られる。		
				c		部分的に塗装の割れがある。		
						部分的に塗装の浮き、剥離が見られる。		
						部分的に塗装のチョーキングが見られる。		
				d		老朽化なし。		
	外壁目地（各種仕上げのシーリング）	劣化、損傷	目視 ・剥離、破損等	a		著しい破損がある。		
				b		全体的に剥離、破損がある。		
				c		部分的に剥離、破損がある。		
				d		老朽化なし。		
	雨樋	劣化、損傷	目視 ・変色、変形、支持金具の損傷等	a		排水不良が見られる。		
				b		全体的に支持金具の損傷がある。		
						全体的に変色、変形がある。		
				c		部分的に支持金具の損傷がある。		
						部分的に変色、変形がある。		
				d		老朽化なし。		
	庇	柱、梁の劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、剥落、金属部の錆等	a		著しい腐食、損傷がある。		
				b		全体的にひび割れがある。		
						全体的に錆がある。		
				c		部分的にひび割れがある。		
						部分的に錆がある。		
				d		老朽化なし。		
		天井の劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、剥落、金属部の錆等	a		著しい腐食、損傷がある。		
				b		全体的にひび割れがある。		
						全体的に錆がある。		
				c		部分的にひび割れがある。		
						部分的に錆がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-5】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建 屋

調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
天井・内壁共通	天井	（ボード貼り等）劣化、損傷	目視 ・たわみ、漏水痕、脱落、点検口の損傷等	a		脱落がある。		
						漏水がある。		
						点検口に開閉不良が見られる。		
				b		全体的にたわみがある。		
						全体的に漏水痕がある。		
						点検口に大きなずれ、損傷がある。		
				c		部分的にたわみがある。		
						部分的に漏水痕がある。		
						点検口に若干のずれ、損傷がある。		
						汚れ、変色がある。		
				d		老朽化なし。		
	天井下地、屋根裏（天井なし）	（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ）劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等	a		コンクリートの剥落がある。		
				b		全体的にひび割れ、浮きがある。		
						全体的に錆汁、白華がある。		
				c		部分的にひび割れ、浮きがある。		
						部分的に錆汁、白華がある。		
						汚れ、変色がある。		
				d		老朽化なし。		
		（鉄構造）劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等	a		著しい錆がある。		
						著しい塗装の剥離、剥落がある。		
						著しい変形、損傷がある。		
				b		全体的に錆がある。		
						全体的に塗装の剥離、剥落がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に錆がある。		
						部分的に塗装の剥離、剥落がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
						汚れ、変色がある。		
				d		老朽化なし。		
	内壁	（コンクリート）劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等	a		コンクリートの剥落がある。		
				b		全体的にひび割れ、浮きがある。		
						全体的に錆汁、白華がある。		
				c		部分的にひび割れ、浮きがある。		
						部分的に錆汁、白華がある。		
				d		老朽化なし。		
		（鉄板）劣化、損傷	目視 ・変色、錆、変形等	a		著しい錆、変形がある。		
				b		全体的に変色、錆がある。		
						全体的に変形がある。		
				c		部分的に変色、錆がある。		
						部分的に変形がある。		
				d		老朽化なし。		
		（ボード）劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、変色、漏水痕、損傷等	a		著しい損傷がある。		
						漏水がある。		
				b		全体的にひび割れ、変色がある。		
						全体的に漏水痕がある。		
				c		部分的にひび割れ、変色がある。		
						部分的に漏水痕がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-6】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建 屋

調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
床共通	床	（コンクリート打放し）劣化、損傷	目視 ・亀裂、段差、水はけ等	a		著しい亀裂、段差がある。※1		
						全体的に水はけが悪く、多くの水溜まりができている。		
				b		全体的に亀裂、段差がある。※2		
						部分的に水溜まりができている。		
				c		部分的に亀裂、段差がある。※3		
				d		老朽化なし。		
		（塗り床）劣化、損傷	目視 ・亀裂、剥離、摩耗、水はけ等	a		著しい亀裂、浮き、段差、欠損がある。		
						全体的に水はけが悪く、多くの水溜まりができている。		
						全体的に摩耗により滑りやすくなっている。		
				b		全体的に亀裂、浮き、段差、欠損がある。		
						部分的に水溜まりができている。		
						部分的に摩耗により滑りやすくなっている。		
				c		部分的に亀裂、浮き、段差、欠損がある。		
				d		老朽化なし。		
	排水設備	側溝の劣化、損傷	目視 ・側溝の損傷等	a		排水不良が見られる。		
				b		全体的に損傷がある。		
				c		部分的に損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
		グレーチングの劣化、損傷	目視 ・グレーチングの錆、損傷、段差等	a		著しい腐食、欠損、段差、がたつきがある。※1		
				b		全体的に段差やがたつきがある。※2		
						全体的に錆、損傷がある。		
				c		若干の段差がある。※3		
						部分的に錆、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
階段共通	階段	（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ）劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等	a		コンクリートの剥落がある。		
				b		全体的にひび割れ、浮きがある。		
						全体的に錆汁、白華がある。		
				c		部分的にひび割れ、浮きがある。		
						部分的に錆汁、白華がある。		
				d		老朽化なし。		
		（鉄骨又は金属部）劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等	a		著しい錆がある。		
						著しい塗装の剥離、剥落がある。		
						著しい変形、損傷がある。		
				b		全体的に錆がある。		
						全体的に塗装の剥離、剥落がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に錆がある。		
						部分的に塗装の剥離、剥落がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

※1　フォークリフトや台車の走行が危険であり、走行時に運搬物が落下する。

※2　フォークリフトや台車の走行がやや困難である。

※3　フォークリフトや台車の走行には特に支障がない。

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-7】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建 屋　　調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
建具共通	扉	劣化、損傷	目視 ・塗装の剥落、錆、変形等	a		腐食、変形による作動不良が見られる。※1		
				b		全体的に腐食がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に腐食がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	窓	劣化、損傷	目視 ・腐食、ガラス及びシール材の損傷等	a		腐食、損傷による作動不良が見られる。		
				b		全体的に腐食、損傷がある。		
						全体的にシール材の損傷がある。		
				c		部分的に腐食、損傷がある。		
						部分的にシール材の損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	シャッター、オーバースライダー	面（スラット）の劣化、損傷	目視 ・塗装の剥落、錆、変形等	a		腐食、変形による作動不良が見られる。※2		
				b		全体的に腐食がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に腐食がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
		ガイドレールの劣化、損傷	目視 ・塗装の剥落、錆、変形等	a		腐食、変形による作動不良が見られる。※2		
				b		全体的に腐食がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に腐食がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
		駆動部の劣化、損傷	目視 ・錆、変形等	a		腐食、変形による作動不良が見られる。※2		
				b		全体的に腐食がある。		
						全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に腐食がある。		
						部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	ドックシェルター	劣化、損傷	目視 ・ゴム及びウレタンフォーム等の劣化、損傷等	a		著しい変形、損傷がある。		
				b		全体的に変形、損傷がある。		
				c		部分的に変形、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

※1　扉の開閉作業に時間がかかる、動線の変更が余儀なくされる。

※2　シャッターの開閉作業に時間がかかる、動線の変更が余儀なくされる。

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-8】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建 屋　　調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法			老朽化度の判断基準	判定結果	計測寸法（最大値）
建築設備 電気設備	照明器具（非常用を含む）	劣化、損傷、点灯不良	目視 ・腐食、損傷、点灯状況等	a		異音、異臭、点灯不良がある。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	スイッチ・コンセント（外部コンセントを含む）	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷、スパーク痕等	a		異音、異臭がある（コンセントのスパーク痕等）。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	避難口誘導灯	劣化、損傷、点灯不良	目視 ・腐食、損傷、点灯状況等	a		点灯不良がある。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
建築設備 機械設備	換気設備	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷、異音等	a		腐食、損傷による作動不良が見られる。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	空調設備	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷、異音等	a		腐食、損傷による作動不良が見られる。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	給水設備	給水管及び水栓の劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等	a		腐食、損傷による作動不良が見られる。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	屋内消火栓	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等	a		腐食、損傷による作動不良が見られる。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	屋外消火栓	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等	a		腐食、損傷による作動不良が見られる。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	避雷針	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等	a		腐食、損傷による作動不良が見られる。		
				b		著しい腐食、損傷がある。		
				c		軽微な腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所施設現地調査表

【様式1-9】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建屋（衛生管理面）

調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁　港　名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施　設　名		調査を実施した全範囲		No.　　～No.		スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
屋根・屋上共通	防鳥設備（ワイヤー、剣山等）	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等	a		著しい腐食、損傷により機能低下が見られる。		
				b		全体的に腐食、損傷がある。		
				c		部分的に腐食、損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
天井・内壁共通	防鳥ネット	劣化、損傷	目視 ・損傷等	a		著しい損傷により機能低下が見られる。		
				b		全体的に損傷がある。		
				c		部分的に損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
床共通	区画ライン	床面標示の劣化	目視 ・摩耗、剥離等	a		著しい摩耗、剥離により機能低下が見られる。		
				b		全体的に摩耗、剥離がある。		
				c		部分的に摩耗、剥離がある。		
				d		老朽化なし。		
建築設備衛生設備	長靴消毒槽	劣化、損傷	目視 ・損傷等	a		著しい損傷により機能低下が見られる。		
				b		全体的に損傷がある。		
				c		部分的に損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	手洗い設備	劣化、損傷	目視 ・損傷等	a		著しい損傷により機能低下が見られる。		
				b		全体的に損傷がある。		
				c		部分的に損傷がある。		
				d		老朽化なし。		
	トイレ	劣化、損傷	目視 ・損傷等	a		著しい損傷により機能低下が見られる。		
				b		全体的に損傷がある。		
				c		部分的に損傷がある。		
				d		老朽化なし。		

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所施設現地調査表

【様式2-1】

【調査結果記入シート：機器毎に作成】

付帯設備（機械）　　調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁　港　名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施　設　名		設 備 名					

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査項目	調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
機器名 機械設備	絶縁抵抗値	絶縁抵抗測定	a		0.2MΩ以下		MΩ
			b		1MΩ以下		
			c		1MΩ～20MΩ		
			d		20MΩ以上		
	動作状況	目視	a		設備能力の低下が明瞭にある。		
			b		作動が不自然であり、設備能力の低下が多少ある。		
			c		多少の変調は見られるが、設備能力の低下はない。		
			d		老朽化なし。		
	塗装の状況	目視	a		著しい浮きや剥離が見られる。		
			b		全体的に浮きや剥離が見られる。		
			c		部分的に浮きや剥離が見られる。		
			d		老朽化なし。		
	グリスの状況	目視、点検報告書	a		グリスの充填の周期が早い。		
			b		グリス飛散が明瞭にある。		
			c		グリスの飛散が多少見られる。		
			d		老朽化なし。		
	発錆・腐食	目視	a		可動部に著しい発錆・腐食が見られる。		
			b		可動部の全体的に発錆・腐食が見られる。		
			c		可動部の部分的に発錆、腐食が見られる。		
			d		老朽化なし。		
	摩耗	目視	a		可動部の摩耗が著しく、設備能力の低下も大きい。		
			b		可動部の全体的に摩耗があり、設備能力の低下もある。		
			c		可動部の部分的に摩耗が見られる。		
			d		老朽化なし。		
	異音・振動	目視	a		異音・振動が著しく、設備能力の低下も大きい。		
			b		全体的に異音・振動があり、設備能力の低下もある。		
			c		部分的に異音・振動はあるが、運転上の問題はない。		
			d		老朽化なし。		
	発熱	目視	a		著しい発熱があり、設備能力の低下も大きい。		
			b		全体的に発熱があり、設備能力の低下もある。		
			c		部分的に発熱があるが、運転上の問題はなし。		
			d		老朽化なし。		
	目詰まり・閉塞	目視	a		著しい目詰まり等があり、設備能力の低下も大きい。		
			b		全体的に目詰まり等があり、設備能力の低下もある。		
			c		部分的に目詰まり等が見られるが運転上問題ない。		
			d		老朽化なし。		
	変形・損傷	目視	a		変形・損傷が著しい。		
			b		変形・損傷が全体的に見られる。		
			c		変形・損傷が部分的に見られる。		
			d		老朽化なし。		
老朽化度総合判定							

※各調査項目の内、最も悪い判定を対象機器の老朽化度とする。

荷さばき所施設現地調査表

【様式3-1】

【調査結果記入シート：機器毎に作成】

付帯設備（電気）　　調査年月日：　　年　月　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		設 備 名					

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象範囲	調査項目	調査方法	老朽化度の判断基準			判定結果	計測寸法（最大値）
機器名 電気設備	動作状況	目視	a		設備能力の低下が明瞭にある。		
			b		作動が不自然であり、設備能力の低下が多少ある。		
			c		多少の変調は見られるが、設備能力の低下はない。		
			d		老朽化なし。		
	汚損	目視	a		構成部品、接続部、端子部等に著しい汚損が見られる		
			b		構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に汚損が見られる		
			c		構成部品、接続部、端子部等の部分的に汚損が見られる。		
			d		老朽化なし。		
	発錆	目視	a		構成部品、接続部、端子部等に著しい錆が見られる。		
			b		構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に錆が見られる。		
			c		構成部品、接続部、端子部等の部分的に錆が見られる。		
			d		老朽化なし。		
	腐食	目視	a		構成部品、接続部、端子部等に著しい腐食が見られる。		
			b		構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に腐食が見られる。		
			c		構成部品、接続部、端子部等の部分的に腐食が見られる。		
			d		老朽化なし。		
	変色	目視	a		構成部品、接続部、端子部等に著しい変色が見られる。		
			b		構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に変色が見られる。		
			c		構成部品、接続部、端子部等の部分的に変色が見られる。		
			d		老朽化なし。		
	変形	目視	a		構成部品、接続部、端子部等に著しい変形が見られる。		
			b		構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に変形が見られる。		
			c		構成部品、接続部、端子部等の部分的に変形が見られる。		
			d		老朽化なし。		
老朽化度総合判定							

※各調査項目の内、最も悪い判定を対象機器の老朽化度とする。

参考資料－２

老朽化度の評価基準別の写真事例

■建屋

1．構造部材

1-1．鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造

①基礎　②柱・梁

1-2．鉄骨造

①基礎　②柱脚部（根巻き）　③柱脚部（鉄骨部材）　④柱・梁・ブレス　⑤接合部

2．屋根・屋上

①屋根（金属・板葺）　②屋上（防水）　③排水溝　④ルーフドレン　⑤笠木（モルタル、コンクリート）　⑥笠木（金属製）　⑦パラペット

3．外壁回り

①外壁（コンクリート、ALC、モルタル等）　②外壁仕上げ材（タイル）　③外壁塗装　④外壁目地（各種仕上げのシーリング）　⑤雨樋　⑥庇（柱、梁）　⑦庇（天井）

4．天井・内壁

①天井（ボード貼り等）　②天井下地、屋根裏（天井なし）（鉄筋コンクリート）　③天井下地、屋根裏（天井なし）（鉄構造）　④内壁（コンクリート）　⑤内壁（鉄板）　⑥内壁（ボード）

5．床

①床（コンクリート打放し）　②床（塗り床）　③排水設備（側溝）　④排水設備（グレーチング）

6．階段

①階段（鉄骨又は金属部）

7．建具

①扉　②窓　③シャッター、オーバースライダー（面（スラット））　④シャッター、オーバースライダー（ガイドレール）　⑤シャッター、オーバースライダー（駆動部）

8．建築設備

8-1．電気設備

①照明器具　②スイッチ・コンセント　③避難口誘導灯

8-2．機械設備

①換気設備　②空調設備　③給水設備　④屋内消火栓

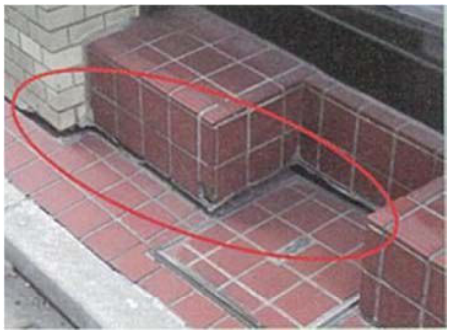
9．建屋（衛生管理面）

①床　区画ライン

1. 構造部材

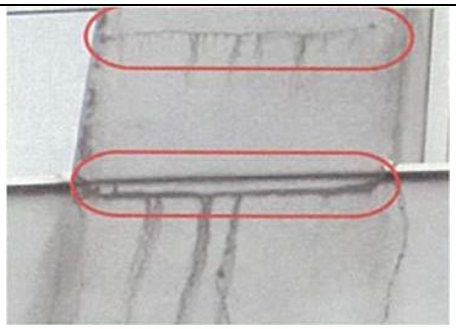
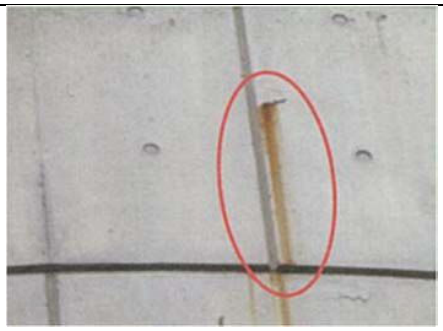
1-1. 鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造

①基礎

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】周辺地盤と比較して 3cm 未満の段差がある。	

②柱・梁

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】ひび割れに段差がある。	 【判定】鉄筋が露出している。
	 【判定】剥離、剥落がある。	 【判定】著しい変形、損傷がある。

<table>
<tr><th>老朽化度</th><th colspan="2">状況写真（参考）</th></tr>
<tr><td>b</td><td>
【判定】全体的にひび割れがある。</td><td>
【判定】骨材の露出がある。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">c</td><td> 
【判定】部分的にひび割れがある。</td><td> 
【判定】部分的に錆汁がある。</td></tr>
<tr><td>
【判定】部分的に変形、損傷がある。</td><td></td></tr>
</table>

1-2. 鉄骨造

①基礎

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】部分的にひび割れ、浮きがある。	

②柱脚部（根巻き）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】コンクリートの剥落がある。	
c	 【判定】部分的にひび割れ、浮きがある。	 【判定】部分的に錆汁、白華がある。

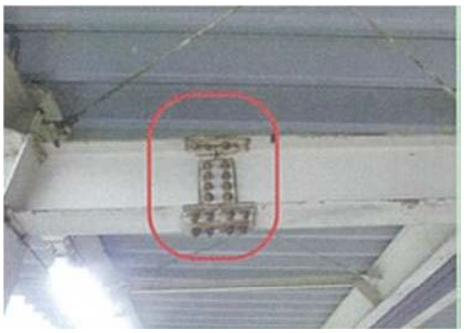
③柱脚部（鉄骨部材）

老朽化度	状況写真（参考）	
b	 【判定】全体的に錆、損傷がある。	
c	 【判定】部分的に錆、損傷がある。	

④柱・梁・ブレス

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい錆がある。	 【判定】著しい変形、損傷がある。
b	 【判定】全体的に錆がある。	 【判定】部分的に塗装の剥離、剥落がある。
c	 【判定】部分的に錆がある。	

⑤接合部

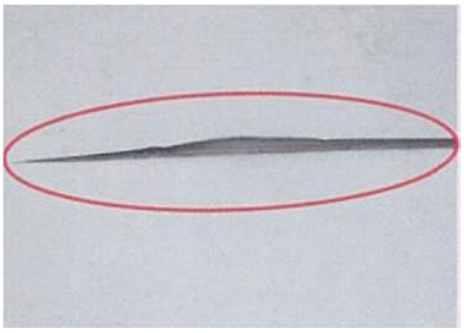
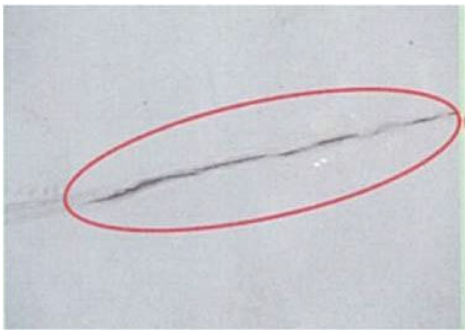
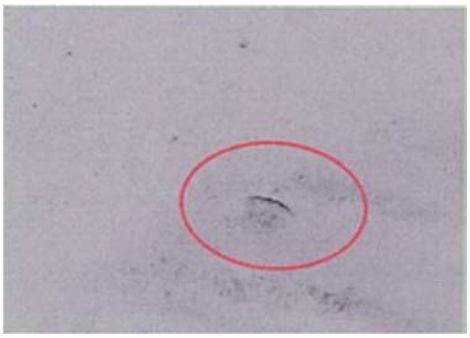
老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】接合部に緩みがある。	
b	 【判定】全体的に錆、損傷がある。	
c	 【判定】部分的に錆、損傷がある。	

2. 屋根・屋上

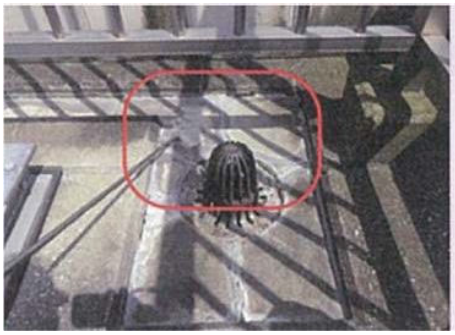
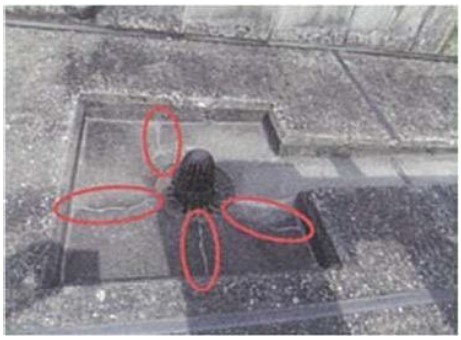
①屋根（金属・板葺）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
b	 【判定】全体的に腐食、損傷がある。	
c	 【判定】部分的に腐食、損傷がある。	

②屋上（防水）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
b	 【判定】全体的にひび割れ、剥離、損傷がある。	
c	 【判定】部分的に浮き、ひび割れがある。	

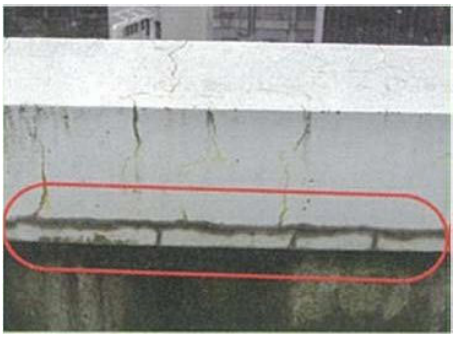
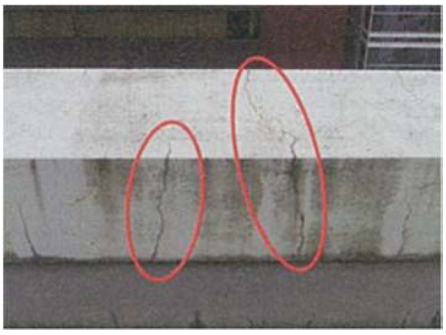
③排水溝

老朽化度	状況写真（参考）	
b	 【判定】全体的にひび割れ、白華がある。	
c	 【判定】部分的にひび割れ、白華がある。	

④ルーフドレン

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】排水不良が見られる。	
b	 【判定】全体的に錆、損傷がある。	

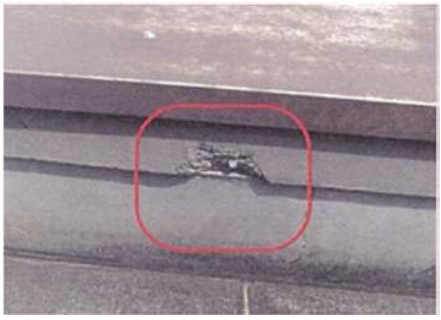
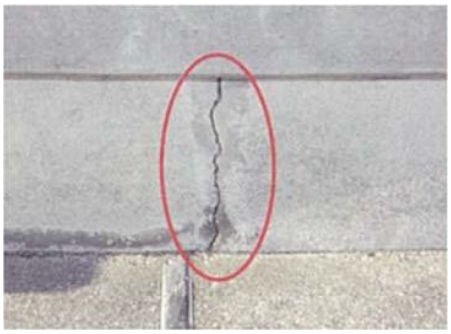
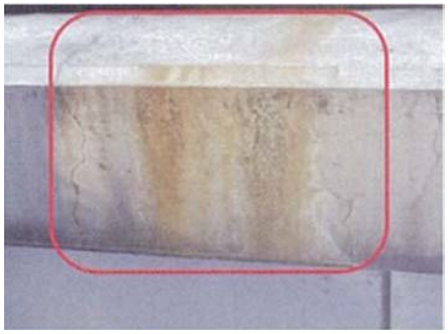
⑤笠木（モルタル、コンクリート）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しいひび割れや剥落、脱落がある。	
b	 【判定】全体的にひび割れ、浮きがある。	
c	 【判定】部分的にひび割れ、浮きがある。	

⑥笠木（金属製）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい錆、変形がある。	
b	 【判定】全体的に錆、損傷がある。	

⑦パラペット

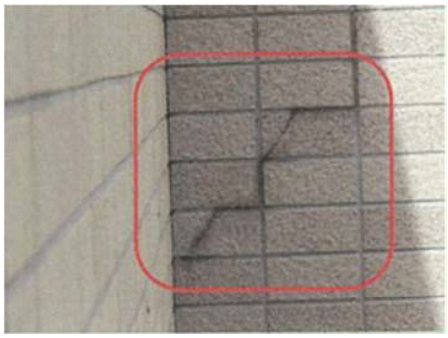
老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しいひび割れや剥落、脱落がある。	
c	 【判定】部分的にひび割れ、浮きがある。	 【判定】部分的に錆汁、白華がある。

3. 外壁回り

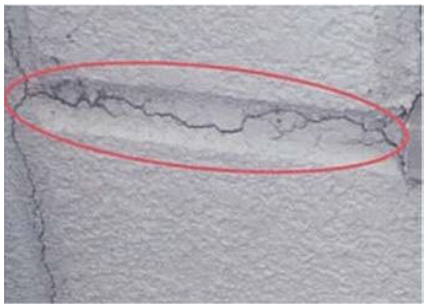
①外壁（コンクリート、ALC、モルタル等）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】コンクリートの剥落がある。	
b	 【判定】全体的に錆汁、白華がある。	
c	 【判定】部分的にひび割れ、浮き、剥がれがある。	 【判定】部分的に錆汁、白華がある。

②外壁仕上げ材（タイル）

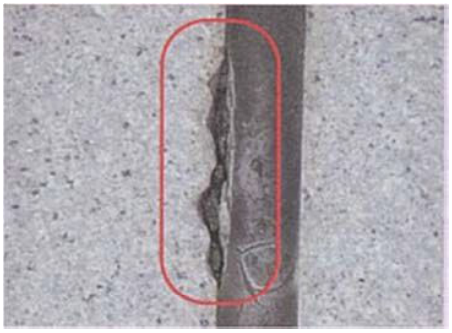
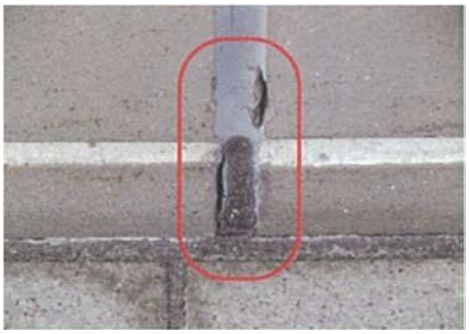
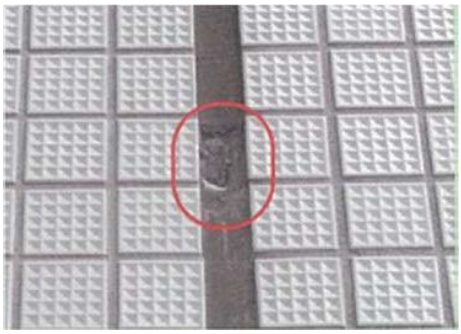
<table>
<tr><th>老朽化度</th><th colspan="2">状況写真（参考）</th></tr>
<tr><td>a</td><td>
【判定】タイルの剥落がある。</td><td></td></tr>
<tr><td>c</td><td> 
【判定】部分的にタイルのひび割れがある。</td><td>
【判定】部分的にタイルの白華がある。</td></tr>
</table>

③外壁塗装

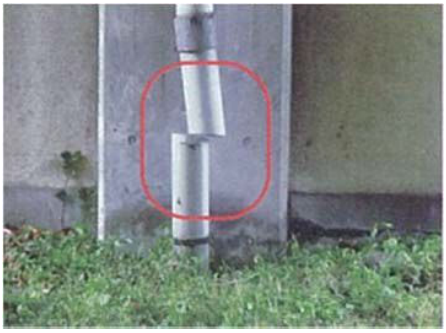
<table>
<tr><th>老朽化度</th><th colspan="2">状況写真（参考）</th></tr>
<tr><td>a</td><td>
【判定】塗装の剥落がある。</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">b</td><td> 
【判定】全体的に塗装の割れがある。</td><td>
【判定】全体的に塗装の浮き、剥離が見られる。</td></tr>
<tr><td>
【判定】全体的に塗装のチョーキングが見られる。</td><td></td></tr>
</table>

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】部分的に塗装の割れがある。	 【判定】部分的に塗装の浮き、剥離が見られる。

④外壁目地（各種仕上げのシーリング）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい破損がある。	
b	 【判定】全体的に剥離、破損がある。	
c	 【判定】部分的に剥離、破損がある。	

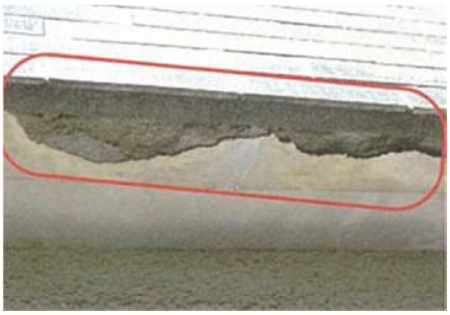
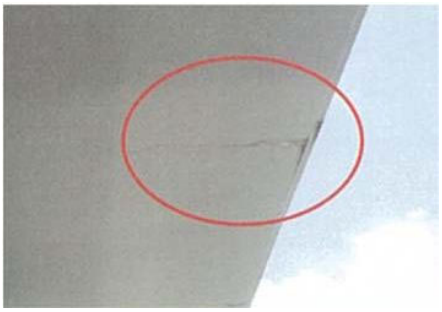
⑤雨樋

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】排水不良が見られる。	
b	 【判定】全体的に変色、変形がある。	
c	 【判定】部分的に変色、変形がある。	

⑥庇（柱、梁）

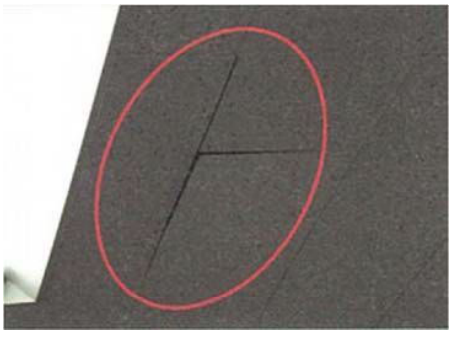
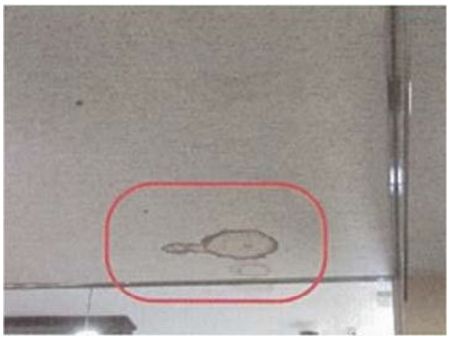
老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
b	 【判定】全体的に錆がある。	
c	 【判定】部分的に錆がある。	

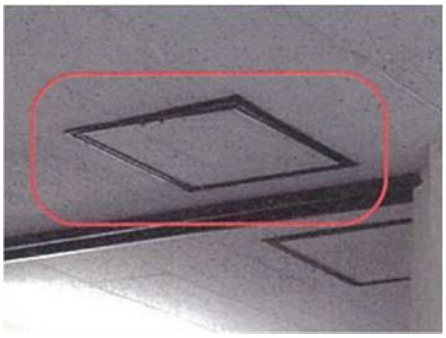
⑦庇（天井）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
c	 【判定】部分的にひび割れがある。	 【判定】部分的に錆がある。

4. 天井・内壁

①天井（ボード貼り等）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】脱落がある。	 【判定】点検口に開閉不良が見られる。
b	 【判定】全体的に漏水痕がある。	
c	 【判定】部分的にたわみがある。	 【判定】部分的に漏水痕がある。

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】点検口に若干のずれ、損傷がある。	

②天井下地、屋根裏（天井なし）　（鉄筋コンクリート）

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】汚れ、変色がある。	

③天井下地、屋根裏（天井なし）　（鉄構造）

老朽化度	状況写真（参考）	
b	 【判定】部分的に塗装の剥離、剥落がある。	

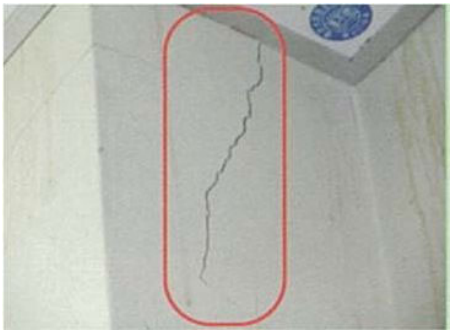
④内壁（コンクリート）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】コンクリートの剥落がある。	
c	 【判定】部分的に錆汁、白華がある。	

⑤内壁（鉄板）

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】部分的に変色、錆がある。	

⑥内壁（ボード）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい損傷がある。	
c	 【判定】部分的にひび割れ、変色がある。	 【判定】部分的に漏水痕がある。

5. 床

①床（コンクリート打放し）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい亀裂、段差がある。	 【判定】全体的に水はけが悪く、多くの水溜まりができている。
b	 【判定】全体的に亀裂、段差がある。	 【判定】部分的に水溜まりができている。
c	 【判定】部分的に亀裂、段差がある。	

②床（塗り床）

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】部分的に亀裂、浮き、段差、欠損がある。	

③排水設備（側溝）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】排水不良が見られる。	

④排水設備（グレーチング）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい腐食、欠損、段差、がたつきがある。	
b	 【判定】全体的に錆、損傷がある。	
c	 【判定】部分的に錆、損傷がある。	

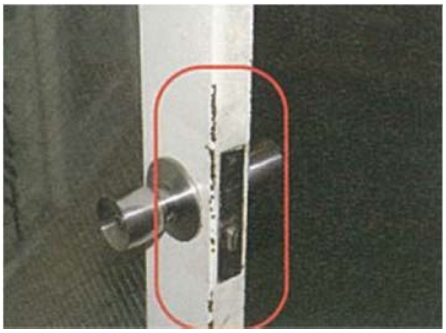
6. 階段

①階段（鉄骨又は金属部）

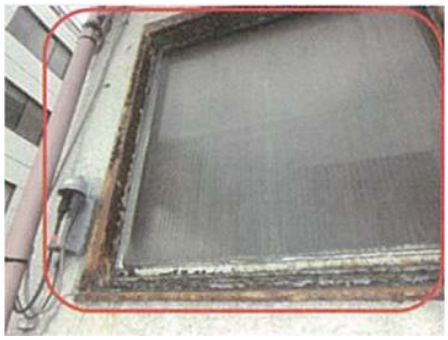
老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】著しい錆がある。	 【判定】著しい変形、損傷がある。
b	 【判定】全体的に錆がある。	

7. 建具

①扉

老朽化度	状況写真（参考）	
c		
	【判定】部分的に腐食がある。	【判定】部分的に変形、損傷がある。

②窓

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】腐食、損傷による作動不良が見られる。	
b	 【判定】全体的に腐食、損傷がある。	
c	 【判定】部分的に腐食、損傷がある。	 【判定】部分的にシール材の損傷がある。

③シャッター、オーバースライダー（面（スラット））

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】腐食、変形による作動不良が見られる。	
b	 【判定】全体的に腐食がある。	 【判定】全体的に変形、損傷がある。
c	 【判定】部分的に腐食がある。	 【判定】部分的に変形、損傷がある。

④シャッター、オーバースライダー（ガイドレール）

老朽化度	状況写真（参考）	
b	 【判定】全体的に腐食がある。	
c	 【判定】部分的に腐食がある。	

⑤シャッター、オーバースライダー（駆動部）

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】腐食、変形による作動不良が見られる。	
b	 【判定】全体的に変形、損傷がある。	
c	 【判定】部分的に腐食がある。	 【判定】部分的に変形、損傷がある。

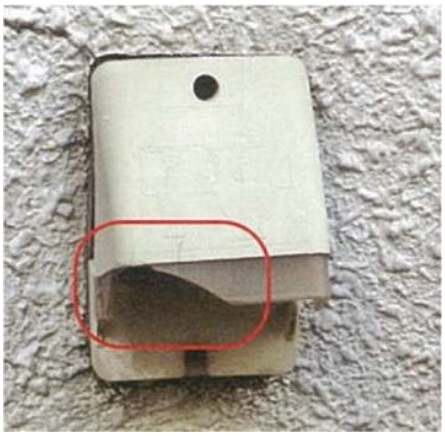
8. 建築設備

8-1. 電気設備

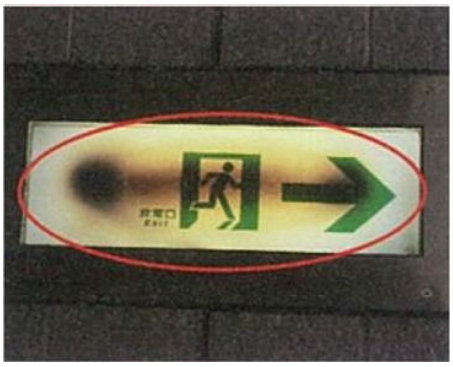
①照明器具

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】異音、異臭、点灯不良がある。	
b	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
c	 【判定】軽微な腐食、損傷がある。	

②スイッチ・コンセント

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】異音、異臭がある。	
b	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
c	 【判定】軽微な腐食、損傷がある。	

③避難口誘導灯

老朽化度	状況写真（参考）	
b	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
c	 【判定】軽微な腐食、損傷がある。	

8-2. 機械設備

①換気設備

老朽化度	状況写真（参考）	
b	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
c	 【判定】軽微な腐食、損傷がある。	

②空調設備

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】軽微な腐食、損傷がある。	

③給水設備

老朽化度	状況写真（参考）	
b	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
c	 【判定】軽微な腐食、損傷がある。	

④屋内消火栓

老朽化度	状況写真（参考）	
a	 【判定】腐食、損傷による作動不良が見られる。	
b	 【判定】著しい腐食、損傷がある。	
c	 【判定】軽微な腐食、損傷がある。	

9. 建屋（衛生管理面）

①床　区画ライン

老朽化度	状況写真（参考）	
c	 【判定】部分的に摩耗、剥離がある。	

【参考文献】

・一般財団法人建築保全センター：施設管理者のための建築物の簡易な劣化判定ハンドブック【平成 31 年版】

参考資料－３

荷さばき所日常点検表

荷さばき所日常点検表

【様式4-1】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建 屋

調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		調査を実施した全範囲	No.　　～No.			スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、異常・変状の有無をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	異常・変状の有無		特記すべき状況（異常、変状のあったスパンNo、写真番号等）
				有り	無し	
構造部材共通	基礎	基礎周辺の沈下	目視 ・基礎周辺の沈下			
構造部材鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造・鉄骨鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	柱	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、錆汁、白華、剥離、剥落、変形、損傷等			
	梁	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、錆汁、白華、剥離、剥落、変形、損傷等			
構造部材鉄骨造	基礎	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等			
	柱脚部	根巻きの劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等			
		鉄骨部材の劣化、損傷	目視 ・錆、損傷等			
	柱	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等			
	梁	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等			
	ブレス	劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等			
	接合部	劣化、損傷	目視 ・錆、損傷等			
屋根・屋上共通	屋根 （金属板葺）	劣化、損傷	目視 ・腐食、変形、損傷等			
	屋上	防水の劣化、損傷	目視 ・防水層、保護層の浮き、ひび割れ、損傷、剥離等			
	排水溝	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、白華、損傷等			
	ルーフドレン	劣化、損傷	目視 ・錆、損傷等			
	笠木	（モルタル、コンクリート） 劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、剥離、剥落等			
		（金属製） 劣化、損傷	目視 ・錆、変形等			
	パラペット	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等			
外壁回り共通	外壁 （コンクリート、ALC等）	劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥離、剥落等			
	外壁仕上げ材	（金属系サイディング） 劣化、損傷	目視 ・変色、錆、変形等			
		（タイル） 劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、白華、剥落等			
	外壁塗装	劣化、損傷	目視 ・チョーキング、割れ、浮き、剥離、剥落等			
	外壁目地 （各種仕上げのシーリング）	劣化、損傷	目視 ・剥離、破損等			
	雨樋	劣化、損傷	目視 ・変色、変形、支持金具の損傷等			
	庇	柱、梁の劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、剥落、金属部の錆等			
		天井の劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、剥落、金属部の錆等			

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	異常・変状の有無		特記すべき状況 （異常、変状のあったスパンNo、写真番号等）
				有り	無し	
天井・内壁共通	天井	（ボード貼り等） 劣化、損傷	目視 ・たわみ、漏水痕、脱落、点検口の損傷等			
	天井下地、屋根裏（天井なし）	（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ） 劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等			
		（鉄構造） 劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等			
	内壁	（コンクリート） 劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等			
		（鉄板） 劣化、損傷	目視 ・変色、錆、変形等			
		（ボード） 劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、変色、漏水痕、損傷等			
床共通	床	（コンクリート打放し） 劣化、損傷	目視 ・亀裂、段差、水はけ等			
		（塗り床） 劣化、損傷	目視 ・亀裂、剥離、摩耗、水はけ等			
	排水設備	側溝の劣化、損傷	目視 ・側溝の損傷等			
		グレーチングの劣化、損傷	目視 ・グレーチングの錆、損傷、段差等			
階段共通	階段	（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ） 劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、浮き、錆汁、白華、剥落等			
		（鉄骨又は金属部） 劣化、損傷	目視 ・錆、塗装の剥離、変形、損傷等			
建具共通	扉	劣化、損傷	目視 ・塗装の剥落、錆、変形等			
	窓	劣化、損傷	目視 ・腐食、ガラス及びシール材の損傷等			
	シャッター、オーバースライダー	面（スラット）の劣化、損傷	目視 ・塗装の剥落、錆、変形等			
		ガイドレールの劣化、損傷	目視 ・塗装の剥落、錆、変形等			
		駆動部の劣化、損傷	目視 ・錆、変形等			
	ドックシェルター	劣化、損傷	目視 ・ゴム及びウレタンフォーム等の劣化、損傷等			
建築設備電気設備	照明器具（非常用を含む）	劣化、損傷、点灯不良	目視 ・腐食、損傷、点灯状況等			
	スイッチ・コンセント（外部コンセントを含む）	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷、スパーク痕等			
	避難口誘導灯	劣化、損傷、点灯不良	目視 ・腐食、損傷、点灯状況等			
建築設備機械設備	換気設備	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷、異音等			
	空調設備	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷、異音等			
	給水設備	給水管及び水栓の劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等			
	屋内消火栓	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等			
	屋外消火栓	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等			
	避雷針	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等			

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所日常点検表

【様式4-1】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

建 屋(衛生管理面)　　調査年月日：　　年　月　日　　天候：

漁 港 名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施 設 名		調査を実施した全範囲	No.　～No.			スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、異常・変状の有無をチェックする。

対象範囲	調査部材・項目		調査方法	異常・変状の有無		特記すべき状況（異常、変状のあったスパンNo、写真番号等）	
				有り	無し		
屋根・屋上 共通	防鳥設備（ワイヤー、剣山等）	劣化、損傷	目視 ・腐食、損傷等				
天井・内壁 共通	防鳥ネット	劣化、損傷	目視 ・損傷等				
床 共通	区画ライン	床面標示の劣化	目視 ・摩耗、剥離等				
建築設備 衛生設備	長靴消毒槽	劣化、損傷	目視 ・損傷等				
	手洗い設備	劣化、損傷	目視 ・損傷等				
	トイレ	劣化、損傷	目視 ・損傷等				

：構造面で特に重要な部位

：衛生管理面で特に重要な部位

：作業面で特に重要な部位

：構造面及び衛生管理面で特に重要な部位

荷さばき所日常点検表

【様式5-1】

【調査結果記入シート：機器毎に作成】

付帯設備(機械)　　調査年月日：　　年　　月　　日　　天候：

漁　港　名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施　設　名		調査を実施した全範囲	No.　　～No.			スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、異常・変状の有無をチェックする。

対象機器	調査項目	調査方法	異常・変状の有無		特記すべき状況 （異常、変状のあった機器No、写真番号等）
			有り	無し	
機器名称	動作状況	目視			
	塗装の状況	目視			
	グリスの状況	目視			
	発錆・腐食	目視			
	摩耗	目視			
	異音・振動	目視			
	発熱	目視			
	目詰まり・閉塞	目視			
	変形・損傷	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	塗装の状況	目視			
	グリスの状況	目視			
	発錆・腐食	目視			
	摩耗	目視			
	異音・振動	目視			
	発熱	目視			
	目詰まり・閉塞	目視			
	変形・損傷	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	塗装の状況	目視			
	グリスの状況	目視			
	発錆・腐食	目視			
	摩耗	目視			
	異音・振動	目視			
	発熱	目視			
	目詰まり・閉塞	目視			
	変形・損傷	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	塗装の状況	目視			
	グリスの状況	目視			
	発錆・腐食	目視			
	摩耗	目視			
	異音・振動	目視			
	発熱	目視			
	目詰まり・閉塞	目視			
	変形・損傷	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	塗装の状況	目視			
	グリスの状況	目視			
	発錆・腐食	目視			
	摩耗	目視			
	異音・振動	目視			
	発熱	目視			
	目詰まり・閉塞	目視			
	変形・損傷	目視			

荷さばき所日常点検表

【様式6-1】

【調査結果記入シート：機器毎に作成】

付帯設備(電気)　　調査年月日：　　年　月　日　　天候：

漁　港　名		構造形式		調査者所属		調査者氏名	
施　設　名		調査を実施した全範囲	No.　　～No.			スパンNo.	

【調査結果記入欄】

各項目に対して、異常・変状の有無をチェックする。

対象範囲	調査項目	調査方法	異常・変状の有無		特記すべき状況 （異常、変状のあった機器No、写真番号等）
			有り	無し	
機器名称	動作状況	目視			
	汚損	目視			
	発錆	目視			
	腐食	目視			
	変色	目視			
	変形	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	汚損	目視			
	発錆	目視			
	腐食	目視			
	変色	目視			
	変形	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	汚損	目視			
	発錆	目視			
	腐食	目視			
	変色	目視			
	変形	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	汚損	目視			
	発錆	目視			
	腐食	目視			
	変色	目視			
	変形	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	汚損	目視			
	発錆	目視			
	腐食	目視			
	変色	目視			
	変形	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	汚損	目視			
	発錆	目視			
	腐食	目視			
	変色	目視			
	変形	目視			
機器名称	動作状況	目視			
	汚損	目視			
	発錆	目視			
	腐食	目視			
	変色	目視			
	変形	目視			

平成 31 年度　水産基盤整備調査委託事業「漁港施設の長寿命化検討調査」
報　告　書

a.　課題名

「４.漁港施設等の情報の電子化及び点検の効率化の検討」のうち
４－１　漁港施設点検システム及び維持管理情報プラットフォームの運用の検討

b.　実施機関及び担当者

［一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所］
第１調査研究部
次　長　　林　　浩志
上級研究員　加藤　広之
主任研究員　尾崎　幸生

c.　ねらい

漁港管理者に対する技術的支援の一環として、点検記録の即時登録や点検記録のデータベース化を目的とした「漁港施設点検システム」及び維持管理に係る情報の蓄積・更新の適正化やそれらのデータの利活用の促進を目的とした「維持管理情報プラットフォーム」の両システムを平成 29 年調査及び平成 30 年調査において構築した。平成 31 年度調査では両システムの運用版を漁港管理者に提供し、実運用に向けてのシステム運営・保守管理等の検討を行う。また、各種説明会等を通じて、漁港管理者への普及促進を図る。

ｄ．方法

≪漁港施設の点検システム≫

４－１－１．運用版システムの説明及び配布

全国の水産基盤施設ストックマネジメント担当者を対象に実施されるICT意見交換会にて前年度の成果である漁港施設点検システム（運用版）の紹介及び内容説明を行い、本システムに対する意見交換・質疑応答を行う。アカウントは昨年度と同じく、1都道府県1アカウント程度とし、これまでの試行運用で使用していたID及びパスワードを使用できるものとする。

４－１－２．日常点検記録様式への出力機能の付加

並行して検討が進められている「４－２　漁港施設等の効率的な点検手法の検討」において、日常点検の効率化・重点化が検討されている。その中で点検記録の効率化として点検システムから記録様式が出力できる機能を付加する。

４－１－３．導入に関する調査の実施

全国の漁港管理者を対象に本システムにおいて想定される運営方法（案）・費用（案）を提示し、方法の可否・費用負担可能な程度等をアンケート調査にて意見を取集する。その意見を踏まえ、システム運営・保守管理等の運用上の課題を整理し、その対応方針を検討する。

４－１－４．実証試験

配布したシステム（運用版）を用いて先導的な事例となるものを１～２例程度構築し、実運用の中で課題を抽出するとともに、それらの事例を説明会等で説明する基礎資料とする。

４－１－５．運用上の課題の整理及び対応方針の提案

（１）運用方法（案）の整理

漁港施設点検システムの運用方法について検討を行い、考えられる運用方法・体制・費用等を検討する。「運用方法・費用について」・「サポート体制」が重要となる。

（２）対応方針の検討

上記検討内容及びアンケート調査結果を踏まえ、本格運用での課題を整理し、対応策（案）を取りまとめる。

４－１－６．説明会の実施

昨年度までの試行運用結果及び実証試験の結果を事例として整理し、活用方法・運用方法を踏まえた漁港管理者への説明会を実施する。説明会は「維持管理情報プラットフォーム」と合わせて行うものとし、全国４箇所を想定している。

≪維持管理情報プラットフォーム≫

４－１－７．運用版システムの構築

（１）情報共有化機能の付加

維持管理情報プラットフォームはスタンドアロン型のものであり、漁港管理者毎に運用いただくものとなっている。新規に登録したデータは当該パソコンの中にしか蓄積されないため、他の管理者との情報共有・資料提供に係る登録データの集計・統合機能を付加する。

（２）運用版システムの構築

上記機能を付加した維持管理情報プラットフォームの運用版システムを構築する。

４－１－８．運用版システムの説明及び配布

全国の水産基盤施設ストックマネジメント担当者を対象に実施されるICT意見交換会にて維持管理情報プラットフォーム（運用版）の紹介及び内容説明を行い、本システムに対する意見交換・質疑応答を行う。漁港管理者への配布のため、CD-ROMを作成する。また、ダウンロードサイトの設置等、複数方法での配布手段を準備する。

４－１－９．運用体制の検討

維持管理情報プラットフォームの運用体制について検討を行い、考えられる体制について検討を行う。本システムにおいては「システム管理体制」・「サポート体制」が重要となる。

４－１－１０．説明会の実施

サンプル漁港等を事例として整理し、活用方法・運用方法を踏まえた漁港管理者への説明会を実施する。説明会は「漁港施設点検システム」と合わせて行うものとし、全国４箇所を想定している。

ｅ．結果及び考察

４－１－１．運用版システムの説明及び配布

（１）概要

令和元年７月 19 日に水産庁が開催した「漁港漁場の整備・管理への ICT 活用に関する意見交換会」にて漁港施設の点検システムの内容説明を実施し、出席した漁港管理者に運用版アカウントの配布を行った。また、出席しなかった漁港管理者及び市町村の漁港管理者については後日郵送にて意見交換会での配布資料及び運用版アカウントを送付した。

（２）説明内容

ICT 意見交換会の内容は以下のとおりである。

・漁港施設の点検システム（運用版）
（システムの概要・特徴の説明、導入検討予定について）

（３）開催状況

ICT 意見交換会の開催状況は表 e-4-1-1-1 および図 e-4-1-1-1 のとおりである。

表 e-4-1-1-1　ICT 意見交換会の開催状況

日時	場所	参加者数
令和元年 7月19日 10:00～16:00	三田共用会議室 講　堂	≪漁港管理者≫ 38都道府県2市：67名 ≪関係団体≫ 24名

図 e-4-1-1-1　ICT 意見交換会の開催状況

（４）主な質疑

ICT 意見交換会で聴取した質問や意見は表 e-4-1-1-1 のとおりである。

表 e-4-1-1-1　ICT 意見交換会で聴取した主な質問・意見

主な質問・意見	回答・対応
≪漁港施設の点検システム≫	
データサーバーの設置について （各都道府県で準備が必要か？）	現在はこちらで準備しているサーバーで運用している。 実運用時は各都道府県のサーバーにデータを以降して使うことも可能であるし、今使用しているサーバーを継続して使用することも可能である。 導入検討の調査票ではどのような方法が考えられるか等も合わせてご提示したい。
導入（参加申し込み）は途中からでも可能か？（特に市町村はすぐに判断することが難しい）	提示した予定はあくまでも案であるので、各自治体の都合等を考慮し、随時対応していく。（途中参加OK）
本システムの導入した場合は定期的な説明会を実施して欲しい。	すぐに回答することは出来ないが、一度持ち帰り検討させていただきたい。
本システムへの質問等を市町村から受けた場合の対応について （県で対応することは難しい）	配布資料の中に窓口を明記しており、随時対応するように考えている。 定期的な説明会や各都道府県での説明会は難しいが、両システムの周知・普及に向けて全国を各ブロックに分けて説明会を実施する予定である。市町村にも積極的に参加してもらいたい。

４－１－２．日常点検記録様式への出力機能の付加

並行して検討が進められている「４－２　漁港施設等の効率的な点検手法の検討」において、日常点検の効率化・重点化が検討されている。その検討の中で「調査結果の取りまとめに時間を要している」という課題が挙げられている。

本システムでは日常点検で記入すべき事項を網羅した内容になっているため、出力形式がそのまま日常点検の記録様式になるように改良を行った。

本システムを活用することで点検の容易化・情報共有の迅速化に加え、取りまとめ作業の負担軽減が図れる。

≪これまで出力形式≫

≪日常点検記録様式≫

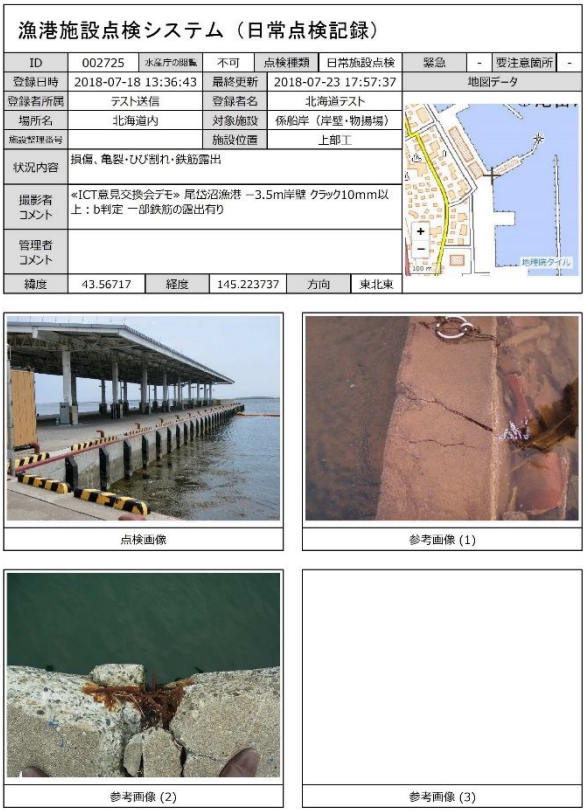


図 e-4-1-2-1　日常点検記録様式への出力機能

４－１－３．導入に関する調査の実施

全国の漁港管理者を対象に本システムにおいて想定される運営方法（案）・費用（案）を提示し、方法の可否・費用負担可能な程度等をアンケート調査にて意見を取集する。その意見を踏まえ、システム運営・保守管理等の運用上の課題を整理し、その対応方針を検討する。

（１）本システムの導入費用について

本システムの本格導入には条件設定やシステムネットワーク構築等の導入費用が発生する。

（２）導入に関する調査について

導入方法及びその概算費用等の資料を段階的に提示する。各漁港管理者には共有アカウントによるデモ作業を踏まえ、本システムの導入について検討いただく。

（３）導入検討の予定について

導入に関する検討・調査予定としては下記の４段階で行う。

≪導入検討に関する調査予定について≫

①導入の可能性の確認　（令和元年 10 月予定）
②導入意思の確認　（令和元年 12 月予定）　導入検討（デモ作業）
③本システムの参加申し込み（令和２年度予定）　導入検討（予算確保）
④本システムの本格導入開始（令和３年度予定）　導入開始※

※随時参加受付

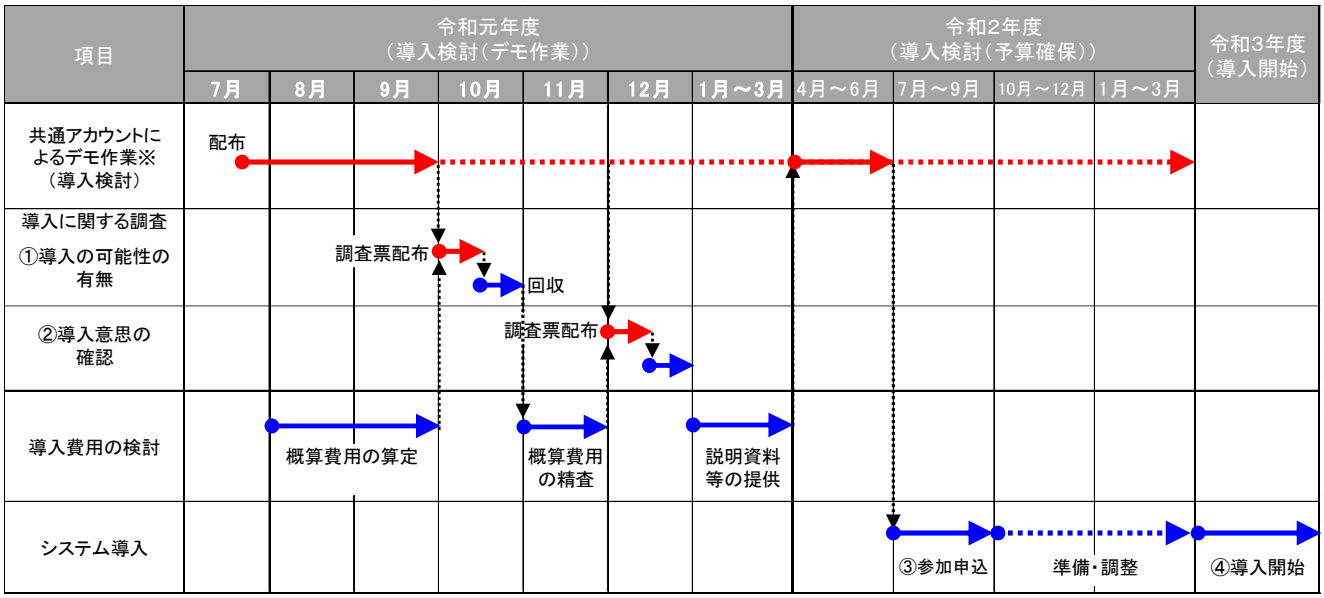


図 e-4-1-3-1　漁港施設の点検システムの導入検討予定

①導入の可能性の確認

（１）提示内容

◎漁港施設の点検システムにおける導入検討資料

- 仮定した条件での概算工費の提示
- 仮定条件、判断条件（サーバー・気象情報）を踏まえた選定フロー
- その他費用（携帯端末・通信費用）についての情報提供
- 総務省におけるシステム導入に活用できる特別交付税の紹介

◎漁港施設の点検システムの導入に関する調査票（①導入の可能性）

- 導入について
- 費用・管理体制について
- 説明会の開催について

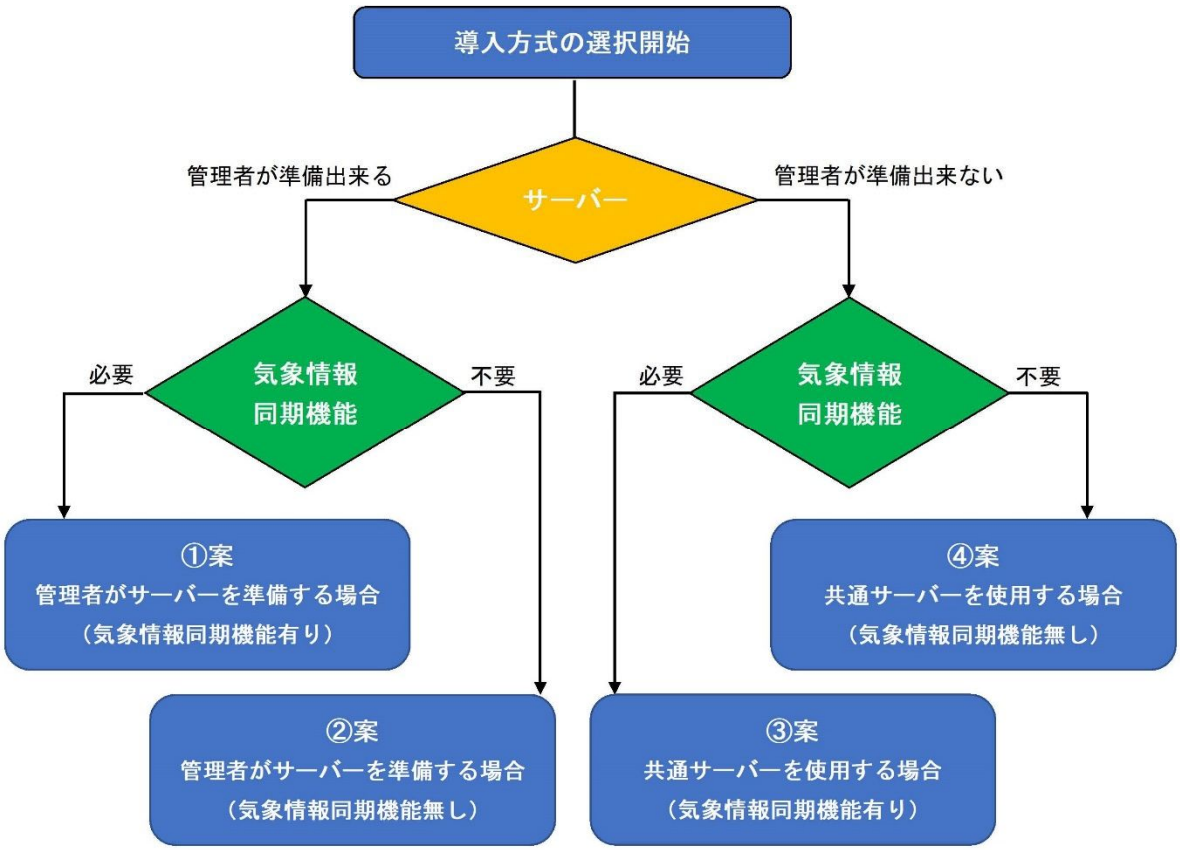


図 e-4-1-3-2　漁港施設の点検システムの導入方法選定フロー

点検におけるＩＣＴデータベースシステム・ドローンの導入に係る地方財政措置

インフラ施設の適正管理等を推進するため、都道府県及び市町村における施設の点検の効率化・充実に資するICTデータベースシステム及びドローンの導入に要する経費について、新たに特別交付税措置を講じる。

1. 措置対象

○ 都道府県及び市町村において、対象施設で用いるICTデータベースシステム又はドローンの導入に要する経費

	ICTデータベースシステム	ドローン
内容	・タブレット等（写真撮影・データ入力が可能）と連動し、点検・維持補修等に関するデータを記録・保存して一元管理するデータベースシステム ・施設位置の把握・探索に係る時間の削減、点検結果の入力・出力の省力化、点検・維持補修等に関するデータの蓄積・集計・分析の効率化等が期待できる	・遠隔操縦又は自律で移動するカメラ・GPSを備えた小型の無人航空機（Unmanned Aerial Vehicles（UAV）） ・短時間で俯瞰的に施設を確認可能、点検中の施設の利用に与える影響の軽減、点検者の安全確保等が期待できる
措置対象施設（※）	河川管理施設、港湾施設等	河川管理施設、港湾施設等

※施設の所管省庁が導入を推奨しているもの

2. 要件

○ ICTデータベースシステム又はドローンを導入する施設の個別施設計画を策定済みであること
○ （市町村分のICTデータベースシステム）都道府県と連携したもの又は複数市町村で連携したもの　等

3. 措置率

50%

4. 期間

平成31～35年度

図 e-4-1-3-3　点検の効率化・充実化に係る特別交付税措置（総務省 HP より）

（２）調査結果

「漁港施設の点検システム」について、導入の可能性及び費用・管理体制についてのアンケート調査を実施した。

また、本システムでは「建設業者等→市町村→都道府県出先機関→都道府県庁」というシステムネットワーク構築による情報共有の迅速化を利点としているため、調査票について各都道府県単位での回答とした。

下記に期間・意見収集方法を示す。また、受領したアンケートの回答者数の内訳は表 e-4-1-3-1 のとおりである。

・調査対象；全漁港管理者
（40 都道府県、北海道開発局）
・調査期間；令和元年 10 月 16 日～11 月 8 日
・意見収集；アンケート票にて回収

表 e-4-1-3-1　アンケート回答者数の内訳（①導入の可能性の確認）

	漁港管理者		
	都道府県	北海道開発局	管理者合計
依頼数	40	1	41
回答数	38	1	39
回答率	95.0%	100%	95.1%

漁場管理者に配布したアンケートの内容を下表に示す。

表 e-4-1-3-2　「①導入の可能性の確認」の調査内容

設問	アンケート内容
１.漁港施設の点検システムの導入について	
Ｑ１	漁港施設の点検システムの導入する可能性について
Ｑ２	導入を決めた理由・決め手となった事項について
Ｑ３	想定している導入方式について
Ｑ４	迷っている事項・導入においてネックとなる事項について
２.システム導入における費用・管理体制について	
Ｑ５	導入範囲について（都道府県単位が適正か）
Ｑ６	管理者がサーバーを準備する場合の支払い方法について
Ｑ７	共通サーバーを使用する場合の支払い方法について
３.漁港施設の点検システム等の説明会について	
Ｑ８	説明会の参加希望について
Ｑ９	都道府県からの参加想定人数について（市町村も含む）
Ｑ１０	会場の貸与の可否について
４.その他	
Ｑ１１	自由意見

以下に導入する可能性についての回答及び導入を迷っている事項・導入においてネットとなる事項についての回答を下図に示す。

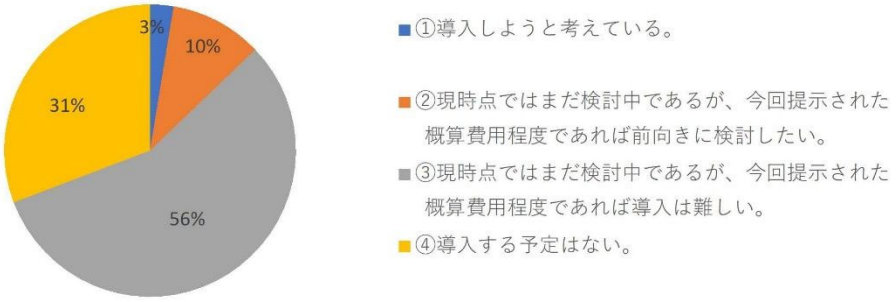
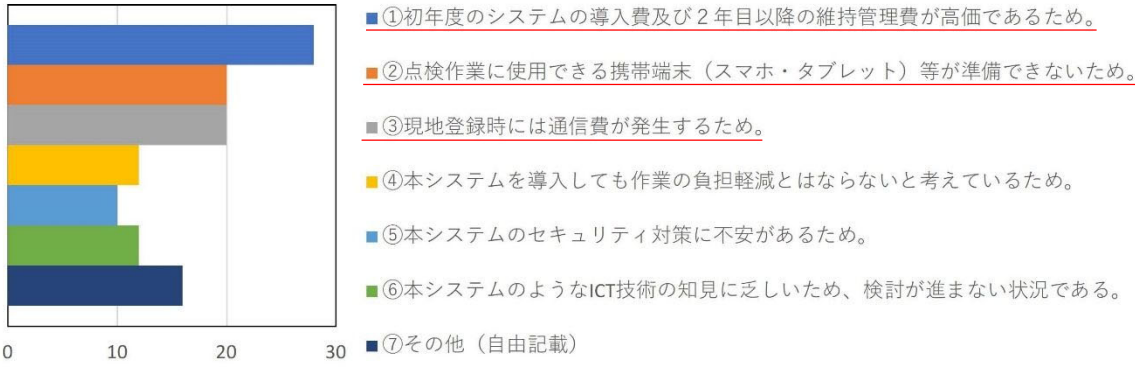


図 e-4-1-3-4　導入する可能性について（Ｑ１）



≪その他の主要意見≫

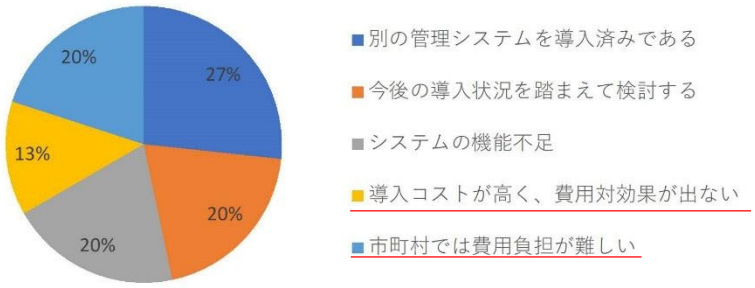


図 e-4-1-3-5　迷っている事項・導入においてネックとなる事項（Ｑ４）

調査の結果、前向きに導入を検討している都道府県は５県（図 e-4-1-3-4 参照（Ｑ１：①②））であった。本システム導入に向けては「費用面」が最も大きな課題として指摘があった。（図 e-4-1-3-5 参照）

②導入意思の確認

（１）提示内容

◎漁港施設の点検システムにおける導入検討資料

・漁港数を反映したシステムの導入費用・維持管理費用について
・前回調査（①導入の可能性）での意見・要望への回答
　1）規模による導入費用・維持管理費用の差異について
　2）システムへの改善要望について
　3）本システムの周知・啓発について
・総務省におけるシステム導入に活用できる特別交付税の紹介

◎漁港施設の点検システムの導入に関する調査票（②導入意思の確認）

・導入について
・費用・管理体制について
・説明資料に必要な情報について

◎漁港施設の点検システムの導入及び維持に係る概算費用算定資料

項目				単位	単価	規模による概算費用 漁港数：70港 数量	規模による概算費用 漁港数：70港 金額	備考（漁港数を入力（下の計算表と連動））
業務内容	システム構築（初年度）	基本	サーバープログラム環境構築	式	500,000	1	500,000	
			各管理者の閲覧権限の設定	式	200,000	1	200,000	課または事務所毎にアカウント設定
			漁港位置情報の登録	港	3,000	70	210,000	
			システムネットワークの構築	港	5,000	70	350,000	
			協議・打合せ	回	100,000	2	200,000	（旅費別途・2人/2回）
			説明会	回	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）
			システム構築(基本)計				1,610,000	（旅費別途）
		オプション	気象情報	式	1,000,000	1	1,000,000	
	システム保守（2年目以降）	基本	システムの技術サポート	式	550,000	1	550,000	問合せ、不具合対応
			データ保管料	港	3,000	70	210,000	
			アカウント管理	式	100,000	1	100,000	
			システム保守(基本)計				860,000	
		オプション	協議・打合せ	回	100,000	1	100,000	（旅費別途・2人/回）
			説明会	回	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）
			気象情報	式	1,000,000	1	1,000,000	

図 e-4-1-3-6　概算費用算定資料（エクセルファイル）の画面

（２）調査結果

「漁港施設の点検システム」について、導入検討状況（導入規模（管理者数・漁港数）の把握）及び費用・管理体制についてのアンケート調査を実施した。また、調査票については前回調査と同じく各都道府県単位での回答とした。

下記に期間・意見収集方法を示す。また、受領したアンケートの回答者数の内訳は表 e-4-1-3-2 のとおりである。

・調査対象；全漁港管理者
（40 都道府県、北海道開発局）
・調査期間；令和２年１月 27 日～２月 12 日
・意見収集；アンケート票にて回収

表 e-4-1-3-3　アンケート回答者数の内訳（②導入意思の確認）

	漁港管理者		
	都道府県	北海道開発局	管理者合計
依頼数	40	1	41
回答数	38	1	39
回答率	95.0%	100%	95.1%

漁場管理者に配布したアンケートの内容を下表に示す。

表 e-4-1-3-4　「②導入意思の確認」の調査内容

設問	アンケート内容
１.漁港施設の点検システムの導入について	
Ｑ１	漁港施設の点検システムの導入の検討状況について
Ｑ２	導入を決めた理由・決め手となった事項について
Ｑ３	想定している導入方式について
Ｑ４	迷っている事項・導入においてネックとなる事項について
２.システム導入における費用・管理体制について	
Ｑ５	導入範囲について（都道府県単位が適正か）
Ｑ６	想定される導入規模（自治体数・漁港数）について
Ｑ７	共通サーバーを使用する場合の支払い方法について
３.漁港施設の点検システム等の説明会について	
Ｑ８	説明資料に必要な情報について
４.その他	
Ｑ９	自由意見

以下に導入の検討状況についての回答及び導入を迷っている事項・導入においてネットとなる事項についての回答を下図に示す。

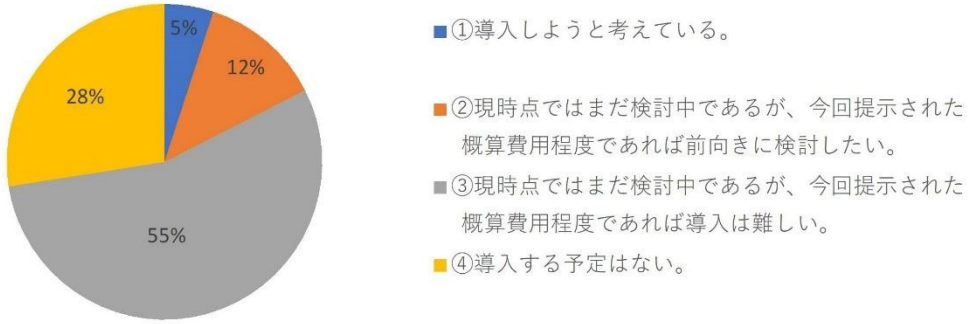
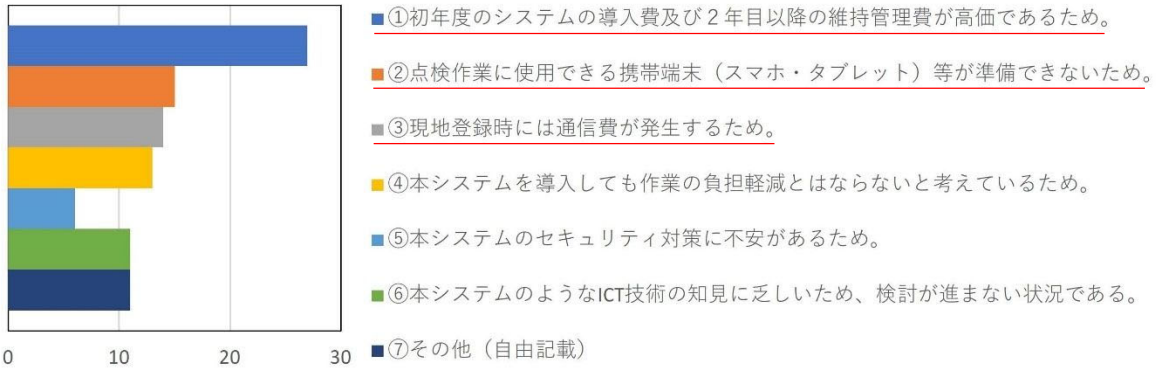


図 e-4-1-3-7　導入の検討状況について（Ｑ１）



≪その他の主要意見≫

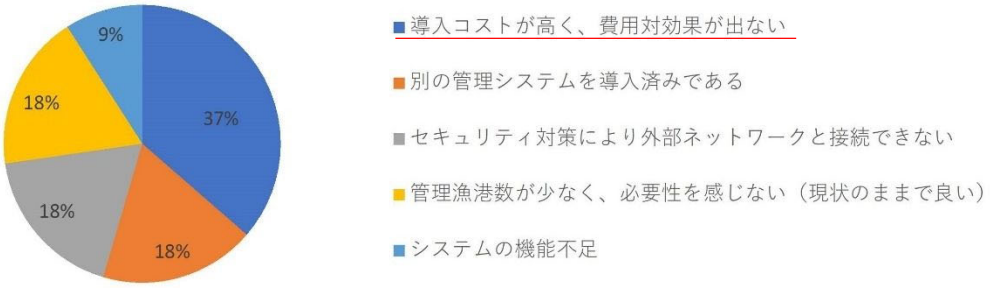
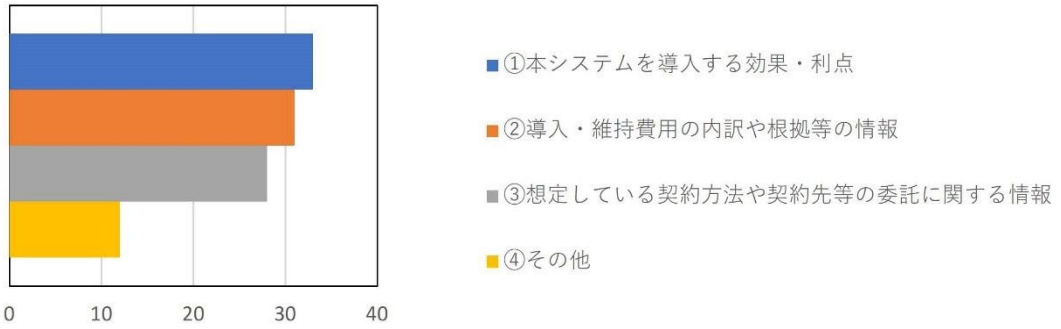


図 e-4-1-3-8　迷っている事項・導入においてネックとなる事項（Ｑ４）

調査の結果、前向きに導入を検討している都道府県は７県（図 e-4-1-3-7 参照（Ｑ１：①②））であり、前回調査よりも若干増加した。本システム導入に向けては前回調査と同じく「費用面」が最も大きな課題として指摘があった。（図 e-4-1-3-8 参照）

以下に説明資料に記載して欲しい事項についての回答を下図に示す。



≪その他の主要意見≫

要旨	合計
他の都道府県の導入事例（市町村の参加状況等）	7
説明資料については令和２年度の夏頃までに提供して欲しい	2
本システムで可能な項目の一覧（気象情報同期の有無で生じる差等）	1
随契となる場合は、その理由（説明）を提供して欲しい	1
特別交付税措置についての詳細情報	1

図 e-4-1-3-9　説明資料に記載して欲しい事項（Ｑ９）

調査の結果、「点検システムを導入する効果・利点」の回答が最も多かった。その他意見としては「他の都道府県の導入事例」という回答が多かった。

４－１－４．実証試験

（１）目的

配布したシステム（運用版）を用いて先導的な事例となるものを１～２例程度構築し、実運用の中で課題を抽出するとともに、それらの事例を説明会等で説明する基礎資料とする。

実証試験の対象としては昨年度の試行運用において登録数の多かった山口県（管下市町村を含む）を選定した。

（２）説明内容

実証試験に向けての操作説明会の内容は以下のとおりである。主眼は漁港施設の点検システムであるが、維持管理情報プラットフォームについても操作の実演を行った。

①漁港施設の点検システム（運用版）
（システムの概要・特徴の説明、操作の実演、実証試験への協力依頼）
②維持管理情報プラットフォーム（運用版）
（システムの概要・特徴の説明、操作の実演）

（３）開催状況

操作説明会の開催状況は表 e-4-1-4-1 および図 e-4-1-4-1 のとおりである。

表 e-4-1-4-1　実証試験に向けた操作説明会の開催状況

日時	場所	参加者数
令和元年12月10日 13:30～15:40	山口県庁 視聴覚室	山口県担当者：6名 山口県管下6市町：8名

図 e-4-1-4-1　操作説明会の開催状況（実証試験）

（４）主な質疑

操作説明会で聴取した質問や意見は表 e-4-1-4-1 のとおりである。

表 e-4-1-4-2　操作説明会で聴取した主な質問・意見（実証試験）

主な質問・意見	回答・対応
≪漁港施設の点検システム≫	
システムの不具合について（２件）	状況を確認し、後日報告する。
その他（補足説明）	・WEBシステムにおける地図と空撮の切り替え方法について
≪維持管理情報プラットフォーム≫	
その他（補足説明）	・登録データのサブフォルダの作成・名称変更について ・対策費グラフ、コスト平準化のエクセル出力について

（５）本格導入に向けた課題・留意点の抽出

実証試験での内容についてアンケート票を配布し、山口県内の漁港管理者から9件の回答を得た。

下記に試験期間・意見収集方法を示す。

・試験期間；令和元年12月10日（説明会）～令和2年2月18日
・意見収集；アンケート票にて回収

漁場管理者に配布したアンケートの内容を下表に示す。

表 e-4-1-4-3　実証試験に関する調査内容

設問	アンケート内容
1.漁港施設の点検システムでのデータ登録について	
Ｑ１	漁港施設の点検システムでのデータ登録状況について
Ｑ２	点検システムの今後の活用方針について
Ｑ３	今後も活用していく理由について
Ｑ４	継続的な利用を考えていない理由について
Ｑ５	データ登録をしなかった理由について
2.漁港施設の点検システムでのメール配信にちいて	
Ｑ６	データ登録した際の感想
Ｑ７	漁港管理者以外が登録した場合のメール配信について
3.漁港施設の点検システムの導入について	
Ｑ８	導入範囲について（都道府県単位が適正か）
Ｑ９	説明資料に必要な情報について
4.その他	
Ｑ１０	自由意見

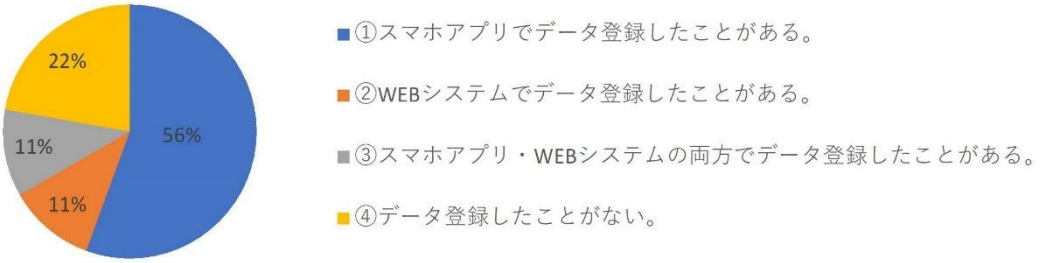


図 e-4-1-4-2　データの登録状況について（Ｑ１）

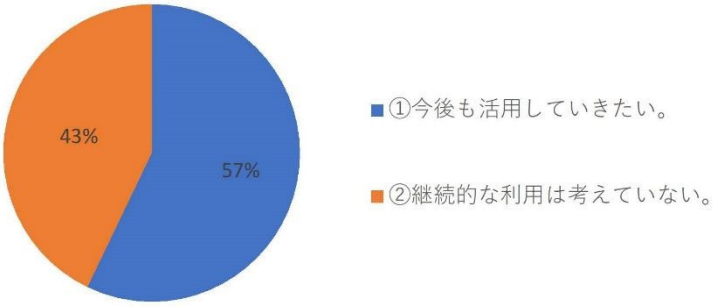


図 e-4-1-4-3　今後の活用について（Ｑ２）

調査の結果、実証試験でデータ登録した漁港管理者は約 8 割であったが、今後も点検システムを活用していくかどうかについては約 4 割の漁港管理者が「継続的な利用を考えていない」との回答であった。

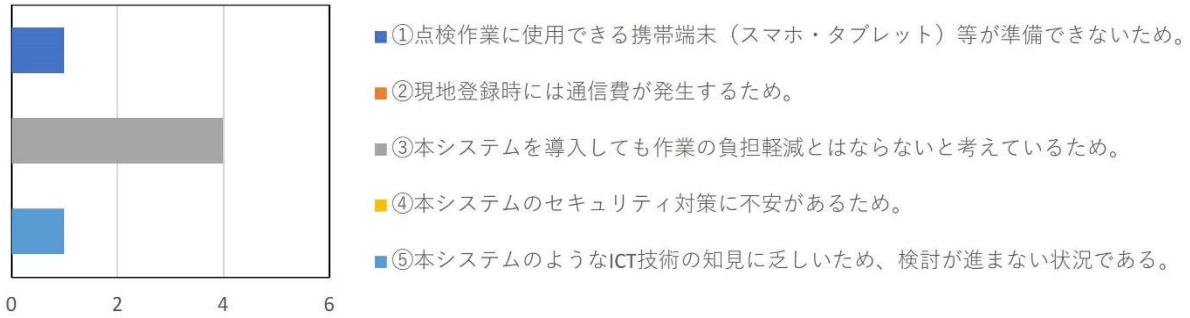


図 e-4-1-4-4　継続的な利用を考えていない理由について（Ｑ４）

点検システムの継続的な利用を考えていない理由としては、「作業の負担軽減にならない」という意見が最も多く、管理漁港数の市町村からは「この点検システムを使用しなくても、従来作業で支障はない」との意見があった。

また、点検システムの普及促進にむけては「維持管理情報プラットフォームとの連携や他施設の管理システムとの連動・統合が課題」との意見があった。

４－１－５．運用上の課題の整理及び対応方針の提案

（１）運用方法（案）の整理

漁港施設点検システムの運用方法について検討を行い、考えられる運用方法・体制・費用等を検討する。本システムにおいては下記の視点が重要となる。

１）運用方法・費用について

本システムの試行運用においては全国のデータを１つのサーバーで一元管理していた。実運用にあたっては管理者が単独でサーバーを管理する場合と複数の管理者でサーバーを共有する場合が想定される。その利点・欠点を整理し、運用方法について検討し、維持管理費用等発生する費用についても概算金額を整理した。この運用方法・費用（導入・維持管理）についてはアンケート調査にて意見を収集した。

２）サポート体制について

これまでは電話やメールにて操作方法の問合せやシステムの不具合については調査内で対応していた。実運用した後の本システムのフォローアップとして下記の情報を HP に公開した。（3/9 公開予定）

予定していた操作説明会が新型コロナウイルス感染拡大の影響を鑑み、中止となったため、説明会での主題である操作の実演について操作動画を作成し、HP で公開することでフォローアップを図った。

≪http://www.jific.or.jp/dispatch/digitization/≫

- WEB システムへのリンク
  （操作マニュアルは WEB システムで閲覧可能）
- 操作説明動画（基本操作・拡張機能の説明）
- 操作説明会のスライド資料（PPT）
- 運用版配布後に受けた質疑事項（Q&A）

以降に HP での漁港施設の点検システムの記載内容を添付する。

図 e-4-1-5-1　漁港施設の点検システムについての情報公開

（２）対応方針の検討

収集したアンケート調査結果を踏まえ、本格運用での課題を整理し、次年度以降の導入検討に活用できる説明資料を作成した。作成に当たっては下記の要望を考慮した。

【説明資料に求める内容（図 e-4-1-3-9 参照)】

①本システムの導入する効果・利点　：33 件
②導入・維持管理費用の内訳や根拠等の情報　：31 件
③想定している契約方法や契約先等の委託に関する情報：28 件
④他の都道府県の導入事例（市町村の参加状況等）　：　7 件

作成した漁港施設の点検システムの説明資料は別添資料 4-1-4 として添付する。

４－１－６．説明会の実施

（１）開催の目的

昨年までの試行運用結果や実証試験での登録内容を事例として、活用方法・運用方法を踏まえた漁港管理者への説明会を実施した。説明会は「漁港施設の点検システム」と「維持管理情報プラットフォーム」と合わせて行うものとし、両システムの導入の積極的な自治体や市町村を含めた参加者数の多い自治体を選定した。

（２）説明内容

本説明会の内容は以下のとおりである。

・漁港施設の点検システム（運用版）の操作説明
（システムの概要・特徴の説明、操作の実演）

（３）開催状況

各開催地での説明会の開催予定を表 e-4-1-6-1 に示す。令和２年３月上旬に予定していた説明会（下表の黄色ハッチ）については、新型コロナウイルス感染拡大の影響を鑑み、中止とした。（令和２年２月 26 日に判断）

予定していた操作説明会が開催出来なかったため、説明会での主題である操作の実演について操作動画を作成し、HP で公開することでフォローアップを図った。（3/9 公開予定（その後、全国の漁港管理者に周知））

実際に開催した説明会の状況は図 e-4-1-6-1～3 のとおりである。

表 e-4-1-6-1　説明会の開催状況

開催地	日時	場所	参加者数
長崎県	令和元年 9月 6日 9:30～14:50	長崎県庁 大会議室Ｃ	長崎県の漁港管理者：29名
高知県	令和2年 2月18日 13:30～16:00	オーテピア 高知図書館 ４階研修室	高知県、愛媛県等の漁港管理者 ：33名
福岡県	令和2年 2月25日 13:30～16:00	福岡西総合庁舎 ２階大会議室	福岡県、熊本県等の漁港管理者 ：18名
青森県	（令和2年 3月 4日） （13:30～16:00）	青森県庁南棟 ２階中会議室	青森県、岩手県の漁港管理者 ：22名（予定）
島根県	（令和2年 3月 5日） （13:30～16:00）	島根県職員会館 健康教育室	島根県、鳥取県の漁港管理者 ：28名（予定）
千葉県	（令和2年 3月 6日） （13:30～16:00）	千葉県教育会館 （本館） 304 会議室	千葉県、茨城県等の漁港管理者 ：26名（予定）

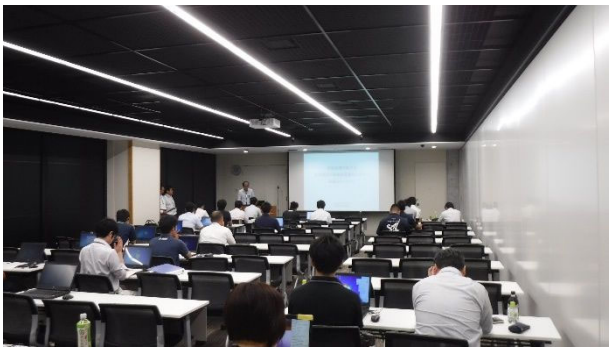


図 e-4-1-6-1　説明会の開催状況（長崎県）

図 e-4-1-6-2　説明会の開催状況（高知県）

図 e-4-1-6-3　説明会の開催状況（福岡県）

（４）主な質疑

各説明会で聴取した質問や意見は表 e-4-1-6-1 のとおりである。

表 e-4-1-6-1　各説明会で聴取した主な質問・意見

≪漁港施設の点検システム≫

開催地	主な質問・意見	回答・対応
長崎県	導入範囲について（市町村単独等も可能か？）	導入に当たってはシステムネットワークの構築を考えると個別の管理者単位ではなく、都道府県単位で導入いただくことが望ましい。
	その他（補足説明）	・WEBシステムからの点検データの登録方法 ・WEBシステムにおける地図と空撮の切り替え方法について ・スマホからの登録とWEBシステム登録の違いを説明。（画像の圧縮の違い）
高知県	スマホからの登録とWEBシステムかｒなお登録の違いについて	スマホからの登録は通信量を抑えるために１画像１MB程度に圧縮しているが、WEBシステムでは画像の圧縮をしていない。
	その他（補足説明）	・WEBシステムからの点検データの登録方法 ・WEBシステムにおける地図と空撮の切り替え方法について
福岡県	特に無し	―
	その他（補足説明）	・WEBシステムからの点検データの登録方法 ・WEBシステムにおける地図と空撮の切り替え方法について ・スマホからの登録とWEBシステム登録の違いを説明。（画像の圧縮の違い）

≪維持管理情報プラットフォーム≫

４－１－７．運用版システムの構築

（１）情報共有化機能の付加

本システムはスタンドアロン型のものであり、新規に登録したデータは操作したパソコンの中にしか蓄積されないため、管理者間（県-市町村、県庁-出先機関など）の情報共有が課題であった。実運用を進めた場合に支障となる前述の課題解決のために登録データの集計・統合機能の付加を行った。

漁港管理者間でのデータの共有化が可能となるため、登録作業の分担等データ管理に関する作業の負担軽減が図れる。

図 e-4-1-7-1　情報共有化機能

（２）運用版システムの構築

上記機能を付加した維持管理情報プラットフォームの運用版システムを構築する。システム構築後に全国の漁港管理者への配布のため、運用版システムの CD-ROM を作成した。

４－１－８．運用版システムの説明及び配布

（１）概要

令和元年７月 19 日に水産庁が開催した「漁港漁場の整備・管理への ICT 活用に関する意見交換会」にて維持管理情報プラットフォームの内容説明を実施し、出席した漁港管理者に運用版システムの CD-ROM の配布を行った。また、出席しなかった漁港管理者及び市町村の漁港管理者については後日郵送にて意見交換会での配布資料及び運用版システムの CD-ROM を送付した。

（２）説明内容

ICT 意見交換会の内容は以下のとおりである。

・維持管理情報プラットフォーム（運用版）
（システムの概要・特徴の説明）

（３）開催状況

ICT 意見交換会の開催状況は表 e-4-1-8-1 および図 e-4-1-8-1 のとおりである。

表 e-4-1-8-1　ICT 意見交換会の開催状況

日時	場所	参加者数
令和元年 7月19日 10:00～16:00	三田共用会議室 講　堂	≪漁港管理者≫ 38都道府県2市：67名 ≪関係団体≫ 24名

図 e-4-1-8-1　ICT 意見交換会の開催状況

（４）主な質疑

ICT 意見交換会で聴取した質問や意見は表 e-4-1-8-1 のとおりである。

表 e-4-1-8-1　ICT 意見交換会で聴取した主な質問・意見

主な質問・意見	回答・対応
≪維持管理情報プラットフォーム≫	
特に無し	―

４－１－９．運用体制の検討

維持管理情報プラットフォームの運用体制について検討を行う。

（１）システム管理体制について

本システムはスタンドアロン型のもので漁港管理者毎に運用していただくことになる。本システムの運用では「漁港施設の点検システム」のように導入費用や維持管理費用等は発生しないため、漁港管理者には無償で提供することとした。

しかし、ＯＳの更新やストックマネジメントの手引き・ガイドラインの改訂があった場合はシステム更新が必要となり、一度の更新に概ね100万円程度かかるものと想定される。システムの更新時期及びその更新費用については適宜水産庁と協議する必要がある。

（２）サポート体制について

これまでは電話やメールにて操作方法の問合せやシステムの不具合については調査内で対応していた。実運用した後の本システムのフォローアップとして下記の情報を HP に公開した。（3/9 公開予定）

予定していた操作説明会が新型コロナウイルス感染拡大の影響を鑑み、中止となったため、説明会での主題である操作の実演について操作動画を作成し、HP で公開することでフォローアップを図った。

≪http://www.jific.or.jp/dispatch/digitization/≫

- 更新ファイルの公開
- 操作説明動画
  （基本操作・拡張機能・点検システムとの連動機能の説明）
- 操作説明書
- 操作説明会のスライド資料（PPT）
- 運用版配布後に受けた質疑事項（Q&A）

以降に HP での維持管理情報プラットフォームの記載内容を添付する。

図 e-4-1-9-1　維持管理情報プラットフォームについての情報公開（1/4）

更新履歴（PDF形式）

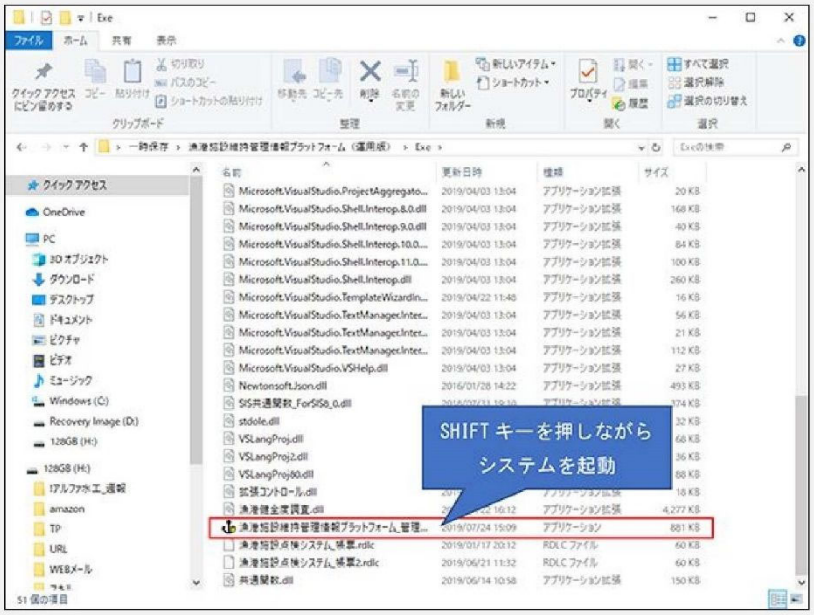
維持管理情報プラットフォームのQ&A

Q 起動時に「更新用データ　DBUpdate001.mdbが見つかりません。」というメッセージが表示され、システムの起動ができません。

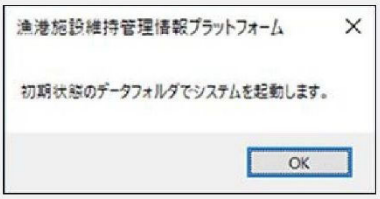
A
- レジストリに以前の場所の記録が残っていることにより発生している可能性がある。（データの場所を変更した場合に発生しやすい）
- 以降に示す対策方法により、改善が見込まれる。

【対策方法】

①SHIFTキーを押しながら「EXEファイル」からシステムを起動してください。
（レジストリのデータフォルダの設定を無視してシステムを起動します）
（SHIFTキーを押さなければレジストリを参照した通常起動となります）



②SHIFTキーを押しながらの起動時には、「初期状態のデータフォルダでシステムを起動します。」とのダイアログが表示されますので、「OK」をクリックしてください。



③データフォルダの場所を更新してシステム起動します。

Q 共有フォルダ内でシステム・データを共有して使用できるか？

A
- 共有フォルダからシステムの起動はできるが、複数からのアクセスもしくは同時使用した場合にデータを編集した際に整合性が取れなくなる可能性があるため、実運用は難しい。

Q 漁港統合等で漁港名や漁港種別が変わった場合は変更可能か？

A
- 漁港名、漁港番号、漁港種別、都道府県、漁港管理者の項目（下図の赤枠箇所）については変更不可の項目となっている。
- 上記の項目を変更する場合は「漁港情報追加」で新規に登録する必要がある。
- 登録済みの情報については「Excel出力」を活用することで再入力の負担軽減を図ることが出来る。

図 e-4-1-9-2　維持管理情報プラットフォームについての情報公開（2/4）

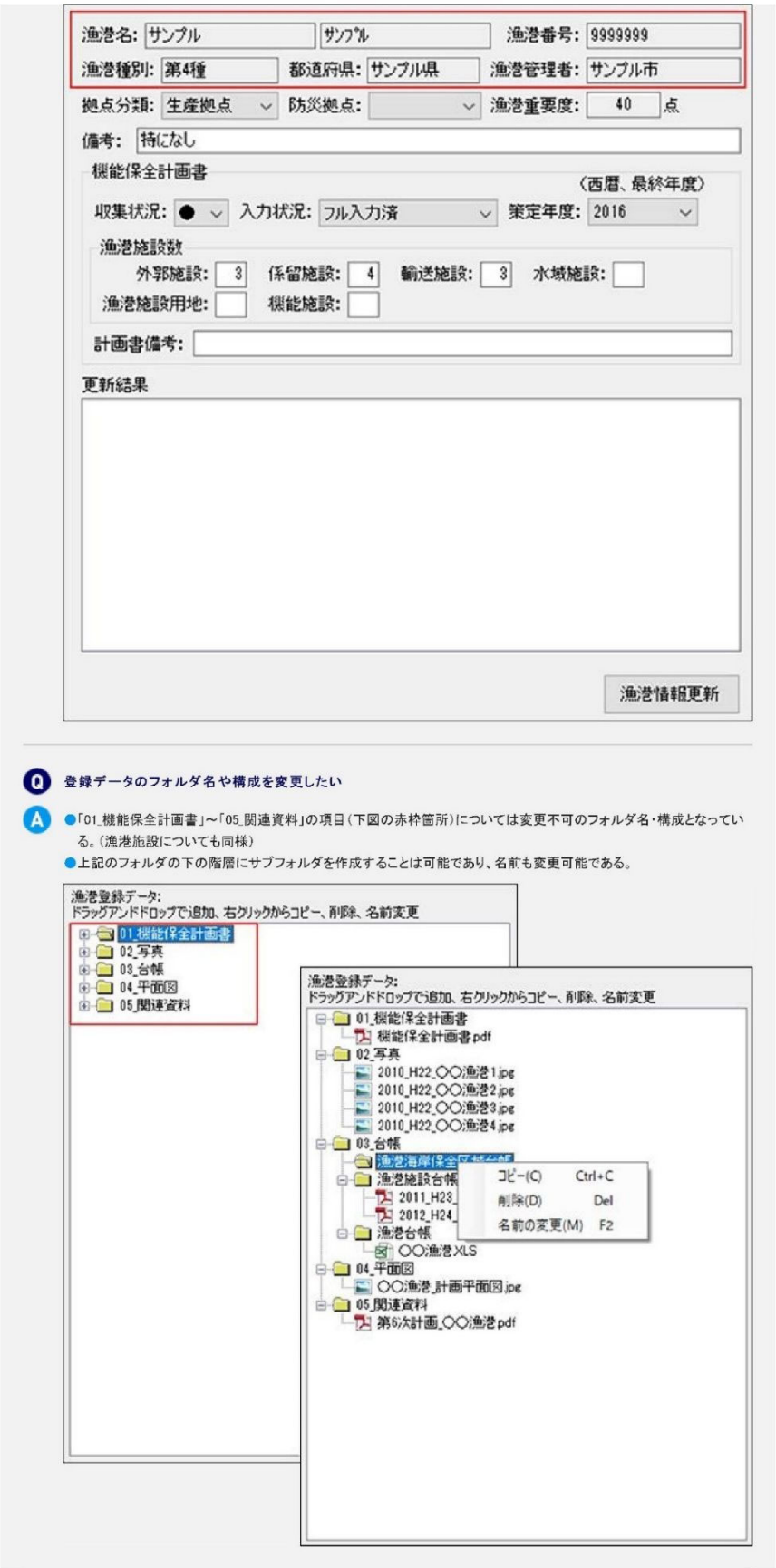


図 e-4-1-9-3　維持管理情報プラットフォームについての情報公開（3/4）

Q 「Excel 出力」という機能があるが、Excelで作成した情報をインポートすることは可能か？

A ●Excelで作成した情報をインポートする機能はありません。

Q 漁港施設の健全度評価と簡易調査（重点項目）結果との連動について

A ●「漁港施設情報」の「健全度調査データ」において簡易調査（重点項目）結果を入力できるが、「漁港施設情報」の「健全度評価」とは連動していない。

●調査結果を基に管理者が「健全度評価」を入力・変更する必要がある。（健全度の変更履歴が記録できるため、判断の根拠となった事項を記入する）

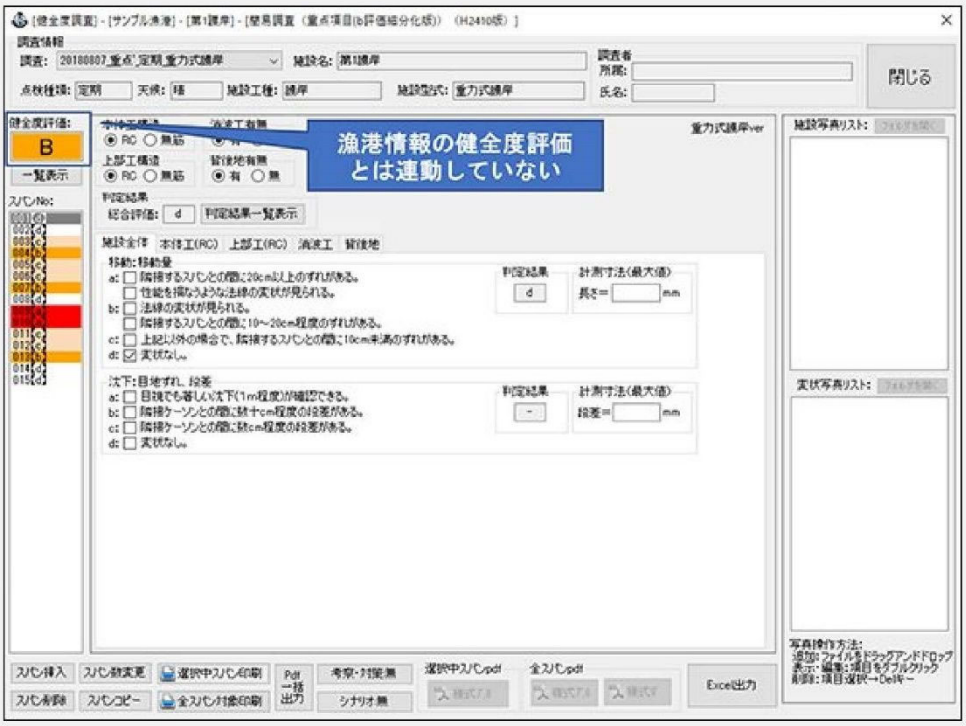


図 e-4-1-9-4　維持管理情報プラットフォームについての情報公開（4/4）

４－１－１０．説明会の実施

（１）開催の目的

サンプル漁港での登録内容を事例として、活用方法・運用方法を踏まえた漁港管理者への説明会を実施した。説明会は「漁港施設の点検システム」と「維持管理情報プラットフォーム」と合わせて行うものとし、両システムの導入の積極的な自治体や市町村を含めた参加者数の多い自治体を選定した。

（２）説明内容

本説明会の内容は以下のとおりである。

・維持管理情報プラットフォーム（運用版）の操作説明
（システムの概要・特徴の説明、操作の実演）

（３）開催状況

各開催地での説明会の開催予定を表 e-4-1-10-1 に示す。令和２年３月上旬に予定していた説明会（下表の黄色ハッチ）については、新型コロナウイルス感染拡大の影響を鑑み、中止とした。(令和２年２月 26 日に判断)

予定していた操作説明会が開催出来なかったため、説明会での主題である操作の実演について操作動画を作成し、HP で公開することでフォローアップを図った。(3/9 公開予定（その後、全国の漁港管理者に周知))

実際に開催した説明会の状況は図 e-4-1-10-1～3 のとおりである。

表 e-4-1-10-1　説明会の開催状況

開催地	日時	場所	参加者数
長崎県	令和元年 9月 6日 9:30～14:50	長崎県庁 大会議室Ｃ	長崎県の漁港管理者：29名
高知県	令和2年 2月18日 13:30～16:00	オーテピア 高知図書館 ４階研修室	高知県、愛媛県等の漁港管理者 ：33名
福岡県	令和2年 2月25日 13:30～16:00	福岡西総合庁舎 ２階大会議室	福岡県、熊本県等の漁港管理者 ：18名
青森県	（令和2年 3月 4日） （13:30～16:00）	青森県庁南棟 ２階中会議室	青森県、岩手県の漁港管理者 ：22名（予定）
島根県	（令和2年 3月 5日） （13:30～16:00）	島根県職員会館 健康教育室	島根県、鳥取県の漁港管理者 ：28名（予定）
千葉県	（令和2年 3月 6日） （13:30～16:00）	千葉県教育会館 （本館） 304 会議室	千葉県、茨城県等の漁港管理者 ：26名（予定）

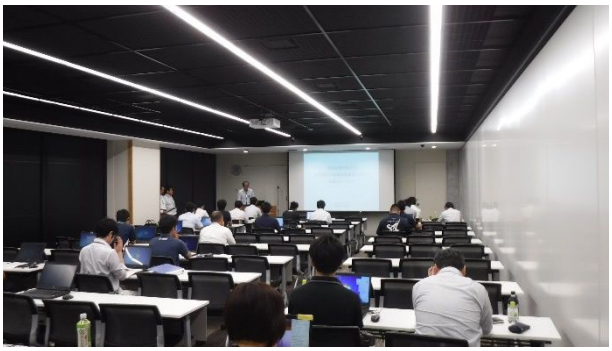


図 e-4-1-10-1　説明会の開催状況（長崎県）

図 e-4-1-10-2　説明会の開催状況（高知県）

図 e-4-1-10-3　説明会の開催状況（福岡県）

（４）主な質疑

各説明会で聴取した質問や意見は表 e-4-1-10-2 のとおりである。

表 e-4-1-10-2　各説明会で聴取した主な質問・意見

≪維持管理情報プラットフォーム≫

開催地	主な質問・意見	回答・対応
長崎県	現在登録済みの複数の漁港を統合することは可能か？	登録済み漁港の情報は変更不可のため、新たに漁港を追加する必要がある。
	その他（補足説明）	・点検結果から自動で健全度更新させるシステムではないことを説明。 ・登録データのサブフォルダの作成・名称変更について ・健全度調査データの追加方法 ・対策費グラフ、コスト平準化のエクセル出力について
高知県	漁業集落排水施設や漁港海岸施設の追加は可能か？	施設を追加する場合は漁港施設の施設分類・対象施設の選択となる。「その他」として施設を追加し、関連資料を保存することは可能である。
	その他（補足説明）	・漁港や漁港施設の追加・削除について（登録済みの情報は変更不可）
福岡県	港湾や河川等の別管轄施設の追加は可能か？	施設を追加する場合は漁港施設の施設分類・対象施設の選択となる。「その他」として施設を追加し、関連資料を保存することは可能である。

f．今後の課題

（１）普及促進に向けた課題

１）情報公開について

これまでは電話やメールにて操作方法の問合せやシステムの不具合については本調査内で対応していた。運用後のフォローアップとしてHP（http://www.jific.or.jp/dispatch/digitization/）に操作説明書・運用版配布後に問合せのあった質疑・操作動画（基本機能・拡張機能）を記載した。今後、両システムの情報公開についてはこのHPを活用していく。

２）未来投資戦略2018の目標達成に向けて

未来投資戦略2018の「次世代インフラ・メンテナンス・システム構築等のインフラ管理の高度化」において「老朽化インフラの点検・診断などの業務にて、一定の技術水準を満たした新技術等を導入している施設管理者の割合を、2020年頃までには20%、2030年までには100%とする」との目標を示している。

「一定の技術水準満たした新技術」として、本調査で検討している両システムも該当すると考えられるため、今年度に引き続き、導入検討のために漁港管理者への周知・普及促進を図る。

３）漁港施設の点検システムの導入検討及び本格導入について

導入に関する検討・調査予定としては下記の4段階で行うこととしていた。今年度調査では「①導入の可能性の確認」、「②導入意思の確認」の調査を実施した。来年度以降は「③参加申し込み」の回答・意見を収集するが、配布資料・意見の収集方法については水産庁と協議する必要がある。

≪導入検討に関する調査予定について≫

①導入の可能性の確認	**（令和元年10月実施）**	**導入検討（デモ作業）**
②導入意思の確認	**（令和２年１月実施）**	
③本システムの参加申し込み	**（令和２年度予定）**	**導入検討（予算確保）**
④本システムの本格導入開始	**（令和３年度予定）**	**導入開始※**

※随時参加受付

（２）継続運用に向けた将来的な課題

≪共通≫

- 漁港施設の点検システムについては「クラウドシステム」、維持管理情報プラットフォームは「スタンドアロン型」と運用システムに差異がある。将来的には直轄調査の他課題で検討している下記のようなシステムとデータの共有を図ることで情報の一元化・蓄積が進むとビッグデータとして大きな価値を生むことになると考える。

  【他課題におけるデータベース等の情報システム検討】

  ・漁場施設情報データベース（平成 29～30 年度調査）
  ・全国港勢調査 WEB 入力システム（平成 29～31 年度調査）
  ・漁港施設維持管理情報 WEB 入力システム（平成 31 年度調査）

≪維持管理情報プラットフォーム≫

- 本調査において運用版システムを無償配布したが、ＯＳの更新やストックマネジメントの手引き・ガイドラインの改訂があった場合はシステム更新が必要となり、一度の更新に概ね 100 万円程度かかるものと想定される。システムの更新時期及びその更新費用については適宜水産庁と協議する必要がある。

別添資料　４－１－１.

調査結果（①導入の可能性）

漁港施設の点検システムの導入に関する調査結果（導入の可能性）

漁港施設の点検システムの導入の可能性についてアンケート調査を実施した。
下記に調査対象及び回答者の内訳を示す。

・調査対象；漁港管理者（40都道府県、北海道開発局）

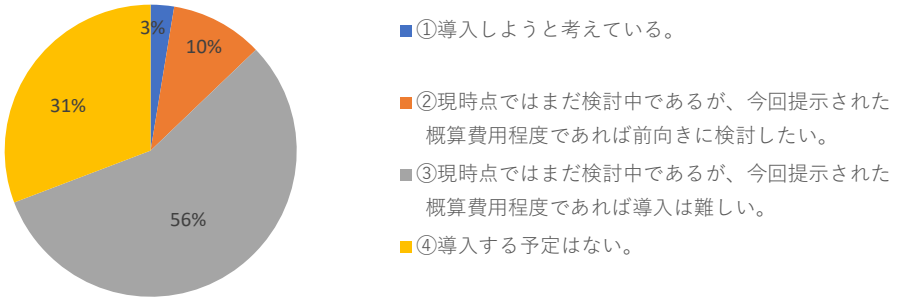
表－　アンケート回答者の内訳

	漁港管理者		
	都道府県	北海道開発局	管理者合計
依頼数	40	1	41
回答数	38	1	39
回答率	95.0%	100%	95.1%

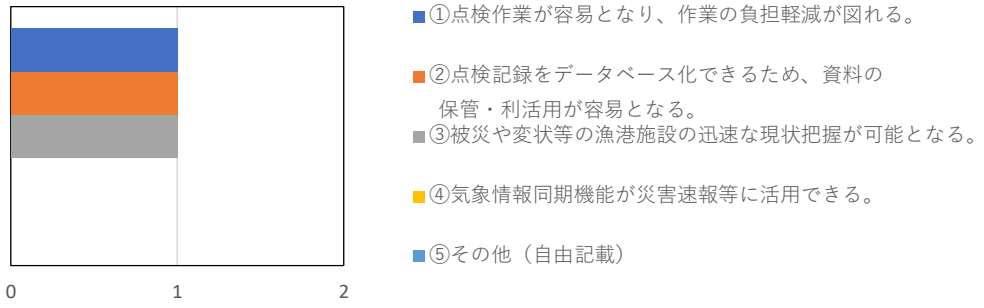
【アンケート内容及び回答】

1.漁港施設の点検システムの導入について

Q1： 漁港施設の点検システムの導入する可能性についてお伺いします。
下記から当てはまる検討状況を選択ください。



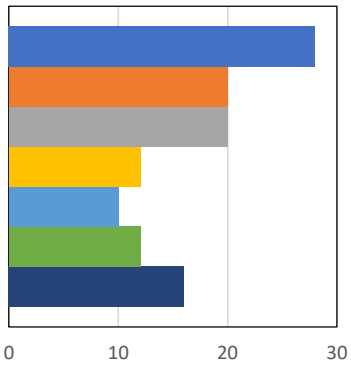
Q2： Q1で「①導入しようと考えている」と回答の方にお聞きします。
導入を決めた理由・決め手となった事項について下記から当てはまる項目を選択ください。（複数回答可）



Q3： Q1で「①導入しようと考えている」と回答の方にお聞きします。
導入する場合、検討資料p.4～5に示すどの方式を想定していますか？

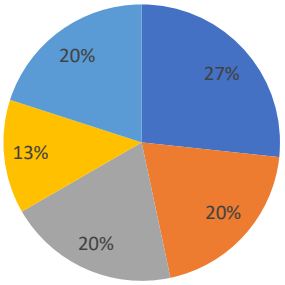
Q4：

Q1で「②③検討中」「④導入する予定はない」と回答の方にお聞きします。
迷っている事項・導入においてネックとなる事項について下記から当てはまる項目を選択ください。（複数回答可）



■①初年度のシステムの導入費及び２年目以降の維持管理費が高価であるため。
■②点検作業に使用できる携帯端末（スマホ・タブレット）等が準備できないため。
■③現地登録時には通信費が発生するため。
■④本システムを導入しても作業の負担軽減とはならないと考えているため。
■⑤本システムのセキュリティ対策に不安があるため。
■⑥本システムのようなICT技術の知見に乏しいため、検討が進まない状況である。
■⑦その他（自由記載）

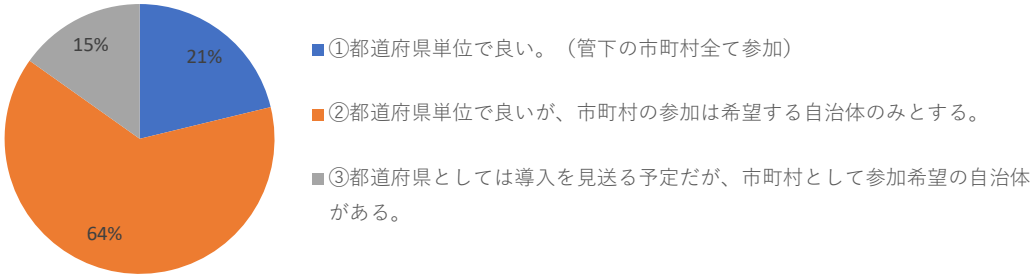
≪その他の主要意見≫



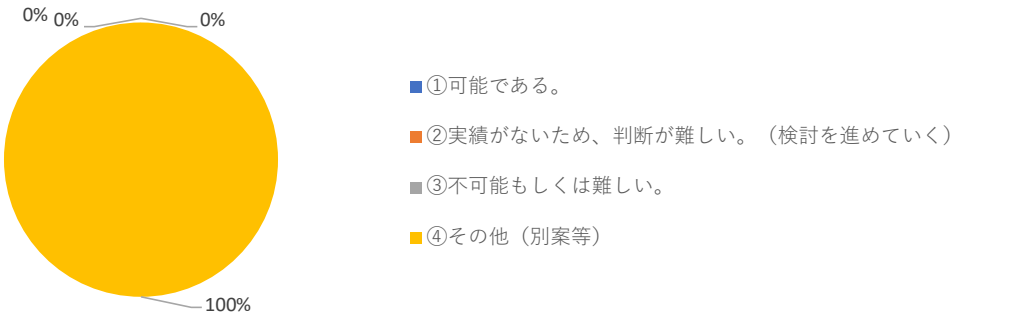
■別の管理システムを導入済みである
■今後の導入状況を踏まえて検討する
■システムの機能不足
■導入コストが高く、費用対効果が出ない
■市町村では費用負担が難しい

2.システム導入における費用・管理体制について

Q5： 情報共有の迅速化を考慮し、本資料では都道府県単位での導入を想定しています。
導入範囲について適切と考える範囲を下記の項目から選択願います。



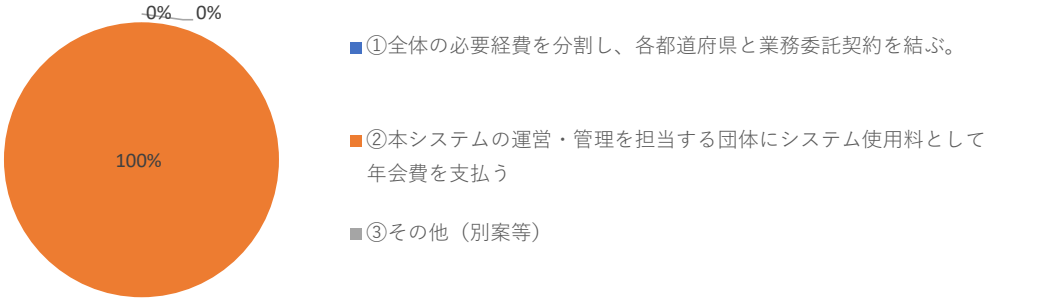
Q6： Q3で「①②（管理者がサーバーを準備する場合）」を選択されたの方にお聞きします。
①案、②案の維持管理費としては「（仮）システム運用・保守管理委託業務」のような業務委託を想定しています。
市町村分も含めた都道府県からの業務発注は可能でしょうか？



≪その他の主要意見≫

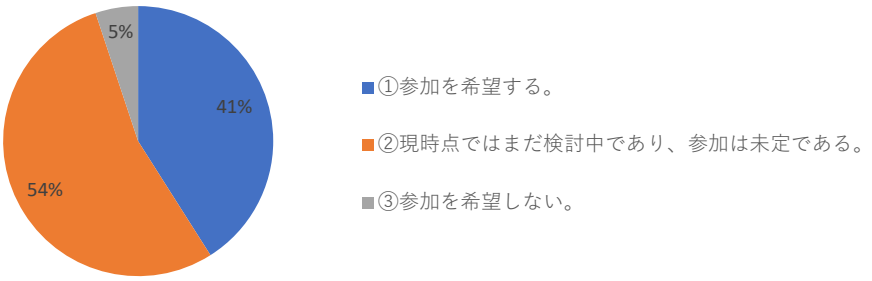
・費用負担や契約方法について、事例がなく内部で協議が必要。

Q7： Q3で「③④（共通サーバーを使用する場合）」を選択されたの方にお聞きします。
③案、③案の維持管理費の支払い方法として下記の方法を想定しています。
適切と考える支払い方法を下記の項目から選択願います。（複数回答可）

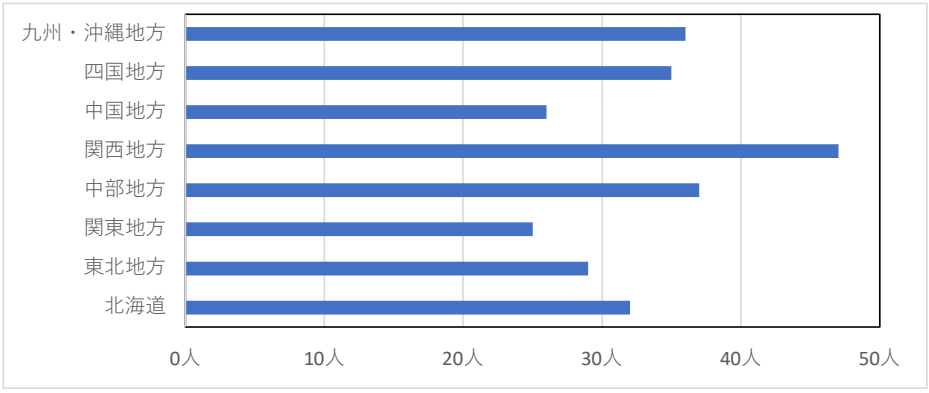


3.漁港施設の点検システム等の説明会について

Q8： 漁港施設の点検システム及び維持管理情報プラットフォームについての説明会の開催（令和元年12月～令和2年2月頃）を予定しています。（全国を地域毎等のブロックに分け、4箇所程度で開催予定）
下記から当てはまる参加について希望内容を選択ください。



Q9： Q8で「①参加を希望する」「②③検討中」を選択されたの方にお聞きします。
市町村分も含めた都道府県からの参加想定人数を教えてください。



Q10： Q8で「①参加を希望する」を選択されたの方にお聞きします。
説明会の開催にあたって、会場として都道府県庁の会議室等を貸していただけるでしょうか？

・北海道開発局（180人収容）
・北海道　　（ 30人収容）
・兵庫県　　（ 30人収容）
・鳥取県　　（300人収容）
・山口県　　（ 80人収容）
・高知県　　（100人収容）
・熊本県　　（ 20人収容）
・沖縄県　　（ 30人収容）

4.その他

Q11： 漁港施設の点検システムの導入検討に関して、ご質問・ご意見がありましたらご自由にご記入下さい。
（多い質問・意見については次回以降の提示資料に回答もしくは個別で回答します）

（主要意見）

分類	要旨	件数
費用の明確化	初年度及び2年目以上の上限額の提示	1
	按分方法（県と市町村の負担金額の算定）について情報提供して欲しい	2
	携帯端末等の借用費用を含めた委託費用を提示して欲しい	1
財政補助の拡大要望	負担額が大きく、費用の捻出が難しい	4
	２年目以降の維持管理費についても補助の対象として欲しい	2
システムへの要望	電波状況を問わずに利用可能となるよう仕様変更 （スマホに蓄積し、電波状況が良くなったら送信）	2
	位置情報の精度向上	1
	施設整理番号を3桁にして欲しい	1
	県独自の管理システムとの互換性を持たせる等の拡張	1
	既存登録情報の現場での確認を容易にする機能の付加	1
その他	本システムや維持管理情報プラットフォームの導入事例を紹介して欲しい	3
	システム導入のメリット・必要性を感じない	2
	WEB上で登録データの確認・検索等を行うが、セキュリティ対策により接続できない自治体もある	2
	市町村では他県で開催される説明会への参加は難しい	1

漁港施設の点検システムの導入検討資料（本システムの導入の可能性について）

1. 漁港施設の点検システムについて

本システムはスマートフォンを活用し、点検写真等を現場で撮影し、データベースに即時登録・蓄積し、点検結果等の検索や関係者間での情報共有を容易・迅速に行うことができるシステムである。本システムを活用することで漁港管理にかかる実務上の負担を低減でき、点検記録の適正な保管が可能となると考えられる。

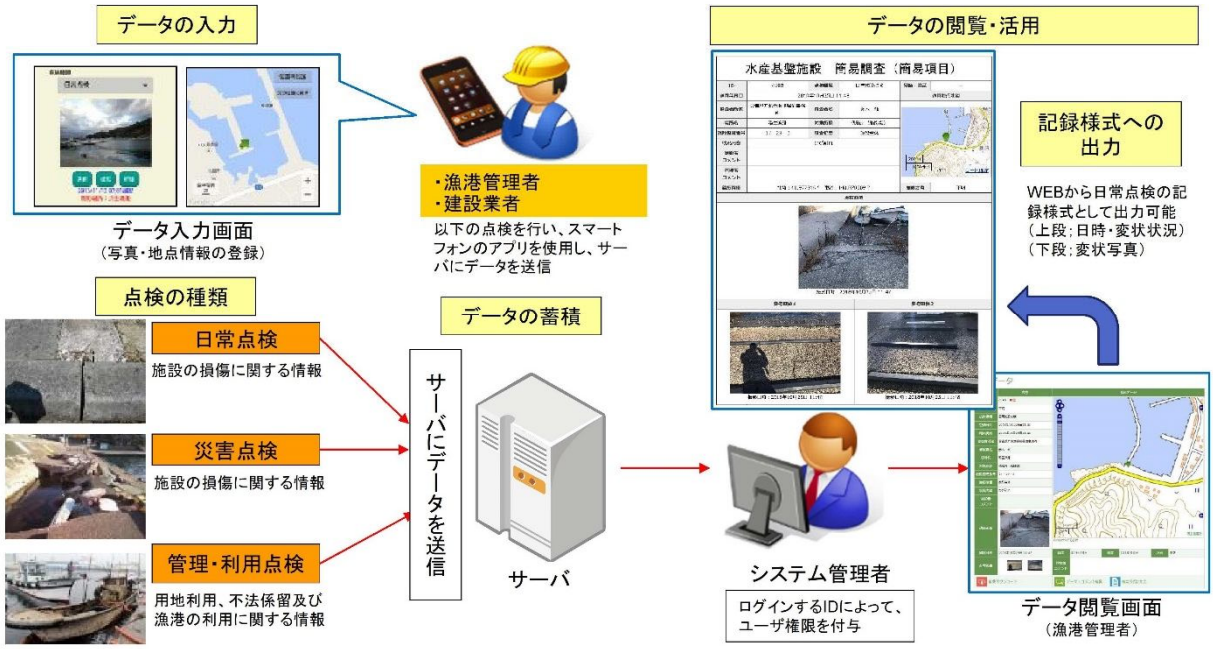


図１－漁港施設の点検システムのイメージ

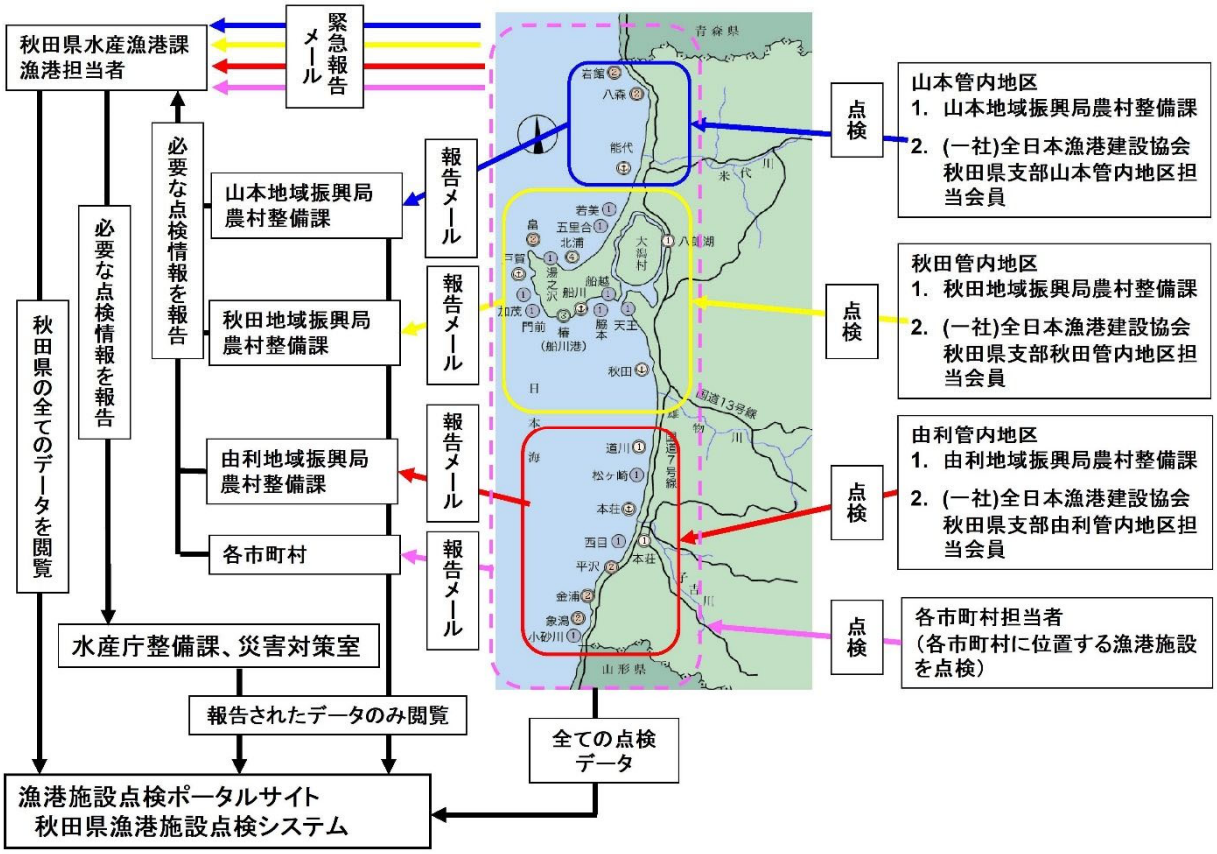


図２－システムネットワークの構築（秋田県での事例）

2. 本システムの導入検討について

1）本システムの導入費用について

本システムの本格導入には条件設定やシステムネットワーク構築等の導入費用が発生する。

2）導入に関する調査について

導入方法及びその概算費用等の資料を段階的に提示する。各漁港管理者には共有アカウントによるデモ作業を踏まえ、本システムの導入について検討いただきたい。

3）導入検討の予定について

導入に関する検討・調査予定としては下記の 4 段階を考えている。

今回の調査は「①導入の可能性の確認」となる。想定として仮定した参加者数から導入時の概算費用や導入方法を提示するので、共通アカウントでのデモ作業を踏まえ、本システムを導入する可能性について検討・ご回答いただきたい。

≪導入検討に関する調査予定について≫

①導入の可能性の確認　（令和元年 10 月予定）	導入検討（デモ作業）
②導入意思の確認　（令和元年 12 月予定）	
③本システムの参加申し込み（令和２年度予定）	導入検討（予算確保）
④本システムの本格導入開始（令和３年度予定）	導入開始※

※随時参加受付

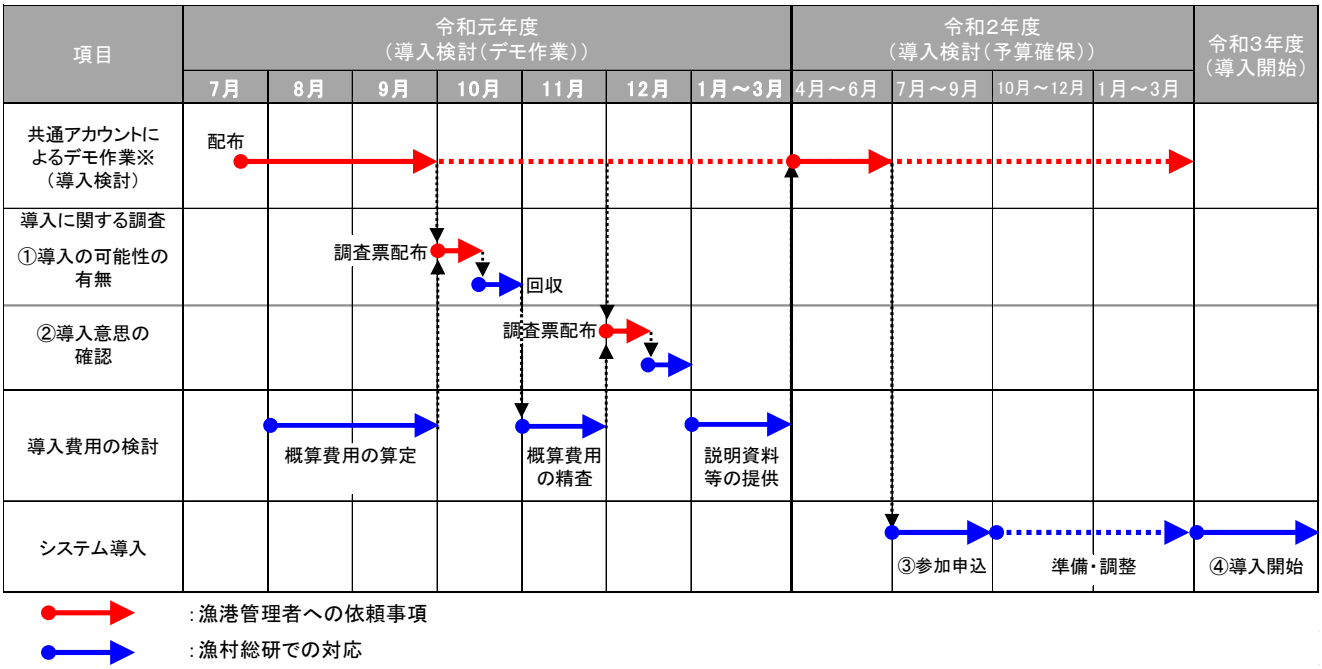


図３－漁港施設の点検システムの導入検討予定

３.システムの概算費用及び導入方式について

本資料ではシステム導入者数や対象とする漁港数等については仮定した条件にて概算費用を提示する。今回の調査結果を踏まえ、概算費用を再検討するため、今回提示する概算費用は参加者数によって変わる可能性がある数字となるため、ご留意いただきたい。

今回の導入検討資料は下記の仮定条件を踏まえ、概算費用を検討したものである。

1）仮定条件

（1）想定参加者：20 都道府県が導入すると仮定

（本システムでは「建設業者等→市町村→都道府県出先機関→都道府県庁」というシステムネットワーク構築による情報共有の迅速化を利点としているため、**導入は都道府県単位**と仮定）

（2）想定規模（１都道府県当たりの規模）

- **漁港数：70 港**（全国の漁港数 2,823 港/40 都道府県≒70 港）
- **アカウント作成が必要な管理者：25 名**（過年度の試行運用での平均値より）

本システムの導入方式については「サーバーの管理方法」・本システムの機能である「気象情報同期機能の付加」の選択から絞り込むことが可能である。

2）導入方式における判断項目

（1）サーバー

サーバーの運用方法としては管理者がサーバーを準備する場合と複数の管理者でサーバーを共有する場合の２つが考えられる。管理者がサーバーを準備する場合はサーバー費用及びサーバー調整・環境構築のためにシステム担当者を派遣する旅費交通費が発生する。また、複数の管理者でサーバーを共有する場合はサーバー使用料を参加する管理者数によって分割し、直接経費として徴収する。

（2）気象情報同期機能

本機能を付加することで被災を受けた原因である気象海象情報を点検と同時に把握することで災害速報や被災状況報告等の迅速化を図ることが可能となる。しかし、本機能を付加するためには各都道府県の気象データを購入し、本システムに組み込む必要があるため、費用が嵩む。

次頁以降に「1）仮定条件」・「2）導入方式における判断項目」を踏まえた導入方式の選定フロー（図４）及びその導入方式の概算費用（表１）を示す。

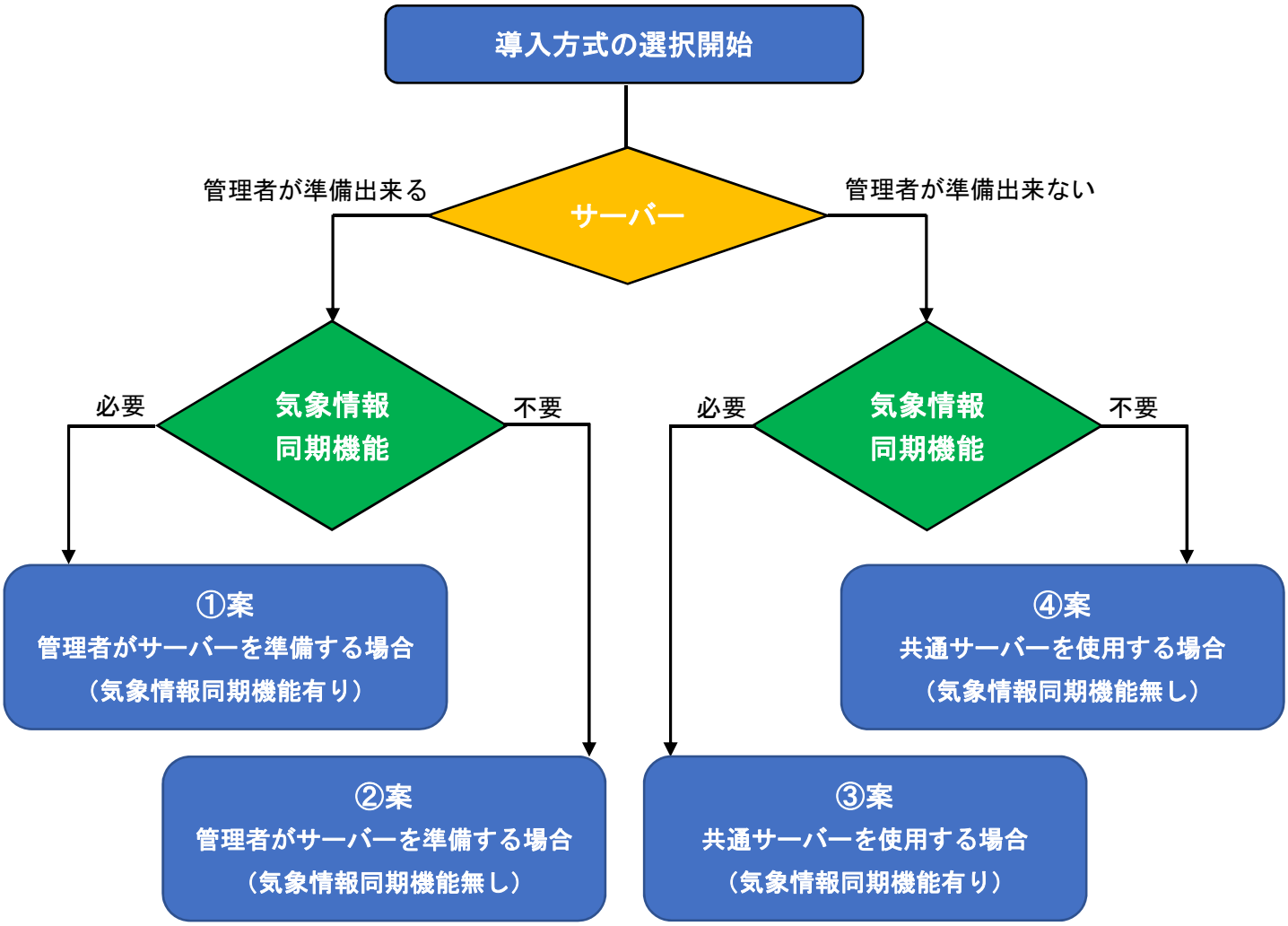


図４－漁港施設の点検システムの導入方法選定フロー

表１－漁港施設の点検システムの導入方法及び概算工費について

	管理者がサーバーを準備する場合				共通サーバーを使用する場合			
	①案 管理者がサーバーを準備する場合 （気象情報同期機能有り）		②案 管理者がサーバーを準備する場合 （気象情報同期機能無し）		③案 共通サーバーを使用する場合 （気象情報同期機能有り）		④案 共通サーバーを使用する場合 （気象情報同期機能無し）	
想定規模	≪想定規模（1県）≫ ・漁港数；70港 ・アカウント作成数；25人				≪想定規模（20都道府県）≫ ・漁港数；1,400港 ・アカウント作成数；500人			
構築内容	・漁港の位置情報		・漁港の位置情報		・漁港の位置情報		・漁港の位置情報	
	・各登録者の閲覧権限の設定		・各登録者の閲覧権限の設定		・各登録者の閲覧権限の設定		・各登録者の閲覧権限の設定	
	・システムネットワークの構築		・システムネットワークの構築		・システムネットワークの構築		・システムネットワークの構築	
	・気象情報同期機能		―		・気象情報同期機能		―	
利点	・サーバー調整等のためにシステム担当者が来庁するため、フォローアップが図れる。				・試行やデモ作業で登録した点検データの移行がスムーズに行える。			
	・気象情報同期機能を付加しているため、被災時の原因把握が迅速に行える。		―		・気象情報同期機能を付加しているため、被災時の原因把握が迅速に行える。		―	
欠点	・③④案に比べて維持管理費やサーバー調整・打合せのための旅費交通費が嵩む。				・漁港設定・アカウント設定等の作業量が多くなるため、設定に時間を要する。			
	・気象データの購入費用が発生するため、②④案に比べて費用が嵩む。		・気象情報同期機能が無いため、①③案に比べて被災原因等の特定が遅れる。		・気象データの購入費用が発生するため、②④案に比べて費用が嵩む。		・気象情報同期機能が無いため、①③案に比べて被災原因等の特定が遅れる。	
概算費用	**280万円（初年度）**＋サーバー代＋旅費交通費		**180万円（初年度）**＋サーバー代＋旅費交通費		**285万円（初年度）**		**185万円（初年度）**	
	サーバープログラム環境構築	50万円	サーバープログラム環境構築	50万円	サーバープログラム環境構築	50万円	サーバープログラム環境構築	50万円
	漁港位置情報の登録	10万円	漁港位置情報の登録	10万円	漁港位置情報の登録	10万円	漁港位置情報の登録	10万円
	各管理者の閲覧権限の設定	50万円	各管理者の閲覧権限の設定	50万円	各管理者の閲覧権限の設定	50万円	各管理者の閲覧権限の設定	50万円
	システムネットワークの構築※	30万円	システムネットワークの構築※	30万円	システムネットワークの構築※	30万円	システムネットワークの構築※	30万円
	気象情報同期機能	100万円	気象情報同期機能	―	気象情報同期機能	100万円	気象情報同期機能	―
	システムメンテナンス	―	システムメンテナンス	―	システムメンテナンス	―	システムメンテナンス	―
	問合せ対応等	40万円	問合せ対応等	40万円	問合せ対応等	40万円	問合せ対応等	40万円
	サーバー準備費用	（別途：管理者）	サーバー準備費用	（別途：管理者）	サーバー費用	5万円	サーバー費用	5万円
	旅費交通費	（別途）	旅費交通費	（別途）	旅費交通費	（別途）	旅費交通費	（別途）
	（合計）	**280万円**	（合計）	**180万円**	（合計）	**285万円**	（合計）	**185万円**
	220万円（2年目以降）＋サーバー代＋旅費交通費		**120万円（2年目以降）**＋サーバー代＋旅費交通費		**225万円（2年目以降）**		**125万円（2年目以降）**	
	サーバープログラム環境構築	―	サーバープログラム環境構築	―	サーバープログラム環境構築	―	サーバープログラム環境構築	―
	漁港位置情報の登録	―	漁港位置情報の登録	―	漁港位置情報の登録	―	漁港位置情報の登録	―
	各管理者の閲覧権限の設定	30万円	各管理者の閲覧権限の設定	30万円	各管理者の閲覧権限の設定	30万円	各管理者の閲覧権限の設定	30万円
	システムネットワークの構築	―	システムネットワークの構築	―	システムネットワークの構築	―	システムネットワークの構築	―
	気象情報同期機能	100万円	気象情報同期機能	―	気象情報同期機能	100万円	気象情報同期機能	―
	システムメンテナンス	50万円	システムメンテナンス	50万円	システムメンテナンス	50万円	システムメンテナンス	50万円
	問合せ対応等	40万円	問合せ対応等	40万円	問合せ対応等	40万円	問合せ対応等	40万円
	サーバー準備費用	（別途：管理者）	サーバー準備費用	（別途：管理者）	サーバー費用	5万円	サーバー費用	5万円
	旅費交通費	（別途）	旅費交通費	（別途）	旅費交通費	（別途）	旅費交通費	（別途）
	（合計）	**220万円**	（合計）	**120万円**	（合計）	**225万円**	（合計）	**125万円**

※総務省では「点検におけるICTデータベースシステムに要する経費」について特別交付税措置を講じるとしている（巻末資料参照）。

４.その他の費用（通信費等）について

1）登録端末について

・現地での登録端末としてはスマートフォンやタブレット等を準備する必要がある。

・タブレット等の登録端末の購入は「ICT データベースシステムの導入に要する経費」となるため、総務省の特別交付税措置の対象となる。（巻末資料参照）

2）通信費用について

・現地での点検データの登録には通信費が発生する。

・下記に示すように１ＧＢの通信容量でも 200 件程度の登録は可能である。

例）１ＧＢの契約通信料の場合

・１ＧＢ＝1,000ＭＢの通信容量のうち、８割を点検データの登録に使用できると仮定

・800ＭＢ/４ＭＢ※≒200 件の登録が可能

※スマートフォンからの登録時は画像１ファイルを１ＭＢ以下に圧縮するため、最大４枚を添付した場合、通信容量としては４ＭＢ程度となる。

※現地登録ではなく、スマホやデジカメで撮影した画像を事務所の PC からサーバーに登録することも可能である。

点検におけるＩＣＴデータベースシステム・ドローンの導入に係る地方財政措置

インフラ施設の適正管理等を推進するため、都道府県及び市町村における施設の点検の効率化・充実に資するICTデータベースシステム及びドローンの導入に要する経費について、新たに特別交付税措置を講じる。

1. 措置対象

○ 都道府県及び市町村において、対象施設で用いるICTデータベースシステム又はドローンの導入に要する経費

	ICTデータベースシステム	ドローン
内容	・タブレット等（写真撮影・データ入力が可能）と連動し、点検・維持補修等に関するデータを記録・保存して一元管理するデータベースシステム ・施設位置の把握・探索に係る時間の削減、点検結果の入力・出力の省力化、点検・維持補修等に関するデータの蓄積・集計・分析の効率化等が期待できる	・遠隔操縦又は自律で移動するカメラ・GPSを備えた小型の無人航空機（Unmanned Aerial Vehicles（UAV）） ・短時間で俯瞰的に施設を確認可能、点検中の施設の利用に与える影響の軽減、点検者の安全確保等が期待できる
措置対象施設（※）	河川管理施設、港湾施設等	河川管理施設、港湾施設等

※施設の所管省庁が導入を推奨しているもの

2. 要件

○ ICTデータベースシステム又はドローンを導入する施設の個別施設計画を策定済みであること

○ （市町村分のICTデータベースシステム）都道府県と連携したもの又は複数市町村で連携したもの　等

3. 措置率

50%

4. 期間

平成31～35年度

（巻末資料；総務省ＨＰより）

別添資料　４－１－２.

調査結果（②導入意思の確認）

漁港施設の点検システムの導入に関する調査結果（導入意思の確認）

漁港施設の点検システムの導入意思についてアンケート調査を実施した。
下記に調査対象及び回答者の内訳を示す。

・調査対象；漁港管理者（40都道府県、北海道開発局）

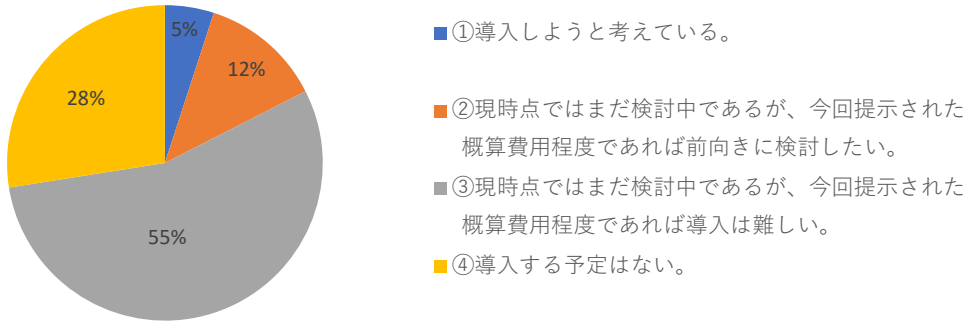
表－　アンケート回答者の内訳

	漁港管理者		
	都道府県	北海道開発局	管理者合計
依頼数	40	1	41
回答数	38	1	39
回答率	95. 0%	100%	95. 1%

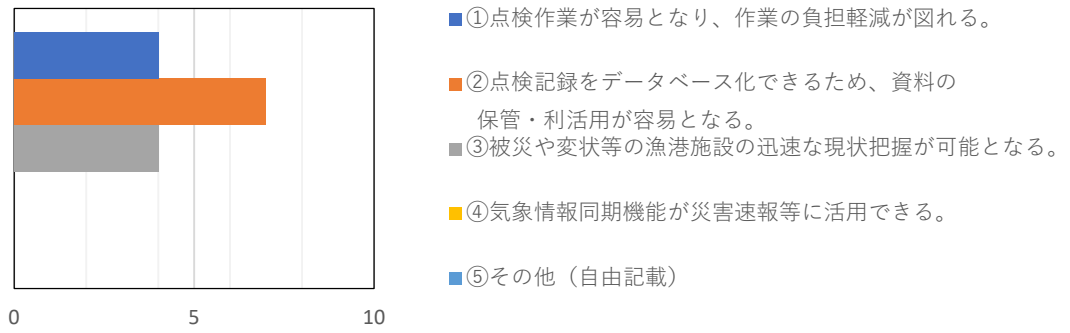
【アンケート内容及び回答】

1.漁港施設の点検システムの導入について

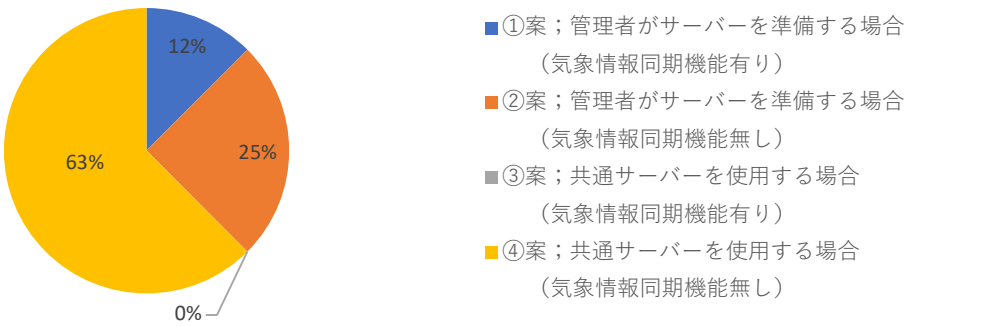
Q1： 漁港施設の点検システムの導入検討状況についてお伺いします。
下記から当てはまる検討状況を選択ください。



Q2： Q1で「①（導入予定）②（前向きに検討）」と回答の方にお聞きします。
導入を決めた理由・決め手となった事項について下記から当てはまる項目を選択ください。（複数回答可）

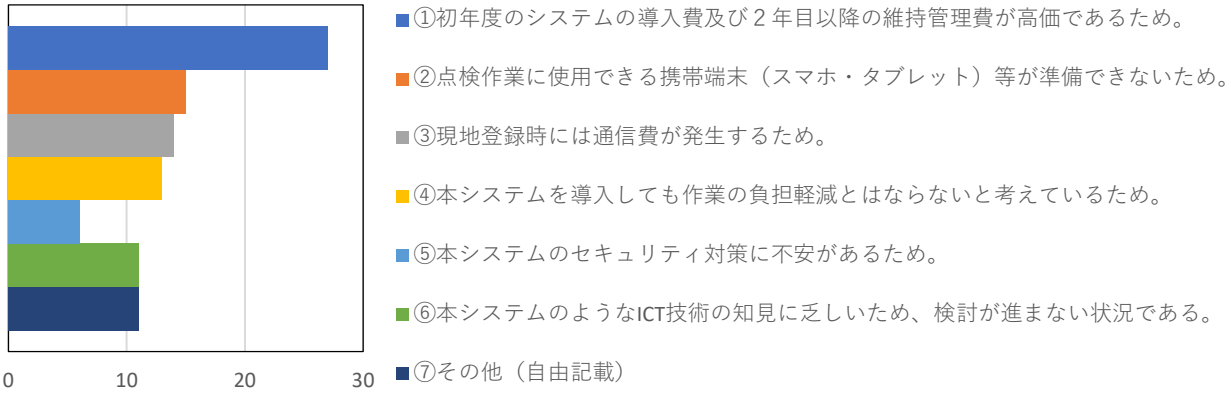


Q3： Q1で「①（導入予定）②（前向きに検討）」と回答の方にお聞きします。
導入する場合、検討資料p.4に示すどの方式を想定していますか？

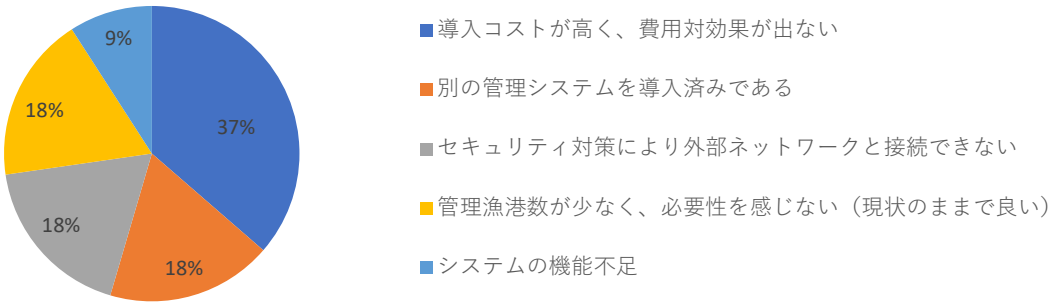


Q4：

Q1で「③（検討中だが導入は難しい）④（導入する予定はない）」と回答の方にお聞きします。
迷っている事項・導入においてネックとなる事項について下記から当てはまる項目を選択ください。（複数回答可）

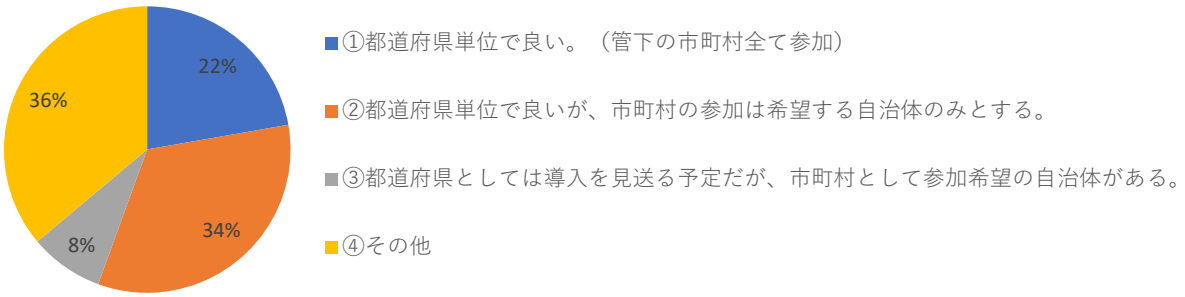


≪その他の主要意見≫



2.システム導入における費用・管理体制について

Q5：情報共有の迅速化を考慮し、本資料では都道府県単位での導入を想定しています。
導入範囲について想定している範囲を下記の項目から選択願います。



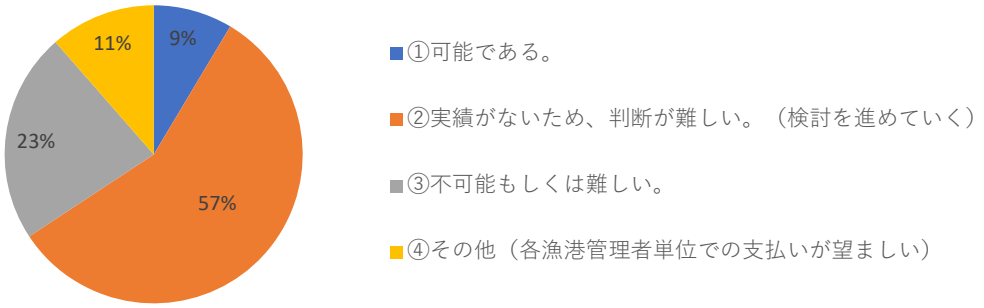
≪その他の主要意見≫

要旨	合計
導入予定無し	10
都道府県のみの導入を想定している	2
市町村で検討を進めているが、具体的には未定。	1

Q6：想定される導入規模（自治体数・漁港数）について

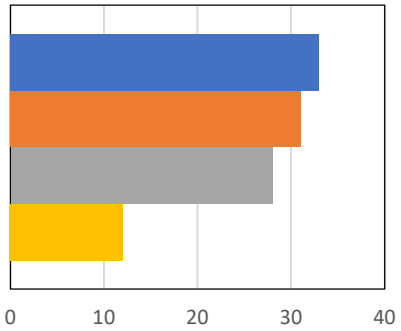
Q1で「①（導入予定）」と回答　；17管理者・163漁港
Q1で「②（前向きに検討）」と回答；32管理者・243漁港

Q7：システムの導入・維持管理としては「（仮）システム運用・保守管理委託業務」のような業務委託を想定しています。
市町村分も含めた都道府県からの業務発注は可能でしょうか？



3.漁港施設の点検システム等の説明会について

Q8：本調査で次年度の導入検討（予算確保）に使用できる説明資料を作成予定です。
その中に記載して欲しい事項について下記から当てはまる項目を選択ください。（複数回答可）



≪その他の主要意見≫

要旨	合計
他の都道府県の導入事例（市町村の参加状況等）	7
説明資料については令和２年度の夏頃までに提供して欲しい	2
本システムで可能な項目の一覧（気象情報同期の有無で生じる差等）	1
随契となる場合は、その理由（説明）を提供して欲しい	1
特別交付税措置についての詳細情報	1

4.その他

Q9：漁港施設の点検システムの導入検討に関して、ご質問･ご意見がありましたらご自由にご記入下さい。
（多い質問･意見については次回以降の提示資料に回答もしくは個別で回答します）

（主要意見）

分類	要旨	件数
財政補助の拡大要望	２年目以降の維持管理費についても補助の対象として欲しい	3
	負担額が大きく、費用の捻出が難しい	2
	通信費についても補助対象として欲しい	1
システムへの要望	位置情報の精度向上	1
	独自の管理システムとの互換性を持たせる等の拡張	1
	点検システムと維持管理情報プラットフォームについて漁港だけではなく、他部門（河川・道路等）にも活用できるようにして欲しい	1
その他	システム導入のメリット・必要性を感じない	2
	最低限の機能として費用を抑えた廉価版を作成して欲しい	1
	港湾のように国でシステムの管理・運用を行う方式を採用して欲しい	1
	まずは県担当者がシステムを理解し、市町村担当者へ説明していく	1

漁港施設の点検システムの導入検討資料（本システムの導入意思の確認について）

1. 漁港施設の点検システムについて

本システムはスマートフォンを活用し、点検写真等を現場で撮影し、データベースに即時登録・蓄積し、点検結果等の検索や関係者間での情報共有を容易・迅速に行うことができるシステムである。本システムを活用することで漁港管理にかかる実務上の負担を低減でき、点検記録の適正な保管が可能となると考えられる。

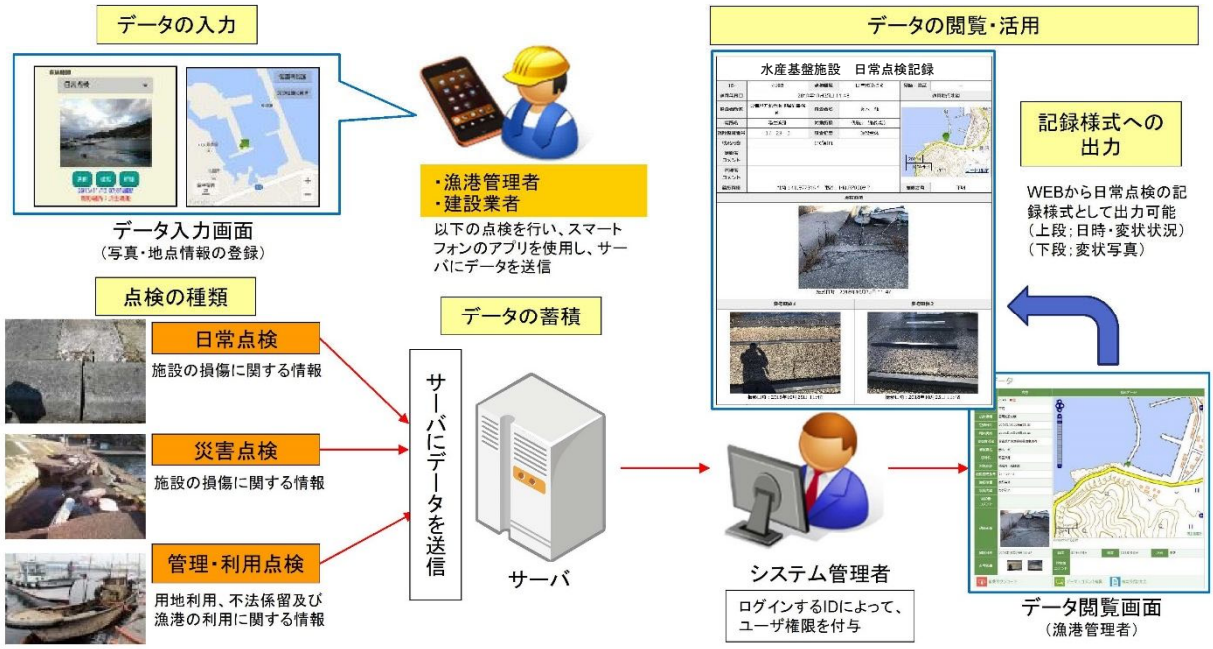


図１－漁港施設の点検システムのイメージ

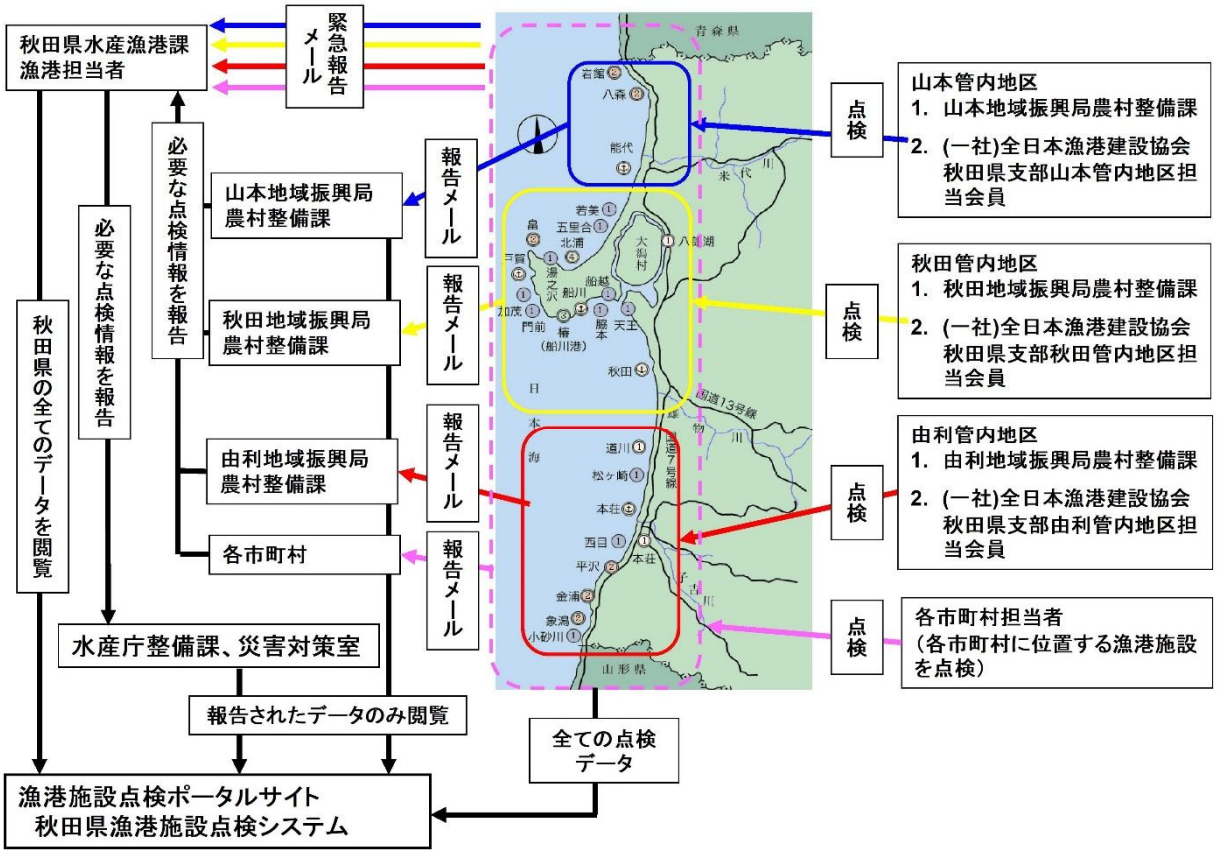


図２－システムネットワークの構築（秋田県での事例）

2. 本システムの導入検討について

1）本システムの導入費用について

本システムの本格導入には条件設定やシステムネットワーク構築等の導入費用が発生する。

2）導入に関する調査について

導入方法及びその概算費用等の資料を段階的に提示する。各漁港管理者には共有アカウントによるデモ作業を踏まえ、本システムの導入について検討いただきたい。

3）導入検討の予定について

導入に関する検討・調査予定としては下記の 4 段階を考えている。

今回の調査は「②導入意思の確認」となる。前回調査で把握した導入希望者数及び漁港等の規模の違いを考慮した概算費用をするので、共通アカウントでのデモ作業を踏まえ、本システムの導入について検討・ご回答いただきたい。

≪導入検討に関する調査予定について≫

①導入の可能性の確認　（令和元年 10 月～11 月）

②導入意思の確認　（令和２年　１月～ ２月）　導入検討（デモ作業）

③本システムの参加申し込み（令和２年度予定）　導入検討（予算確保）

④本システムの本格導入開始（令和３年度予定）　導入開始※

※随時参加受付

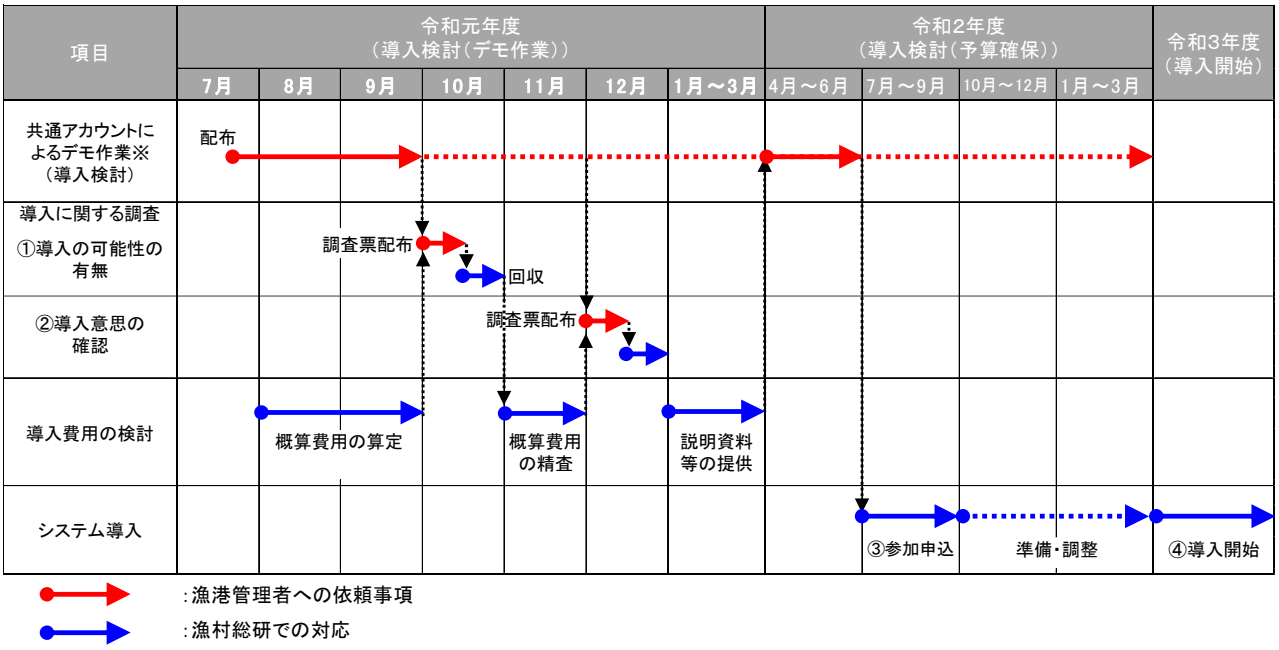


図３－漁港施設の点検システムの導入検討予定

３．システムの導入方式について

≪導入方式における判断項目≫

(1) サーバー

サーバーの運用方法としては管理者がサーバーを準備する場合と複数の管理者でサーバーを共有する場合の２つが考えられる。管理者がサーバーを準備する場合はサーバー費用及びサーバー調整・環境構築のためにシステム担当者を派遣する旅費交通費が発生する。また、複数の管理者でサーバーを共有する場合はサーバー使用料を参加する管理者数によって分割し、直接経費として徴収する。

(2) 気象情報同期機能

本機能を付加することで被災を受けた原因である気象海象情報を点検と同時に把握することで災害速報や被災状況報告等の迅速化を図ることが可能となる。しかし、本機能を付加するためには各都道府県の気象データを購入し、本システムに組み込む必要があるため、費用が嵩む。

次頁に「導入方式における判断項目」を踏まえた導入方式の選定フロー（図４）を示す。

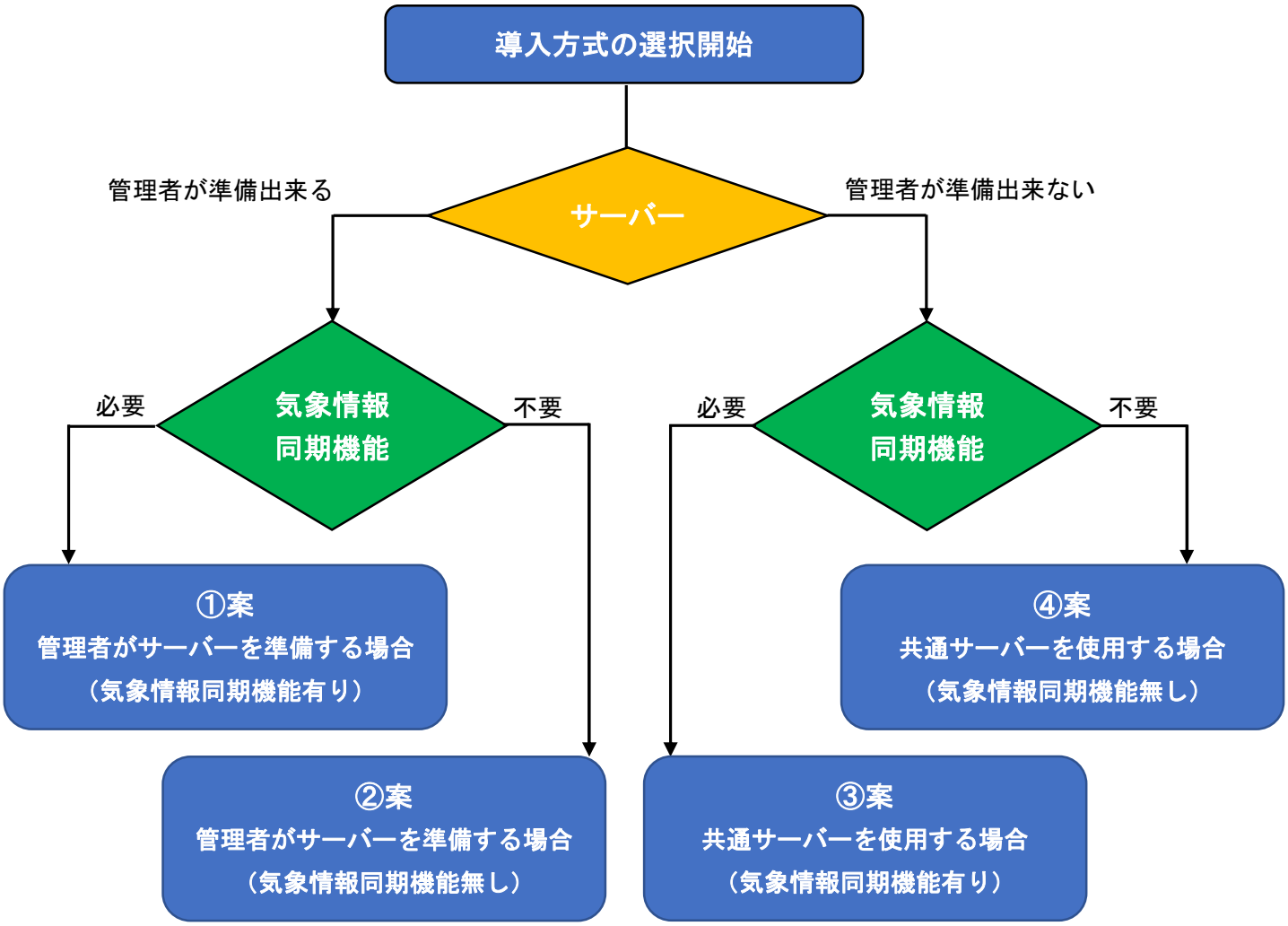


図４－漁港施設の点検システムの導入方法選定フロー

４. システムの導入・維持の概算費用について

１）システム導入費用（漁港数を反映）について

前回資料では仮定条件（70 漁港/県）での概算費用を提示した。今回の資料では「システムの管理上必要な項目」と「漁港数によって変動する項目」に区分し、漁港規模毎（小（25 港）・中（100 港）・大（200 港））を踏まえたシステムの導入・維持管理の概算費用を表１（次頁参照）に示す。

●システムの管理上必要な項目（漁港数に関わらず定額となる項目）；

（初年度）サーバープログラムの環境構築、各管理者の権限設定

（2 年目以降）システムの技術サポート（問合せ、不具合対応）、各管理者のアカウント管理

●漁港数によって変動する項目；

（初年度）漁港位置情報の登録、システムネットワークの構築

（2 年目以降）登録データの保管費用

前回調査での回答では導入方式として、「共通サーバーを使用する場合（③案・④案）」の回答のみであったため、表１は「共通サーバーを使用する場合」を想定している。「管理者がサーバーを準備する場合（①案・②案）」も選定可能であるが、「サーバー準備費用」等が別途発生するのでご留意いただきたい。

また、今回提示する概算費用は確定の金額ではなく、変わる可能性がある数字（目安）となるため、ご留意いただきたい。

２）その他費用（通信費等）について

(1) 登録端末について

・現地での登録端末としてはスマートフォンやタブレット等を準備する必要がある。

・タブレット等の登録端末の購入は「ICT データベースシステムの導入に要する経費」となるため、総務省の特別交付税措置の対象となる。（巻末資料参照）

(2) 通信費用について

・現地での点検データの登録には通信費が発生する。

・下記に示すように１ＧＢの通信容量でも 200 件程度の登録は可能である。

例）１ＧＢの契約通信料の場合

・１ＧＢ＝1,000ＭＢの通信容量のうち、８割を点検データの登録に使用できると仮定

・800ＭＢ/４ＭＢ※≒200 件の登録が可能

※スマートフォンからの登録時は画像１ファイルを１ＭＢ以下に圧縮するため、最大４枚を添付した場合、通信容量としては４ＭＢ程度となる。

※現地登録ではなく、スマホやデジカメで撮影した画像を事務所の PC からサーバーに登録することも可能である。

表1- 漁港施設の点検システムの導入及び維持に係る概算費用について

項目				単位	単価	想定規模による概算費用						備　考
						漁港数:25港		漁港数:100港		漁港数:200港		
						数量	金額	数量	金額	数量	金額	
業務内容	システム構築（初年度）	基本	サーバープログラム環境構築	式	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	
			各管理者の閲覧権限の設定	式	200,000	1	200,000	1	200,000	1	200,000	課または事務所毎にアカウント設定
			漁港位置情報の登録	港	3,000	25	75,000	100	300,000	200	600,000	
			システムネットワークの構築	港	5,000	25	125,000	100	500,000	200	1,000,000	
			協議・打合せ	回	100,000	2	200,000	2	200,000	2	200,000	（旅費別途・2人/2回）
			説明会	回	150,000	1	150,000	1	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）
			※システム構築（基本）計				1,250,000		1,850,000		2,650,000	（旅費別途）
		オプション	気象情報	式	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	
	システム保守（2年目以降）	基本	システムの技術サポート	式	550,000	1	550,000	1	550,000	1	550,000	問合せ、不具合対応
			データ保管料	港	3,000	25	75,000	100	300,000	200	600,000	
			アカウント管理	式	100,000	1	100,000	1	100,000	1	100,000	
			システム保守（基本）計				725,000		950,000		1,250,000	
		オプション	協議・打合せ	回	100,000	1	100,000	1	100,000	1	100,000	（旅費別途・2人/回）
			説明会	回	150,000	1	150,000	1	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）
			気象情報	式	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	

※総務省では「点検におけるICTデータベースシステムに要する経費」について特別交付税措置を講じるとしている（巻末資料参照）

５．調査票（①導入の可能性）に記述いただいたご意見について

１）漁港数によるシステム導入・維持管理費用について

前回の調査では、漁港規模や市町村の参加・不参加を踏まえて、導入検討や市町村との負担金額の検討を行いたいという意見・要望を受領した。今回の調査では表１に示す概算費用の算定方法を整理した「漁港施設の点検システムの導入及び維持に係る概算費用算定資料（エクセルファイル）」を添付しますので、検討に活用下さい。

項目				単位	単価	規模による概算費用 漁港数：70港 数量	規模による概算費用 漁港数：70港 金額	備考（漁港数を入力（下の計算表と連動））
業務内容	システム構築（初年度）	基本	サーバープログラム環境構築	式	500,000	1	500,000	
			各管理者の閲覧権限の設定	式	200,000	1	200,000	課または事務所毎にアカウント設定
			漁港位置情報の登録	港	3,000	70	210,000	
			システムネットワークの構築	港	5,000	70	350,000	
			協議・打合せ	回	100,000	2	200,000	（旅費別途・2人/2回）
			説明会	回	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）
			システム構築(基本)計				1,610,000	（旅費別途）
		オプション	気象情報	式	1,000,000	1	1,000,000	
	システム保守（2年目以降）	基本	システムの技術サポート	式	550,000	1	550,000	問合せ、不具合対応
			データ保管料	港	3,000	70	210,000	
			アカウント管理	式	100,000	1	100,000	
			システム保守(基本)計				860,000	
		オプション	協議・打合せ	回	100,000	1	100,000	（旅費別途・2人/回）
			説明会	回	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）
			気象情報	式	1,000,000	1	1,000,000	

図５－概算費用算定資料（エクセルファイル）の画面

２）システムへの要望について

本システムへの要望として、下記のような意見・要望を受領した。

・電波状況を問わずに利用可能となるよう仕様変更
（スマホに蓄積し、電波状況が良くなったら送信）
・位置情報の精度向上
・施設整理番号を 3 桁にして欲しい
・県独自の管理システムとの互換性を持たせる等の拡張機能
・既存登録情報の現場での確認を容易にする機能

本システムの開発については昨年度までに完了しているため、これからのシステムの抜本的な改良は難しい。本システムに機能を付加させたい場合は表１に示す維持管理費用の他に「システム開発費用」が発生するが、システムの改良検討は可能である。

（表１に示した維持管理費用では PC の OS 更新やスマホの OS 更新等に対応したバージョンアップは対応予定）

３）本システムの周知・啓発について

今年度は全国４箇所程度での説明会の開催を予定しているが、「市町村では他県で開催させる説明会への参加が難しい」との意見があった。全国での説明会での内容を踏まえ、下記のような情報をホームページで公開し、システムの普及促進を図る予定である。

・操作説明書
・操作に関する Q&A 集
・操作説明動画

点検におけるＩＣＴデータベースシステム・ドローンの導入に係る地方財政措置

インフラ施設の適正管理等を推進するため、都道府県及び市町村における施設の点検の効率化・充実に資するICTデータベースシステム及びドローンの導入に要する経費について、新たに特別交付税措置を講じる。

1. 措置対象

○ 都道府県及び市町村において、対象施設で用いるICTデータベースシステム又はドローンの導入に要する経費

	ICTデータベースシステム	ドローン
内容	・タブレット等（写真撮影・データ入力が可能）と連動し、点検・維持補修等に関するデータを記録・保存して一元管理するデータベースシステム ・施設位置の把握・探索に係る時間の削減、点検結果の入力・出力の省力化、点検・維持補修等に関するデータの蓄積・集計・分析の効率化等が期待できる	・遠隔操縦又は自律で移動するカメラ・GPSを備えた小型の無人航空機（Unmanned Aerial Vehicles（UAV）） ・短時間で俯瞰的に施設を確認可能、点検中の施設の利用に与える影響の軽減、点検者の安全確保等が期待できる
措置対象施設（※）	河川管理施設、港湾施設等	河川管理施設、港湾施設等

※施設の所管省庁が導入を推奨しているもの

2. 要件

○ ICTデータベースシステム又はドローンを導入する施設の個別施設計画を策定済みであること

○ （市町村分のICTデータベースシステム）都道府県と連携したもの又は複数市町村で連携したもの　等

3. 措置率

50%

4. 期間

平成31～35年度

（巻末資料；総務省ＨＰより）

漁港施設の点検システムの導入及び維持に係る概算費用について

項目				単位	単価	規模による概算費用 漁港数：70港		備　考
						数量	金額	
業務内容	システム構築（初年度）	基本	サーバープログラム環境構築	式	500,000	1	500,000	
			各管理者の閲覧権限の設定	式	200,000	1	200,000	課または事務所毎にアカウント設定
			漁港位置情報の登録	港	3,000	70	210,000	
			システムネットワークの構築	港	5,000	70	350,000	
			協議・打合せ	回	100,000	2	200,000	（旅費別途・2人/2回）
			説明会	回	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）
			※システム構築（基本）計				1,610,000	（旅費別途）
		オプション	気象情報	式	1,000,000	1	1,000,000	
	システム保守（2年目以降）	基本	システムの技術サポート	式	550,000	1	550,000	問合せ、不具合対応
			データ保管料	港	3,000	70	210,000	
			アカウント管理	式	100,000	1	100,000	
			システム保守（基本）計				860,000	
		オプション	協議・打合せ	回	100,000	1	100,000	（旅費別途・2人/回）
			説明会	回	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）
			気象情報	式	1,000,000	1	1,000,000	

※総務省では「点検におけるICTデータベースシステムに要する経費」について特別交付税措置を講じるとしている

別添資料　４－１－３.

調査結果（実証試験（山口県））

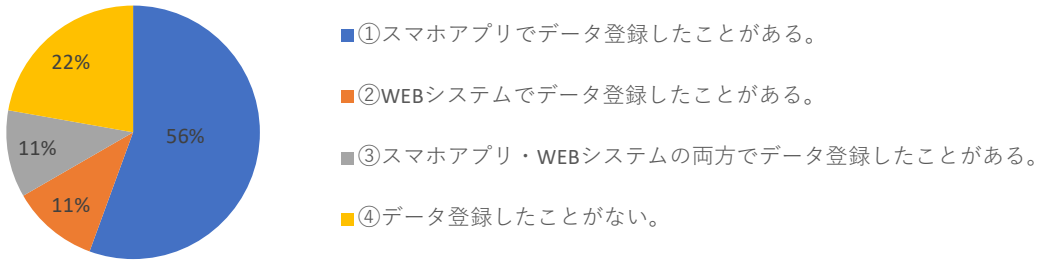
漁港施設の点検システムの実証試験に関する調査結果（山口県）

漁港施設の点検システムの実証試験についてアンケート調査を実施した。
実証試験は山口県内の漁港管理者を対象に行い、県担当者・市町担当者から計9件の回答を得た。

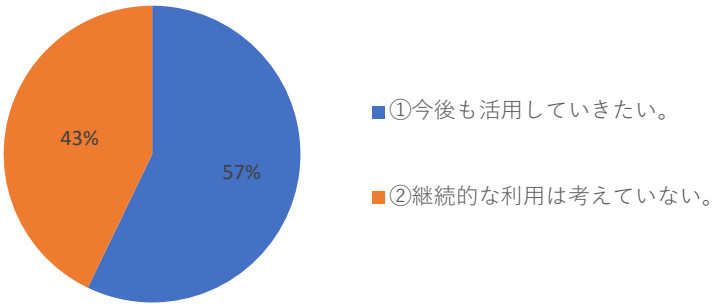
【アンケート内容及び回答】

1.漁港施設の点検システムでのデータ登録について

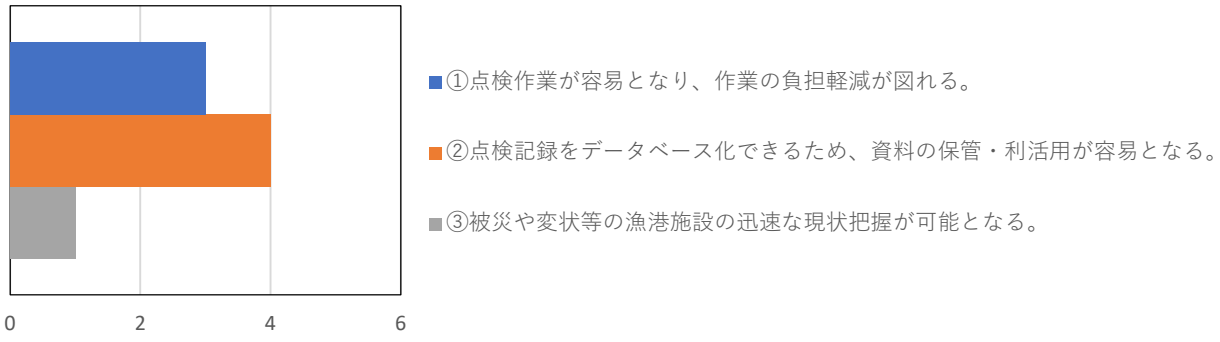
Q1： 漁港施設の点検システムのデータ登録についてお伺いします。
下記から当てはまる登録状況を選択ください。



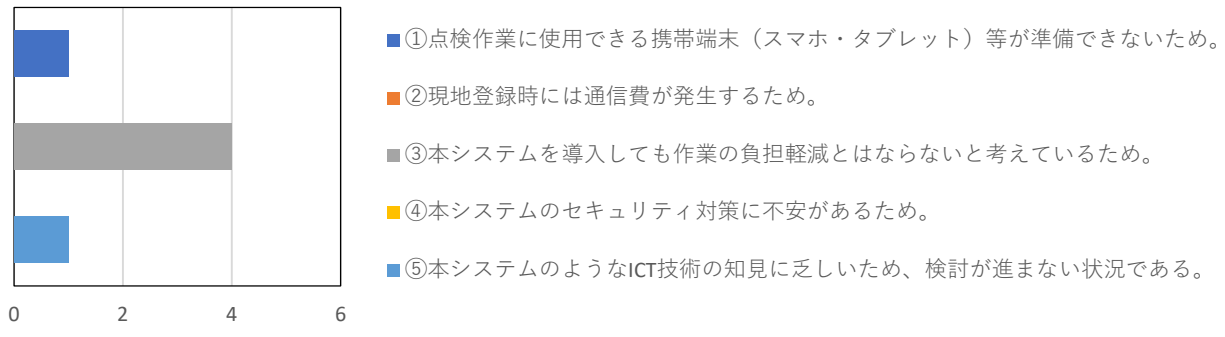
Q2： Q1で①（スマホで登録）、②（WEBで登録）、③（両方で登録）と回答の方にお聞きします。
今後の活用について下記から当てはまる項目を選択ください。



Q3： Q2で①（今後も活用したい）と回答の方にお聞きします。
その理由について下記から当てはまる項目を選択ください。（複数回答可）

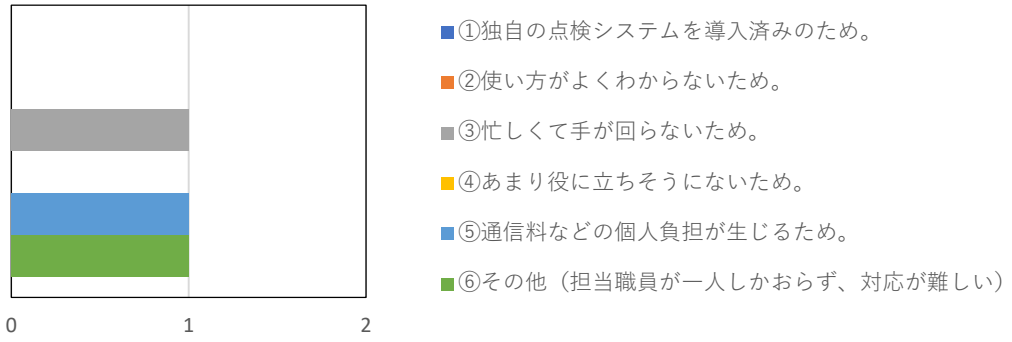


Q4： Q2で②（継続的な利用は考えていない）と回答の方にお聞きします。
その理由について下記から当てはまる項目を選択ください。（複数回答可）



Q5：

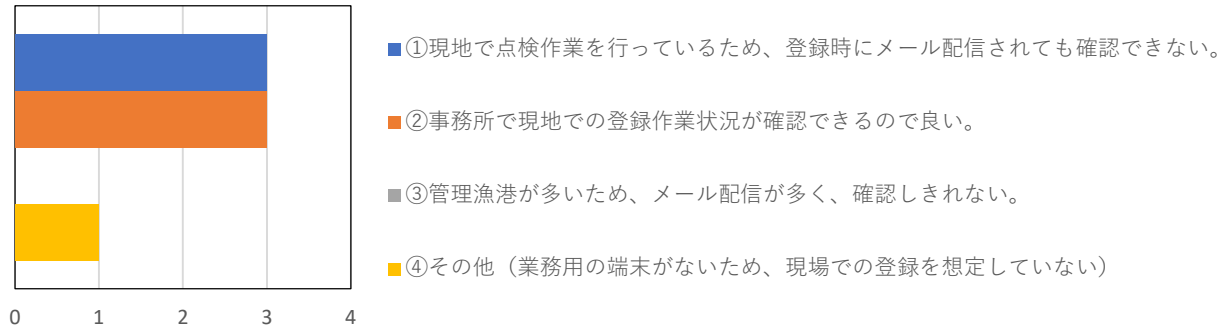
Q1で④（データ登録したことがない）と回答の方にお聞きします。
その理由について下記から当てはまる項目を選択ください。（複数回答可）



2.漁港施設の点検システムでのメール配信について

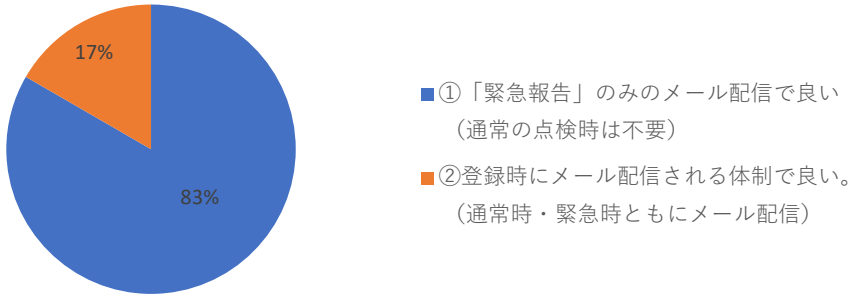
Q6：

漁港施設の点検システムでの情報共有機能として登録時にメール配信される機能が付加されています。
今回の実証試験でデータ登録した際に感じた感想を下記から当てはまるものを選択ください。（複数回答可）



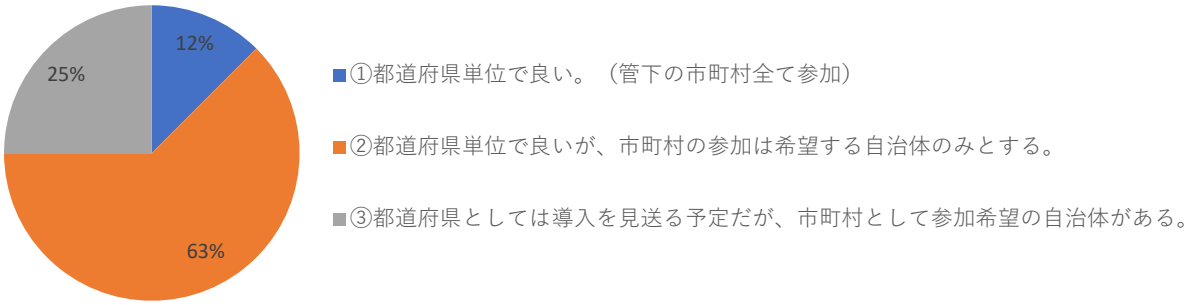
Q7：

実証試験として下記の漁港において2/3にデータ登録を行いました。
（下関漁港（管理者；山口県）、安岡漁港（管理者；下関市）、埴生漁港（山陽小野田市））
管理者以外が点検した場合に配信されるメールについてお聞きします。

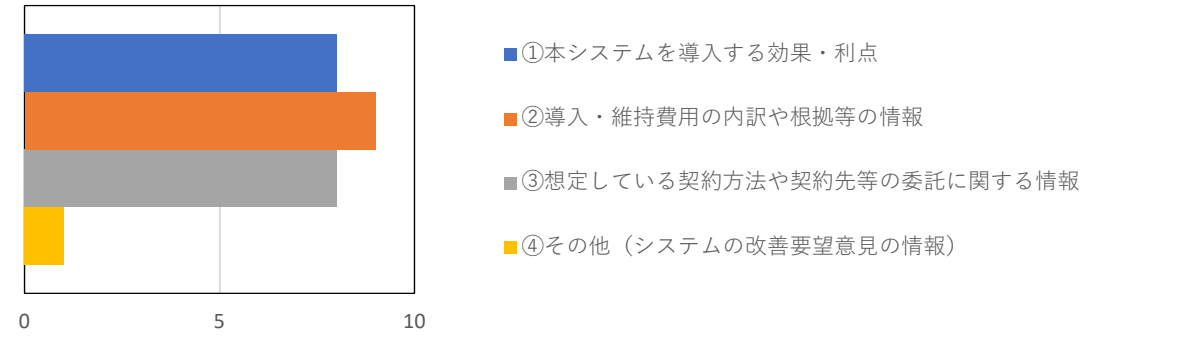


3.漁港施設の点検システムでの導入について

Q8：情報共有の迅速化を考慮し、漁港施設の点検システムでは都道府県単位での導入を想定しています。
導入範囲として適切な範囲を下記の項目から選択してください。



Q9：漁港施設の点検システムの導入検討に使用できる説明資料を作成予定です。（来年度配布予定）
本システムの導入を検討するにあたって記載して欲しい事項について下記から当てはまる項目を選択ください。
（複数回答可）



4.その他

Q10：漁港施設の点検システムに関して、ご質問･ご意見がありましたらご自由にご記入下さい。

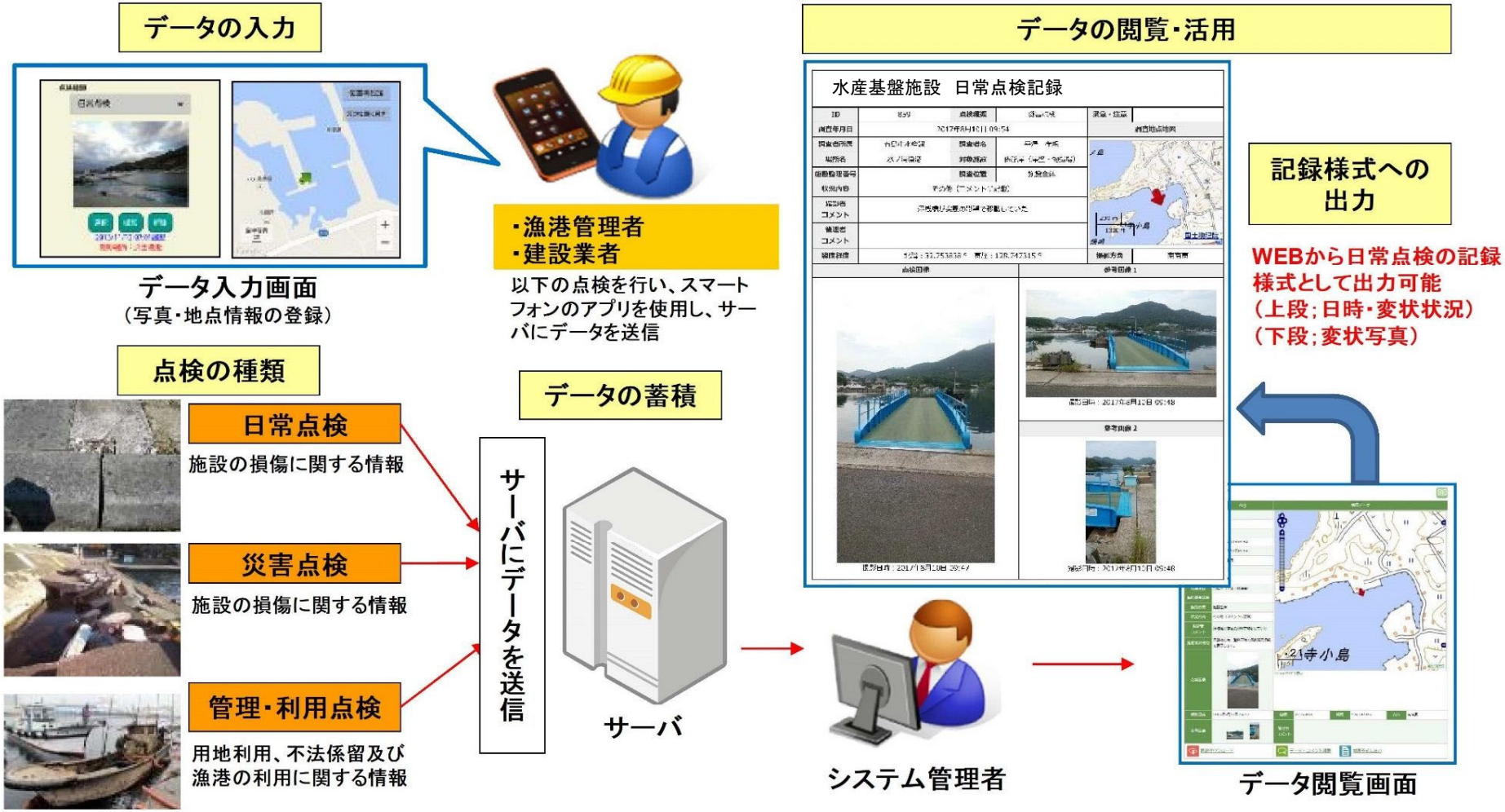
（主要意見）
･予算を新規で確保することから、財政当局との交渉が困難になることが予想される。その説明資料（根拠の明示）が導入には不可欠なものと思われる。 ･管理漁港数が少ないため、このシステムでなくても点検管理は可能である。（費用的にも課題がある） ･維持管理情報プラットフォームとの連携や、他施設との管理システム統合等が課題ではないかと考えている。

別添資料　４－１－４.

点検システム導入のための説明資料

スマートフォンを活用した漁港施設の点検システム（運用版）

- スマートフォンを活用し、点検写真等を現場で撮影し、データベースに入力・蓄積し、点検結果等の検索や関係者間での情報共有を容易に行うことができるシステム
- H29年度に水産庁が試行版を作成。H30年度は全国の管理者で試行。令和元年度に漁港漁場の整備・管理へのICT活用に関する意見交換会にて全管理者へ配布済み。



点検システムのイメージ

点検システムを導入する効果・利点

1.導入の効果・利点

①点検状況を即時保存

・点検内容が現場からサーバーに即時登録されるため、現場でのメモ・確認状況等の転機漏れがなくなる。

②点検結果の帳票出力

・点検結果はWEBシステムより帳票出力できるため、取りまとめ作業の時間が削減され、転機ミスがなくなる。

③点検データを迅速に検索可能

・蓄積された点検データは関係者で共有され、検索性が向上する。

・サーバー保管となるため、帳票（紙文書）の保管スペースを削減できる。

④情報共有の迅速化

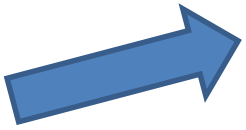
・システムネットワークを構築することで情報共有が迅速に行える。

⑤現場への持ち出し物の削減

・スマホに必要な機能を集約することで、現場に持っていく荷物を減らすことができる。

≪導入前（現在）≫

- 電話
- デジカメ
- GPS
- 点検記録様式



≪導入後≫

- スマホ（アプリで記録）

点検システムを導入する効果・利点

2. 類似システムとの機能比較

- 他の類似システムと比較しても機能として劣る点はなく、「サーバーへの即時登録」や「情報共有（メール配信）」は他のシステムにはない、本システムの特徴である。
- 費用的な利点としては下記の2点が挙げられる。
  - ・すでに開発済みのシステムなので「開発費不要」
  - ・「点検におけるICTデータベースシステム・ドローンの導入に係る地方財政措置」の対象となるため、導入においては50%の補助が見込める。

表－点検システムと類似システムにおける機能の比較

システム名称	現地作業			事務所での作業		通信環境			システム費用	備考
	タブレットによる点検	位置情報の取得	即時登録	データの吸い出し	帳票出力	情報共有	クラウド化	オフラインでの操作		
漁港施設点検システム	○	○	○	△（HPを経由）	○	○	○	△（HPで追加）	◎※（開発費不要）	※総務省の特別交付税措置の対象となる
港湾施設の維持管理支援システム「CASPort」	○	×	×	○	○	×	×	○	○	港湾の様式に準拠（実際には活用不可）
漁港施設の機能保全計画策定支援システム「長寿郎／FP」	×	×	×	—	○	×	×	○	—	更新されていない（H24年版）
点検管理システム（応用技術（株））	○	○	△（対応可能）	○	○	×	△（対応可能）	○	△～○	オフライン・クラウドのどちらでの対応可能
モバイル点検ソリューション（パナソニック）	○	×	×	○	○	×	×	○	△	システム開発費は比較的安価であるが、専用端末（ライセンス）が高価（20万/台）

導入・維持管理費用の検討について

- 下表に示す概算費用の算定方法を整理した「エクセルファイル」を添付しますので、検討に活用下さい。

表－漁港施設の点検システムの導入及び維持に係る概算費用について

項目				単位	単価	規模による概算費用 漁港数：70港		備考	（概要）
						数量	金額		
業務内容	システム構築（初年度）	基本	サーバープログラム環境構築	式	500,000	1	500,000		導入に向けてサーバー環境を構築
			各管理者の閲覧権限の設定	式	200,000	1	200,000	課または事務所毎にアカウント設定	登録する担当者の閲覧・編集範囲を設定
			漁港位置情報の登録	港	3,000	70	210,000		登録時の位置情報を判定するために各漁港の範囲情報を登録
			システムネットワークの構築	港	5,000	70	350,000		情報の共有化としてメール配信環境の設定
			協議・打合せ	回	100,000	2	200,000	（旅費別途・2人/2回）	サーバー環境・登録者・システムネットワーク等の協議
			説明会	回	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）	操作実演を踏まえた説明会を実施
			※システム構築（基本）計				1,610,000	（旅費別途）	
		オプション	気象情報同期機能	式	1,000,000	1	1,000,000		各都道府県単位（毎年費用が発生）
	システム保守（2年目以降）	基本	システムの技術サポート	式	550,000	1	550,000		問合せ、不具合対応を実施（OS更新等の対応も含む）
			データ保管料	港	3,000	70	210,000		
			アカウント管理	式	100,000	1	100,000		人事異動等を踏まえ、閲覧権限の修正・システムネットワークの再構築を実施
			システム保守（基本）計				860,000		
		オプション	協議・打合せ	回	100,000	1	100,000	（旅費別途・2人/回）	（初年度を参照）
			説明会	回	150,000	1	150,000	（旅費別途・3人/回）	（初年度を参照）
			気象情報同期機能	式	1,000,000	1	1,000,000		各都道府県単位（毎年費用が発生）

漁港数を入力すると下の計算表と連動

※総務省では「点検におけるICTデータベースシステムに要する経費」について特別交付税措置を講じるとしている

導入事例等について

直轄調査での試行運用・実証試験（フル機能版）

- 平成29年度～30年度調査では青森県・秋田県・鳥取県・長崎県にて、フル機能版を用いた試行運用を実施している。
- 平成31年度調査では山口県にて、フル機能版を用いた実証試験を行っている。
- 上記の試行運用等については、業界誌等での情報提供・報告が行われている。

➢ 月刊建設vol.63（2019年7月号）に掲載
「スマートフォンアプリを活用した漁港施設点検システムの試験導入」
（鳥取県　県土整備部　空港港湾課）

➢ 漁港漁場の整備・管理へのICT活用に関する意見交換会（令和元年7月19日開催）
「漁港点検システム（試行版）の活用について」
（青森県　農林水産部　漁港漁場整備課）

≪参考資料≫

≪参考≫　表－類似システムの特徴及び概算金額について

システム名称	機　能	特　徴	金　額	備　考
港湾施設の維持管理支援システム 「CASPort」 提供元：（一財）港湾空港総合技術センター 	・対象施設： 桟橋、矢板式岸壁、矢板式護岸、重力式岸壁、重力式護岸 ・システムの適用範囲： 日常点検、一般定期点検診断 ・点検位置・写真を現場用端末（タブレット）で取り込み、事務所用端末（PC）に有線で転送する。 ・外部のデータ・帳票もPCに取り込める。 ・維持管理計画書の作成に必要な各種帳票の作成を支援する。 ・港湾の施設の維持管理計画書作成の手引きに準拠している。	・現場での点検作業や点検結果の整理が効率的に実施可能。 ・現場で劣化度判定事例や過去の点検結果を参照できるので、熟練度によらず精度の高い判定が可能。 ・点検箇所と写真撮影箇所の紐付けを容易・正確に行える。 ・一般定期点検診断の結果から性能評価やLCC概算値を容易に求めることができるので、補修の要否や緊急性を認識することができる。	①初期費用：45万円（税抜） ②年次利用料金：10万円（税抜）	・港湾を対象としている。
漁港施設の機能保全計画策定支援システム 「長寿郎／FP」 提供元：JIPテクノサイエンス株式会社 	・システム(情報管理、点検データ収集、事業計画策定)で構成している。 ・「機能保全計画策定の手引き(案)」(平成21年2月)に準拠した、計算および帳票出力(Excel出力)を行う。 ・外郭施設、係留施設、道路や橋梁などの輸送施設だけでなく、付帯施設等にも対応している。 ・履歴調査、簡易調査(簡易・重点項目)、詳細調査に対応している。 ・機能保全計画では劣化予測、LCC計算、予算平準化シミュレーションを行う。	・１漁港だけでなく、複数漁港の管理・計算も可能。 ・国費と単費を分けて出力が可能。 ・点検項目は自由に追加可能で、その情報をもとに機能保全計画を実施できる。 ・地図機能を標準装備している。	（不明）	・参考としている手引き等の年次が「平成24年度」と古い。
「点検管理システム」 提供元：応用技術（株） 	・Android 端末を利用して、屋外点検、室内点検、施工管理、設備点検、フィールド調査、測定等のデータ収集業務を支援。 ・収集したデータを効率的にデータベース化し報告書作成等の効率化を図る。	・日時・位置（緯度経度）・写真の情報を容易に取得可能。 ・オフィスに戻ってからの入力作業・写真整理作業が不要となる。 ・複数人での利用が可能。 ・目的に合わせてシステムカスタマイズを実施。（導入費用に含まれる）	①ローカル接続 300万円～（税抜）※ ②クラウドシステム 1,000万円～（税抜）※	漁港管理者から情報提供 ※ライセンス数の規定無し（発注者が適宜設定し、利用可能）
「モバイル点検ソリューション」 提供元：パナソニック 	・専用のモバイル端末を利用し、点検作業の各種作業を電子化する。 ・点検結果をPCにデータとして吸出し、そのまま帳票として出力可能。	・タブレットに必要な機能を集約することで、重たい資料など現場へ持ち運ぶ荷物を削減できる。 ・点検項目に紐付けて画像が自動的に保存されるため、撮影画像の整理が不要。 ・点検結果はデジタル化されるため、作業時間の削減や転記ミスが大幅に削減できる。 ・蓄積されたデータは関係者で共有され、検索性が向上するだけでなく、点検帳票（紙文書）の保存スペースを削減できる。	①開発費用（1ライセンス込み） 150万円～（税抜） ②ライセンスの追加 20万円（税抜）/1つ※	漁港管理者から情報提供 ※ライセンス及び専用端末の費用

≪参考資料≫

点検におけるＩＣＴデータベースシステム・ドローンの導入に係る地方財政措置

インフラ施設の適正管理等を推進するため、都道府県及び市町村における施設の点検の効率化・充実に資するICTデータベースシステム及びドローンの導入に要する経費について、新たに特別交付税措置を講じる。

1. 措置対象

○ 都道府県及び市町村において、対象施設で用いるICTデータベースシステム又はドローンの導入に要する経費

	ICTデータベースシステム	ドローン
内容	・タブレット等（写真撮影・データ入力が可能）と連動し、点検・維持補修等に関するデータを記録・保存して一元管理するデータベースシステム ・施設位置の把握・探索に係る時間の削減、点検結果の入力・出力の省力化、点検・維持補修等に関するデータの蓄積・集計・分析の効率化等が期待できる	・遠隔操縦又は自律で移動するカメラ・GPSを備えた小型の無人航空機（Unmanned Aerial Vehicles（UAV）） ・短時間で俯瞰的に施設を確認可能、点検中の施設の利用に与える影響の軽減、点検者の安全確保等が期待できる
措置対象施設（※）	河川管理施設、港湾施設等	河川管理施設、港湾施設等

※施設の所管省庁が導入を推奨しているもの

2. 要件

○ ICTデータベースシステム又はドローンを導入する施設の個別施設計画を策定済みであること
○ （市町村分のICTデータベースシステム）都道府県と連携したもの又は複数市町村で連携したもの　等

3. 措置率

50%

4. 期間

平成31～35年度

総務省HPより

平成 31 年度水産基盤整備調査委託事業「漁港施設の長寿命化検討調査」
報　告　書

a.　課題名

「４.漁港施設等の情報の電子化及び点検の効率化の検討」のうち
４－２　漁港施設等の効率的な点検手法の検討
４－３　検討会の設置

b.　実施機関及び担当者

［一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所］
第１調査研究部
次　長　　林　　浩志
上級研究員　加藤　広之
主任研究員　尾崎　幸生

c.　ねらい

我が国には約 2,800 の漁港があり、その漁港施設の多くは高度経済成長期に建設され、建設後 30 年以上経過しており、老朽化の進行による機能低下が懸念されている。平成 20 年度の機能保全事業創設から 10 年が経過し、初期に策定された機能保全計画は 2 巡目の定期点検及び機能保全計画の見直しの時期を迎えているが、漁港管理者の多くは、厳しい財政状況下で技術職員が減少している状況にある。

このような状況を踏まえ、確実性を担保しつつ、効率的に実施できる点検の体制及び手法の検討を行い、その検討内容を整理し、「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」を作成する。

ｄ．方法

４－２－１．定期点検における課題の整理・対応方針の検討

これまでの定期点検における課題や２巡目の点検に留意すべき事項を踏まえ、定期点検の手引き（案）に記載すべき内容を整理する。

（１）定期点検における課題の整理

これまでの定期点検における課題や２巡目の点検に留意すべき事項を抽出するために、聞き取り調査を行う。対象としては漁港管理者（行政）及び実務担当（建設コンサルタント）にアンケート調査を行う。

（２）対応方針の検討

上記のアンケート調査で整理した課題について、その対応方針及び本調査での検討事項を整理する。

４－２－２．日常点検の効率化の検討

日常点検は「老朽化の進行状況の確認、新たな老朽化箇所の発見」を目的としているが、漁港管理者の多くが厳しい財政状況下で技術職員が減少している状況にある。このような「人員不足」の課題に対応した確実性を担保しつつ、効率的に実施できる日常点検の方法及び体制の検討を行う。

４－２－３．定期点検の効率化の検討

定期点検は「現行の機能補保全計画書の見直し」を目的とし、老朽化の程度の把握・健全度の評価を行うための定量的な点検を行うこととしているため、点検の内容の簡略化は難しい。そのため、初回の定期点検以降の老朽化の進展状況を整理し、その結果を踏まえ、定期点検の適正な実施間隔の検討を行うこととする。

４－２－４．点検に関する新技術の整理

漁港施設の点検は調査員によって行われているが、調査員による老朽化度判定のバラつき等が課題として挙げられる。このような課題に対して新技術を活用することで点検の安全性・効率性及び客観性が向上するため、積極的に検討すべき新技術の紹介・活用例等を整理する。

４－２－５．検討会の設置

漁港施設等の効率的な点検手法の検討・整理にあたっては、学識経験者等を構成メンバーとする検討会を組成し、助言を得ながら成果を取りまとめるとともに、調査検討会を２回開催する。

・第１回検討会；定期点検及び日常点検における現状と課題の抽出
　　本調査での検討方針の確認
・第２回検討会；検討事項の報告
　　維持管理に資する点検内容の精査
　　マニュアル（案）への記載内容の確認

４－２－６．「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案)」の作成

検討結果を踏まえ、「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案)」を作成する。本マニュアル（案）では専門の技術力を保有していなくても使用できるように解説図や写真等を用い、わかりやすい記述に留意する。

ｅ．結果及び考察

４－２－１．定期点検における課題の整理・対応方針の検討

（１）アンケート調査結果

これまでの定期点検における課題や2巡目の点検に留意すべき事項を抽出するために、聞き取り調査を行う。対象としては漁港管理者（行政）及び実務担当（建設コンサルタント）にアンケート調査を行った。

下記に調査対象・期間・意見収集方法を示す。また、受領したアンケートの回答者数の内訳はe-4-2-1-1のとおりである。

・調査対象；全漁港管理者
（40都道府県、403市町村、北海道開発局）
；建設コンサルタント（25社）
・調査期間；5月28日～6月14日
・意見収集；アンケート票にて回収

表 e-4-2-1-1　アンケート回答者数の内訳

	漁港管理者				調査会社
	都道府県	市町村	北海道開発局	管理者合計	建設コンサルタント
依頼数	40	403	1	444	25
回答数	35	305	1	341	25
回答率	87.5%	75.7%	100%	76.8%	100%

漁場管理者に配布したアンケートの内容を表e-4-2-1-2～e-4-2-1-3に示す。

表 e-4-2-1-2　アンケート内容（漁港管理者）

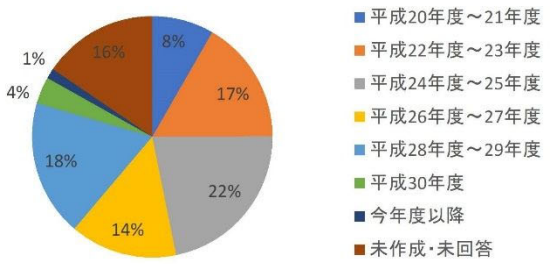
設問	アンケート内容
1.これまでの機能保全に係る点検作業について	
1－1）定期点検について	
Q1	定期点検の対象施設について
Q2	初回の定期点検の着手年次について
Q3	初回の定期点検における詳細点検の内容について
Q4	2巡目の定期点検の実施の有無
Q5	2巡目の定期点検の実施状況（予定通りかどうか）
Q6	2巡目の定期点検における詳細点検の内容について
Q7	2巡目の定期点検が遅れている理由について
Q8	定期点検記録の整理・保管方法について
Q9	変状図の保存形式について
Q10	優先漁港の有無（拠点分類等）
Q11	今後の定期点検の予算について
Q12	定期点検の実施において負担となっている事項について
Q13	2巡目の定期点検にあたって重点化・簡素化の要望の有無
Q14	その他（定期点検に関する自由意見）
1－2）定期点検における現状の課題について	
Q15	日常点検の対象範囲について
Q16	優先漁港の有無（拠点分類等）
Q17	日常点検の実施体制について
Q18	日常点検の実施において負担となっている事項について
Q19	日常点検にあたって重点化・簡素化の要望の有無
Q20	その他（日常点検に関する自由意見）
2.定期点検作業の効率性・確実性の向上について	
2－1）ICT技術の導入について	
Q21	ICT技術の導入の効果について
Q22	ICT技術の導入状況について
Q23	導入済みのICT技術について
Q24	ICT技術導入した効果について
Q25	ICT技術を導入しない理由について
2－2）その他	
Q26	自由意見
	：建設コンサルタントにも聞き取りしている事項

表 e-4-2-1-3　アンケート内容（建設コンサルタント）

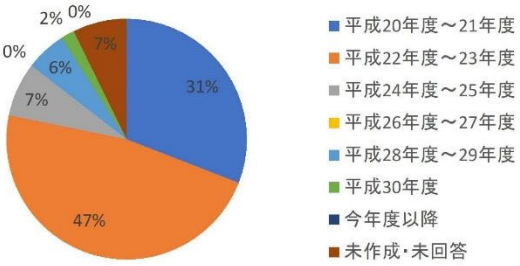
設問	アンケート内容
1.これまでの定期点検について	
１－１）定期点検の記録の保管について	
Ｑ１	定期点検記録の整理・保管方法について
Ｑ２	変状図の保存形式について
１－２）定期点検における現状の課題について	
Ｑ３	定期点検の実施において負担となっている事項について
Ｑ４	点検作業の効率化対策について
Ｑ５	効率化対策の具体的な方法について
Ｑ６	２巡目の定期点検にあたって重点化・簡素化の要望の有無
Ｑ７	その他（定期点検に関する自由意見）
2.定期点検作業の効率性・確実性の向上について	
２－１）ICT技術の導入について	
Ｑ８	ICT技術の導入の効果について
Ｑ９	ICT技術の導入状況について
Ｑ１０	導入済みのICT技術について
Ｑ１１	ICT技術導入した効果について
Ｑ１２	ICT技術を導入しない理由について
２－２）その他	
Ｑ１３	自由意見

１）定期点検の現状

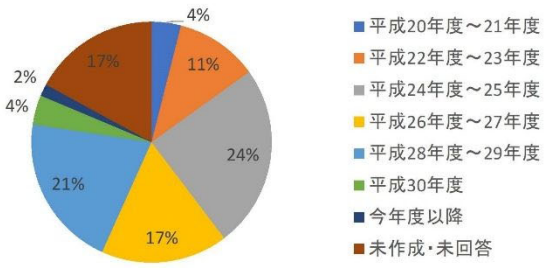
水産庁では平成 20 年度に水産物供給基盤機能保全事業を創設し、漁港施設の機能診断、機能保全計画書の作成及び保全工事を効率的且つ効果的に実施し、漁港施設の機能の長寿命化を推進している。機能保全事業の創設以降、各漁港管理者は機能保全計画の策定に向けた定期点検（初回点検）を実施しており、管理者全体では平均して「平成 25 年度～平成 28 年度」の期間に定期点検に着手している。（表 e-4-2-1-1 参照）



（漁港管理者全体：初回の定期点検の着手年次）



（都道府県：初回の定期点検の着手年次）



（市町村：初回の定期点検の着手年次）

図 e-4-2-1-1　初回の定期点検の着手年次について

定期点検は「5～10年に1回」に実施することとされており、事業創設直後に定期点検を実施した漁港施設については2巡目の定期点検実施時期を迎えているが、実施している割合は非常に低い。2巡目の点検が遅れている理由としては「人材不足」・「予算不足」が理由として挙げられた。（表 e-4-2-1-2 の赤枠部参照）

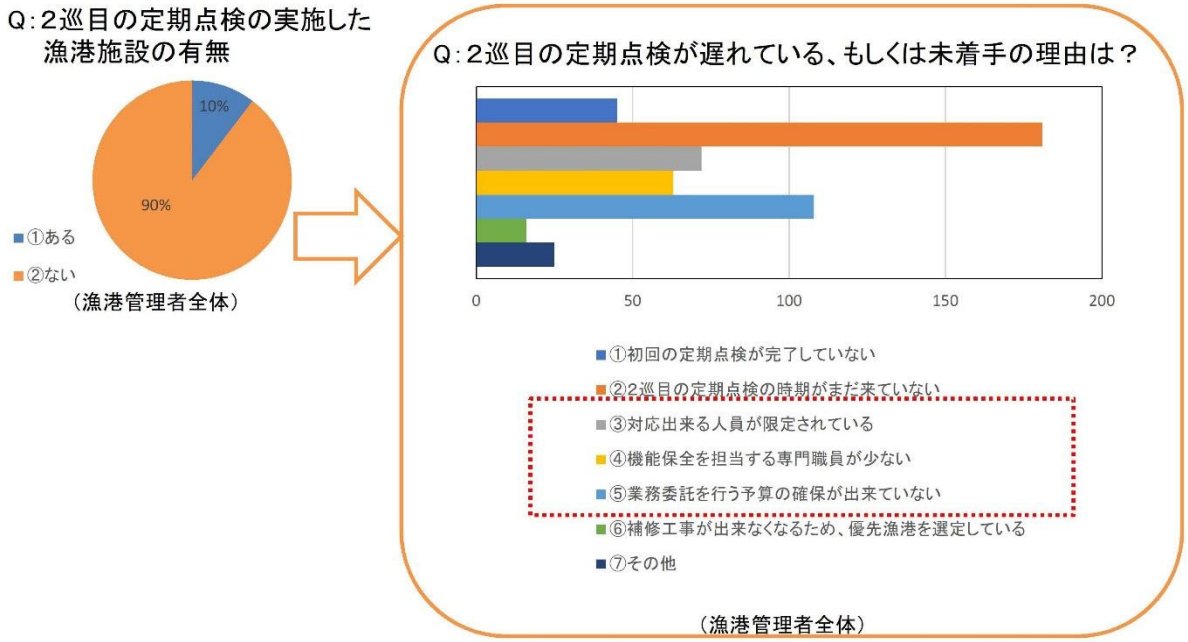


図 e-4-2-1-2　2巡目の定期点検の着手状況及び遅延理由について

また、定期点検作業の実施において作業量が多い、時間がかかると感じる部分について聞き取りを行った。漁港管理者及び建設コンサルタントともに「現地調査及び指定様式への取りまとめに労力・時間を要している」との回答が多かった。（表 e-4-2-1-3 の赤枠部参照）

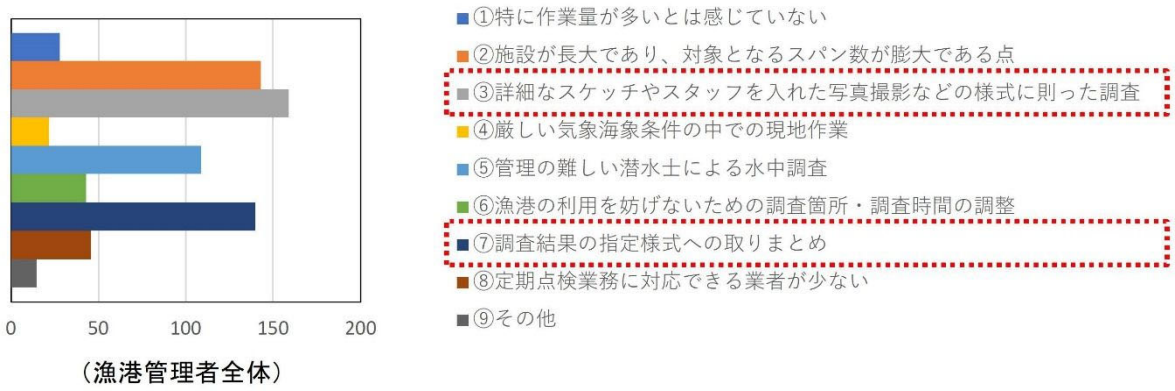
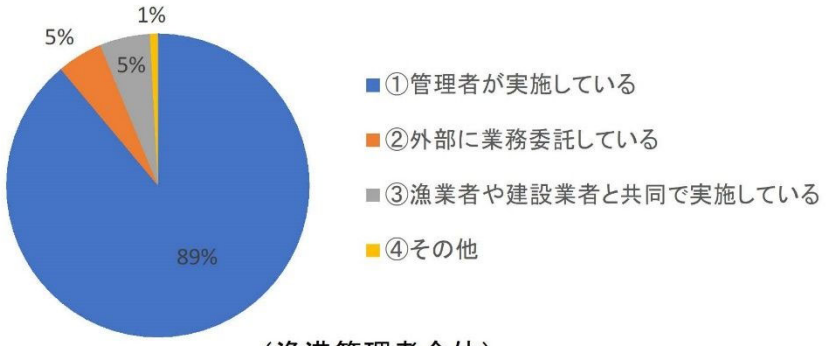


図 e-4-2-1-3　定期点検において負担となっている事項について

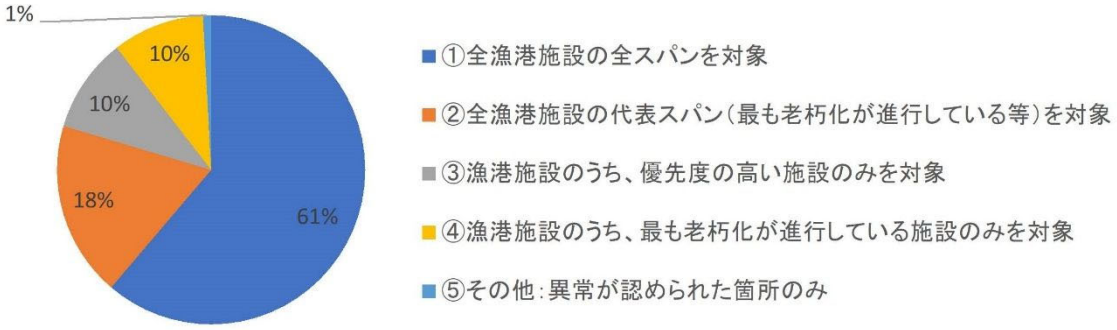
２）日常点検の現状

定期点検は「1年に1回以上」に実施することとされており、漁港管理者が全漁港施設の全スパンを対象に実施している事例が多い。（表 e-4-2-1-4～表 e-4-2-1-5 参照）



（漁港管理者全体）

図 e-4-2-1-4　日常点検の実施体制について



（漁港管理者全体）

図 e-4-2-1-5　日常点検の点検対象について

また、日常点検作業の実施において作業量が多い、時間がかかると感じる部分について聞き取りを行った。「漁港施設の全スパンについての目視に労力・時間を要している」・「点検結果の指定様式への取りまとめに時間を要している」・「人材不足」との回答が多かった。（表 e-4-2-1-6 の赤枠部参照）

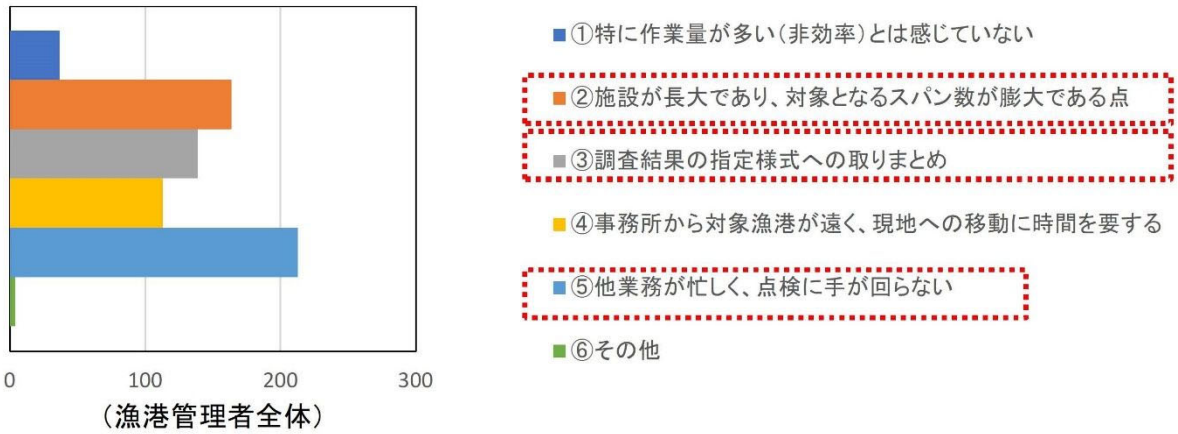


図 e-4-2-1-6　日常点検において負担となっている事項について

３）定期点検・日常点検における課題

アンケート調査結果における現状及び負担になっている事項から各点検の課題の整理を行った。以下に各点検についての課題を箇条書きで示す。

≪定期点検についての課題≫

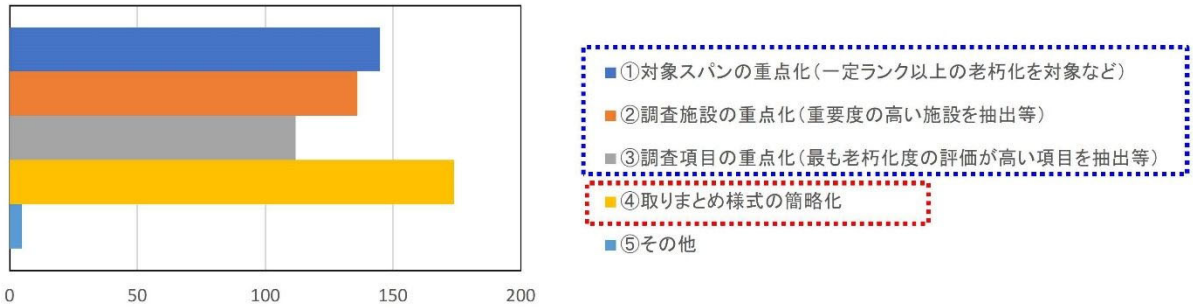
・業務委託を行う予算の確保が困難
・対応できる人員が限定されている
・専門知識を有する職員が少ない
・現地調査及び指定様式への取りまとめに労力・時間を要し、効率的に調査が実施できていない

≪日常点検についての課題≫

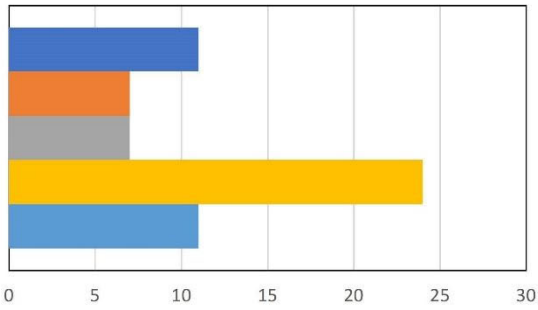
・人員の確保が困難
・漁港施設の全スパンについての目視に労力・時間を要している
・点検結果の指定様式への取りまとめに時間を要している

４）定期点検・日常点検についての要望・意見

以降にアンケート調査で収集した要望・意見を示す。定期点検については、漁港管理者及び建設コンサルタントともに「取りまとめ様式の簡略化」への要望が多かった。（表-e-4-2-1-7 の赤枠部参照）また、施設やスパンの重点化の要望も多いが、点検後の老朽化予測等の検討を考慮すると点検内容は従来のままで良いとの意見もあった。（表 e-4-2-1-7 の青枠部参照）

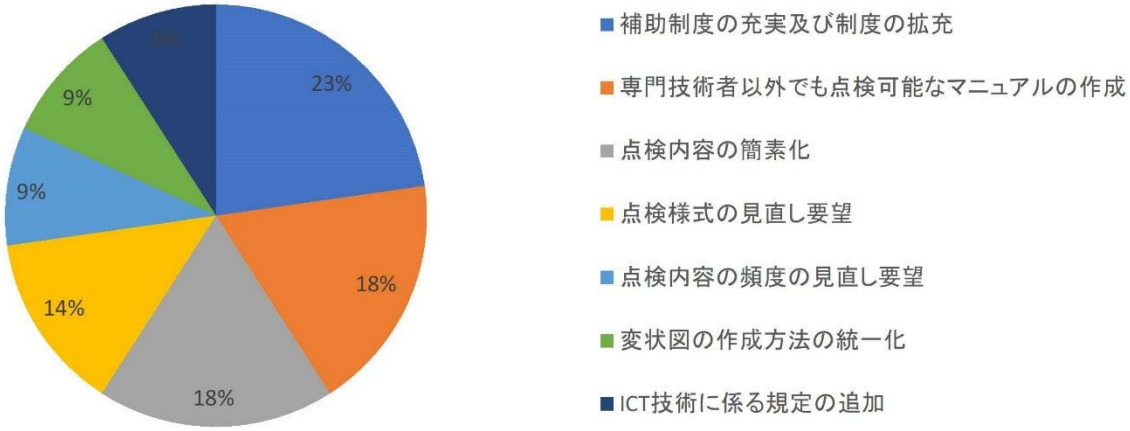


（漁港管理者全体）



（建設コンサルタント）

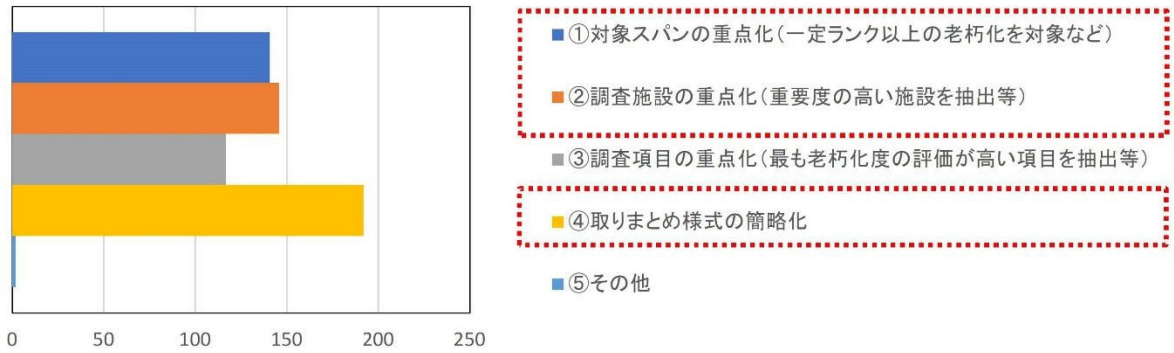
図 e-4-2-1-7　定期点検へ重点化・簡略化の要望について



（主要意見：漁港管理者及び建設コンサルタント）

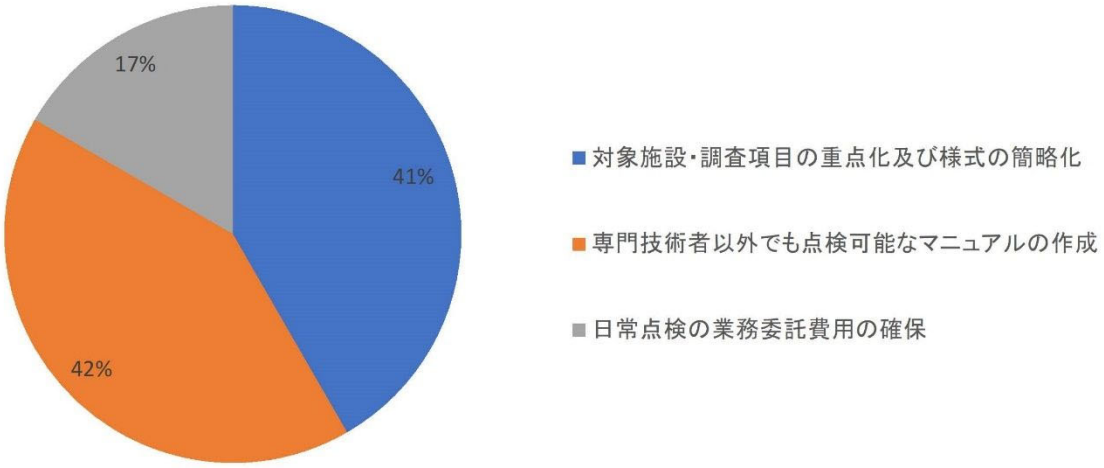
図 e-4-2-1-8　定期点検へ自由意見

日常点検については、「対象施設や対象スパンの重点化」と「取りまとめ様式の簡略化」への要望が多かった。（表-e-4-2-1-9 の赤枠部参照）



（漁港管理者全体）

図 e-4-2-1-9　日常点検へ重点化・簡略化の要望について



（主要意見：漁港管理者）

図 e-4-2-1-10　日常点検へ自由意見

（２）対応方針の検討

前項のアンケート調査で整理した課題について、その対応方針及び本調査での検討事項を整理した。

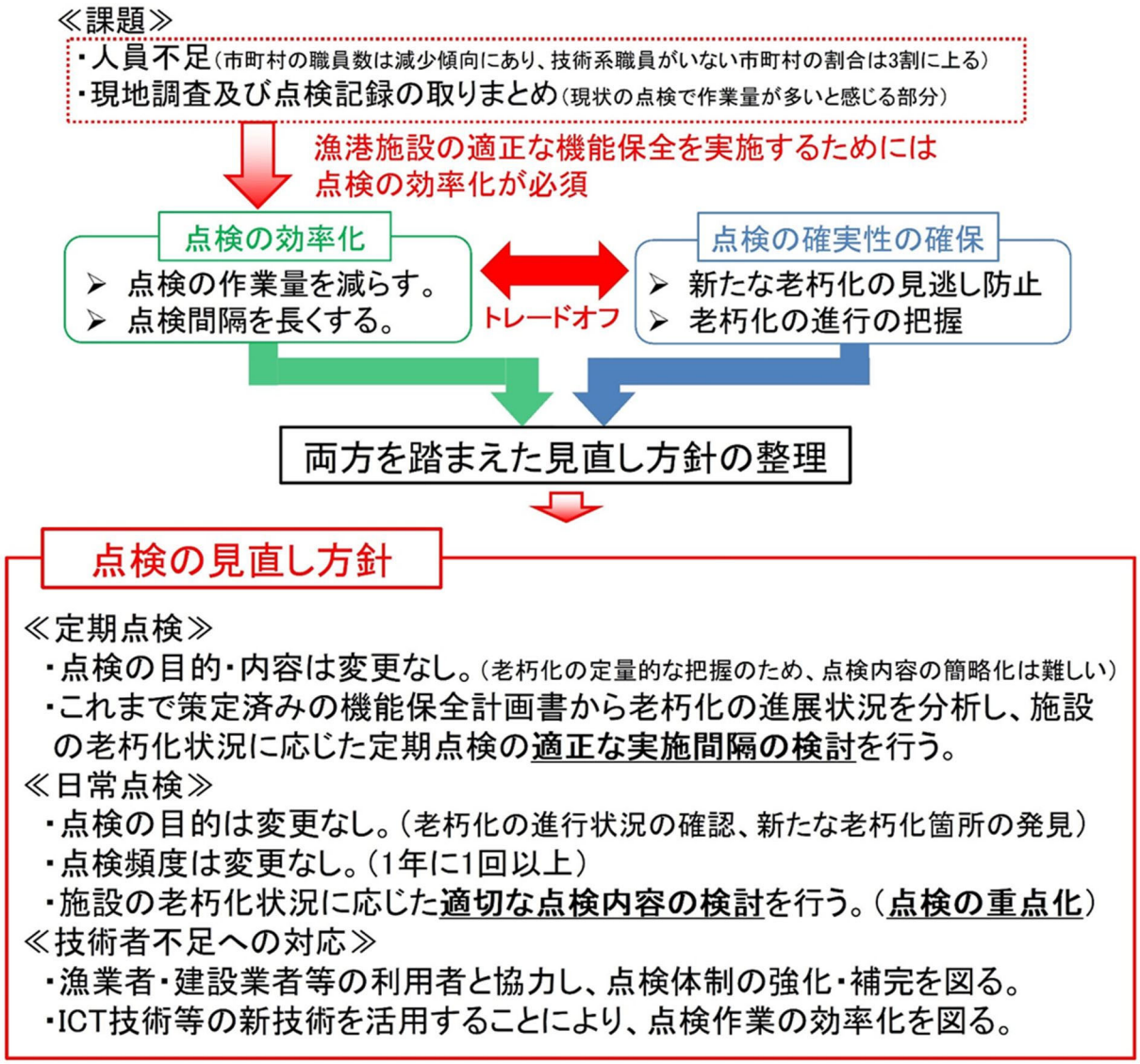


図 e-4-2-1-11　維持管理点検の見直し方針

４－２－２．日常点検の効率化の検討

（１）日常点検の見直し方針

日常点検は「老朽化の進行状況の確認、新たな老朽化箇所の発見」を目的としている。定期点検は「現行の機能補保全計画書の見直し」を目的とし、老朽化の程度の把握・健全度の評価を行うための定量的な点検を行うこととしている。

日常点検での「老朽化の進行状況の確認」については機能保全計画策定時に実施した定期点検結果から最も老朽化の進行が顕著である代表スパンを選定し、そのスパンの老朽化の進行を把握するものとした。また、「新たな老朽化箇所の発見」を達成するためには全スパンでの踏査を行い、健全度判定に影響する「老朽化度ａまたはｂ判定」に相当する変状の発生の有無を確認することとした。

代表スパンのモニタリングと踏査を組み合わせることで、老朽化の進行の把握と新たな老朽化の変状の発見を見逃さないような点検内容とした。

（２）日常点検の点検方針

１）日常点検の対象

日常点検は、全施設を対象に実施する。

２）健全度別の点検内容

①健全度Ａまたは Ｂの施設

・ａまたはｂ判定の老朽化の進行状況の把握は、施設の安全性確保に特に重要である。
・ａまたはｂ判定の変状の中から、施設の機能低下に最も影響があるスパン（最も大きい変状（ひび割れ、欠損、段差等）のあるスパン）を代表スパンとして選定し、スパン写真の撮影と状況（変状の種類・老朽化の所見）を様式に記載する。
・新たな老朽化の変状を発見するための踏査を行い、実施記録として起点終点写真を様式に記録する。
・踏査により、新たな老朽化の変状（老朽化度ａまたはｂ相当）スパンを発見した場合は、様式に追加で記載する。
・代表スパンと同様な変状スパンが増え、健全度の評価を改める必要があれば、機能保全対策工事や次回の定期点検を早めるなどの対応をする。

②健全度Ｃまたは Ｄの施設

・新たな老朽化の変状を発見するための踏査を行い、実施記録として起点終点写真を様式に記録する。
・踏査により、新たな老朽化の変状（ａまたはｂ判定相当）スパンを発見した場合は、様式に追加で記載する。
・健全度判定に影響する「老朽化度ａまたはｂ」相当の変状の割合・箇所数が多くなってきた場合は様式下欄の「その他特記事項」に記載し、次回の定期点検を早めるなどの対応をする。

３）その他

①日常点検は、陸上目視で可能な範囲はすべてを対象とする。
②ａまたはｂ判定の変状が水中部に位置する場合、その変状が陸上部にまで影響が及んでいないか、進行具合について陸上部から全体を俯瞰した形で観察を行う。
③陸上目視に加えて、漁協などの利用者からの次のようなヒアリングを行い、利用状況の不具合の把握に努める。

・泊地や航路の堆砂等の兆候
・照明施設および排水施設の不具合
・その他（急激な老朽化の進行・新たな変状の発見等）

（３）日常点検の新様式の検討

１）検討内容

現行基準では、簡易調査（簡易項目）に使用する様式5および様式6を利用しているが、日常点検専用の新様式を作成するにあたり、次のような検討を行った。

・調査位置の類似した施設を、できるだけ同一の様式に集約して、様式の種類および構成を簡略化した。この場合、施設別（外郭施設、係船施設、　　浮体施設、船揚場、航路・泊地）に集約した。

・日常点検で用いられる現行基準の様式5（点検者・日時・変状状況等)、様式6（変状写真）を1枚の様式にまとめ簡略化した。

２）点検シートの記載例

新たに作成した日常点検用の点検シートの記載例を次頁以降に示す。

健全度A・Bの記入例 水産基盤施設 日常点検記入シート【①外郭施設（重力式・矢板式・杭式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成〇年〇月〇日（健全度B）

調査年月日：令和 ● 年 ● 月 ● 日　天候：晴 曇 雨

漁港名	▲▲漁港	構造型式	重力式防波堤	調査者所属	◆◆建設事務所	調査者氏名	水産　太郎
施設名	■■防波堤	調査を実施した範囲	施設全体（スパンNo.1～No.20）				

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：■）

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類		有無	状況（スパンNo.）
重力式防波堤 重力式護岸	施設全体	■	移動	水平移動	■	水平移動(NO.12)
		■	沈下	目地のずれ、段差	□	
	本体工	■	コンクリートの劣化、損傷		□	
矢板式防波堤 杭式防波堤 矢板式護岸	施設法線	□	凹凸、出入り		□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等		□	
共通	上部工	■	コンクリートの劣化、損傷		■	ひび割れ(NO.10)
	消波工	□	移動・沈下、損傷・亀裂		□	
護岸の場合	背後地	□	陥没、吸出し		□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	

【変状写真掲載欄】

老朽化：　写真NO.1
調査位置：起点からの撮影　（スパンNO.　）
所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：　写真NO.2
調査位置：終点からの撮影　（スパンNO.　）
所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

踏査を行い、起終点から施設の写真を撮影する

老朽化：（ひび割れ）定期点検時b判定　写真NO.3
調査位置：上部工　（スパンNO. 10 ）
所見：幅の広いひび割れがあるが、前回と大きな差異は認められない。
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：（水平移動） 定期点検時b判定　写真NO.4
調査位置：施設全体　（スパンNO. 12 ）
所見：大きな水平移動があるが、前回と大きな差異は認められない。
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

代表スパンを選定し、スパン写真とその状況を記載する。

【その他特記事項】

スパンNo.15辺りの港内側に堆砂が進んでいて、干潮時には波の条件によっては船底がこすることがある。（漁業者ヒアリング）

利用者に聞き取りを行い、利用上支障がないか確認する。

図 e-4-2-2-2　日常点検の新様式（記載例；健全度A・B）

健全度C・Dの記入例水産基盤施設　日常点検記入シート【②係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成〇年〇月〇日（健全度C）

調査年月日：令和 ● 年 ● 月 ● 日　天候：(晴) 曇　雨

漁港名	▲▲漁港	構造型式	重力式	調査者所属	◆◆建設事務所	調査者氏名	水産　太郎
施設名	■■物揚場	調査を実施した範囲	施設全体（スパンNO.1～NO.32）				

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：■）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNo.）
重力式係船岸 矢板式係船岸 桟橋式係船岸	岸壁(桟橋)法線	■	凹凸、出入り	□	
	エプロン	■	沈下・陥没	□	
		■	コンクリート、舗装等の劣化・損傷	□	
	上部工	■	コンクリートの劣化・損傷	□	
	本体工(重力式の場合)	■	コンクリートの劣化・損傷	□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等	□	
	渡版（注）	□	損傷・塗装	□	
附帯施設	防舷材	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	

（注）「渡版」は「桟橋式係船岸」に限定

踏査を行い、起終点から施設の写真を撮影する

【変状写真掲載欄】

老朽化：　写真NO.1
調査位置：起点から撮影　（スパンNO.　）
所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：　写真NO.2
調査位置：終点から撮影　（スパンNO.　）
所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：段差（沈下） b判定相当　写真NO.3
調査位置：エプロン　（スパンNO. 15 ）
所見：段差（沈下）がある。【新規発見】
撮影年月日：令和 ×年 ×月 ×日

老朽化：（　）　写真NO.4
調査位置：　（スパンNO.　）
所見：
撮影年月日：令和　年　月　日

新たな変状を発見した場合は様式に記載する

利用者に聞き取りを行い、利用上支障がないか確認する。

【その他特記事項】
スパンNo.8にある照明の灯りが消えている。（漁業者ヒアリング）

図 e-4-2-2-3　日常点検の新様式（記載例；健全度C・D）

（４）現行の日常点検作業との対比

日常点検の見直しによって点検作業者の負担軽減が見込まれる。

・調査内容は全施設において踏査による観察を基本とし、健全度に応じて調査対象の代表スパンを抽出しての観察としたため、現地作業の効率化が見込まれる。

・日常点検用の新様式を使うことで、記入の簡略化により現場及び事務所での作業量、作業時間の軽減が見込まれる。

日常点検の現行基準と見直し(案)の対比表を下表に示す。

表 e-4-2-2-1　日常点検における現行基準と見直し（案）の対比

日常点検	目的	老朽化の進行確認、新たな老朽化の進行箇所の発見
	内容	簡易調査(簡易項目)に沿って目視(陸上)調査
	実施範囲	全施設を対象
	実施時期	概ね1年に1回以上
	様式	簡易調査(簡易項目)の様式(5,6)を活用することが出来る。
	備考	漁業者等からの情報提供等により管理者等の体制を補完

⇒

日常点検	目的	老朽化の進行確認、新たな老朽化の進行箇所の発見
	内容	代表的な老朽化の進行・新たな老朽化箇所の発見を目的とした踏査及び陸上目視 【健全度A・Bの施設】 ・代表スパンを選定し、写真撮影と状況の記録 ・踏査を行い新たに発見した変状の写真撮影と状況の記録 【健全度C・Dの施設】 ・踏査を行い新たに発見した変状の写真撮影と状況の記録
	実施範囲	全施設を対象
	実施時期	概ね1年に1回以上
	様式	見直しした点検内容に沿った日常点検の新様式を使用する。 ・起点終点 ・変状写真(代表的な変状) ・変状の位置を示すスパン番号 「漁港施設の点検システム」の活用も考えられる。
	備考	漁業者等からの情報提供等により管理者等の体制を補完(特に水域施設・付帯施設)

変更項目

４－２－３．定期点検の効率化の検討

初回の定期点検以降の老朽化の進展状況を整理し、その結果を踏まえ、定期点検の適正な実施間隔の検討を行うこととした。(視点としては健全度（A～D）と老朽化度（a～d))

（１）老朽化の進展状況の検討手法

対象施設の健全度が D→C→B→A へと進行する状況については定期点検で確認することになる。ここで、施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度 A（要求性能を下回る可能性がある状態)」になる前の変化を見逃さないことが重要となる。「健全度 B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態)」は予防保全対策を計画的に検討する段階であるため、本検討では**健全度 C から健全度 A への変化を見逃さないこと（健全度 B で推移する期間）**に着目することとした。

検討手法としては、次の 3 手法で実施した。

【初回・2 巡目の定期点検結果をもとにした検討】
①調査位置別の健全度（A～D）の老朽化予測線
②調査位置別の老朽化度（a～d）によるマルコフ連鎖モデル
【全国の初回定期点検結果のデータベースをもとにした検討】
③施設全体の健全度（A～D）の老朽化予測線

手法①では初回及び 2 巡目の定期点検結果から、調査位置別の健全度の進行状況を整理・分析し、手法②では初回及び 2 巡目のうち最新の 2 巡目の定期点検結果から、老朽化度の進行状況を整理・分析した。また手法③では全国の漁港での初回の定期点検結果から、施設全体の健全度の進行状況を整理・分析した。

なお、初回・2 巡目の定期点検結果は、対象漁港が地域的に偏りデータ数も限定的となることから、全国の漁港の初回機能保全計画に関するデータベースを利用して、施設全体の健全度の進行状況を追加検討したものである。

（２）初回・２巡目の定期点検結果をもとにした検討

１）収集資料

本調査で実施したアンケートの中で、2巡目の定期点検にて詳細調査まで行っているとの回答のあった6県から、機能保全計画書および調査報告書（様式集）の資料提供を受けた。

・山形県‥‥　2漁港
・新潟県‥‥　1漁港
・愛知県‥‥　3漁港
・広島県‥‥ 12漁港
・愛媛県‥‥　1漁港
・兵庫県‥‥　0漁港

２）整理手順

漁港の入手した資料の整理手順を以下に示す。

ⅰ）初回および2巡目の機能保全計画書が揃えで収集できた漁港施設を漁港別に整理し、表 e-4-2-3-1 中に黒字で示す。

ⅱ）さらに、調査年月日の不明等、健全度を比較評価するにあたり、条件の揃わない漁港施設を除外し、検討対象にできる漁港施設を表-2.1 中に赤字で示す。

この結果、検討対象にできる漁港施設のある漁港、および集計数の多い構造別の漁港施設は、下記のようになった。下記漁港における初回および2巡目の健全度の変化状況を表 e-4-2-3-2 に示す。

【漁港施設数】
①山形県由良漁港‥‥‥4施設
②愛知県知柄漁港‥‥‥4施設
③愛知県一色漁港‥‥‥26施設
④愛知県赤羽根漁港‥‥3施設
⑤愛媛県本浦漁港‥‥‥4施設

【構造別施設数】
①重力式防波堤‥‥‥‥‥5施設
②矢板式護岸‥‥‥‥‥‥7施設
③重力式係船岸‥‥‥‥‥5施設
④矢板式係船岸‥‥‥‥‥16施設

表 e-4-2-3-1　漁港別データ収集状況（道路・橋梁・航路・泊地を除く）

都道府県	漁港名	漁港番号	入手資料（施設数）				上段：初回および2巡目の機能保全計画書が揃っている施設の構造別内訳（道路、橋梁、航路、泊地を除く） 下段：上記のうち、初回および2巡目の健全度比較を、点検時経過年数を考慮して比較検討ができると考えられる施設の構造別内訳												データが絞られる理由
			機能保全計画書		調査報告書		防波堤			護岸		係船岸			浮体式係船岸			船揚場	合計	
			初回	2巡目	初回	2巡目	重力式	矢板・杭式	浮体式	重力式	矢板式	重力式	矢板式	桟橋式	Con式	鋼製	FRP製			
山形	由良	1620010	9	19	9	20	7					2							9	②
							4					0							4	
	飛島	1640010	35	35	0	0	25			3		5						2	35	②
							0			0		0						0	0	
新潟	能生	2230010	24	24	24	24	7			5		10						1	23	③ｉ）
							0			0		0						0	0	
愛知	知柄	2720030	32	32	11	23	9	1		7	1	2	10		1			1	32	②
							0	0		0	0	0	4		0			0	4	
	一色	2720060	39	45	36	40	7	2		5	8	2	10		2	1		2	39	②③ⅱ）
							1	1		3	7	2	9		1	0		2	26	
	赤羽根	2740010	5	24	5 （注1）	24							5						5	②
							0	0		0	0	0	3					0	3	
広島	塩屋	3720030	22	2	22	0						2								②
												0							0	
	地御前	3720040	39	1	39	0				1									1	②
										0									0	
	音戸	3720100	24	1	24	0	1												1	②
							0												0	
	倉橋	3720110	78	4	78	0						2			1	1			4	②
												0			0	0			0	
	安浦	3720120	19	1	19	0									1				1	②
															0				0	
	沖浦	3720140	44	1	0	0	1												1	②
							0												0	
	豊島	3720150	100	2	100	0									2				2	②
															0				0	
	吉和	3720160	36	9	36	0									9				9	②
															0				0	
	走	3720180	54	4	54	0	2								2				4	②
							0								0				0	
	横田	3720190	24	1	24	0						1							1	②
												0							0	
	箱崎	3720200	34	3	34	0						1			2				3	②
												0			0				0	
	草津	3730010	26	6	0	0							3	1	2				6	②
													0	0	0				0	
愛媛	本浦	4140020	4	4	5	5						3			1				4	
												3			1				4	
点検時期を含めて健全度の変化を評価できる施設							5	1	0	3	7	5	16	0	2	0	0	2	41	

【検討対象施設の抽出条件】
①初回及び2巡目の機能保全計画書が揃っている施設。（道路、橋梁、航路・泊地を除く）
②初回及び2巡目の調査報告書（様式集）が揃っており、初回および2巡目点検の実施年月日の確認ができる施設。
③劣化の進展を正しく評価できる施設。除外する施設は次の通り。
　ｉ） 初回の機能保全計画ではスパン割を1とする施設が大半で、複数の場合でも極端に減らしており、2巡目との健全度の比較が困難な施設。（新潟県能生漁港）
　ⅱ） 初回後に対策工を実施している、初回と2巡目で評価に用いる様式を変えているなどにより健全度の比較が困難な施設。（愛知県一色漁港）

（注1）様式集に代わる資料を代用

表 e-4-2-3-2　初回・2巡目機能保全計画における施設別健全度の比較

山形県由良漁港（4施設）　　（注）機能保全計画書の完成年月

調査対象施設概要			初回 H23.3（注）		2巡目 H29.2（注）		健全度の変化傾向
種類	施設名称	構造型式	健全度	調査年月日	健全度	調査年月日	不変：－ 低下：×
防波堤	東防波堤(A断面)	直立堤コンクリート単塊式	B	H22.3.26	B	H27.6.29	－
	東防波堤(B断面)	直立堤コンクリート単塊式	B	H22.3.26	B	H27.6.29	－
	東防波堤(C断面)	直立堤コンクリート単塊式	C	H22.3.26	B	H28.3.19	×
	西第2防波堤	ケーソン式混成堤	B	H22.3.26	A	H28.8.5	×

愛知県知柄漁港（4施設）

調査対象施設概要			初回 H24.3		2巡目 R1.7		健全度の変化傾向
種類	施設名称	構造型式	健全度	調査年月日	健全度	調査年月日	不変：－ 低下：×
岸壁	-3.5m岸壁	矢板式	B	H22.9.10	B	H31.3.13～3.20	-
物揚場	-2.5m物揚場	矢板式	B	H22.9.10	B	H31.3.13～3.26	-
	中央埠頭物揚場	矢板式	B	H22.9.10	A	H31.3.27～4.8	×
	-2.0m物揚場	矢板式	C	H22.9.10	C	H31.3.19～4.23	-

愛知県一色漁港（26施設）

調査対象施設概要			初回 H23.3、H24.3		2巡目 R1.6		健全度の変化傾向
種類	施設名称	構造型式	健全度	調査年月日	健全度	調査年月日	不変：－ 低下：×
防波堤	防波堤	重力式	D	H23.8.28	D	H31.4.2	－
	防波堤	矢板式	C	H23.9.13	C	H31.4.4	－
護岸	小籔護岸	重力式	C	H23.9.12	C	H31.4.2	－
	小藪護岸	矢板式	C	H23.9.12	C	H31.4.2	－
	港内物揚護岸	矢板式	C	H23.9.13	C	H31.4.3	－
	東防波堤（護岸で評価）	重力式	C	H22.9.3	B	H31.4.5	×
	護岸	矢板式	C	H22.8.25	C	H31.4.5	－
	物揚護岸	矢板式	B	H22.8.26	B	H31.4.4	－
	物揚護岸	矢板式	B	H22.8.26	A	H31.4.5	×
	坂田物揚護岸	矢板式	C	H22.8.24	B	H31.4.9	×
	第6物揚場南護岸	重力式	C	H22.8.31	B	H31.4.9	×
	第一物揚場護岸	矢板式	C	H22.9.4	C	H31.4.11	－
浮桟橋	船江東第2桟橋	RCHB	C	H23.9.13	C	H31.4.2	－
岸壁	岸壁D	矢板式	C	H23.9.12	B	H31.4.2	×
	岸壁C	矢板式	B	H23.9.12	B	H31.4.3	－
	岸壁B	矢板式	B	H23.9.12	B	H31.4.3	－
	耐震強化岸壁	RC式	C	H23.9.12	C	H31.4.3	－
物揚場	港内物揚場	矢板式	C	H23.9.12	C	H31.4.4	－
	港内物揚場	矢板式	C	H23.9.12	A	H31.4.4	×
	坂田物揚場	矢板式	B	H22.8.24	B	H31.4.9	－
	物揚場	矢板式	B	H22.8.30	B	H31.4.9	－
	第一物揚場	矢板式	C	H22.9.1	B	H31.4.11	×
	第三物揚場	矢板式	B	H22.9.1	B	H31.4.11	－
	港内物揚場	重力式	B	H23.9.3	B	H31.4.11	－
船揚場	港内船揚場	重力式	B	H23.8.31	B	H31.4.4	－
	坂田船揚場	重力式	C	H22.8.25	C	H31.4.5	－

愛知県赤羽根漁港（3施設）

調査対象施設概要			初回 H21.3		2巡目 H31.3		健全度の変化傾向
種類	施設名称	構造型式	健全度	調査年月日	健全度	調査年月日	不変：－ 低下：×
岸壁	-3.0m岸壁	控え矢板式	B	H21.1.26～2.14	B	H30.10.19	－
	-4.0m岸壁	控え矢板式	C	H21.1.26～2.14	B	H30.10.19	×
物揚場	-1.5m物揚場	控え矢板式	C	H21.1.26～2.14	C	H30.10.17	－

愛媛県本浦漁港（4施設）

調査対象施設概要			初回 H22.3		2巡目 H31.3		健全度の変化傾向
種類	施設名称	構造型式	健全度	調査年月日	健全度	調査年月日	不変：－ 低下：×
岸壁	小内浦-3.5m岸壁	コンクリート単塊式	B	H24.10.11	B	H31.3.4	－
	小内浦-3.5m岸壁	直立消波式	D	H24.6.6	D	H31.3.4	－
桟橋	小内浦桟橋	ブロック積式	B	H24.10.11	B	H31.3.4	－
浮桟橋	本浦-3.5m浮体式岸壁	PCハイブリッド、鋼管杭係留	C	H24.6.7	C	H31.3.4	－

３）調査位置別の健全度（A～D）の劣化予測線

初回および２巡目における定期点検での健全度評価（A､B､C､D）の変化を整理し、老朽化予測線の考え方により老朽化の進展を分析した。

老朽化予測線は、年月の経過に伴って健全度が D→C→B→A へと変化することを示す直線であり、初回及び２巡目の健全度（赤線の範囲）を通過する老朽化予測線の位置は緑色部分の範囲となる。（図 e-4-2-3-1 参照）この範囲に位置する老朽化予測線の中で、健全度 A に到達する経過年の最短の場合は、上段図では青色の破線、下段図では黒色の破線となる。平均的な健全度の変化では、茶色の一点鎖線となる。

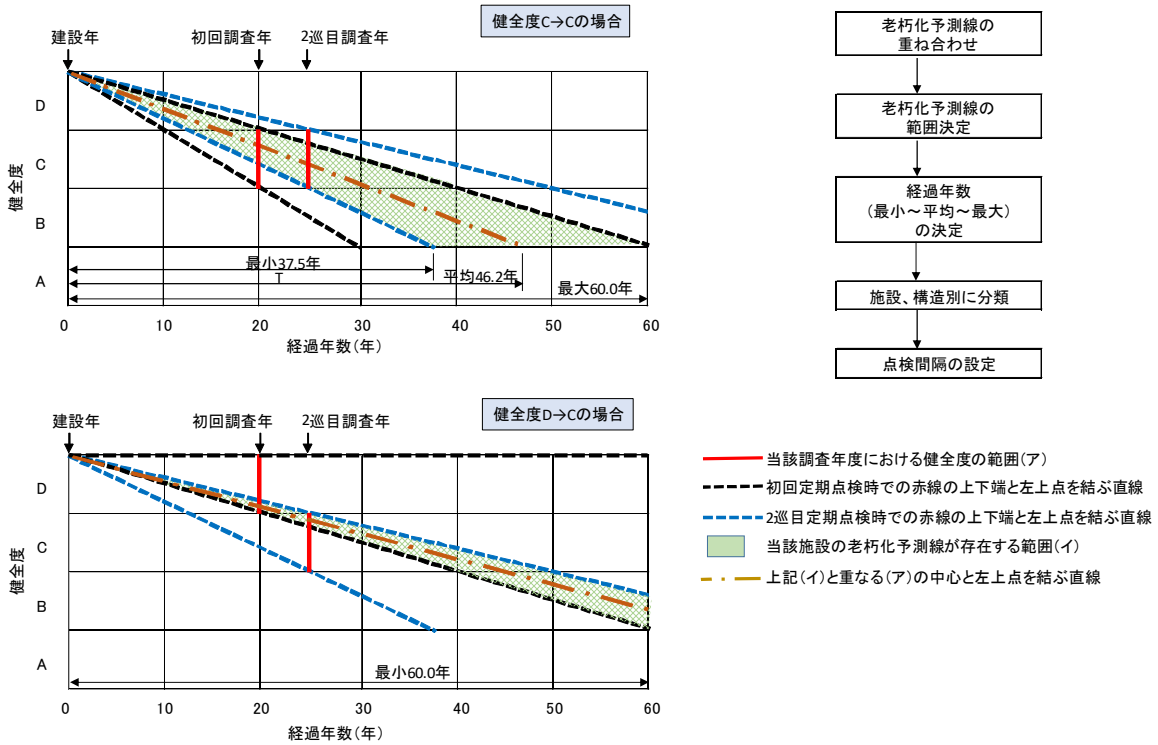


図 e-4-2-3-1　初回及び２巡目の健全度と老朽化予測線を用いた検討のイメージ

施設及び構造形式ごとに検討対象を整理したうえで、個々の施設の老朽化予測線をもとに、健全度 B または A に到達するまでの建設年からの最短および平均の経過年数を求めた。さらに、最短および平均の経過年数の調査位置別の平均値を算出し、健全度 B で進行する期間を求めた。防波堤、護岸、係船岸の結果を次頁以降に示す。

老朽化予測線(平均の平均値)

調査位置 / 項目	重力式防波堤		
	施設全体(移動)	施設全体(沈下)	上部工
C⇒Bの経過年数(年)	138.7	137.0	30.6
B⇒Aの経過年数(年)	208.0	205.5	46.0
健全度Bでの期間(年)	69.3	68.5	15.4
事例数	4	4	4
影響度	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ

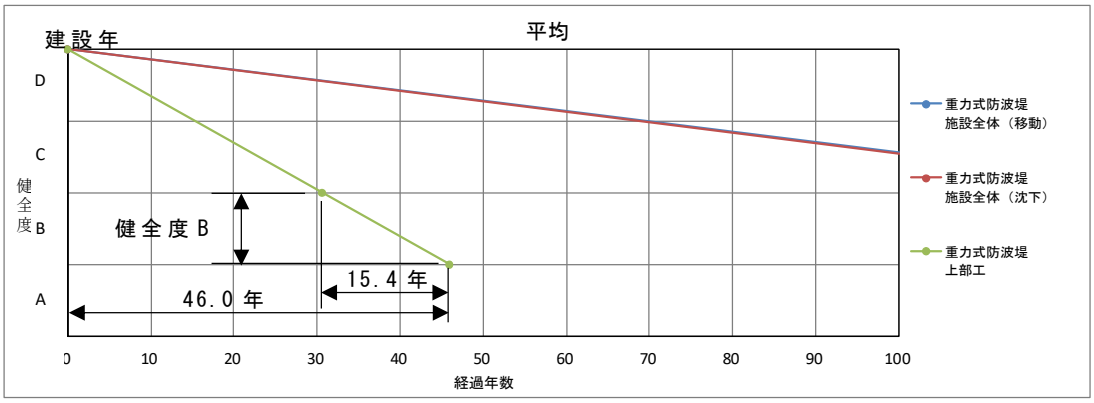


図 e-4-2-3-2(1)　老朽化予測線による進行期間（平均）（防波堤）

老朽化予測線(最短の平均値)

調査位置 / 項目	重力式防波堤		
	施設全体(移動)	施設全体(沈下)	上部工
C⇒Bの経過年数(年)	71.5	69.8	27.2
B⇒Aの経過年数(年)	107.3	104.8	40.8
健全度Bでの期間(年)	35.8	35.0	13.6
事例数	4	4	4
影響度	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ

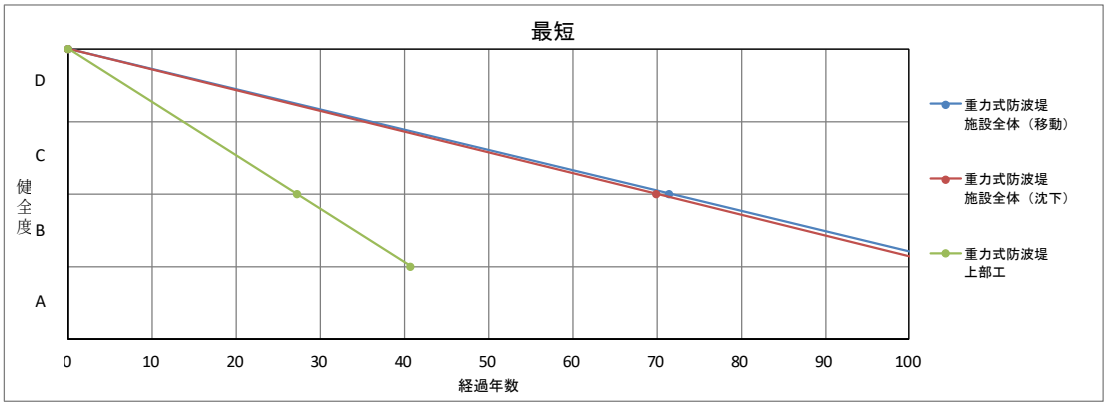


図 e-4-2-3-2(2)　老朽化予測線による進行期間（最短）（防波堤）

老朽化予測線(平均の平均値)

調査位置 / 項目	重力式護岸本体工	矢板式護岸		
		護岸法線	上部工	鋼矢板
C⇒Bの経過年数(年)	39.8	103.8	43.0	39.0
B⇒Aの経過年数(年)	59.7	155.7	64.6	58.6
健全度Bでの期間(年)	19.9	51.9	21.6	19.6
事例数	3	7	6	7
影響度	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ

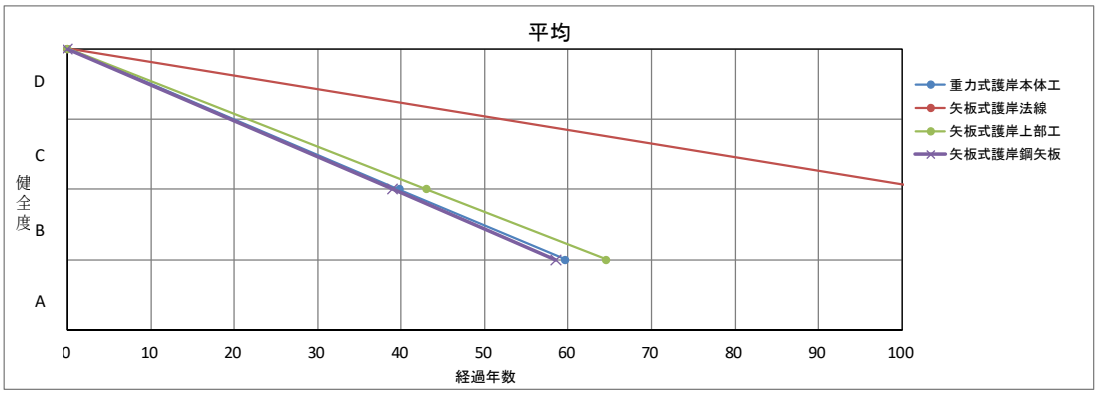


図 e-4-2-3-3(1)　老朽化予測線による進行期間（平均）（護岸）

老朽化予測線(最短の平均値)

調査位置 / 項目	重力式護岸本体工	矢板式護岸		
		護岸法線	上部工	鋼矢板
C⇒Bの経過年数(年)	27.1	60.9	35.9	32.1
B⇒Aの経過年数(年)	40.7	91.3	53.9	48.1
健全度Bでの期間(年)	13.6	30.4	18.0	16.0
事例数	3	7	6	7
影響度	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ

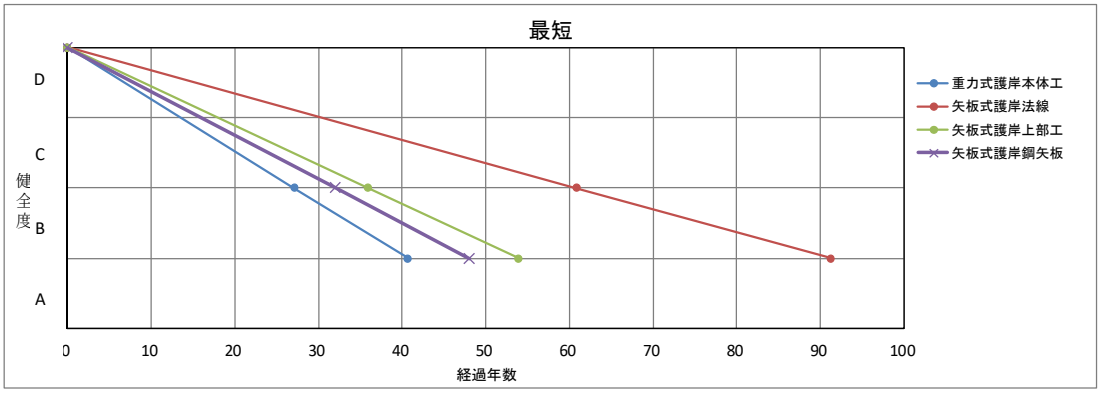


図 e-4-2-3-3(2)　老朽化予測線による進行期間（最短）（護岸）

老朽化予測線(平均の平均値)

調査位置 / 項目	係船岸				鋼矢板式係船岸鋼矢板
	岸壁法線	エプロン沈下	エプロン劣化	上部工	
C⇒Bの経過年数(年)	86.9	36.7	39.7	39.0	37.7
B⇒Aの経過年数(年)	130.4	55.1	59.6	58.5	56.5
健全度Bでの期間(年)	43.5	18.4	19.9	19.5	18.8
事例数	20	20	20	20	13
影響度	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ

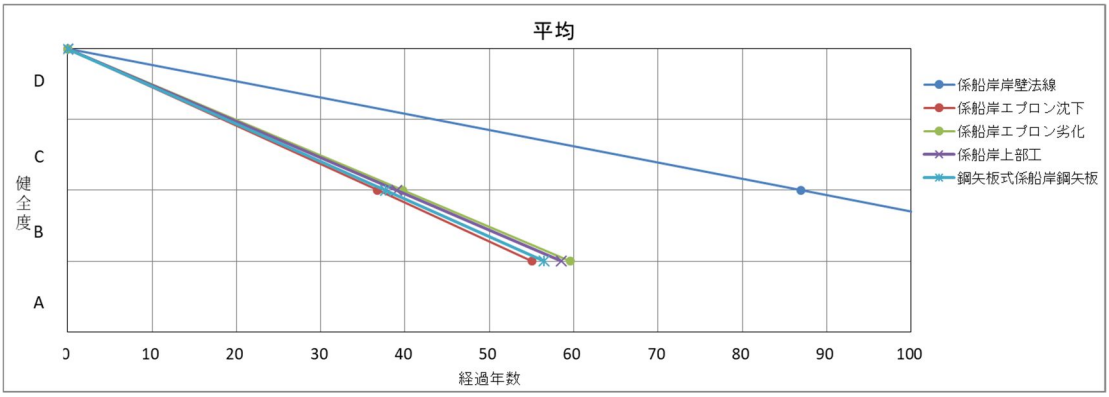


図 e-4-2-3-4(1)　老朽化予測線による進行期間（平均）（係船岸）

老朽化予測線(最短の平均値)

調査位置 / 項目	係船岸				鋼矢板式係船岸鋼矢板
	岸壁法線	エプロン沈下	エプロン劣化	上部工	
C⇒Bの経過年数(年)	52.7	28.8	32.8	32.0	30.7
B⇒Aの経過年数(年)	79.1	43.1	49.3	48.0	46.0
健全度Bでの期間(年)	26.4	14.3	16.5	16.0	15.3
事例数	20	20	20	20	13
影響度	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ

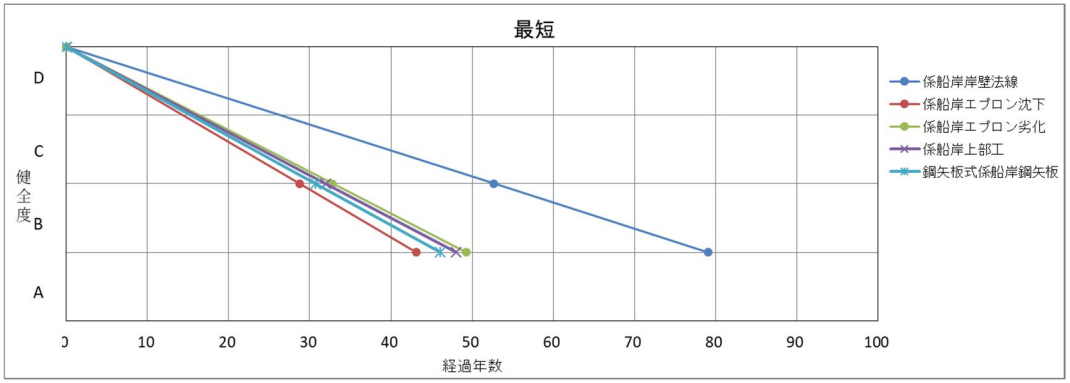
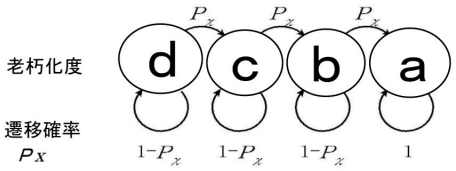


図 e-4-2-3-4(2)　老朽化予測線による進行期間（最短）（係船岸）

４）調査位置別の老朽化度（a～d）によるマルコフ連鎖モデル

２巡目の定期点検結果での老朽化度（a、b、c、d）の進展状況を分析し、防波堤および係船岸での調査位置別での老朽化の進展状況を整理した。マルコフ連鎖モデルでの老朽化は、一定の遷移確率 p で老朽化度が d→c→b→a と進展するとの考え方に基づいている。



（注）老朽化度（a、b、c、d）の分割数 n
（例）d→d_1、d_2、d_3、・・・・dn

図 e-4-2-3-5　マルコフ連鎖モデルにおける老朽化度の推移

本検討ではマルコフ連鎖モデルにて老朽化度（a～d）割合の推移を整理し、表 e-4-2-3-3 における老朽化度の割合（下線）で健全度評価（A～D）が移行するとして健全度の進行期間を整理・分析した。

表 e-4-2-3-3　健全度の評価基準

		健全度			
		A	B	C	D
安全性に及ぼす影響度	Ⅰ	「a が全数[注]の 2 割以上」を占めており、既に施設の性能が低下している。	「a が全数の 2 割未満」、かつ「a ＋ b が全数の 2 割以上」占めており、対策を施さないと施設の性能の低下が懸念される。	A、B、D 以外	すべて d のもの
	Ⅱ	「a が全数の 5 割以上」、もしくは「a が全数の 2 割以上、5 割未満」かつ「a ＋ b が全数の 8 割以上」占めており、既に施設の性能が低下している。	「a が全数の 5 割未満」、かつ「a ＋ b が全数の 5 割以上」占めており、対策を施さないと施設の性能の低下が懸念される。	A、B、D 以外	すべて d のもの
	Ⅲ	—		D 以外	すべて d のもの

マルコフ連鎖モデルの手法を用いた老朽化の平均的な進行期間を求める。

施設別に調査位置別の老朽化種類ごとに、3 分割のマルコフ連鎖モデルを用いて個々のケースの遷移確率を計算し、その遷移確率の平均値を計算する。遷移確率の平均値による係船岸エプロン（沈下）の場合の事例を図 e-4-2-3-5 に示す。さらに平均遷移確率による健全度 B または A に到達するまでの老朽化の進行期間を算出し、結果を図 e-4-2-3-6 に示す。なお、マルコフの検討では、通常鋼製構造の施設、スパン数の少ない施設は対象外としており、ここでは 5 スパン以下の施設を除外した。

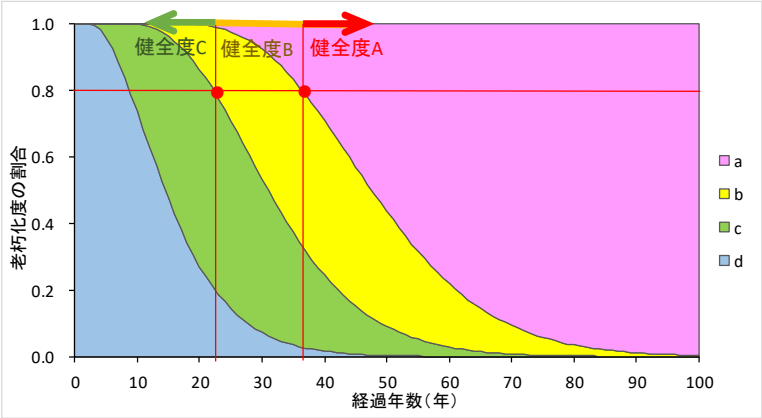


図 e-4-2-3-5　老朽化度割合の推移図（係船岸エプロン(沈下)：影響度Ⅰ）

調査位置 / 項目	防波堤	係船岸		
	上部工	上部工（桟橋式以外）	エプロン（沈下）	エプロン（Co劣化）
C⇒Bの経過年数(年)	29	50	23	54
B⇒Aの経過年数(年)	39	69	37	74
健全度Bでの期間(年)	10	19	14	20
事例数	4	17	17	17
影響度	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
遷移確率	0.200	0.113	0.182	0.106

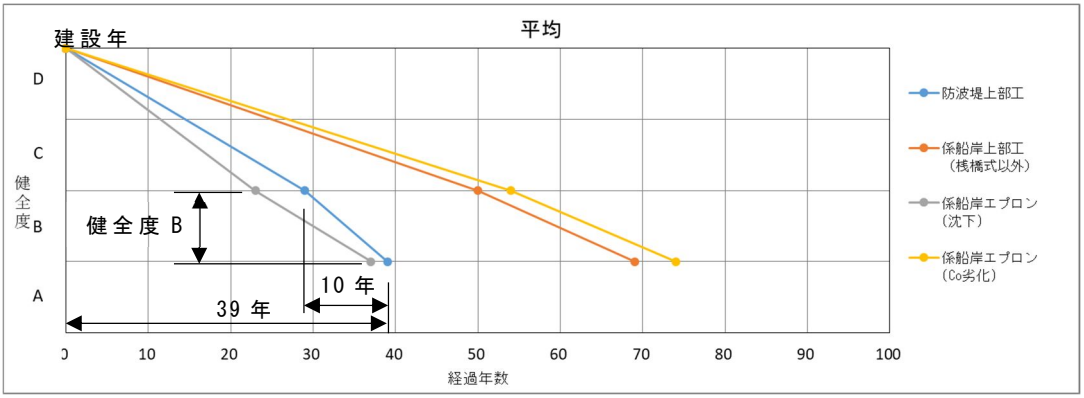


図 e-4-2-3-6　マルコフ（平均遷移確率）による進行期間

（３）機能保全計画データベース（全国の初回点検）をもとにした検討

１）収集資料

表 e-4-2-3-4 に示す全国 39 都道府県にある 1,860 の漁港で実施された 49,000 余りの施設での初回の機能保全計画に関する情報が機能保全計画データベースとして整理されている。

表 e-4-2-3-4　全国の漁港数

都道府県名	漁港数	都道府県名	漁港数	都道府県名	漁港数	都道府県名	漁港数
北海道	220	神奈川県	15	大阪府	10	愛媛県	131
青森県	75	新潟県	48	兵庫県	34	高知県	43
岩手県	27	富山県	11	和歌山県	49	福岡県	40
宮城県	2	石川県	58	鳥取県	8	佐賀県	31
秋田県	11	福井県	27	島根県	70	長崎県	212
山形県	6	静岡県	43	岡山県	19	熊本県	74
福島県	6	愛知県	23	広島県	30	大分県	64
茨城県	4	三重県	67	山口県	86	宮崎県	21
千葉県	28	滋賀県	0	徳島県	17	鹿児島県	92
東京都	21	京都府	17	香川県	55	沖縄県	65
						合計	1,860

２）整理手順

漁港施設の資料を主な構造型式ごとに集計するにあたり、検討に必要なデータが欠落または不明確な施設を除外した施設数を表 e-4-2-3-5 に示す。

e-4-2-3-5　検討対象施設数

区分	主要な構造型式	施設数
防波堤	重力式防波堤	6,916
	矢板式、杭式防波堤	650
護岸	重力式護岸	380
	矢板式護岸	46
係船岸	重力式係船岸、PC・RC製浮体式係船岸	6,156
	矢板式・桟橋式係船岸、鋼製浮体式係船岸	1,678
	船揚場	2,345
合計		18,171

３）施設全体の健全度（A～D）の老朽化予測線

全国の初回の定期点検での施設全体の健全度評価（A、B、C、D）の変化を整理し、老朽化予測線の考え方により老朽化の進展を分析した。

老朽化予測線は、年月の経過に伴って健全度が D→C→B→A へと変化することを示す直線であり、老朽化予測線が健全度 A に到達する経過年の最短の場合と平均の場合を読み取った（図 e-4-2-3-7 参照）

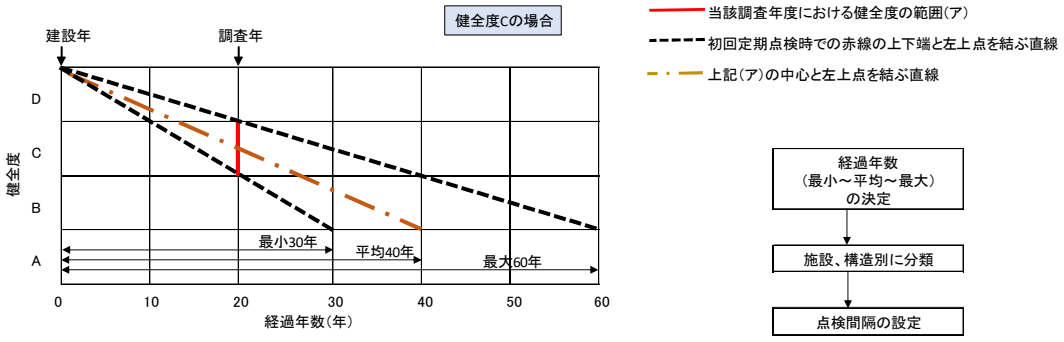


図 e-4-2-3-7　施設全体の健全度と老朽化予測線を用いた検討のイメージ

施設及び構造形式ごとに検討対象を整理したうえで、個々の施設の老朽化予測線をもとに、健全度 B または A に到達するまでの建設年からの最短および平均の経過年数を求めた。さらに、最短および平均の経過年数の施設別の平均値を算出し、健全度 B で進行する期間等を求めた。防波堤、護岸、係留施設の結果を次頁以降に示す。

項目＼調査位置	重力式防波堤	矢板式、鋼製防波堤
C⇒Bの経過年数（年）	44.7	31.9
B⇒Aの経過年数（年）	67.0	47.8
健全度Bでの期間	22.3	15.9
健全度C、Bでの全体期間	44.7	31.9
事例数	6,916	650

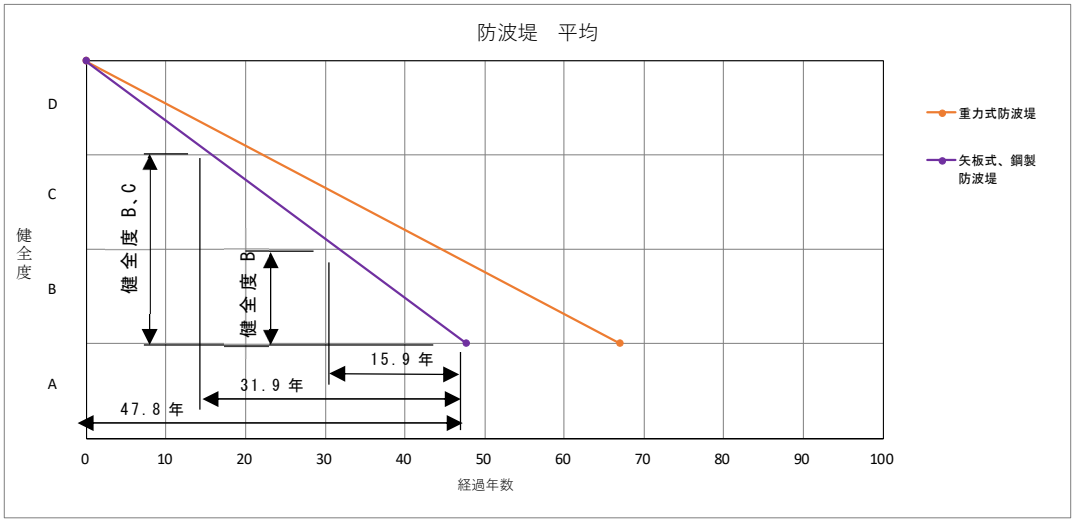


図 e-4-2-3-8(1)　老朽化予測線による進行期間（平均）（防波堤）

項目＼調査位置	重力式防波堤	矢板式、鋼製防波堤
C⇒Bの経過年数（年）	30.4	22.9
B⇒Aの経過年数（年）	45.7	34.3
健全度Bでの期間	15.2	11.4
健全度C、Bでの全体期間	30.4	22.9
事例数	6,916	650

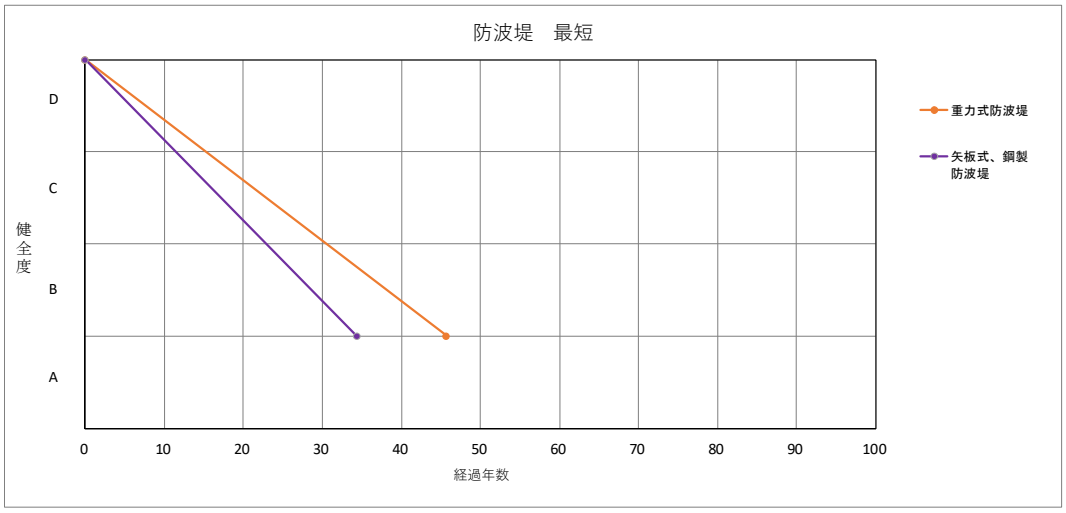


図 e-4-2-3-8(2)　老朽化予測線による進行期間（最短）（防波堤）

調査位置 / 項目	重力式護岸	矢板式、鋼製護岸
C⇒Bの経過年数（年）	54.7	34.4
B⇒Aの経過年数（年）	82.1	51.6
健全度Bでの期間	27.4	17.2
健全度C、Bでの全体期間	54.7	34.4
事例数	380	46

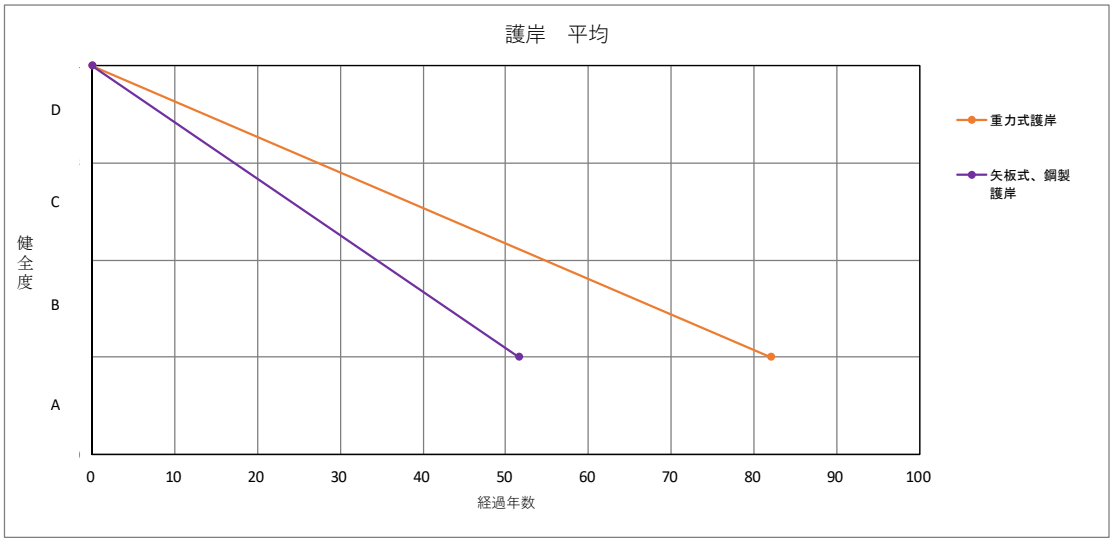


図 e-4-2-3-9(1)　老朽化予測線による進行期間（平均）（護岸）

調査位置 / 項目	重力式護岸	矢板式、鋼製護岸
C⇒Bの経過年数（年）	33.5	24.3
B⇒Aの経過年数（年）	50.2	36.5
健全度Bでの期間	16.7	12.2
健全度C、Bでの全体期間	33.5	24.3
事例数	380	46

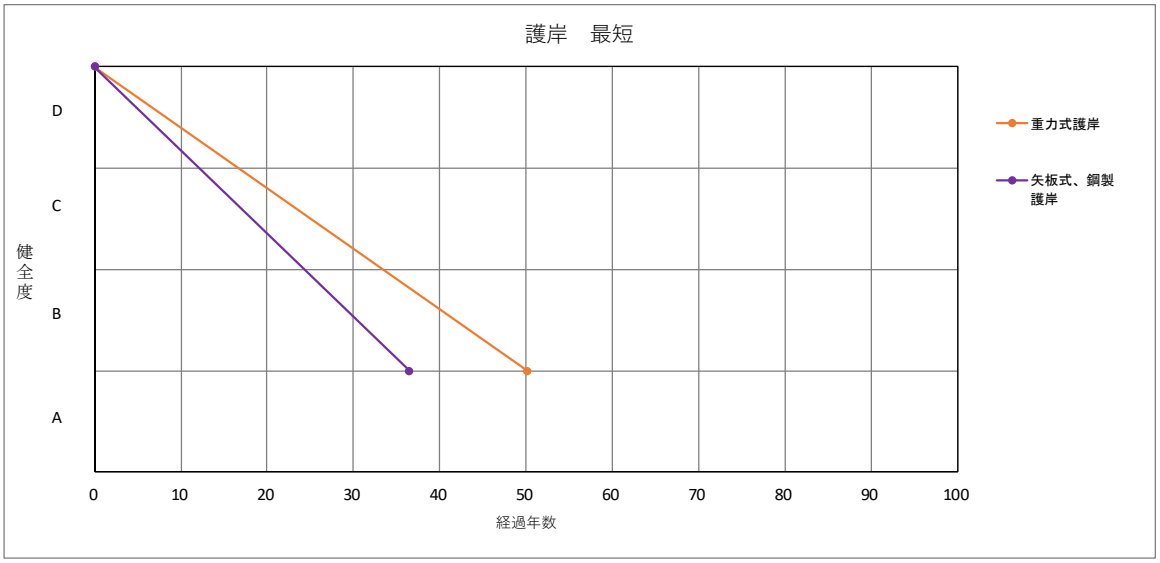


図 e-4-2-3-9(2)　老朽化予測線による進行期間（最短）（護岸）

項目＼調査位置	重力式係船岸	矢板式、鋼製係船岸	船揚場
C⇒Bの経過年数（年）	38.3	30.0	52.6
B⇒Aの経過年数（年）	57.5	45.0	78.9
健全度Bでの期間	19.2	15.0	26.3
健全度C、Bでの全体期間	38.3	30.0	52.6
事例数	6,156	1,678	2,345

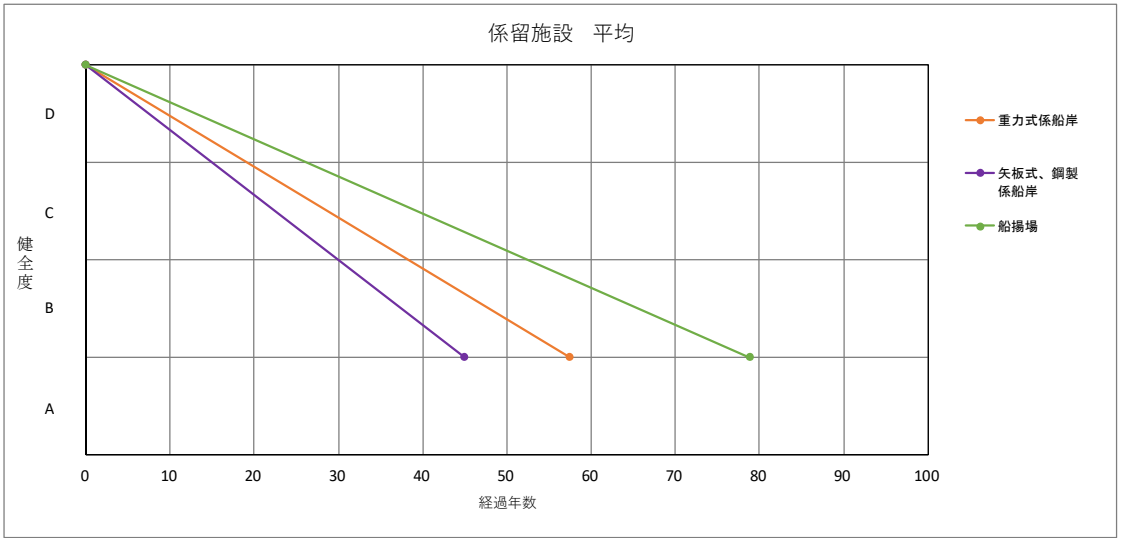


図 e-4-2-3-10(1)　老朽化予測線による進行期間（平均）（係留施設）

項目＼調査位置	重力式係船岸	矢板式、鋼製係船岸	船揚場
C⇒Bの経過年数（年）	26.9	22.1	35.4
B⇒Aの経過年数（年）	40.3	33.2	53.0
健全度Bでの期間	13.4	11.1	17.7
健全度C、Bでの全体期間	26.9	22.1	35.4
事例数	6,156	1,678	2,345

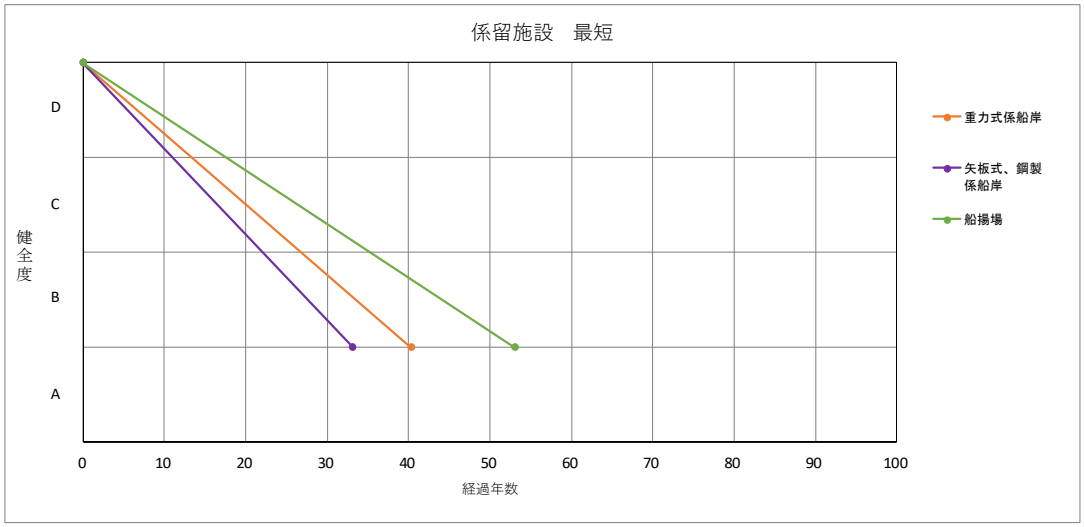


図 e-4-2-3-10(2)　老朽化予測線による進行期間（最短）（係留施設）

（４）検討結果から想定される定期点検間隔

１）初回・2巡目の定期点検結果をもとにした検討

健全度の老朽化予測線による検討結果及びマルコフ連鎖モデルによる検討結果を表 e-4-2-3-6 に示す。老朽化予測線による検討結果については最短～平均で整理した。

施設全体の変位・法線の変位は 26.4 年～35.8 年と推移期間が非常に長く、定期点検の検討対象としては適切ではないと考え、本検討の対象から除外する。各工種の健全度 B で推移する期間は、最短で 10～18.0 年（平均は 14.9 年）である。

表 e-4-2-3-6　健全度 B で進行する期間の検討結果一覧表(2 巡目の定期点検)

調査位置＼方法別			老朽化予測線 平均(年)	老朽化予測線 最短(年)	マルコフ 平均(年)	影響度
重力式防波堤	施設全体	移動	69.3	35.8	―	Ⅰ
		沈下	68.5	35.0	―	Ⅰ
	上部工		15.4	13.6	10	Ⅱ
重力式護岸	本体工		19.9	13.6	―	Ⅰ
矢板式護岸	護岸法線		51.9	30.4	―	Ⅰ
	上部工		21.6	18.0	―	Ⅱ
	本体工(鋼矢板)		19.6	16.0	―	Ⅰ
係船岸	岸壁法線		43.5	26.4	―	Ⅰ
	エプロン	沈下	18.4	14.3	14	Ⅰ
		劣化	19.9	16.4	20	Ⅱ
	上部工		19.5	16.0	19	Ⅱ
	本体工(鋼矢板)		18.8	15.3	―	Ⅰ

；各工種における最短期間

；推移期間が非常に長く、本検討の対象外とした

２）機能保全計画データベースをもとにした検討

健全度の老朽化予測線による検討結果を表 e-4-2-3-7 に示す。老朽化予測線による検討結果については最短～平均で整理した。各施設の健全度 B で推移する期間は、最短で 11.1～17.7 年（平均は 14.0 年）である。

また健全度 B および C で推移する全体期間は、最短で 22.1～35.4 年（平均は 27.9 年）である。

表 e-4-2-3-7　健全度 B で進行する期間の検討結果一覧表（機能保全計画 DB）

施設／主要な構造型式＼方法別 進行期間		老朽化予測線 健全度B 平均(年)	健全度B 最短(年)	健全度B,C 平均(年)	健全度B,C 最短(年)
防波堤	重力式防波堤	22.3	15.2	44.7	30.4
	矢板式、杭式防波堤	15.9	11.4	31.9	22.9
護岸	重力式護岸	27.4	16.7	54.7	33.5
	矢板式護岸	17.2	12.2	34.4	24.3
係留施設	重力式係船岸、PC･RC製浮体式係船岸	19.2	13.4	38.3	26.9
	矢板式･桟橋式係船岸、鋼製浮体式係船岸	15.0	11.1	30.0	22.1
	船揚場	26.3	17.7	52.6	35.4

３）定期点検間隔の提案

3 手法による検討結果から、健全度 B で進行する期間は平均で 14～15 年程度と考えられる。この場合、定期点検の間隔として 10 年を標準間隔と設定しても、施設の安全性に支障が出る老朽化を見逃す可能性は小さいと考えられる。よって、定期点検の標準的な間隔としては、「10 年」とする。

定期点検間隔は 10 年を標準とした上で、漁港の重要度や構造型式・健全度に合わせて、5～20 年の範囲で定期点検間隔を設定する。表 e-4-2-3-8 に定期点検間隔の設定（案）を示し、定期点検の流れの一例を図 e-4-2-3-11 に示す。なお、表 e-4-2-3-8 には、それぞれの区分に該当する施設、漁港の割合を、全国の漁港データベース等から参考に示した。

表 e-4-2-3-8　定期点検間隔の一覧表

区分			定期点検間隔	設定根拠
構造形式	健全度	前回の定期点検内容		
全ての構造形式	健全度B	—	A判定となる前（最長間隔5年）	老朽化の予測検討を行い適宜設定する。ただし、定期点検の最長間隔は5年とする。
重力式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		5年	災害時の拠点確保、被災後の水産業の早期回復の観点から選定
	健全度C	—	10年	健全度Bで推移する期間「11.1～17.7年」より、10年と設定（マニュアル（案）p.参-2参照）
	健全度D	—	20年	健全度B、Cで推移する期間「22.1～35.4年」より、20年と設定（マニュアル（案）p.参-2参照）
矢板・杭式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		5年	災害時の拠点確保、被災後の水産業の早期回復の観点から選定
	健全度C・D	肉厚調査を実施していない場合	5年	腐食速度が把握出来ないため、点検間隔を密とする
		肉厚調査を実施した場合	10年	ただし、肉厚調査結果から腐食速度を算定し、次回の点検が10年後（標準間隔）でも支障ないことを確認する
	健全度D（新設のみ）	—	10年	塗覆防食工法の耐用年数（20～30年程度）の半分を目安に設定

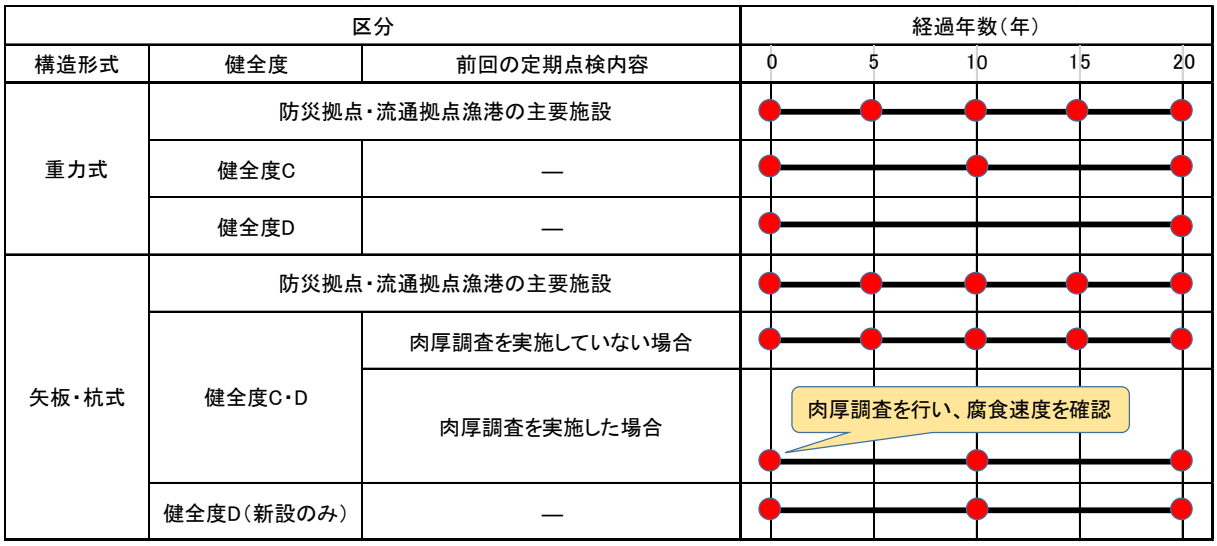


図 e-4-2-3-11　定期点検の流れ

①重要度が高い漁港（防災拠点漁港・流通拠点漁港）

・漁港漁場整備長期計画（H29 年～33 年度）では、整備目標として、防災拠点漁港および流通拠点漁港のうち、地震・津波に対する主要施設の安全性が確保された漁港の割合を、計画終了時に 30%とする整備目標を掲げている。

・また、水産庁は平成 26 年以降、漁港管理者である関係都道府県等に対し、流通拠点漁港及び防災拠点漁港にかかる災害時の応急体制の充実を図るため、漁港に精通した建設業団体等との防災協定の締結について技術的助言を行っている。

・このように防災拠点漁港および流通拠点漁港は、大規模自然災害に備えた対応力強化が重点課題となっており、重要度の高い漁港であると位置付けられる。

・防災拠点漁港および流通拠点漁港では、防波堤や岸壁等の耐震・耐津波・耐浪化対策を推進して機能強化を図るとしている。(「漁港・漁場の施設の設計参考図書（2015 年版)」の p.9～10 参照）漁港管理者が防災拠点漁港および流通拠点漁港の機能保全計画を策定する場合には、これを参考にして、耐震性能・耐津波性能の強化を行う主要な施設を明示する必要がある。

②鋼製構造のうち、直前の定期点検において肉厚調査を実施していない施設

・鋼製部材の肉厚を測定して、平均腐食速度が設計値以下であることを確認することで、耐用年数内での鋼材の肉厚を確保できる予測が可能となる。しかし肉厚調査をしていない場合には、腐食環境によっては耐用年数内での肉厚確保が難しい可能性もあり、標準間隔より短い間隔で定期点検が必要とした。

③直前の定期点検で健全度評価が D の施設（新設施設も含む）

・健全度 D の施設は健全度 C を経て健全度 B に至るので、健全度 B、C で進行する全体期間（最短で 22.1～35.4 年（平均 27.9 年)）を考慮して、点検間隔を 20 年に長くすることは問題ないと考えられる。

・ただし、鋼構造物が健全度 D の場合には、定期点検間隔を延ばすことなく、標準間隔の 10 年で定期点検を行うこととする。鋼構造物の防食工法としては、表 e-4-2-3-9 に示すような対策工法が適用されているが、被覆防食工法の耐用年数は最短で 20 年程度となっている。漁港による腐食環境の相違もあることから、耐用年数の半分程度となる標準間隔の 10 年で定期点検を行って、防食機能が設計通りに機能を発揮していることを確認しておくことが重要と考えられる。

表 e-4-2-3-9　鋼構造物対策工法事例一覧表（防食鋼材）

工法の名称	主な変状	対策工法に要求される効果	適用範囲		耐用年数
			水上部	水中部	
A 電気防食工法					
A-1 電気防食工法(流電陽極方式)	腐食	老朽化速度の抑制	×	○	10～50年
A-2 電気防食工法(外部電源方式)	腐食	老朽化速度の抑制	×	○	20年
B 被覆防食工法					
B-1 塗装工法(エポキシ樹脂塗装)	腐食	老朽化要因の遮断	○	×	20年程度
B-2 有機ライニング工法	腐食	老朽化要因の遮断	○	○	20年程度
重防食被覆					
超厚膜形被覆					
水中硬化形被覆					
B-3 ペトロラタムライニング工法	腐食	老朽化要因の遮断	○	○	30年程度
B-4 無機ライニング工法	腐食	老朽化要因の遮断	○	○	30年程度
モルタル被覆					
コンクリート被覆					
電着被覆					

出典）水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月、水産庁漁港漁場整備部

４－２－４．点検に関する新技術の整理

（１）点検作業の効率化となる技術の整理

点検作業の効率化となる技術について資料収集を行い、本マニュアル（案）への記載について整理を行った（表 e-4-2-4-1 参照）。抽出した技術についてはマニュアル（案）に要旨・適用範囲を整理した。

表 e-4-2-4-1　点検に活用できる技術の抽出

調査技術	直轄調査	海岸マニュアル	港湾マニュアル	NETIS	選定理由	M(案)掲載目次
ひびわれ調査技術						
UAV	○	○	○		短時間で広域にわたる写真撮影が可能であり、人の立ち入りが難しい施設（沖合施設等）の点検が可能となる。また、画像解析によりクラックや欠損等の抽出が出来る。	B1
衝撃弾性波法による非破壊検査			○		簡易な装備でコンクリートの状態（ひび割れ深さ等）を把握できる表面P波法を掲載。	B2
コンクリート圧縮強度試験技術						
機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測				○	比較的簡便で迅速に測定でき、多点での連続計測や一定の精度を確保できる。（第1回検討会で指摘有り）	B3
リバウンド法			○		広く適用されている簡易的な非破壊検査技術である。	B4
水中調査技術						
ナローマルチ測深器	○	○	○	○	海底地形やブロックの散乱等の変状を効率的に把握することができる。	B5
ROV		○	○	○	潜水作業を伴わずに海底地盤の洗掘や水中の根固めブロックの散乱等を把握することができる。	B6
水中ドローン					小型のROVであり、機能的には見劣りするが、安価に導入できる水中調査技術として注目されている。	B7
水中3Dスキャナ				○	マルチビーム等では取得が困難な水中構造物の側面部や護岸隅角部、桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所での3D計測が可能である。	B8
垂下式カメラ			○		安価な機材で堤体壁面の状況が確認できる。	B9
その他						
地中探査技術（3Dレーザー・高精度マイクロ波　等）		○	○	○	非破壊での鉄筋の診断技術・空洞化調査技術を活用することで点検の効率化が図れる。	B10
センサによるモニタリング		○	○	○	目視のできない上部工の鉄筋の腐食、ペトロラタム工法で被覆された鋼材の腐食等の遠隔監視が可能となる。	B11
3Dレーザースキャナによる変状・損傷計測システム			○	○	スキャナから照射されたレーザーによって構造物等の3次元空間位置情報を瞬時に取得し、災害現場の現況把握、土量・面積・断面計算、完成予想図の作成等ができる。	B12
デジタルカメラや赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析			○	○	離れた位置からのサーモグラフィによる撮影画像の解析から、コンクリートの剥離や浮きを把握できる。	B13
デジタルカメラを用いたひび割れの画像解析	○		○	○	デジタル画像は、CAD等の編集や加工が可能なデータとして保存され、劣化状態のデータベース化が可能となり、望遠目視は経済性、安全面で有利である。	B14
GNSS測量		○	○		すでに広く利用されている技術であり、本マニュアル（案）では割愛する。	－
固有振動及び透過弾性波を用いた基礎部と堤体内部欠陥の診断手法	○				検討中の段階のため記載は見送る。	－
点検結果記録技術						
維持管理情報プラットフォーム	○				漁港施設に関する情報を一元管理できるシステムであり、維持管理点検のデータ保管及び登録データを用いた分析機能を活用することで効率的な機能保全の推進が図れる。	D1
漁港施設の点検システム	○				現場から点検内容をサーバーに即時登録できるシステムであり、本調査で付加した日常点検記録の出力機能を活用することで、「点検記録の取りまとめ」の負担軽減が図れる。	D2

（２）コストと効率性の相関図

前項で整理した点検技術において、点検内容に合わせて活用できる技術の効率化の程度と導入費用を示した相関図を作成した。一例として水中調査技術についてのコストと効率性の相関図を図 e-4-2-4-1 に、その技術の概要及び適用範囲の一覧を表 e-4-2-4-2 に示す。

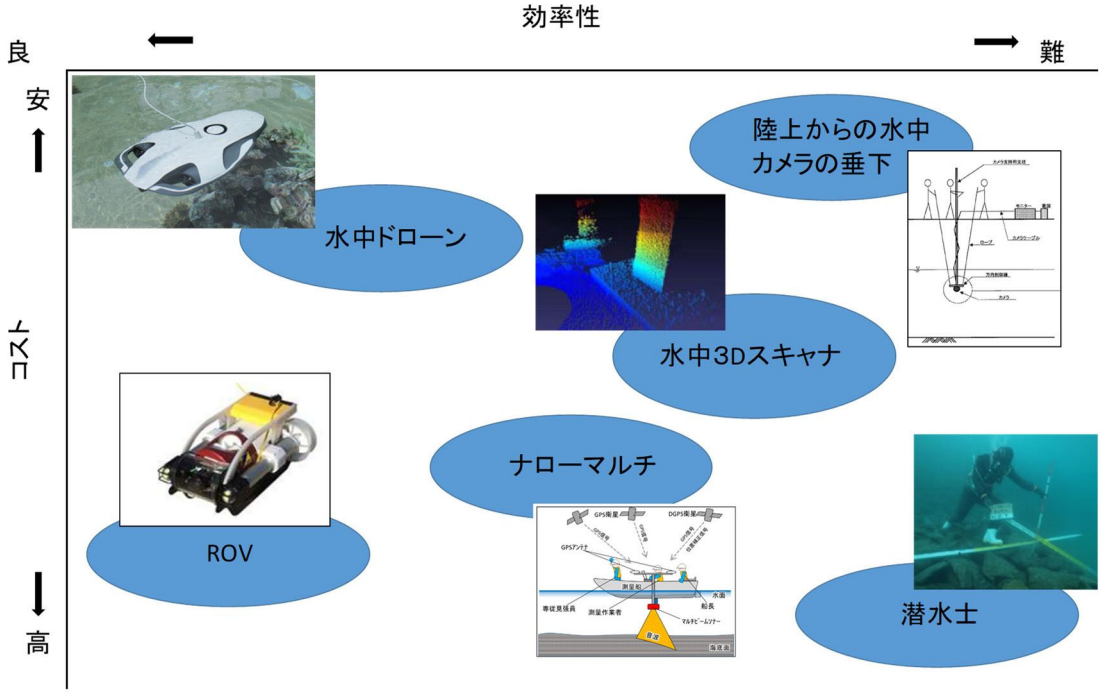


図 e-4-2-4-1　水中調査技術に関するコストと効率性の相関

表 e-4-2-4-2　水中調査技術の概要及び適用範囲

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
潜水士	・潜水士が、通常ではスキューバによる潜水目視を行う。	・通常スキューバでは水深30m程度まで潜水でき、すべての点検業務に対応できる。	・目視結果をそのまま成果として採用できる。	・安全作業のためには、作業条件を厳しく管理する必要がある。 ・安全管理を高めると、作業効率は落ち、コストも高くなる。
陸上からの水中カメラの垂下	・コンパクトボディのカメラにオプションである耐圧防水ハウジングを装着することで水中撮影が可能となるカメラである。	・スタッフの先端に取り付ける形で使用し、長さ5～7mの範囲で使用できる。	・被覆消波ブロックと堤体の間隙に垂下することで、堤体壁面の状況を確認できる。	・カメラの撮影幅を考慮して、小刻みに垂下、撮影、引上を繰り返すことから、手間がかかる。
水中3Dスキャナ	・船舶への艤装も可能であるが、ソナーを三脚に据えて海底に固定して計測することが可能である。 ・360度の範囲をスキャンできる。	・水面際から水深15m程度まで計測可能。	・濁水や視界ゼロでも計測が可能である。 ・マルチビーム等の船上艤装型計測機器では取得が困難な桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所等での3D計測が可能である。	・水中3Dスキャナの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数cm程度の開孔は判別困難である。
ROV	・ハイビジョンカメラ、LED照明、深度センサーや距離センサーなどの装備品を軽量フレーム構造に納め、三軸スラスターを搭載しスムーズな動作が可能である。	・コスト面からは、大水深かつ延長の長い調査の場合に向いている。 ・観測機器は広く普及していない。	・海底地盤の洗堀、水中の消波ブロックや根固ブロックの散乱など、ROVにより局部的な変状を含め潜水作業を伴わずに把握することが可能となる。	・操作には熟練を要し、調査費用が高価となる。 ・画像の取得にはキャリブレーションが必要。
水中ドローン	・小型ROVと位置付けられる。	・機能保全調査への適用は限定される。	・20万円程度の低価格で購入できる。	・静穏域に限定される。 ・搭載カメラの解像度は、重量制限からROVに比べて見劣りがする。
ナローマルチ	・最大で256本の音響ビームを扇状に発受信し、水中部の地形を三次元的なデータとして取得する装置である。 ・測深した範囲はリアルタイムに船上のパソコンに表示されるため、データの取得状況を確認しながら調査できる。	・大水深まで可能であるが、航行できる範囲に限定される。	・面的（二次元）・空間的（三次元）データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。 ・音波を利用していることから水中の濁りや暗部の影響がなく点検が可能でなる。	・マルチビームの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数cm程度の開孔は判別困難である。 ・水面際（水面～2m程度）も適用困難。

４－２－５．検討会の設置

漁港施設等の効率的な点検手法の検討・整理にあたっては、学識経験者等を構成メンバーとする検討会を組成し、助言を得ながら成果を取りまとめるとともに、調査検討会を２回開催した。

・第１回検討会（令和元年７月 25 日開催）
　検討会の論点；定期点検及び日常点検における現状と課題の抽出
　　本調査での検討方針の確認
・第２回検討会（令和２年１月 17 日開催）
　検討会の論点；検討事項の報告
　　維持管理に資する点検内容の精査
　　マニュアル（案）への記載内容の確認

加えて、当該委員に対し、調査・検討の方向性が定まった段階で、調査内容に関する具体的な技術的助言を個別に求めた。

検討会の委員については、漁港施設、維持管理等の各分野の専門家から構成するものとし、「学識経験者２名＋漁港管理者（実務経験者）１名」とした。

表 e-4-2-5-1　検討会の委員名簿

氏名	所属	職　名
◎横田　弘	北海道大学大学院工学研究院 北方圏環境政策工学部門	教授
笠井　哲郎	東海大学　工学部　土木工学科	教授
橋本　康史	長崎県水産部	漁港漁場課長

◎委員長

各検討会での配布資料及び議事要旨は別添資料 4-2-2～4-2-5 に示す。

４－２－６．「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案)」の作成

本調査における検討結果を踏まえ、「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案)」を作成した。本マニュアル（案）では専門の技術力を保有していなくても使用できるように解説図や写真等を用い、わかりやすい記述に留意した。（別添資料 4-2-6 参照）

f．今後の課題

４－２－１．手引き・ガイドラインの修正

来年度は本調査にて作成した「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の内容を踏まえ、「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き（平成 27 年 5 月改訂）」、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成 27 年 5 月改訂）」の見直しを行う。

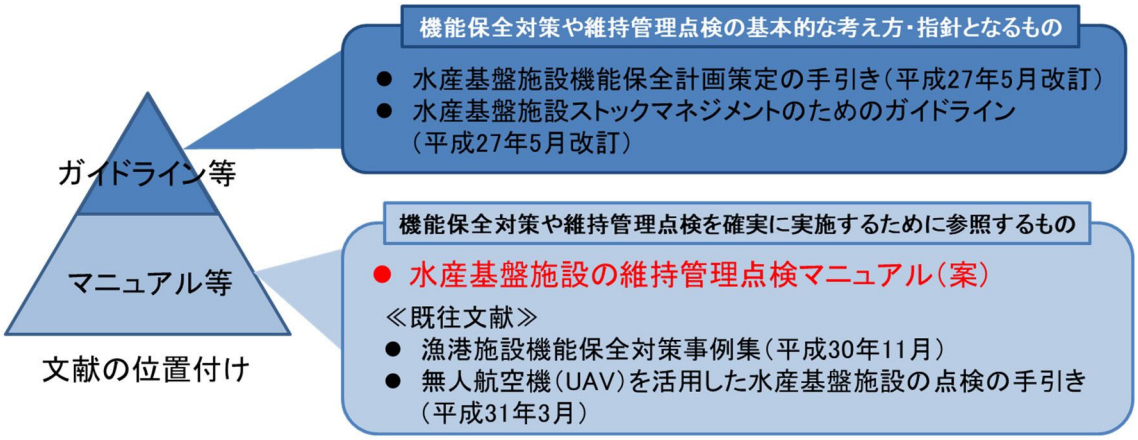


図 f-4-2-1-1　マニュアル（案）とガイドラインの位置付け

４－２－２．他の課題での成果を踏まえた点検技術の追加

平成 31 年度までの直轄調査にて、精度・適用性を検証していた複数のセンシング技術（ナローマルチ、水中 3D ソナー等）について維持管理点検への活用方法を検討し、本マニュアル（案）への追加もしくは別冊子として取りまとめを行う。

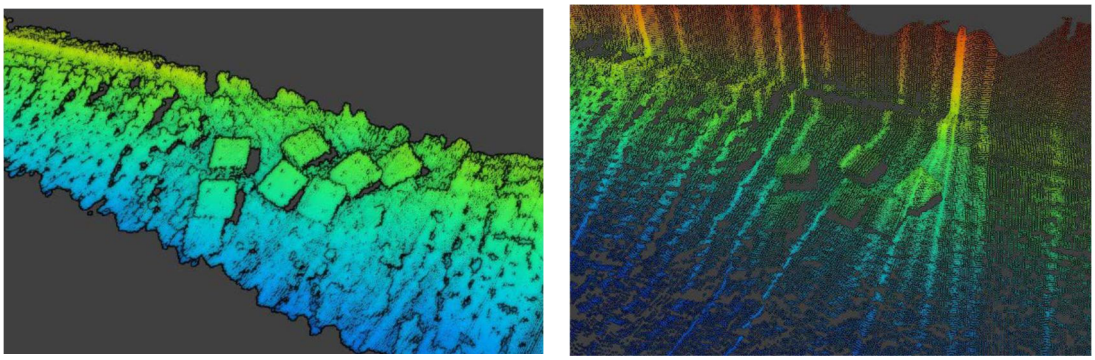


図 f-4-2-1-2　被覆工の移動、散乱の計測データ
（左：水中 3D スキャナ、右：マルチビーム）

別添資料　４－２－１．アンケート調査結果

漁港施設の定期点検についてのアンケート調査結果

これまでの定期点検における課題や2巡目の定期点検において留意すべき事項についてアンケート調査を実施した。
下記に調査対象及び回答者の内訳を示す。

・調査対象；漁港管理者（40都道府県、403市町村、北海道開発局）
；調査会社（建設コンサルタント25社）

表－　アンケート回答者の内訳

	漁港管理者				調査会社
	都道府県	市町村	北海道開発局	管理者合計	建設コンサルタント
依頼数	40	403	1	444	25
回答数	35	305	1	341	25
回答率	87.5%	75.7%	100%	76.8%	100%

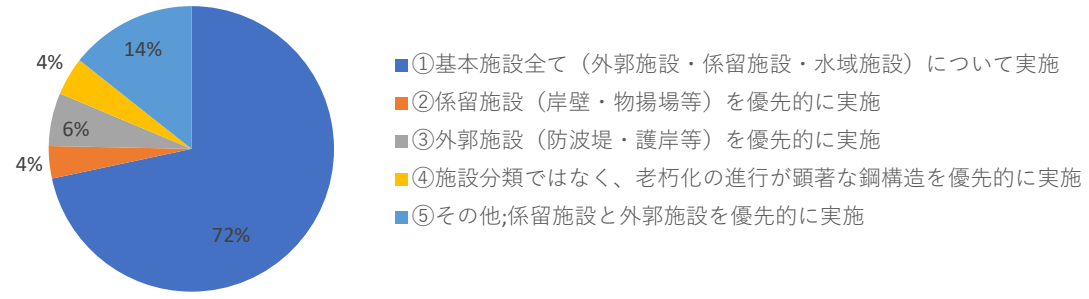
【アンケート内容及び回答】

以下の設問については、ご担当する**代表的な漁港（管内漁港において進捗が平均的な漁港）**を対象にご記入願います。

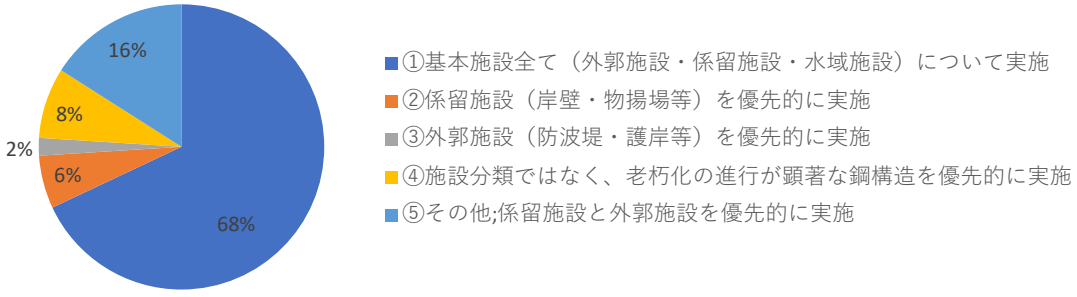
1.これまでの機能保全に係る点検作業について

1-1）定期点検について

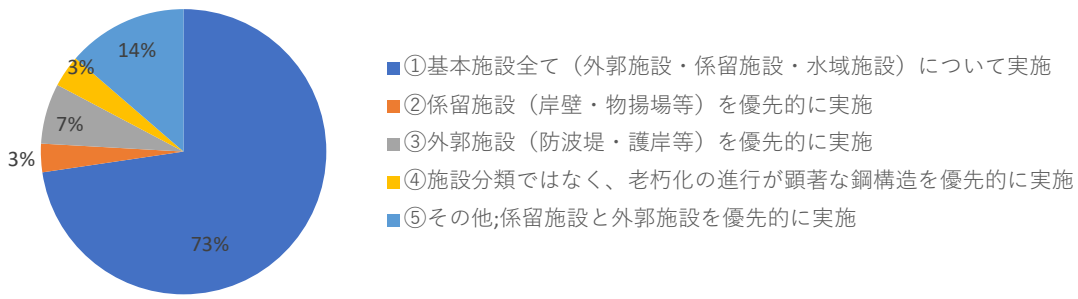
Q1：　対象漁港において、どの施設について定期点検を実施していますか？



（漁港管理者全体）



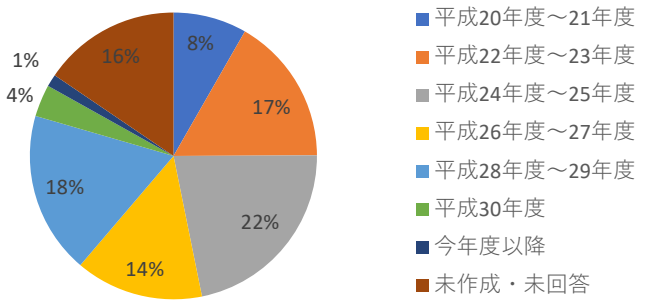
（都道府県）



（市町村）

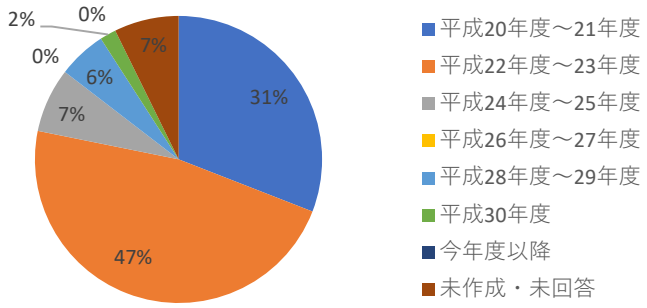
Q2：　初回の定期点検の実施・機能保全計画の作成は平成何年度に実施しましたか？　複数の場合には期間でご記入下さい。

（漁港管理者全体）　平均策定期間：平成25年度～平成28年度



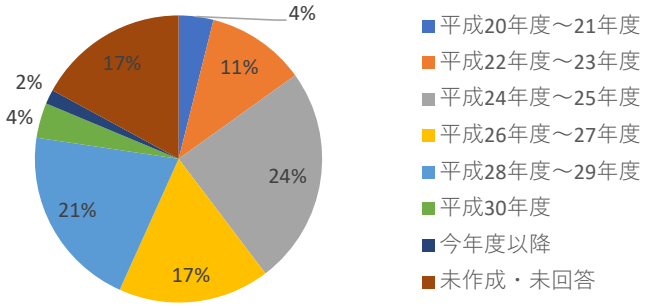
（漁港管理者全体：初回の定期点検の開始年次）

（都道府県）　平均策定期間：平成23年度～平成27年度



（都道府県：初回の定期点検の開始年次）

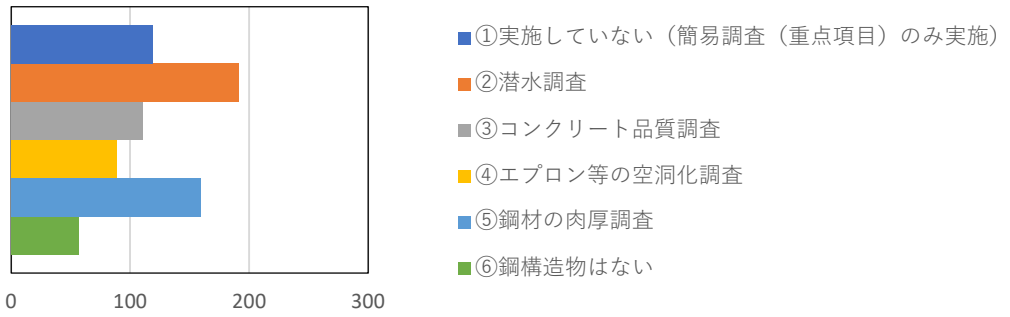
（市町村）　平均策定期間：平成26年度～平成28年度



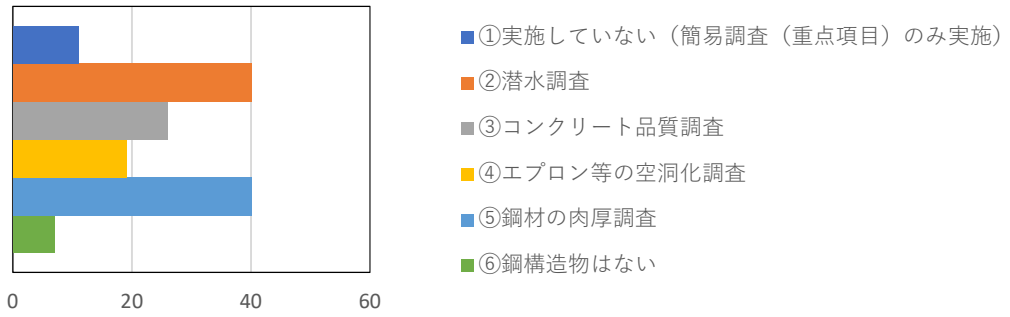
（市町村：初回の定期点検の開始年次）

Q3：

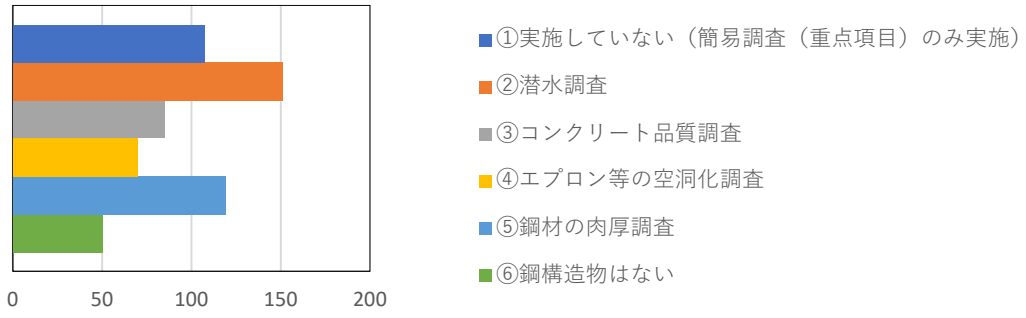
初回の定期点検で実施した詳細調査項目は次のどれですか？（複数回答可）
ただし、⑤を選択しない場合、鋼構造物施設の有無については、選択肢⑥に該当するか記入して下さい。



（漁港管理者全体）



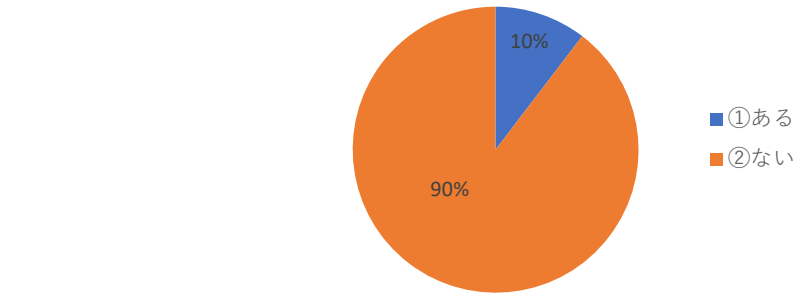
（都道府県）



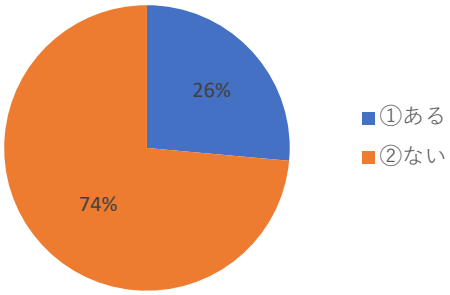
（市町村）

Q4：

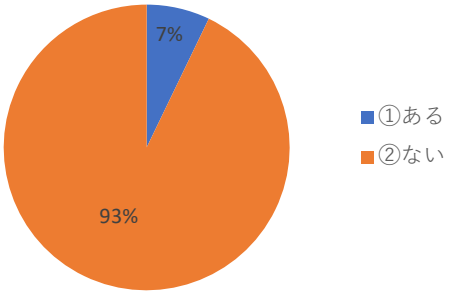
2巡目の定期点検を実施した漁港施設はありますか？
※「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」によれば、定期点検は5年～10年に1回とされている。
・水産物生産・流通拠点漁港における主要な施設については概ね5年に1回。
・それ以外の漁港については、漁港等の機能の重要性を踏まえ、概ね5年～10年の間隔で適切に設定。



（漁港管理者全体）



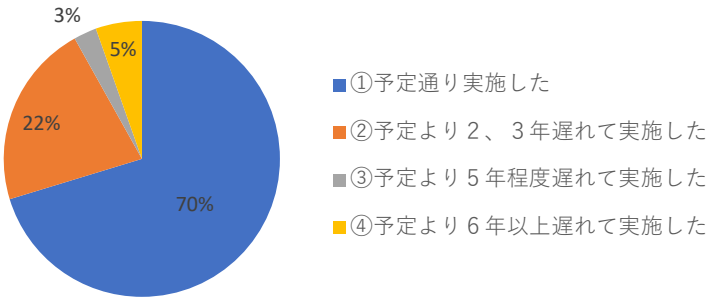
（都道府県）



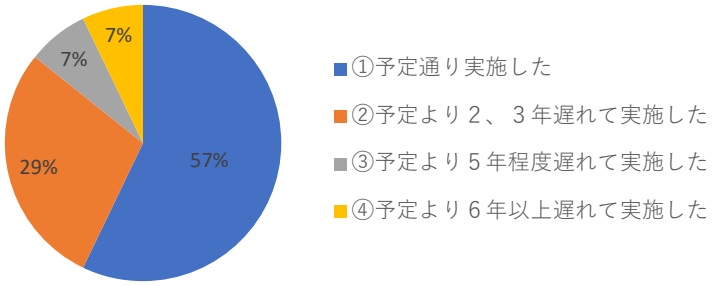
（市町村）

Q5：

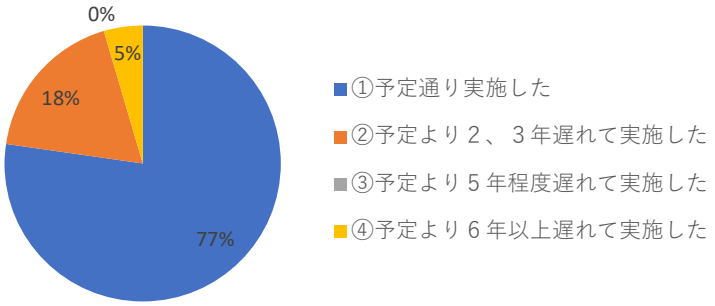
Q4で「①ある」と回答の方にお聞きします。
2巡目の定期点検は機能保全計画において立案した予定通りに実施しましたか？



（漁港管理者全体）



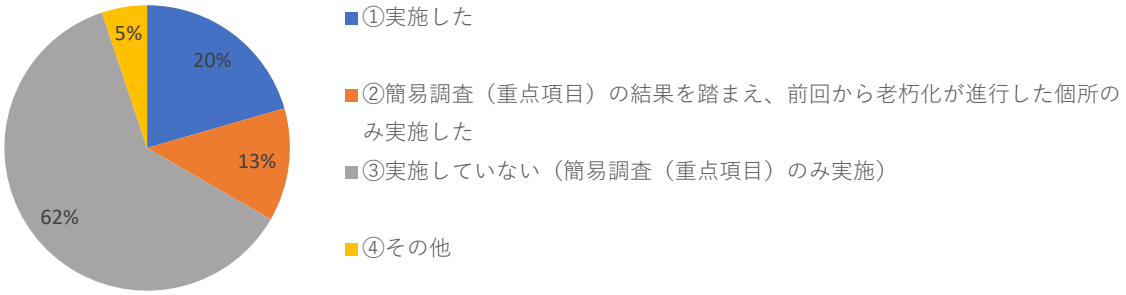
（都道府県）



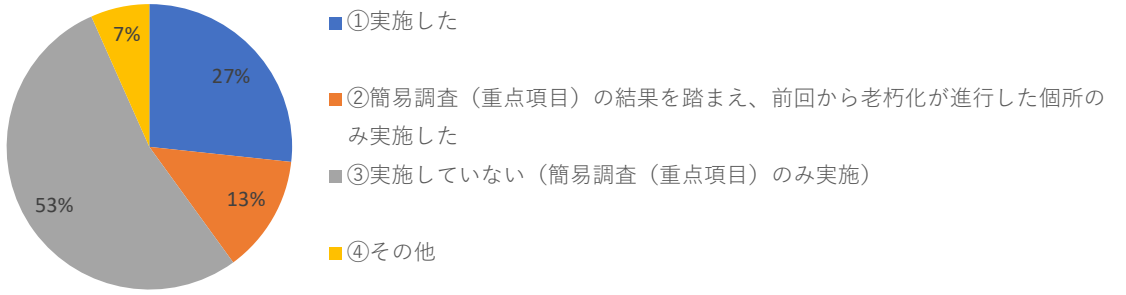
（市町村）

Q6：

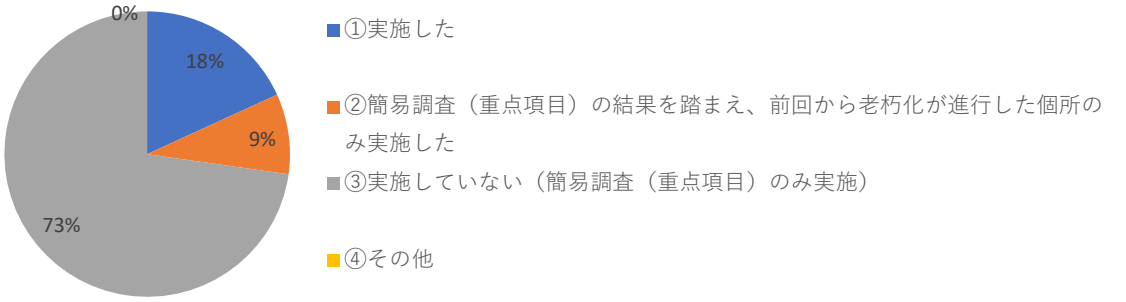
Q4で「①ある」と回答の方にお聞きします。
2巡目の定期点検では詳細調査まで実施しましたか？



（漁港管理者全体）



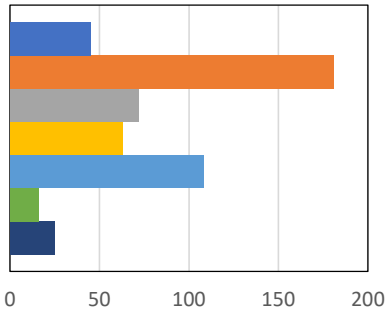
（都道府県）



（市町村）

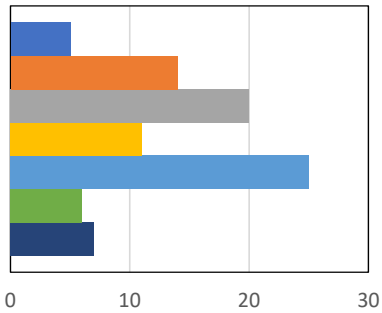
Q7：

Q4で「②ない」と回答の方及びQ5で「②③④」と回答した方にお聞きします。
2巡目の定期点検を実施していない、着手が遅れている理由として下記から当てはまる内容を選択ください。（複数回答可）



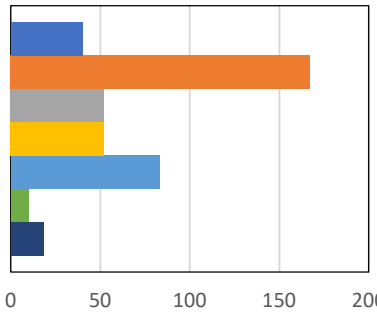
■①初回の定期点検が完了していない
■②２巡目の定期点検の時期がまだ来ていない
■③対応出来る人員が限定されている
■④機能保全を担当する専門職員が少ない
■⑤業務委託を行う予算の確保が出来ていない
■⑥補修工事が出来なくなるため、優先漁港を選定している
■⑦その他

（漁港管理者全体）



■①初回の定期点検が完了していない
■②２巡目の定期点検の時期がまだ来ていない
■③対応出来る人員が限定されている
■④機能保全を担当する専門職員が少ない
■⑤業務委託を行う予算の確保が出来ていない
■⑥補修工事が出来なくなるため、優先漁港を選定している
■⑦その他

（都道府県）



■①初回の定期点検が完了していない
■②２巡目の定期点検の時期がまだ来ていない
■③対応出来る人員が限定されている
■④機能保全を担当する専門職員が少ない
■⑤業務委託を行う予算の確保が出来ていない
■⑥補修工事が出来なくなるため、優先漁港を選定している
■⑦その他

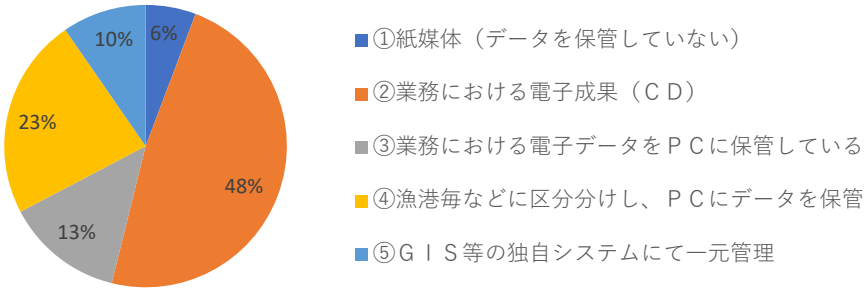
（市町村）

≪その他の主要意見≫

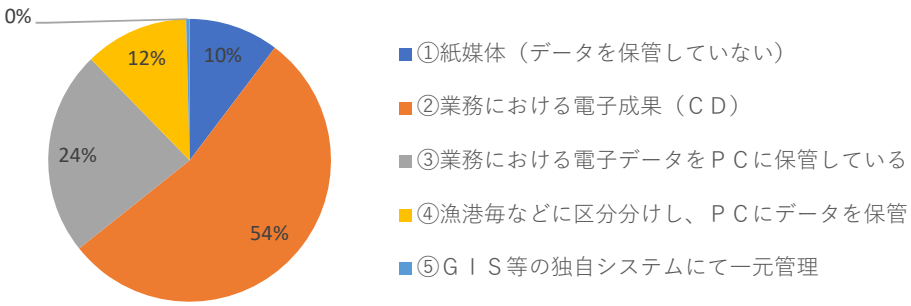
要　旨	管理者全体	都道府県	市町村
本年度より２巡目の定期点検を実施予定	9	4	5
日常点検において異常がないため、定期点検は延期している	4	1	3
初回点検時の要対応箇所の保全対策工事を優先して実施している	3	0	3
その他	9	2	7

Q8：　定期点検における点検記録はどのように整理・保管していますか？

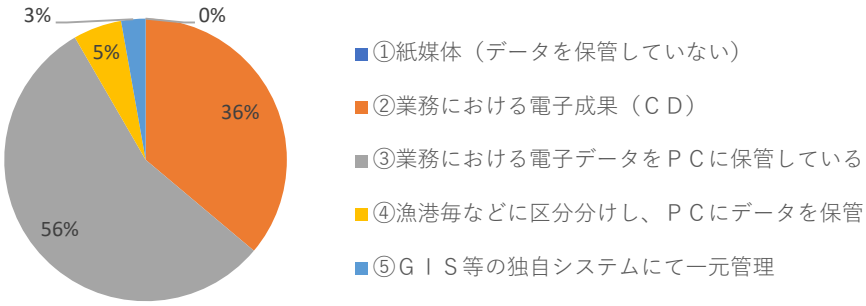
（漁港管理者全体）



（都道府県）

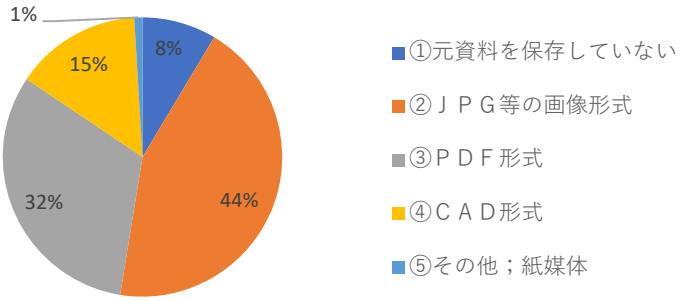


（市町村）

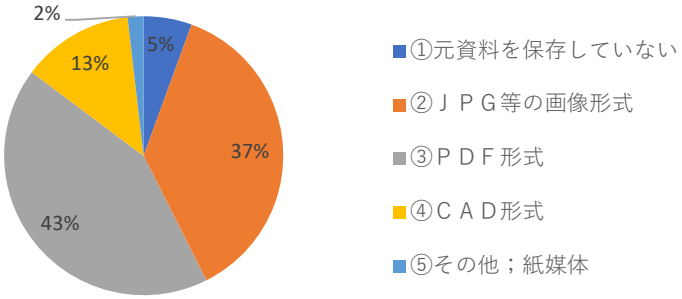


（建設コンサルタント）

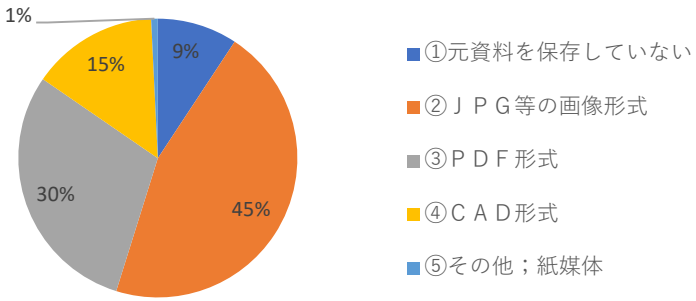
Q9：　ひび割れ・欠損等の変状図の保存形式について、その保存形式をご記入ください。



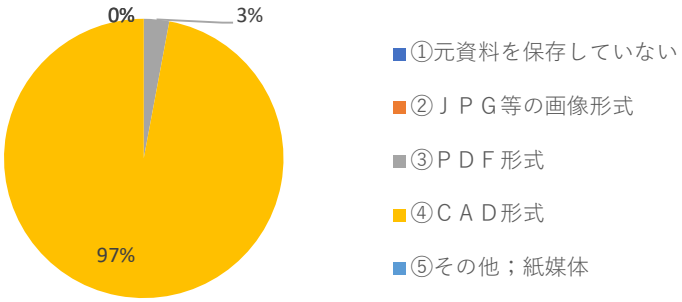
（漁港管理者全体）



（都道府県）



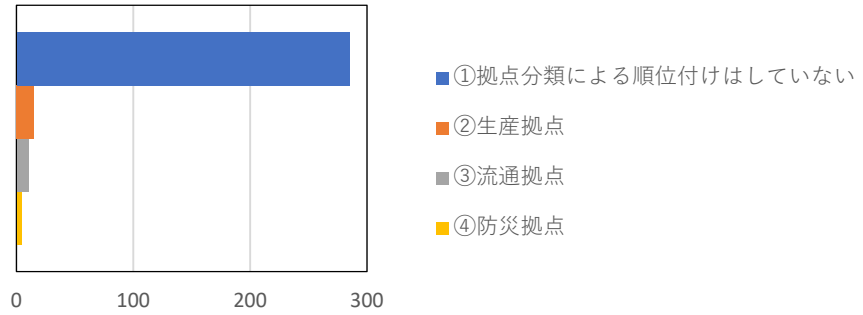
（市町村）



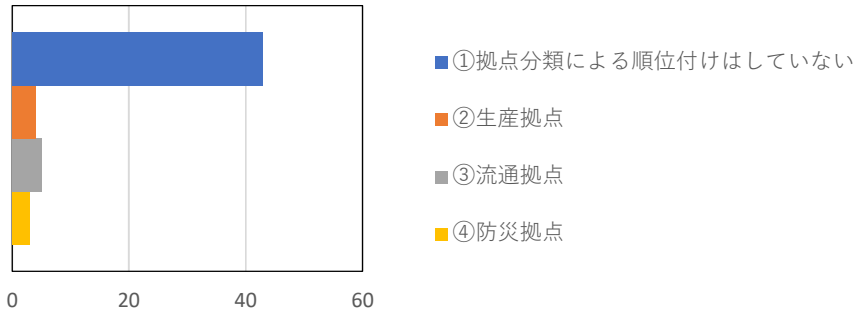
（建設コンサルタント）

Q10：

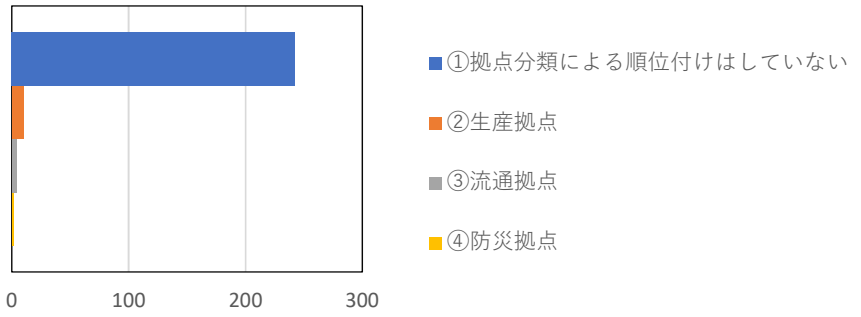
定期点検において優先的に着手している拠点分類はありますか？
下記から当てはまる拠点分類を選択ください。（複数回答可）



（漁港管理者全体）



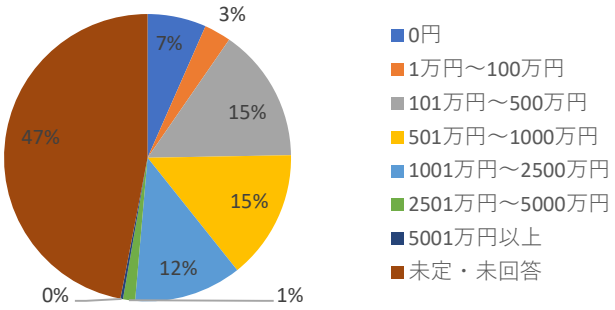
（都道府県）



（市町村）

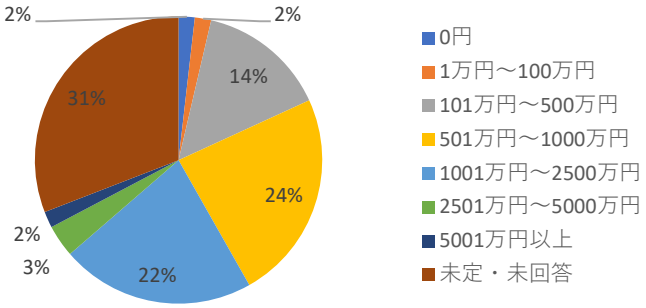
Q11： 今後の定期点検に関して、1漁港あたりの平均的な予算はどのくらいですか？

（漁港管理者全体） 平均予算：約870万円/漁港（回答があった管理者の平均）



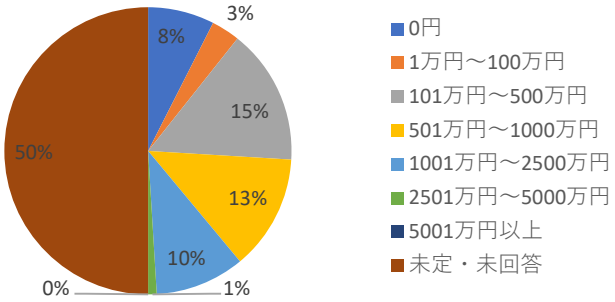
（漁港管理者全体）

（都道府県） 平均予算：約1，390万円/漁港（回答があった管理者の平均）



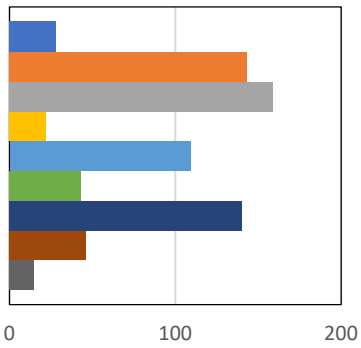
（都道府県）

（市町村） 平均予算：約730万円/漁港（回答があった管理者の平均）



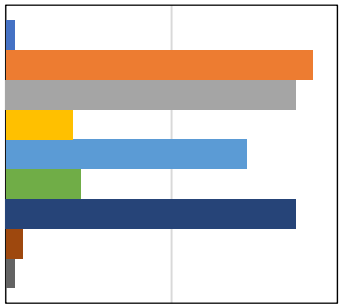
（市町村）

Q12：　定期点検の実施において作業量が多い、時間がかかると感じる部分があれば、それはどこでしょうか？（複数回答可）



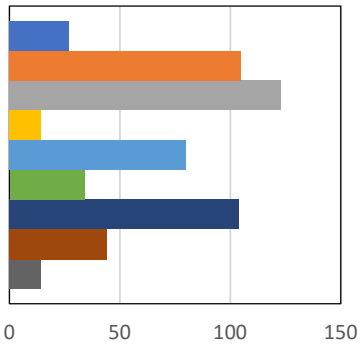
■①特に作業量が多いとは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
■④厳しい気象海象条件の中での現地作業
■⑤管理の難しい潜水士による水中調査
■⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
■⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
■⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
■⑨その他

（漁港管理者全体）



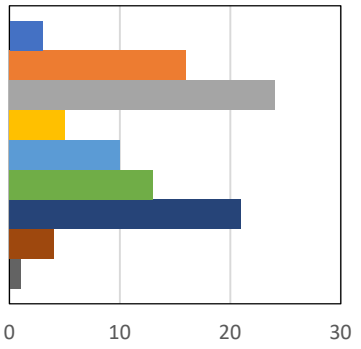
■①特に作業量が多いとは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
■④厳しい気象海象条件の中での現地作業
■⑤管理の難しい潜水士による水中調査
■⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
■⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
■⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
■⑨その他

（都道府県）



■①特に作業量が多いとは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
■④厳しい気象海象条件の中での現地作業
■⑤管理の難しい潜水士による水中調査
■⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
■⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
■⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
■⑨その他

（市町村）



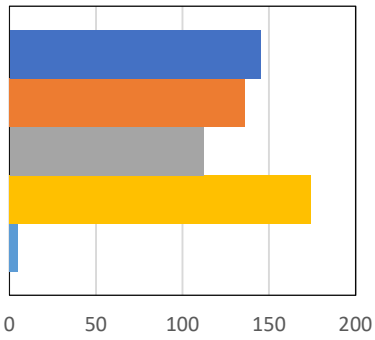
■①特に作業量が多いとは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
■④厳しい気象海象条件の中での現地作業
■⑤管理の難しい潜水士による水中調査
■⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
■⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
■⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
■⑨その他

（建設コンサルタント）

≪その他の主要意見≫

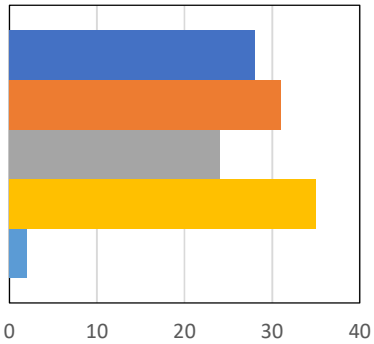
要　旨	管理者全体	都道府県	市町村	建設コンサル
業務委託のための予算確保	10	0	10	0
技術職員の不足	4	1	3	0
台帳と不整合の確認作業	1	0	1	1

Q13： 2巡目の定期点検の実施に当たって、重点化・簡略化して欲しい事項はありますか？（複数回答可）



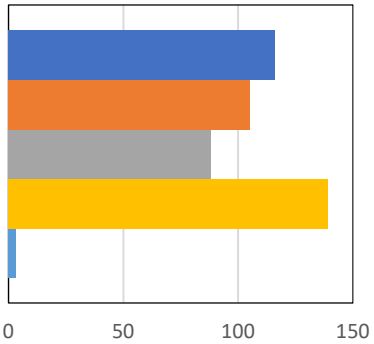
■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（漁港管理者全体）



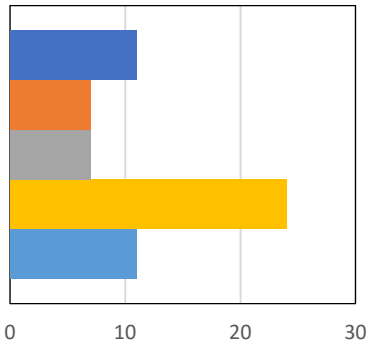
■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（都道府県）



■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

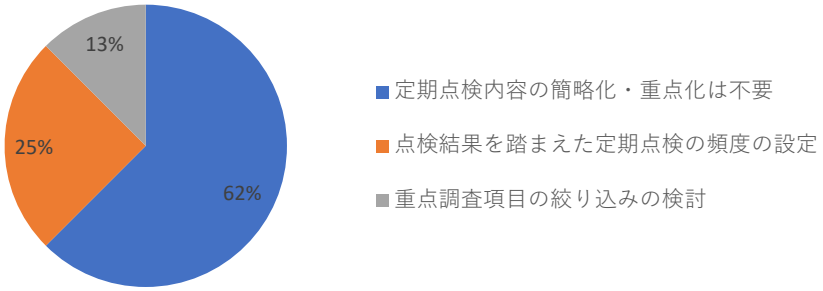
（市町村）



■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（建設コンサルタント）

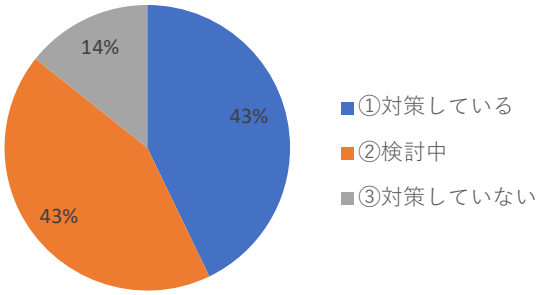
Q13のその他の回答



（主要意見（漁港管理者及び建設コンサルタントの合計））

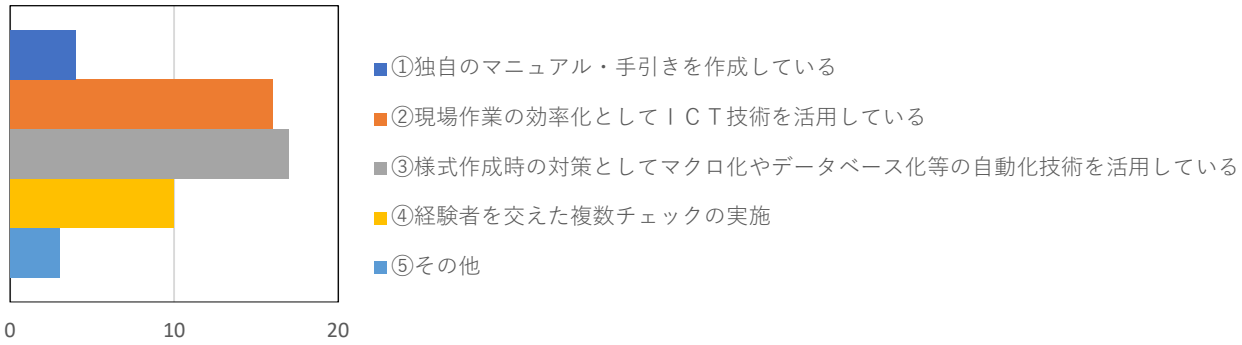
要旨	合計	管理者	建設コンサル
定期点検内容の簡略化・重点化は不要	5	0	5
点検結果を踏まえた定期点検の頻度の設定	2	1	1
重点調査項目の絞り込みの検討	1	0	1

Q（建）：点検作業の効率化として、何かしらの対策をしていますか？



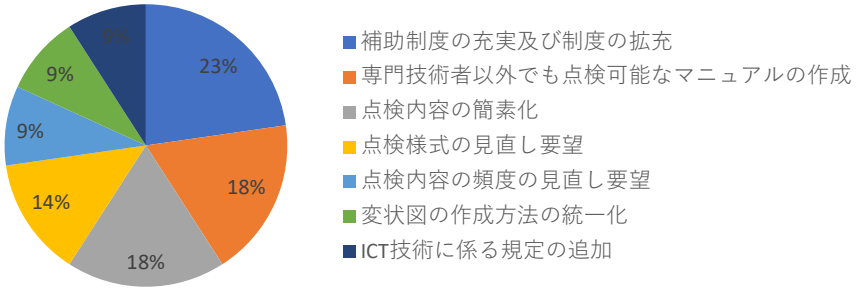
（建設コンサルタント）

Q（建）：上の問で「①対策している」及び「②検討中」と回答の方にお聞きします。
その具体的な対策をご記入下さい。（複数回答可）



（建設コンサルタント）

Q14： その他、現況のガイドライン・手引きに基づく定期点検作業についてご意見がありましたらご自由にご記入下さい。



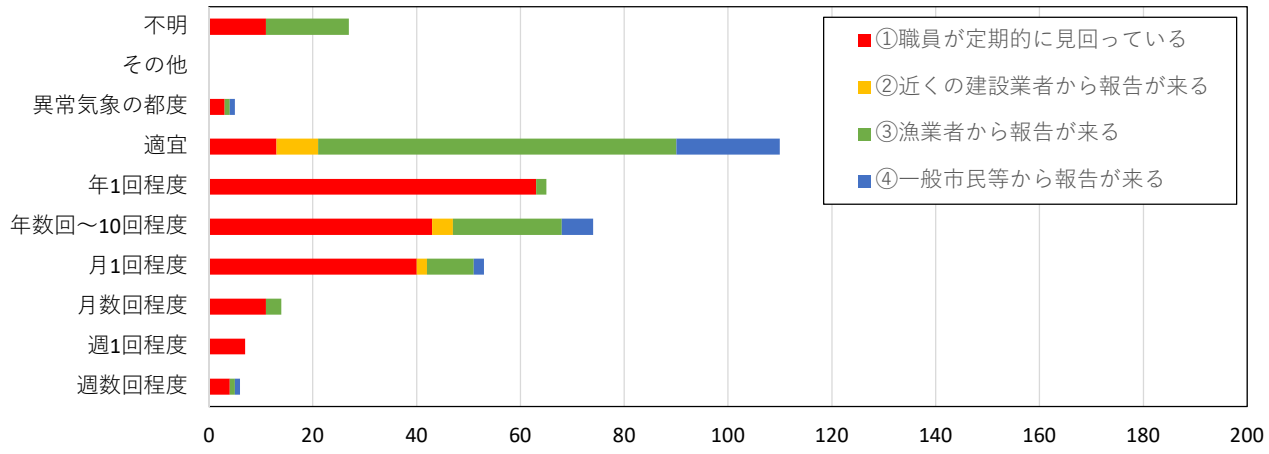
（主要意見（漁港管理者及び建設コンサルタントの合計））

要旨	合計	管理者	建設コンサル
補助制度の充実及び制度の拡充	5	5	0
専門技術者以外でも点検可能なマニュアルの作成	4	4	0
点検内容の簡素化	4	4	0
点検様式の見直し要望	3	1	2
点検内容の頻度の見直し要望	2	2	0
変状図の作成方法の統一化	2	0	2
ICT技術に係る規定の追加	2	0	2

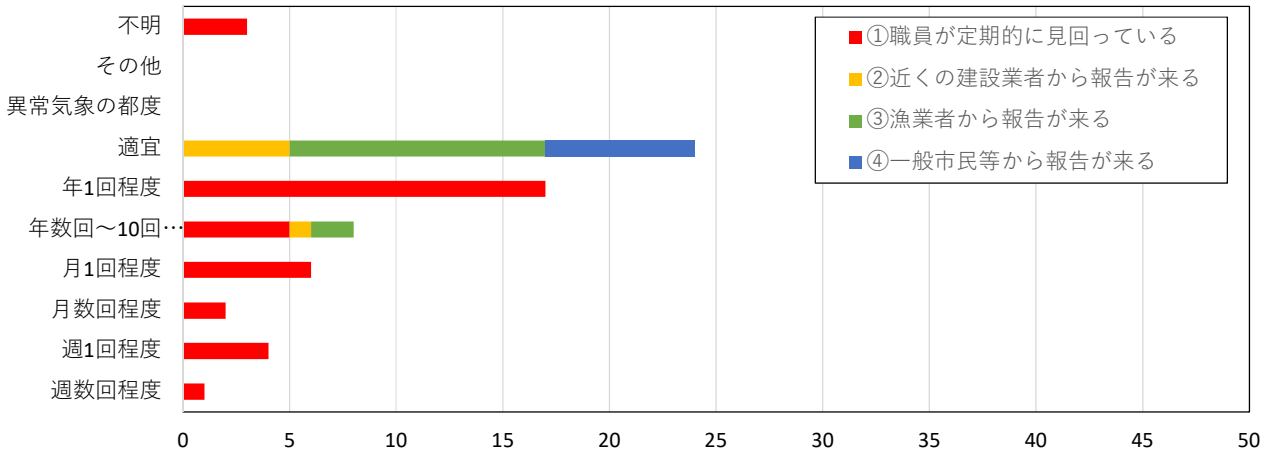
1-2）日常管理点検について

≪H30年アンケート≫

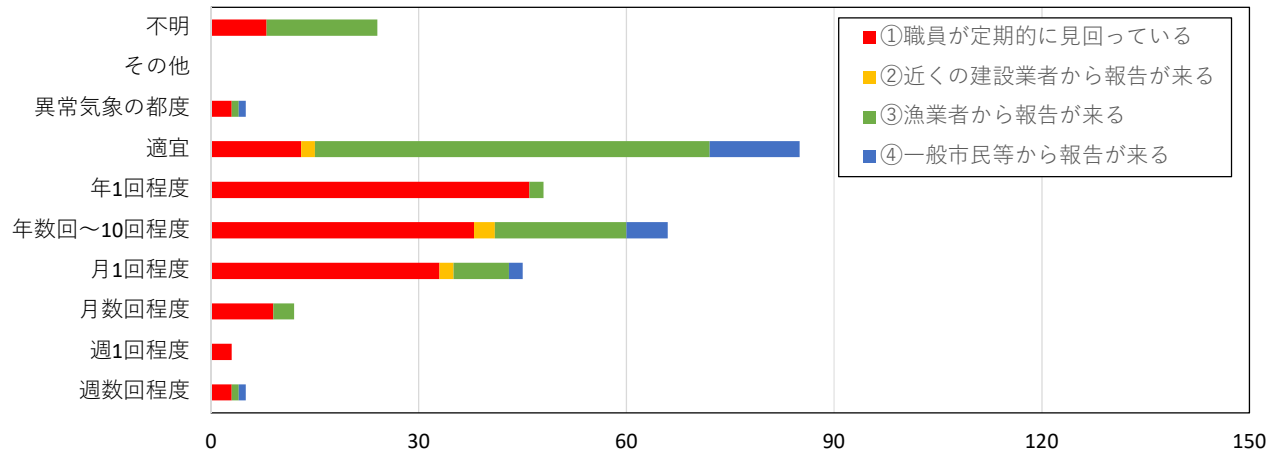
Q：現状での日常施設点検にかかる状況把握の方法及び頻度を教えてください。



（漁港管理者全体）



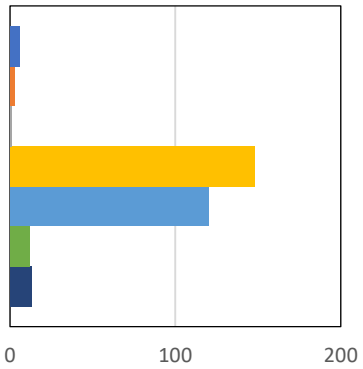
（都道府県）

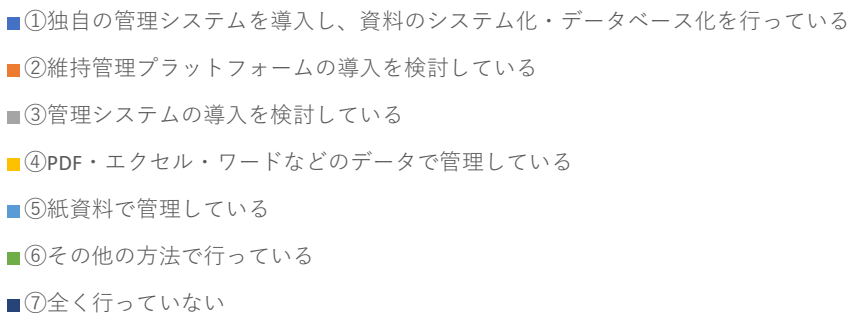


（市町村）

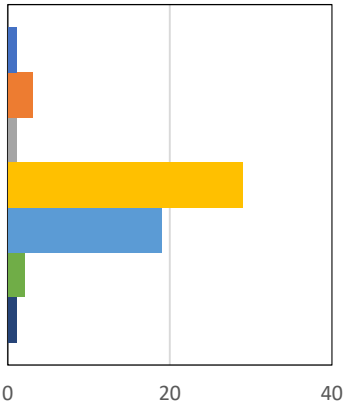
≪H30年アンケート≫

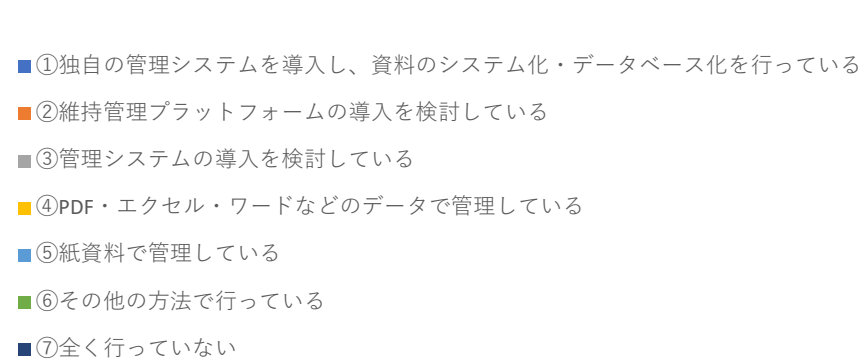
Q：現状では、漁港施設の日常管理点検等の管理・更新はどのように行われていますか。



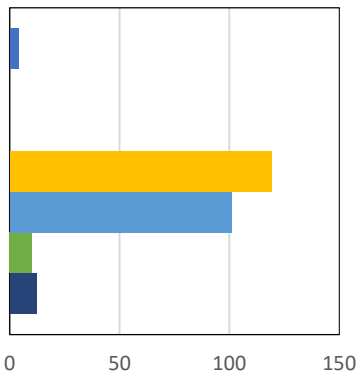


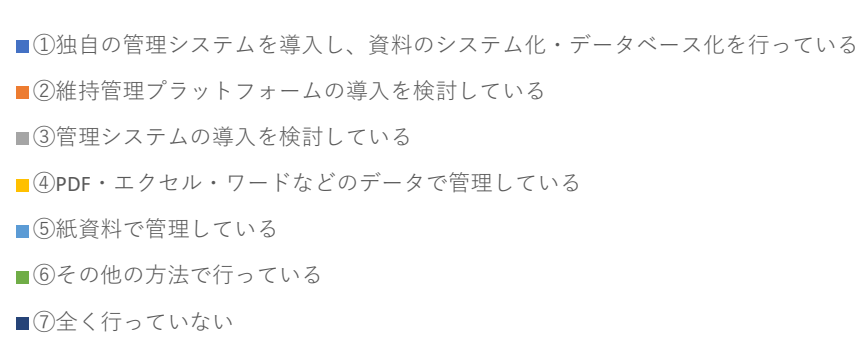
（漁港管理者全体）





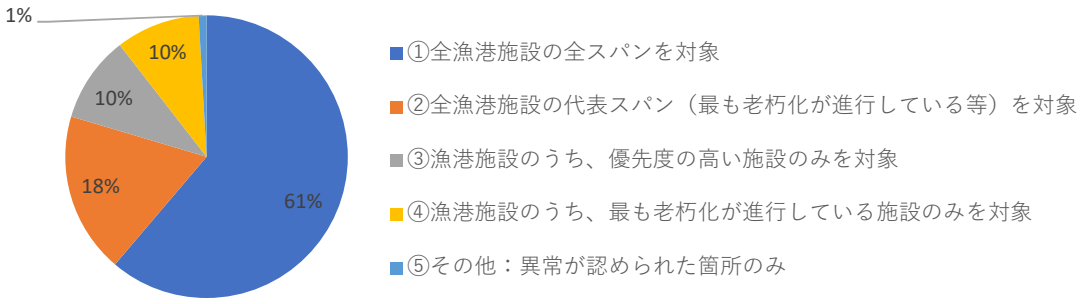
（都道府県）



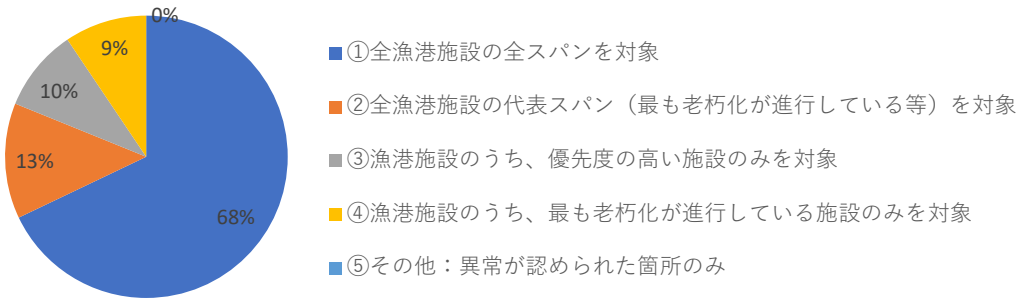


（市町村）

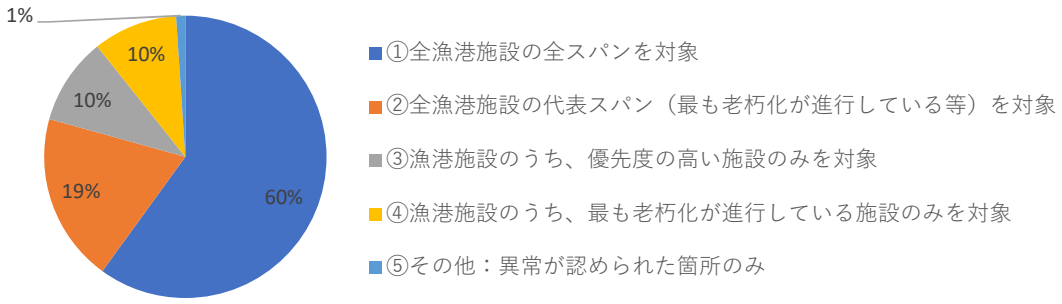
Q15：　漁港施設の日常管理点検においてどの範囲を点検対象としていますか？



（漁港管理者全体）



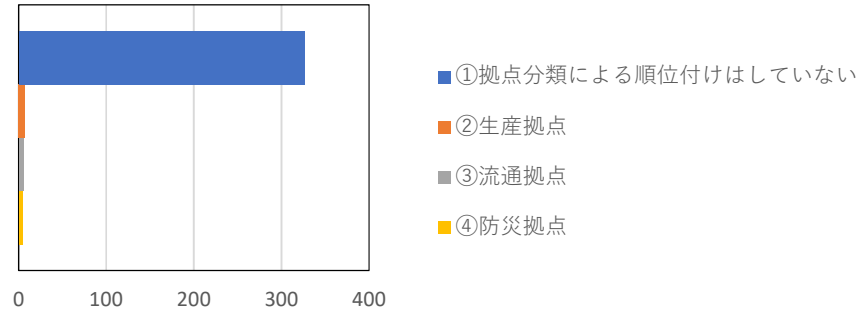
（都道府県）



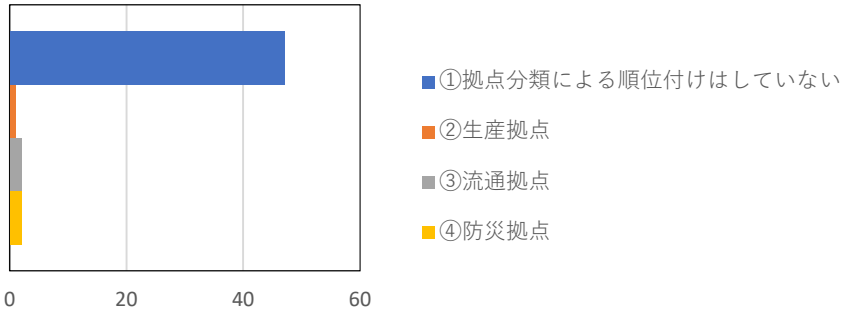
（市町村）

Q16：

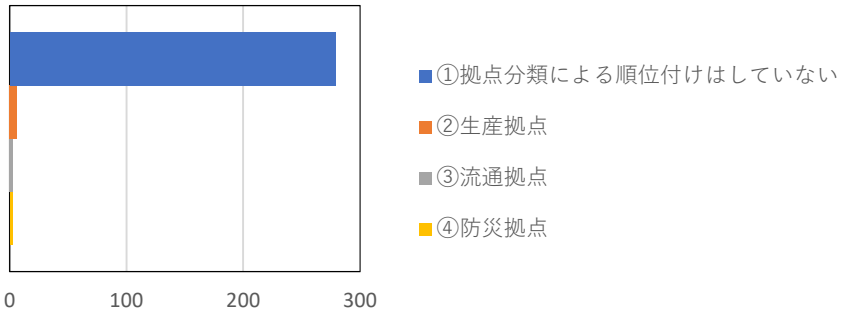
日常管理点検において優先的に着手している拠点分類はありますか？
下記から当てはまる拠点分類を選択ください。（複数回答可）



（漁港管理者全体）

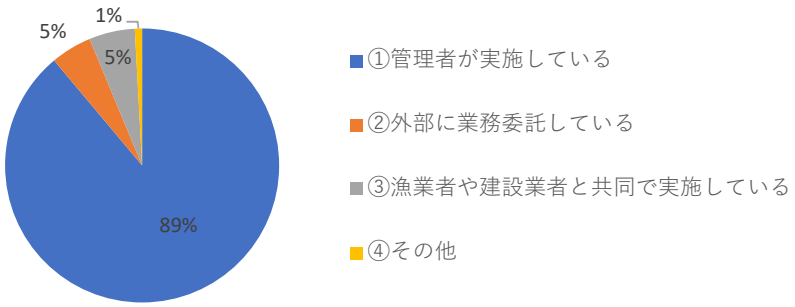


（都道府県）

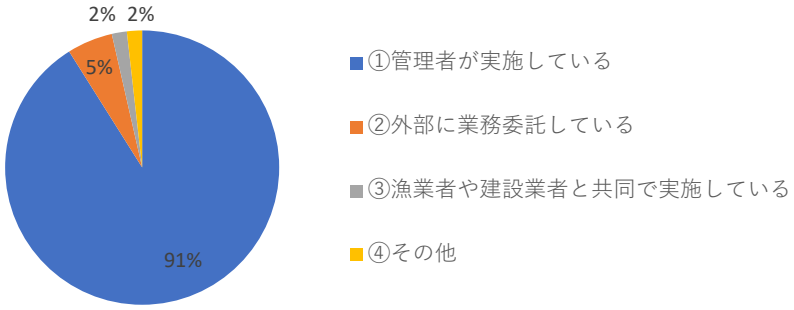


（市町村）

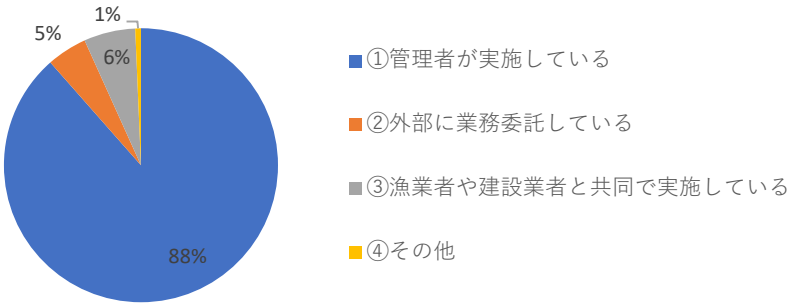
Q17： 日常管理点検の調査はどのように実施していますか？



（漁港管理者全体）

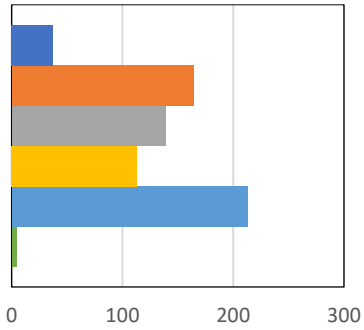


（都道府県）



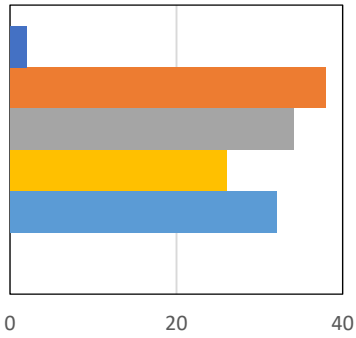
（市町村）

Q18：　日常管理点検の実施に当たって作業量が多い（非効率）と感じる部分があれば、それはどこでしょうか？（複数回答可）



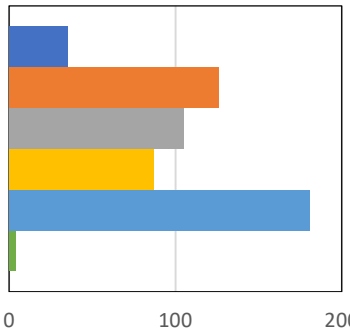
■①特に作業量が多い（非効率）とは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③調査結果の指定様式への取りまとめ
■④事務所から対象漁港が遠く、現地への移動に時間を要する
■⑤他業務が忙しく、点検に手が回らない
■⑥その他

（漁港管理者全体）



■①特に作業量が多い（非効率）とは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③調査結果の指定様式への取りまとめ
■④事務所から対象漁港が遠く、現地への移動に時間を要する
■⑤他業務が忙しく、点検に手が回らない
■⑥その他

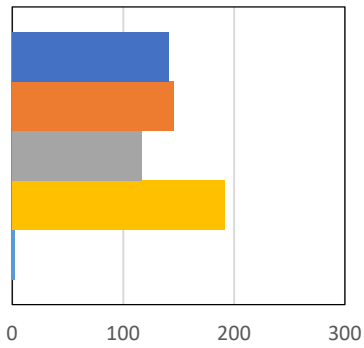
（都道府県）



■①特に作業量が多い（非効率）とは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③調査結果の指定様式への取りまとめ
■④事務所から対象漁港が遠く、現地への移動に時間を要する
■⑤他業務が忙しく、点検に手が回らない
■⑥その他

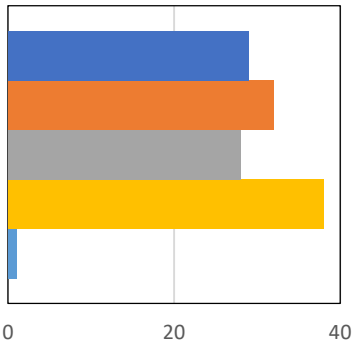
（市町村）

Q19： 日常管理を実施に当たって、重点化・簡略化して欲しい事項はありますか？（複数回答可）



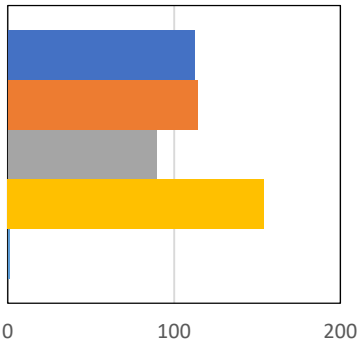
■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（漁港管理者全体）



■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

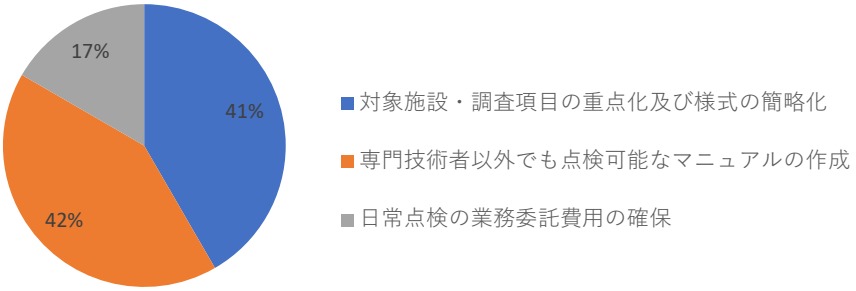
（都道府県）



■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（市町村）

Q20： その他、現況のガイドライン・手引きに基づく日常管理点検作業についてご意見がありましたらご自由にご記入下さい。



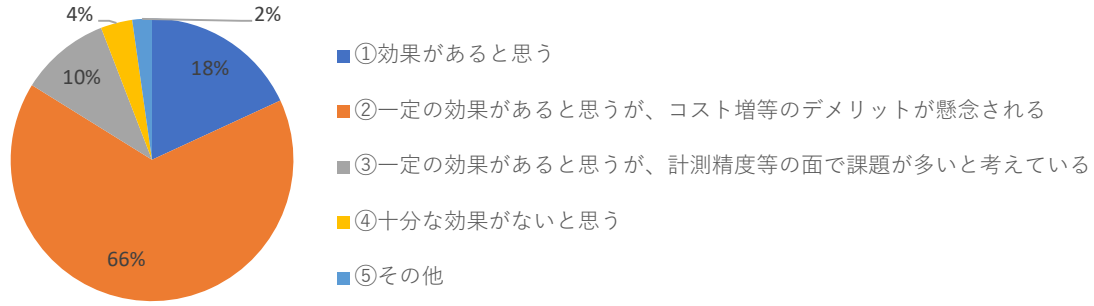
（主要意見（漁港管理者））

要旨	管理者
対象施設・調査項目の重点化及び様式の簡略化	5
専門技術者以外でも点検可能なマニュアルの作成	5
日常点検の業務委託費用の確保	2

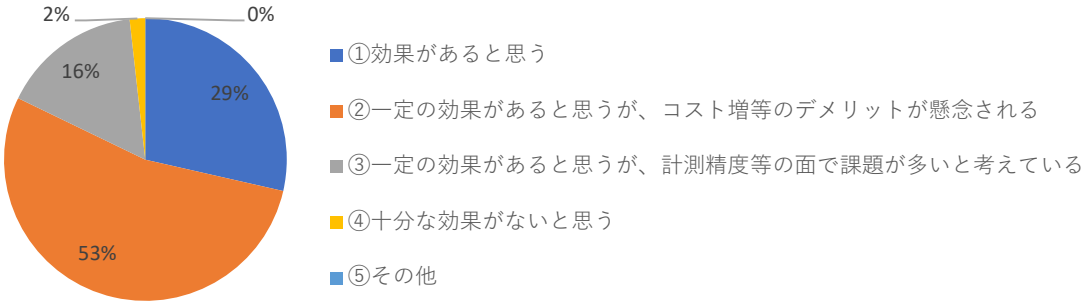
2.定期点検作業の効率性・確実性の向上について

2-1）ICT技術の導入について

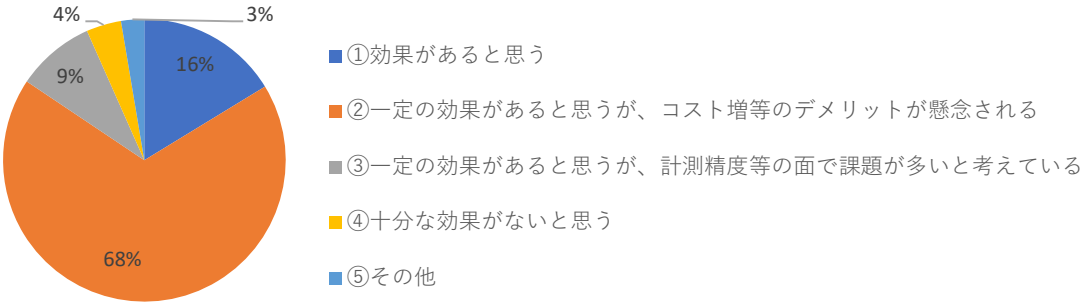
Q21： ICT技術を導入することで点検作業の効率化などの効果があると思いますか？



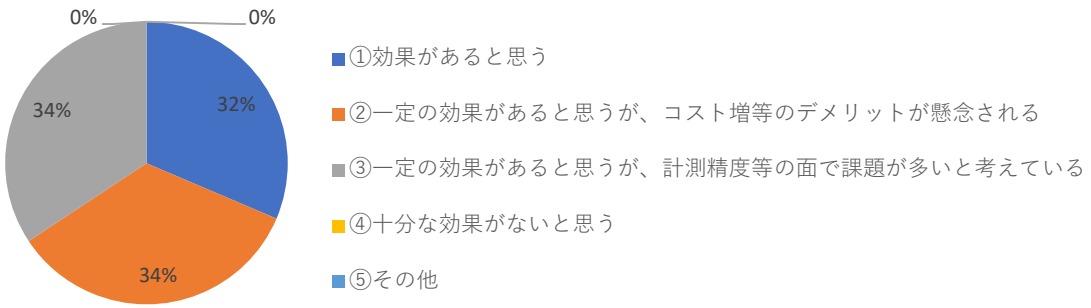
（漁港管理者全体）



（都道府県）

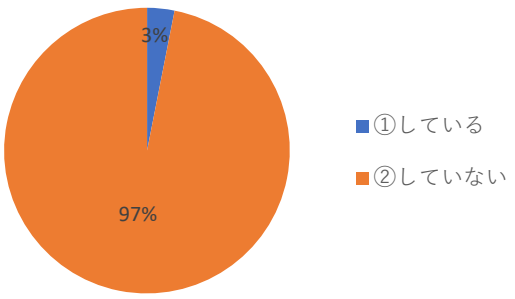


（市町村）

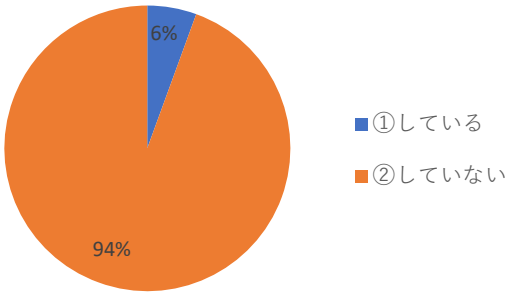


（建設コンサルタント）

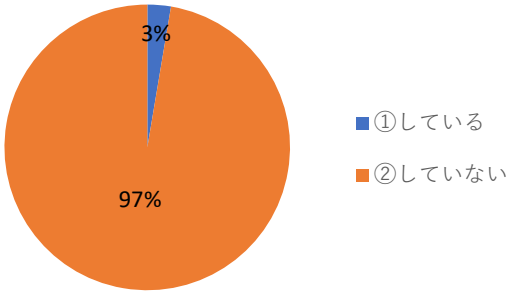
Q22： ICT技術を点検作業に導入していますか？



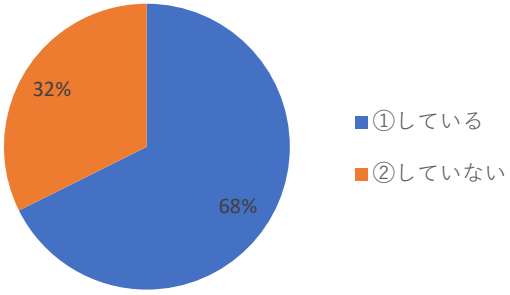
（漁港管理者全体）



（都道府県）



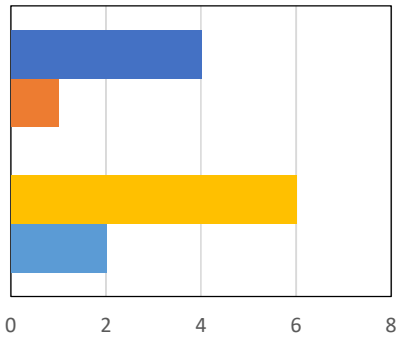
（市町村）



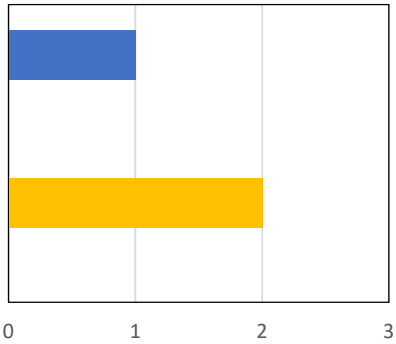
（建設コンサルタント）

Q23：

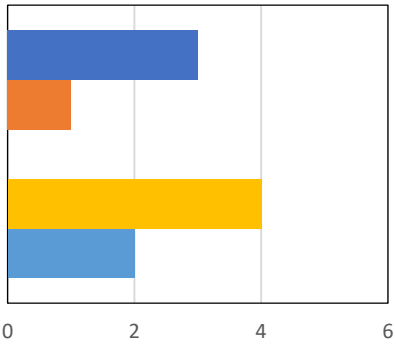
Q22で「①している」と回答の方にお聞きします。
点検作業に導入しているICT技術を選択ください。（複数回答可）



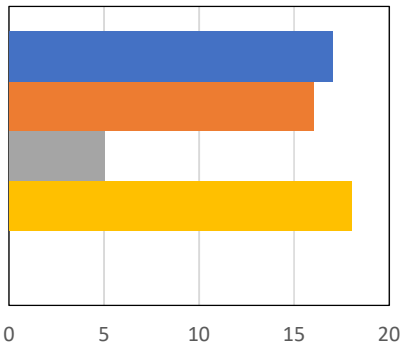
（漁港管理者全体）



（都道府県）



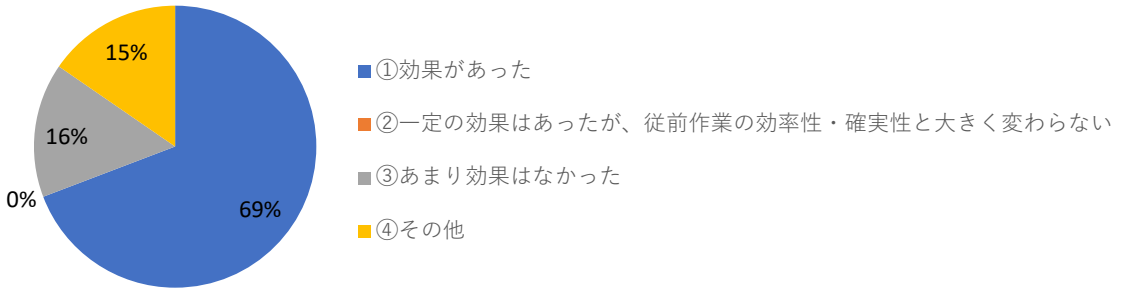
（市町村）



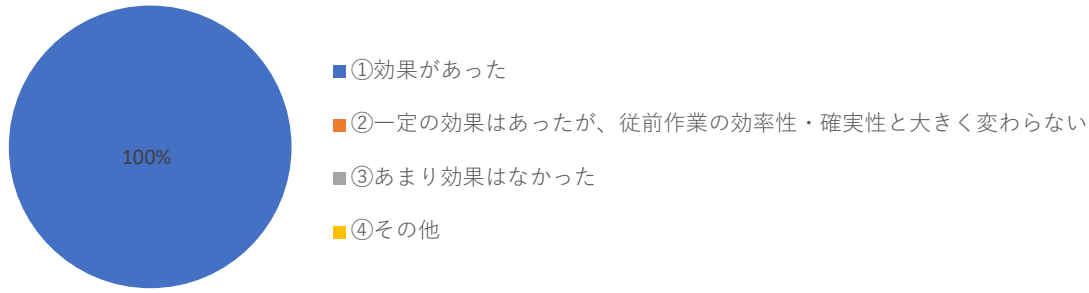
（建設コンサルタント）

Q24：

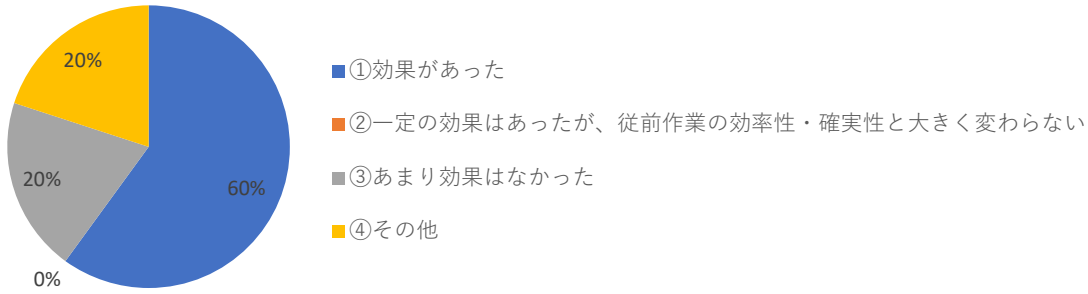
Q22で「①している」と回答の方にお聞きします。
点検作業にICT技術を導入して作業の効率性・確実性は向上しましたか？



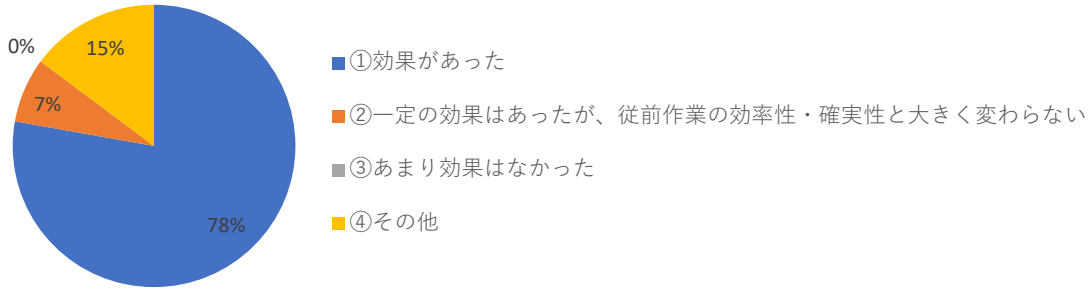
（漁港管理者全体）



（都道府県）



（市町村）



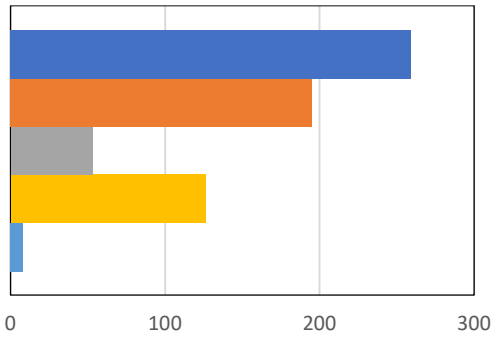
（建設コンサルタント）

≪その他の意見≫

・技術者の熟練度により精度が異なる。（市町村）
・操作に不安があるため、紙ベースでの点検作業も同時に実施した。（市町村）
・UAV活用することで安全性が向上した。（建設コンサルタント）
・計測精度に課題がある。（建設コンサルタント）

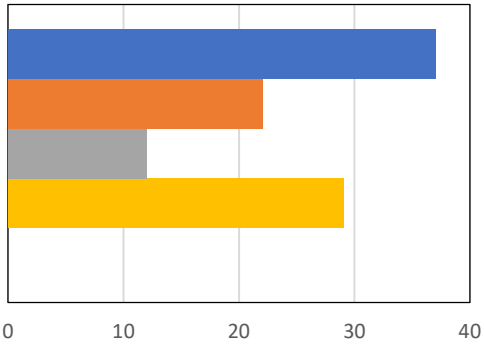
Q25：

Q22で「②していない」と回答の方にお聞きします。
点検作業にICT技術を導入してない理由を選択ください。（複数回答可）



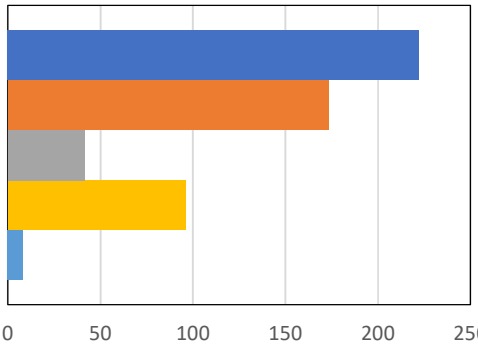
■①予算確保が困難である
■②操作できる専門職員の確保が困難である
■③計測精度や省力化の面でまだ課題が多い
■④現行のガイドライン・手引きには記載されておらず、具体的な適用性が不明なため
■⑤その他

（漁港管理者全体）



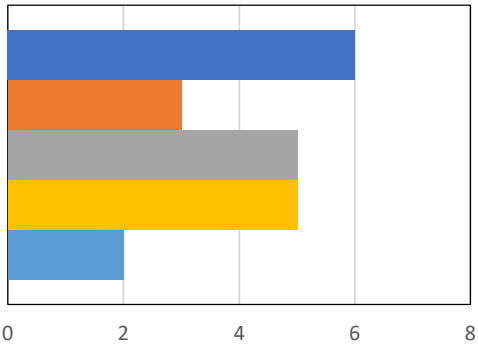
■①予算確保が困難である
■②操作できる専門職員の確保が困難である
■③計測精度や省力化の面でまだ課題が多い
■④現行のガイドライン・手引きには記載されておらず、具体的な適用性が不明なため
■⑤その他

（都道府県）



■①予算確保が困難である
■②操作できる専門職員の確保が困難である
■③計測精度や省力化の面でまだ課題が多い
■④現行のガイドライン・手引きには記載されておらず、具体的な適用性が不明なため
■⑤その他

（市町村）

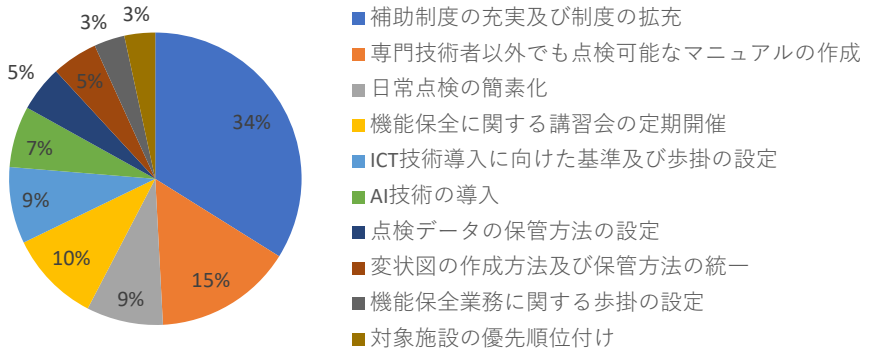


■①予算確保が困難である
■②操作できる専門職員の確保が困難である
■③計測精度や省力化の面でまだ課題が多い
■④現行のガイドライン・手引きには記載されておらず、具体的な適用性が不明なため
■⑤その他

（建設コンサルタント）

2-2)その他

Q26： 点検作業の効率化・確実化への対策について、ご意見がありましたらご自由にご記入下さい。



（主要意見（漁港管理者及び建設コンサルタントの合計））

要旨	合計	管理者	建設コンサル
補助制度の充実及び制度の拡充	20	20	0
専門技術者以外でも点検可能なマニュアルの作成	9	9	0
日常点検の簡素化	5	5	0
機能保全に関する講習会の定期開催	6	4	2
ICT技術導入に向けた基準及び歩掛の設定	5	0	5
AI技術の導入	4	1	3
点検データの保管方法の設定	3	1	2
変状図の作成方法及び保管方法の統一	3	0	3
機能保全業務に関する歩掛の設定	2	1	1
対象施設の優先順位付け	2	0	2

別添資料　４－２－２．第１回検討会資料

第１回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会

配布資料

- 第１回検討会　議事次第
- 第１回検討会　出席者名簿
- 第１回検討会　座席表
- 第１回検討会　論点整理
- 検討会設置要綱

- 資料-1　第１回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会資料（検討内容について）

- 参考資料１　点検内容の見直し方針（案）
- 参考資料２　漁港施設の定期点検についてのアンケート調査結果

第１回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会

議 事 次 第

日　時：令和元年 7 月 25 日(木) 13:30～15:30
場　所：エッサム神田１号館 602 会議室

１．開　会

２．挨　拶　（水産庁）

３．配付資料の確認

４．出席者の紹介、委員長の選任

５．議　事

（１）現状の課題及び点検内容の見直し方針（案）について
（２）マニュアル（案）に記載予定の提案事項について

資料－１

６．その他（連絡事項等）

７．閉　会

第１回　「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討委員会
出 席 者 名 簿

委　員

（敬称略）

区分	氏名	所属	職　名	備　考
委　員	◎横田　弘	北海道大学大学院工学研究院 北方圏環境政策工学部門	教授	
	笠井　哲郎	東海大学　工学部　土木工学科	教授	
	橋本　康史	長崎県 水産部	漁港漁場課長	

◎委員長（事務局案）

水 産 庁

（敬称略）

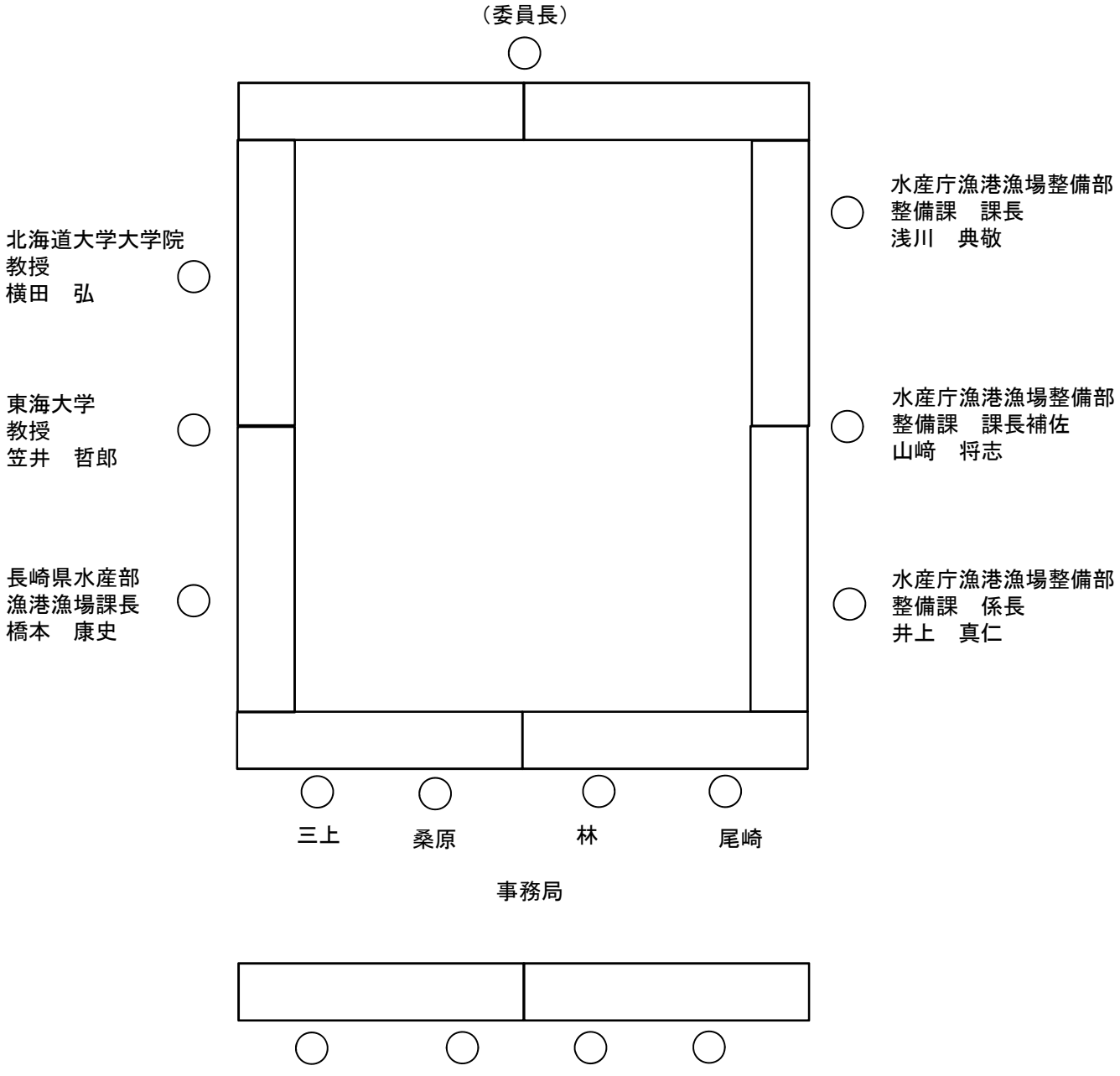
区分	氏名	所属	職　名	備　考
水産庁	浅川　典敬	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	課長	
	山﨑　将志	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	課長補佐	
	井上　真仁	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	係長	

事 務 局

区分	氏名	所属	職　名	備　考
漁村総研	林　浩志	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	次長	
	尾崎　幸生	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	主任研究員	
	桑原　正博	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	専門技術員	
水工研	三上　信雄	水産研究・教育機構水産工学研究所 水産土木工学部	主幹研究員	

第１回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の
作成に関する検討委員会

座　席　表



第１回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の

作成に関する検討会

第１回検討会の論点整理

＜議題１＞点検内容の見直し方針（案）について（資料-１の４章、参考資料-１）

１．巡視（新設）について

- 全ての施設の「大きな変状の有無」・「新たな老朽化の有無」を確認するために巡視の新設を提案している。その実施内容・範囲・実施時期について適切かご議論いただきたい。
- 他に配慮すべき内容・加えるべき内容があるかご議論頂きたい。

２．日常点検について

- 従来の日常点検（全施設・全スパン）から代表施設の代表スパンへの絞り込みを提案している。その絞り込み内容（施設・スパン）について適切かご議論いただきたい。
- 他に配慮すべき内容・加えるべき内容があるかご議論頂きたい。

３．定期点検について

- 日常点検を簡略化（巡視）・重点化したため、定期点検の内容については現行基準のままとした。この方針が適切かご議論いただきたい。
- 定期点検の効率化として点検間隔の見直しを提案している。その検討方法が適切かご議論いただきたい。
- 他に配慮すべき内容・加えるべき内容があるかご議論頂きたい。

４．その他（全体）

- 提案の見直し方針にて現在の点検作業よりも効率化が図れるのか、確実性を確保できるのかご議論頂きたい。

＜議題２＞マニュアル（案）に記載予定の提案事項について（資料-１の５章）

１．日常点検における提案事項について

- 技術支援ツール（維持管理情報プラットフォーム・漁港施設の点検システム）を活用することで点検記録の効率化・適正化を図ることを想定している。他に加えるべき内容があるかご意見をいただきたい。

２．定期点検における提案事項について

２-１．点検手順や具体的な点検作業内容の提示

- 本項では「わかりやすいマニュアル」を作成することに着眼点を置いている。他に加えるべき事項があるかご意見をいただきたい。

２-２．効率的な点検作業及び客観的な診断指標の提示

- 本項では点検作業の効率化に資する新技術について記述する予定であるが、記載予定の新技術が適正かご意見を頂きたい。
- 他に加えるべき新技術があるかご意見を頂きたい。

「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案)」の作成に関する検討会
設　置　要　綱

（名　称）

第１条　検討会は、“「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案)」の作成に関する検討会”と称する。（以下、検討会という。）

（目　的）

第２条　水産基盤施設の維持管理に関して専門的知識を有する学識経験者及び有識者によって構成される技術検討のための検討会を設置し、維持管理点検における現状の課題を解決のために必要な検討を行い、その検討内容を整理し、「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案)」を作成する。

（検討内容）

第３条　検討会の検討内容は、次のとおりとする。

水産基盤施設の効率的な点検手法の検討

①日常点検の効率化の検討

②定期点検の効率化の検討

③点検に関する新技術の整理

（組　織）

第４条　検討会は、維持管理分野に関する学識経験者及び有識者で構成する。

２　検討会の委員は、「平成 31 年度　漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」における共同研究機関の一員である一般財団法人漁港漁場漁村総合研究所理事長が委嘱する。

３　検討会の委員は、必要に応じて追加できるものとする。

４　検討会には、委員長を置く。

５　委員長は委員の互選により選任する。

６　検討会には、水産庁及び関係機関等の職員並びにその他必要と認められた者が出席する。

（委員長）

第５条　委員長は、検討会の代表として会務を総理し、会議の議長となる。

２　委員長がやむを得ずその職務を遂行できないときは、委員長が指名する委員が職務を代行する。

（事務局）

第 6 条　検討部会の事務局は、水産庁漁港漁場整備部整備課および「漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」における共同研究機関とする。

２　事務局は、委員の委嘱、検討会の招集や会場設営等、検討会運営のための事務を掌理する。

（開　催）

第 7 条　検討会は、原則として２回開催する。ただし、異常な事態が予想される場合もしくは発生した場合等には、臨時開催する。

（会議の公開）

第 8 条　検討会の資料，議事概要，会議は原則として非公開とする。

（雑 則）

第 9 条　この要綱に定めるものの他、検討会の運営について必要な事項は、委員長が検討会に諮って定める。

（その他）

第 10 条　本要綱は、水産庁委託事業の「平成 31 年度　漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」に適用する。

（附　則）

本要綱は、令和元年 7 月 22 日から施行する。

●検討会の構成

	氏　　名	所　　属　・　役　　職	専　門
委員長 （事務局案）	横田　弘	北海道大学大学院工学研究院 北方圏環境政策工学部門　教授	維持管理工学・ 材料工学
委　員	笠井　哲郎	東海大学　工学部 土木工学科　教授	コンクリート工学・ リサイクル工学
委　員	橋本　康史	長崎県水産部　漁港漁場課長	漁港計画・漁港整備・ 漁港管理

平成31年度水産基盤整備調査委託事業
「漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」

資料-1

第1回
「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会

令和元年7月25日

1. 背景と目的

背景

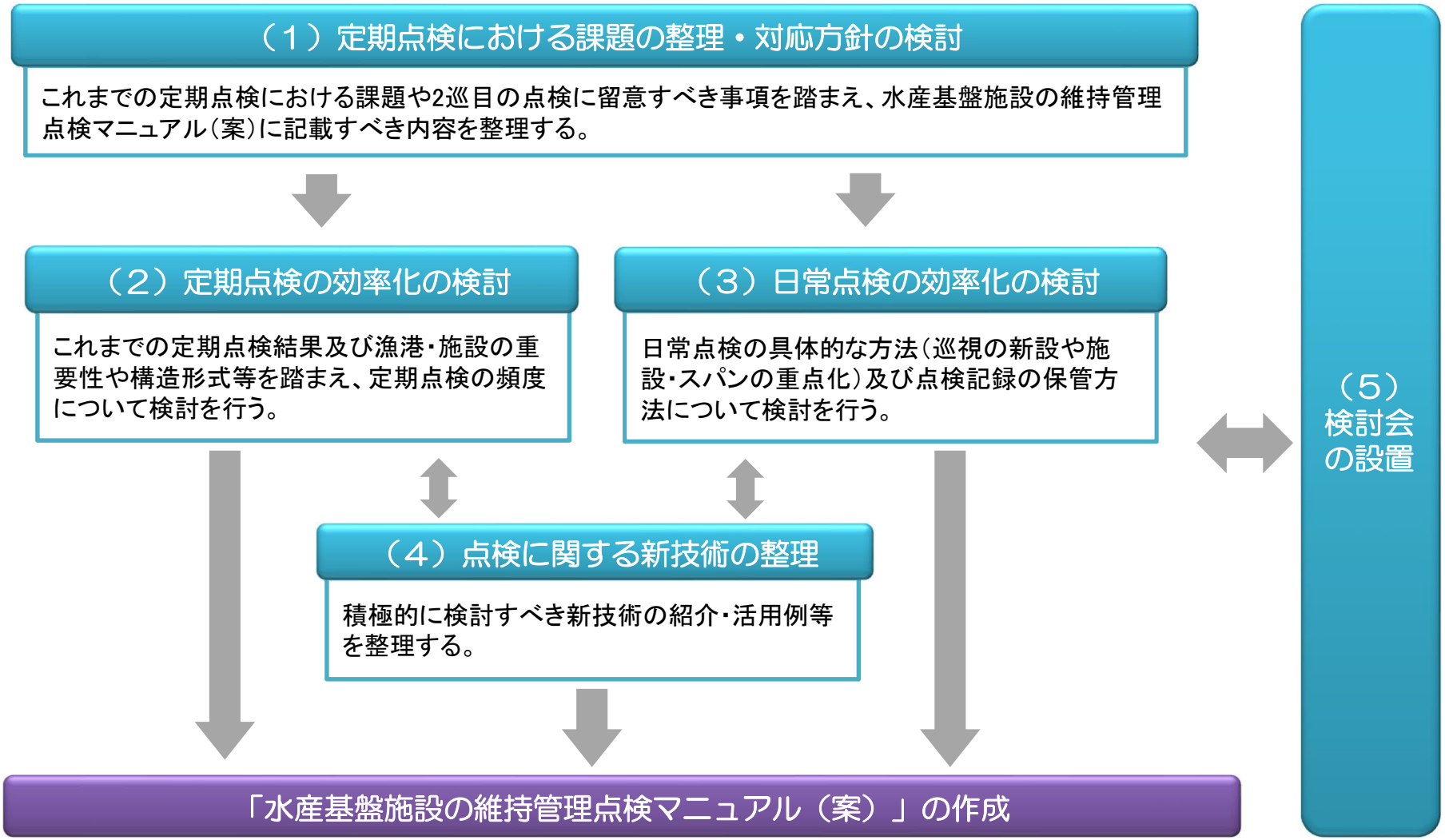
- 我が国には約2,800の漁港があり、その漁港施設の多くは高度経済成長期に建設され、建設後30年以上経過しており、老朽化の進行による機能低下が懸念されている。このような中、水産庁では平成20年度に水産物供給基盤機能保全事業を創設し、漁港施設の機能診断、機能保全計画書の作成及び保全工事を効率的且つ効果的に実施し、漁港施設の機能の長寿命化を推進している。
- 機能保全事業の創設から10年が経過し、初期に策定された機能保全計画は2巡目の定期点検及び機能保全計画の見直しの時期を迎えている。
- 漁港管理者の多くは、厳しい財政状況下で技術職員が減少している状況にあり、漁港施設の点検作業においては一層の効率化が求められる。
- しかし、点検作業の効率化は老朽化の進展把握・新たな老朽化の発見の確実性とトレードオフとなることから、その解消に向けた検討が必要となる。

目的

- 確実性を担保しつつ、効率的に実施できる点検の体制及び手法の検討を行う。
- その検討内容を整理し、「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」を作成する。

2. 調査内容

調査内容及び検討フロー



検討スケジュール

検討委員会は下記の時期に開催予定としている。

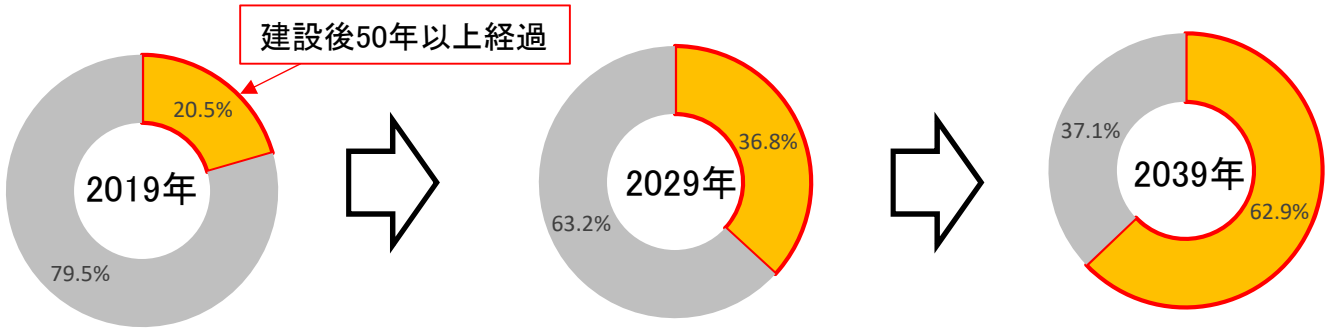
検討会	開催時期	検討内容
第1回	令和元年7月	・定期点検及び日常点検における現状と課題の抽出 ・本調査での検討方針の確認
第2回	令和元年12月	・検討事項の報告 ・維持管理に資する点検内容の精査 ・マニュアル（案）への記載内容の確認

3. 定期点検及び日常点検における現状

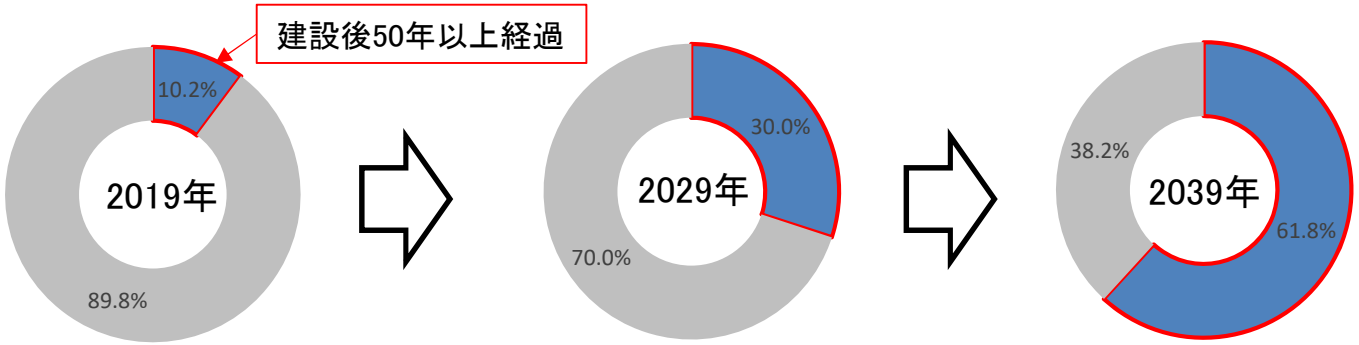
1）漁港施設の老朽化の現状

- 漁港施設のうち、外郭施設・係留施設では建設後50年以上経過する施設の割合は2019年に10～20%。2039年には約60%に増加。

≪外郭施設≫



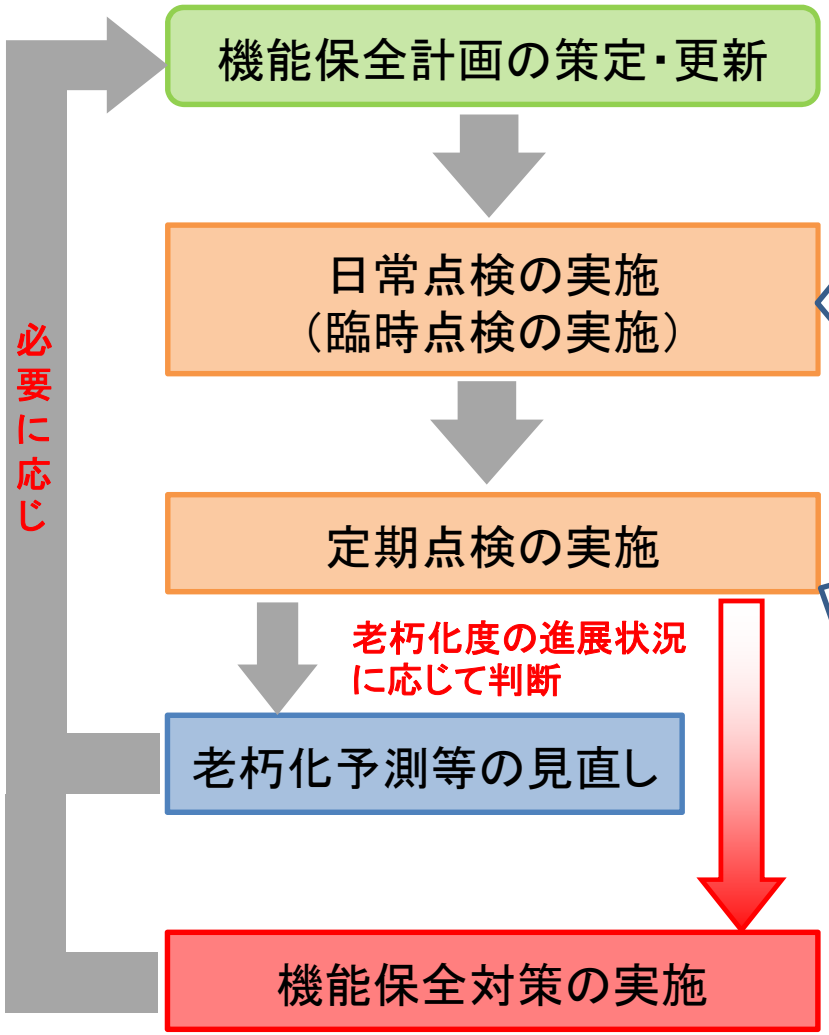
≪係留施設≫



※建設年次不明の施設については除外している

出典）「平成28年度 水産基盤施設の長寿命化対策検討調査事業　報告書」資料から更新した値

2）機能計画策定後の点検作業の流れ



【実施内容】
- 簡易調査（簡易項目）に沿った目視（陸上）調査

【実施時期】
- 概ね1年に1回以上。

【実施範囲】
- 全スパン

※臨時点検；高波浪の来襲後や一定規模以上の震度の地震発生後等に実施

【実施内容】
- 簡易調査（重点項目）を実施
  （目視＋計測；老朽化度abcd判定を行う）
  （必要に応じて詳細調査を実施）

【実施時期】
- 生産拠点・流通拠点漁港における主要な施設は概ね5年に1回
- それ以外の漁港は概ね5～10年の間隔で実施

【実施範囲】
- 全スパン（詳細調査は代表スパン）

≪日常点検の記録様式≫

- 簡易調査（簡易項目）の様式（様式5及び様式6）を活用することができる。

【様式5】

調査年月日：平成○○年８月○○日　天候：晴　曇　雨

漁港名	○○漁港	構造形式	重力式	調査者所属	○○課	調査者氏名	○○○○
施設名	１号陸揚岸壁	調査を実施した範囲		スパンNo. 1～No.			

【調査結果記入欄】
各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☐）

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（老朽化のあったスパンNO.、写真番号）
重力式係船岸	岸壁法線	☑	凹凸、出入り	☑	法線に若干のはらみ有り（No. 12～No. 20：写真３）
	エプロン	☑	沈下、陥没	☐	
			ｺﾝｸﾘｰﾄ、舗装などの劣化、損傷	☑	ひび割れ有り（No. 9：写真１、N. 26：写真５）
	上部工	☑	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷	☑	貫通ひび割れがあると思われる（No. 21：写真４）
	本体工	☑	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷	☐	
附帯施設	防舷材	☑	損傷、変形、腐食、破損等	☑	ボルトの腐食（No. 9：写真２）
	係船柱・係船環	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	車止め	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	照明設備	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	－
	排水設備	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	－
	階段・梯子	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	

写真は、１箇所複数枚となっても構わない。
例）ｽﾊﾟﾝNo. 30：写真８～１３

【重点項目調査予定記入欄】
重点項目調査実施予定年月：平成○○年８月実施予定

メモ：機能保全計画策定準備。
簡易調査（簡易項目）の翌日、簡易調査（重点項目）を実施。

調査年月日：平成　年　月　日　天候：晴　曇　雨

漁港名	○○漁港	構造形式	重力式	調査者所属		調査者氏名	
施設名	１号陸揚岸壁	調査を実施した範囲					

【調査結果記入欄】
各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☐）

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（老朽化のあったスパンNO.、写真番号）
重力式係船岸	岸壁法線	☐	凹凸、出入り	☐	
	エプロン	☐	沈下、陥没	☐	
			ｺﾝｸﾘｰﾄ、舗装などの劣化、損傷	☐	
	上部工	☐	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷	☐	
	本体工	☑	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷	☐	
附帯施設	防舷材	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	係船柱・係船環	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	車止め	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	照明設備	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	排水設備	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	階段・梯子	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	

【重点項目調査予定記入欄】
重点項目調査実施予定年月：平成　年　月実施予定

調査年月日：平成　年　月　日　天候：晴　曇　雨

漁港名	○○漁港	構造形式	重力式	調査者所属		調査者氏名	
施設名	１号陸揚岸壁	調査を実施した範囲					

【調査結果記入欄】
各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☐）

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（老朽化のあったスパンNO.、写真番号）
重力式係船岸	岸壁法線	☐	凹凸、出入り	☐	
	エプロン	☐	沈下、陥没	☐	
			ｺﾝｸﾘｰﾄ、舗装などの劣化、損傷	☐	
	上部工	☐	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷	☐	
	本体工	☐	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷	☐	
附帯施設	防舷材	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	係船柱・係船環	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	車止め	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	照明設備	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	排水設備	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	
	階段・梯子	☐	損傷、変形、腐食、破損等	☐	

【重点項目調査予定記入欄】
重点項目調査実施予定年月：平成　年　月実施予定

（　／　葉）

水産基盤施設施設簡易調査（簡易項目写真）　【様式６】

漁港名	○○漁港	種類	重力式	施設名	1号陸揚岸壁	調査者氏名	○○○○
調査者所属	○○○○		調査を実施した全範囲	No. 1	～No. 32	老朽化確認スパンNo.	No. 9, 12-20, 21, 26

損傷状況写真（調査位置にチェックを入れる。例 ☑ 。変状、写真No、判定結果を（　）に記入する）

☐施設全体、☐法線、☐上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☑エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☐附帯施設	☐施設全体、☐法線、☐上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☐エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☑附帯施設	☐施設全体、☑法線、☐上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☐エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☐附帯施設
老朽化　（ひびわれ） 写真No. 1（ｽﾊﾟﾝNo. 9）	老朽化　（取付金具発錆） 写真No. 2（ｽﾊﾟﾝNo. 9）	老朽化　（はらみだし） 写真No. 3（ｽﾊﾟﾝNo. 12～20）
☐施設全体、☐法線、☑上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☐エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☐附帯施設	☐施設全体、☐法線、☐上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☑エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☐附帯施設	☐施設全体、☐法線、☐上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☐エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☐附帯施設
老朽化　（ひび割れ） 写真No. 4（ｽﾊﾟﾝNo. 21）	老朽化　（ひびわれ） 写真No. 5（ｽﾊﾟﾝNo. 26）	老朽化　（　） 写真No.　（　）
☐施設全体、☐法線、☐上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☐エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☐附帯施設	☐施設全体、☐法線、☐上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☐エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☐附帯施設	☐施設全体、☐法線、☐上部工 ☐本体工、☐波返工、☐消波工 ☐エプロン、☐背後地、☐渡版等 ☐航路・泊地、☐附帯施設
老朽化　（　） 写真No.　（　）	老朽化　（　） 写真No.　（　）	老朽化　（　） 写真No.　（　）

≪定期点検の記録様式≫

- 簡易調査（重点項目）の様式（様式7及び様式8）にて整理・保管を行う。

水産基盤施設簡易調査（重点項目）　【様式７】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

調査年月日：平成○○年８月○○日　天候：曇り

漁港名	○○漁港	種類	重力式	調査者所属	○○○○	調査者氏名	○○　○○
施設名	１号陸揚岸壁	調査を実施した全範囲	No. 1～No. 32	スパンNo.	No. 9		

【調査結果記入欄】
各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

簡易調査（簡易項目）で老朽化が確認できたスパンNo. 9、No. 12～No. 20、No. 21及びNo. 26について簡易調査（重点項目）を実施。そのうち、スパンNo. 9の記入例。
なお、簡易調査（簡易項目）で老朽化が確認されなかった上記以外のスパンについても判定結果欄に「d」を記入した様式を作成し、保存。

対象施設	調査項目	調査方法		老朽化度の判断基準	判定結果	計測寸法（最大値）
重力式係船岸	岸壁法線	凸凹、出入り	目視 ・移動量	a　隣接するスパンとの間に20cm以上の凹凸がある。 b　隣接するスパンとの間に10～20cm程度の凹凸がある。 c　○　上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に10cm未満の凹凸がある。 d　老朽化なし。	d	L=
	エプロン（通常の場合）	沈下、陥没	目視	a　重力式本体背後の土砂が流出している。 a　重力式本体背後のエプロンが陥没している。 b　車両の通行や歩行に重大な支障がある。 b　重力式本体目地（上部工含む）に顕著な開き、ずれがある。 b　エプロンに3cm以上の沈下（段差）がある。 b　エプロンと後背地の間に30cm以上の沈下（段差）がある。 c　重力式本体目地（上部工含む）に軽微な開き、ずれがある。 c　エプロンに3cm未満の沈下（段差）がある。 c　エプロンと後背地の間に30cm未満の沈下（段差）がある。 d　◌　老朽化なし。	d	H=
		コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	目視 ・コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、損傷	a　コンクリート舗装でひび割れ度が2m/m²以上である。 a　アスファルト舗装でひび割れ率が30%以上である。 a　車両の通行や歩行に支障があるひび割れや損傷が見られる。 b　コンクリート舗装でひび割れ度が0.5～2m/m²である。 b　アスファルト舗装でひび割れ率が20～30%である。 c　○　若干のひび割れが見られる。 d　老朽化なし。	c	L=10m程度
	上部工	コンクリートの劣化、損傷	目視 ・ひび割れ、剥離、損傷 ・鉄筋露出 ・劣化の兆候など	a　係船岸の性能を損なうような損傷がある。 b　幅3mm以上のひび割れがある。 b　広範囲に亘り鉄筋が露出している。 c　幅3mm未満のひび割れがある。 c　局所的に鉄筋が露出している。 d　◌　老朽化なし。	d	L= B= S=
	本体工（側壁、スリット部）	コンクリートの劣化、損傷（RCの場合）	目視 ・ひび割れ、剥離、損傷 ・鉄筋露出 ・劣化の兆候など	a　中詰材等が流出するような穴開き、ひび割れ、欠損がある。 b　複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。 b　広範囲に亘り鉄筋が露出している。 c　一方向に幅3mm程度のひび割れがある。 c　局所的に鉄筋が露出している。 d　老朽化なし。	－	L= B= S=
		コンクリートの劣化、損傷（無筋の場合）	目視 ・ひび割れ、剥離、損傷、欠損 ・劣化の兆候など	a　性能に影響を及ぼす程度の欠損がある。 b　幅1cm以上のひび割れがある。 b　小規模な欠損がある。 c　幅1cm未満のひび割れがある。 d　◌　老朽化なし。	d	L= B= S=

水産基盤施設簡易調査（重点項目写真）　【様式８】

漁港名	○○漁港	種類	重力式	施設名	１号陸揚岸壁	調査者氏名	○○○○
調査者所属	○○○○	調査を実施した全範囲	No. 1～No. 32	スパンNo.	No. 9		

損傷状況写真（調査位置にチェックを入れる。例 ☑ 。変状、写真No、判定結果を（　）に記入する）

□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 ☑エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（ひびわれ） 写真No.　1	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 ☑エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（ひびわれ） 写真No.　2	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 ☑エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（ひびわれ） 写真No.　3
	（略）	（略）
□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（　　） 写真No.	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（　　） 写真No.　（　　）	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（　　） 写真No.　（　　）
□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（　　） 写真No.　（　　）	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（　　） 写真No.　（　　）	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設 老朽化　（　　） 写真No.　（　　）

2）アンケート調査の実施

- これまでの定期点検における課題や2巡目の定期点検において留意すべき事項についてアンケート調査を実施した。
- 下記に調査対象及び回答者の内訳を示す。
  - ・調査対象；漁港管理者（40都道府県、403市町村、北海道開発局）
    ；調査会社（建設コンサルタント25社）

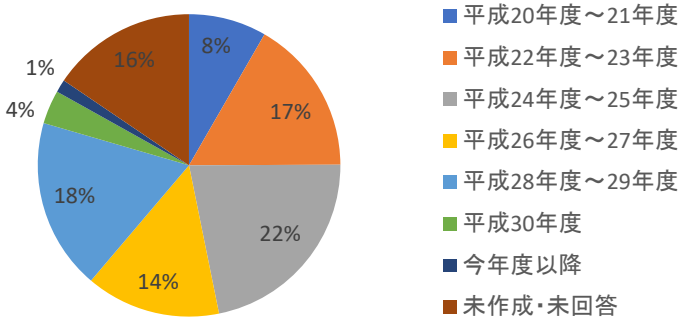
表－　アンケート回答者の内訳

	漁港管理者				調査会社
	都道府県	市町村	北海道開発局	管理者合計	建設コンサルタント
依頼数	40	403	1	444	25
回答数	35	305	1	341	25
回答率	87.5%	75.7%	100%	76.8%	100%

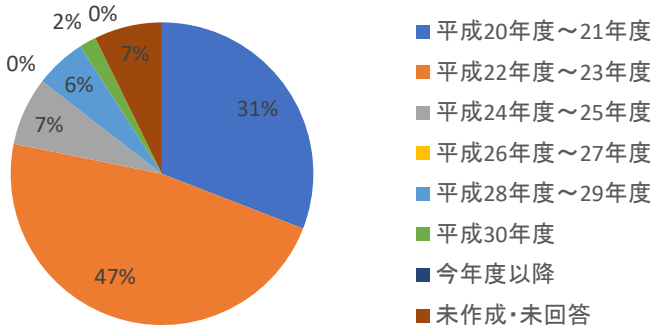
- アンケート調査結果を踏まえ、以降に点検作業の現状及び課題を示す。

3）定期点検の現状

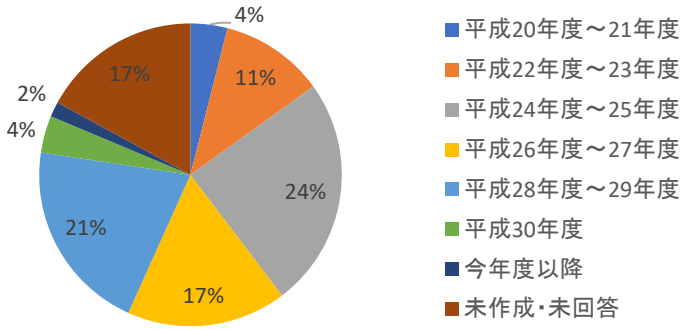
- 平成20年の水産物供給基盤機能保全事業を創設以降、各管理者は機能保全計画の策定に向けた定期点検（初回点検）を実施している。
- 管理者全体では平均して「平成25年度～平成28年度」の期間に定期点検に着手している。



（漁港管理者全体：初回の定期点検の着手年次）



（都道府県：初回の定期点検の着手年次）

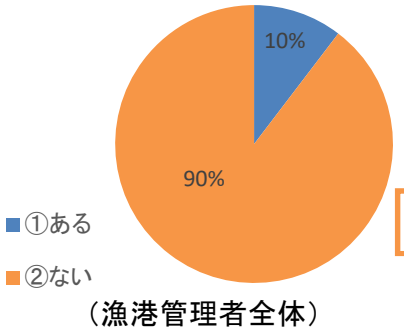


（市町村：初回の定期点検の着手年次）

3）定期点検の現状

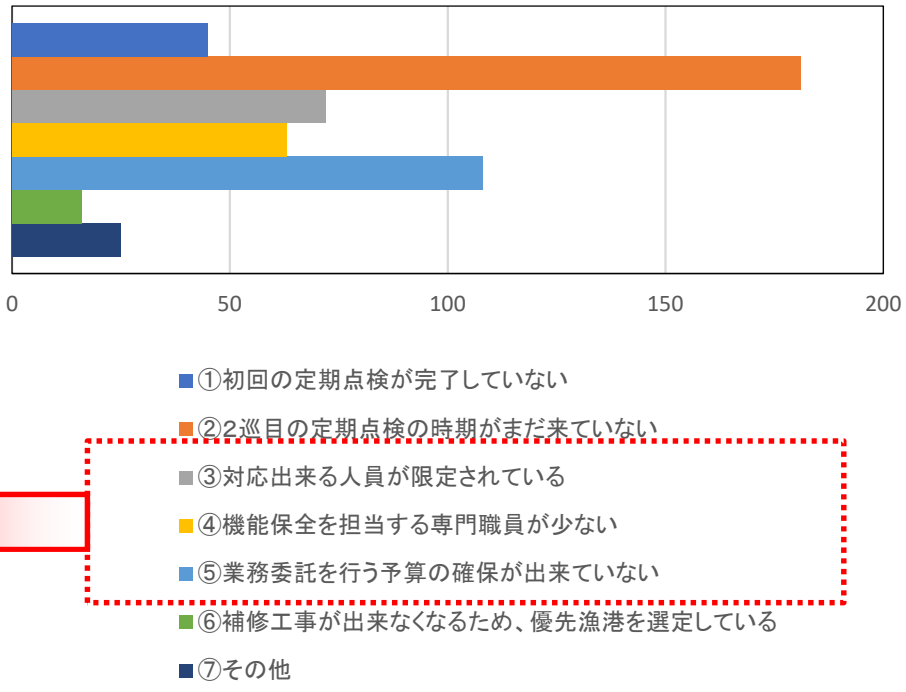
- 定期点検は「5～10年に1回」に実施することとされている。
- 事業創設直後に定期点検を実施した漁港施設については2巡目の定期点検実施時期を迎えているが、実施している割合は非常に低い。

Q：2巡目の定期点検の実施した漁港施設の有無



（漁港管理者全体）

Q：2巡目の定期点検が遅れている、もしくは未着手の理由は？



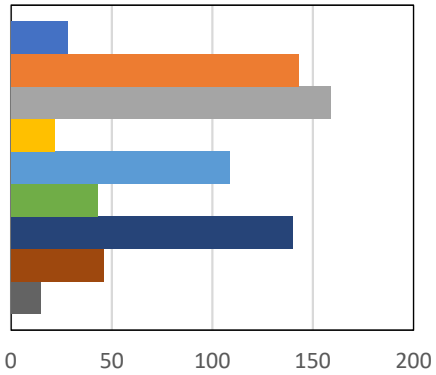
（漁港管理者全体）

≪遅延の主な要因≫

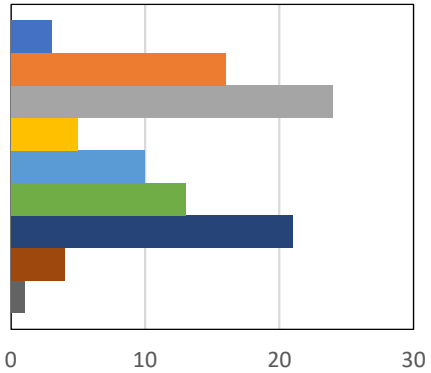
・予算の確保が困難
・人員不足

3）定期点検の現状

Q：定期点検の実施において作業量が多い、時間がかかると感じる部分があれば、
それはどこでしょうか？（複数回答可）



（漁港管理者全体）



（建設コンサルタント）

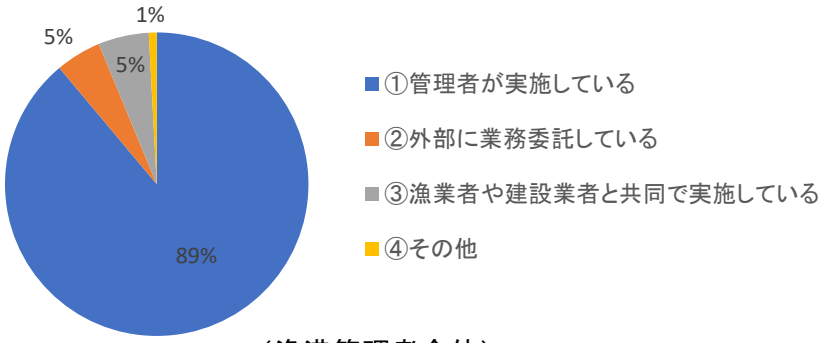
- ①特に作業量が多いとは感じていない
- ②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
- ③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
- ④厳しい気象海象条件の中での現地作業
- ⑤管理の難しい潜水士による水中調査
- ⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
- ⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
- ⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
- ⑨その他

・現地調査及び指定様式への取りまとめに
労力・時間を要している

4）日常点検の現状

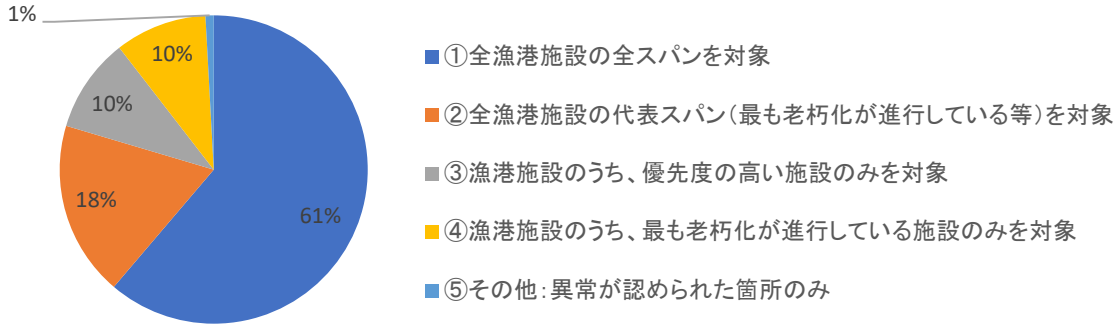
- 日常点検は「1年に1回以上」の頻度で実施することとされている。
- 漁港管理者が全漁港施設の全スパンを対象に実施している事例が多い。

Q：日常点検はどのように実施していますか？



（漁港管理者全体）

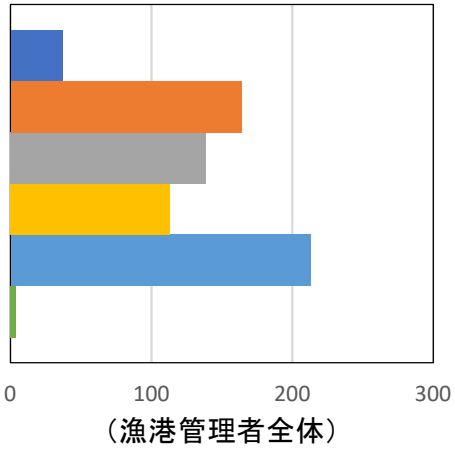
Q：漁港施設の日常点検においてどの範囲を点検対象としていますか？



（漁港管理者全体）

4）日常点検の現状

Q：日常点検の実施に当たって作業量が多い（非効率）と感じる部分があれば、
それはどこでしょうか？（複数回答可）



（漁港管理者全体）

- ①特に作業量が多い（非効率）とは感じていない
- ②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
- ③調査結果の指定様式への取りまとめ
- ④事務所から対象漁港が遠く、現地への移動に時間を要する
- ⑤他業務が忙しく、点検に手が回らない
- ⑥その他

・人員の確保が困難。
・点検結果の指定様式への取りまとめに時間を要している。
・漁港施設の全スパンについての目視に労力・時間を要している

５）各点検についての課題

（１）定期点検についての課題

- 業務委託を行う予算の確保が困難
- 対応できる人員が限定されている
- 専門知識を有する職員が少ない
- 現地調査及び指定様式への取りまとめに労力・時間を要し、効率的に調査が実施できていない

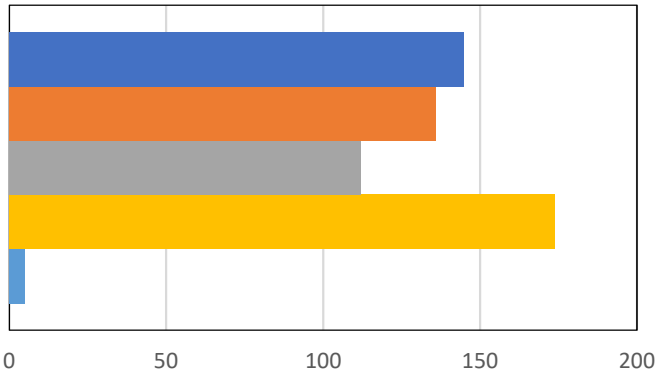
（２）日常点検についての課題

- 人員の確保が困難
- 漁港施設の全スパンについての目視に労力・時間を要している
- 点検結果の指定様式への取りまとめに時間を要している

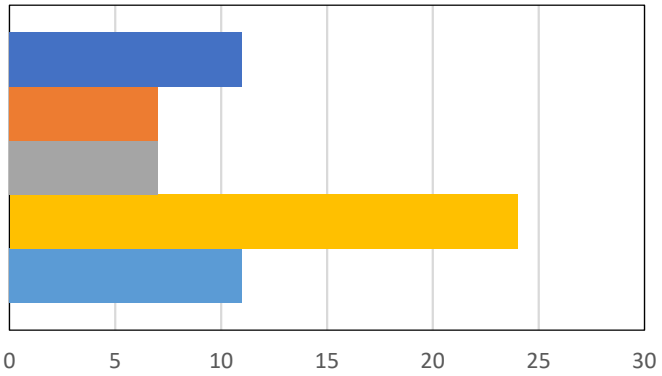
6）各点検についての要望・意見

（1）定期点検についての要望・意見

Q：2巡目の定期点検の実施に当たって、重点化・簡略化して欲しい事項はありますか？
（複数回答可）



（漁港管理者全体）



（建設コンサルタント）

■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

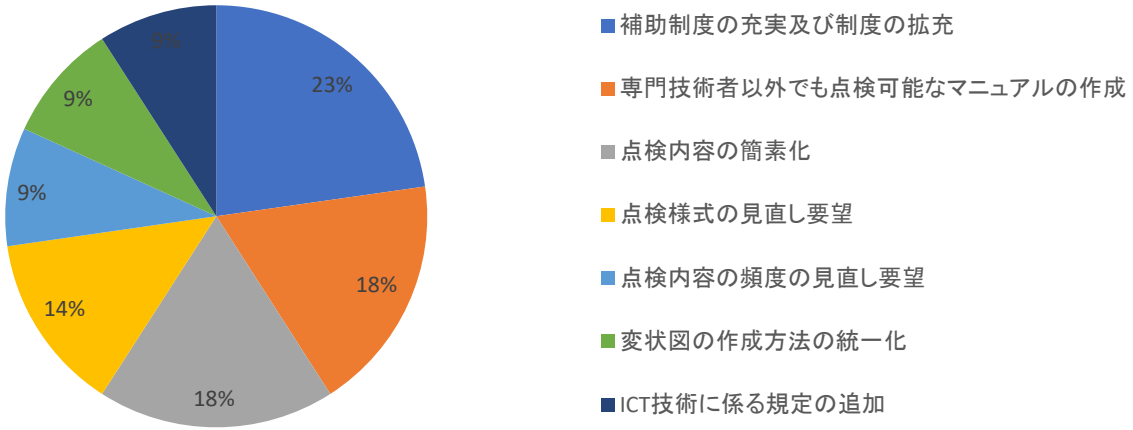
・管理者及び調査会社ともに「取りまとめ様式の簡略化」への要望が多い。

・施設やスパンの重点化の要望も多いが、点検後の老朽化予測等の検討を考慮すると点検内容は従来のままで良いとの意見もある。

6）各点検についての要望・意見

（1）定期点検についての要望・意見

Q：現況のガイドライン・手引きに基づく定期点検作業についてご意見がありましたらご自由にご記入下さい。

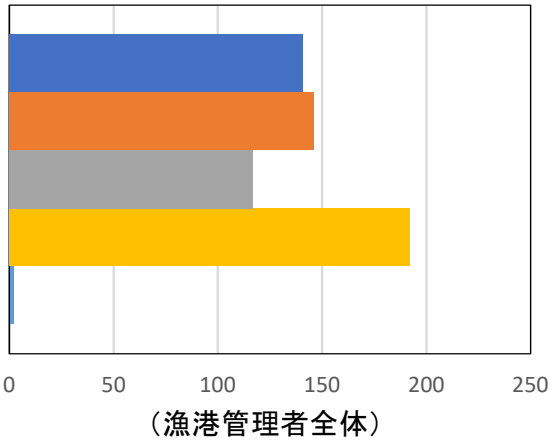


（主要意見：漁港管理者及び建設コンサルタント）

6）各点検についての要望・意見

（2）日常点検についての要望・意見

Q：日常点検の実施に当たって、重点化・簡略化して欲しい事項はありますか？
（複数回答可）



（漁港管理者全体）

■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）

■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）

■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）

■④取りまとめ様式の簡略化

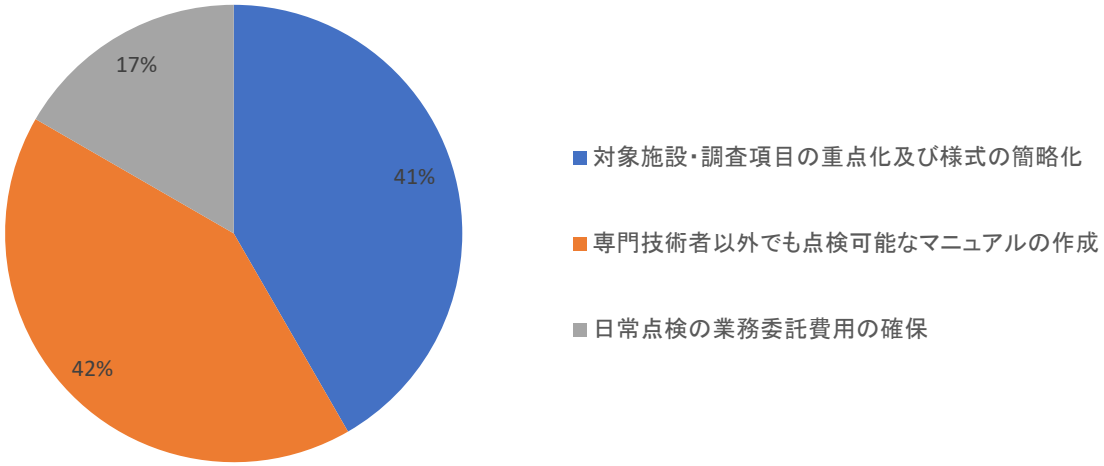
■⑤その他

・「対象施設や対象スパンの重点化」と「取りまとめ様式の簡略化」への要望が多い。

6）各点検についての要望・意見

（2）日常点検についての要望・意見

Q：現況のガイドライン・手引きに基づく日常点検作業についてご意見がありましたらご自由にご記入下さい。



（主要意見：漁港管理者）

4. 定期点検及び日常点検における見直し方針（案）

4－1）見直し方針（案）における基本的な考え方

- 漁港施設は今後、耐用年数を超過する施設が急速に増加。
- 長期に渡って漁港施設を有効に活用するためには、適切な維持管理が必要。
- 課題としては下記の2点が挙げられる。

・人員不足（市町村の職員数は減少傾向にあり、技術系職員がいない市町村の割合は3割に上る）
・現地調査及び点検記録の取りまとめ（現状の点検で作業量が多いと感じる部分）

漁港施設の適正な機能保全を実施するためには
点検の効率化が必須

点検の効率化
- 点検の作業量を減らす。
- 点検間隔を長くする。

トレードオフ

点検の確実性の確保
- 新たな老朽化の見逃し防止
- 老朽化の進行の把握

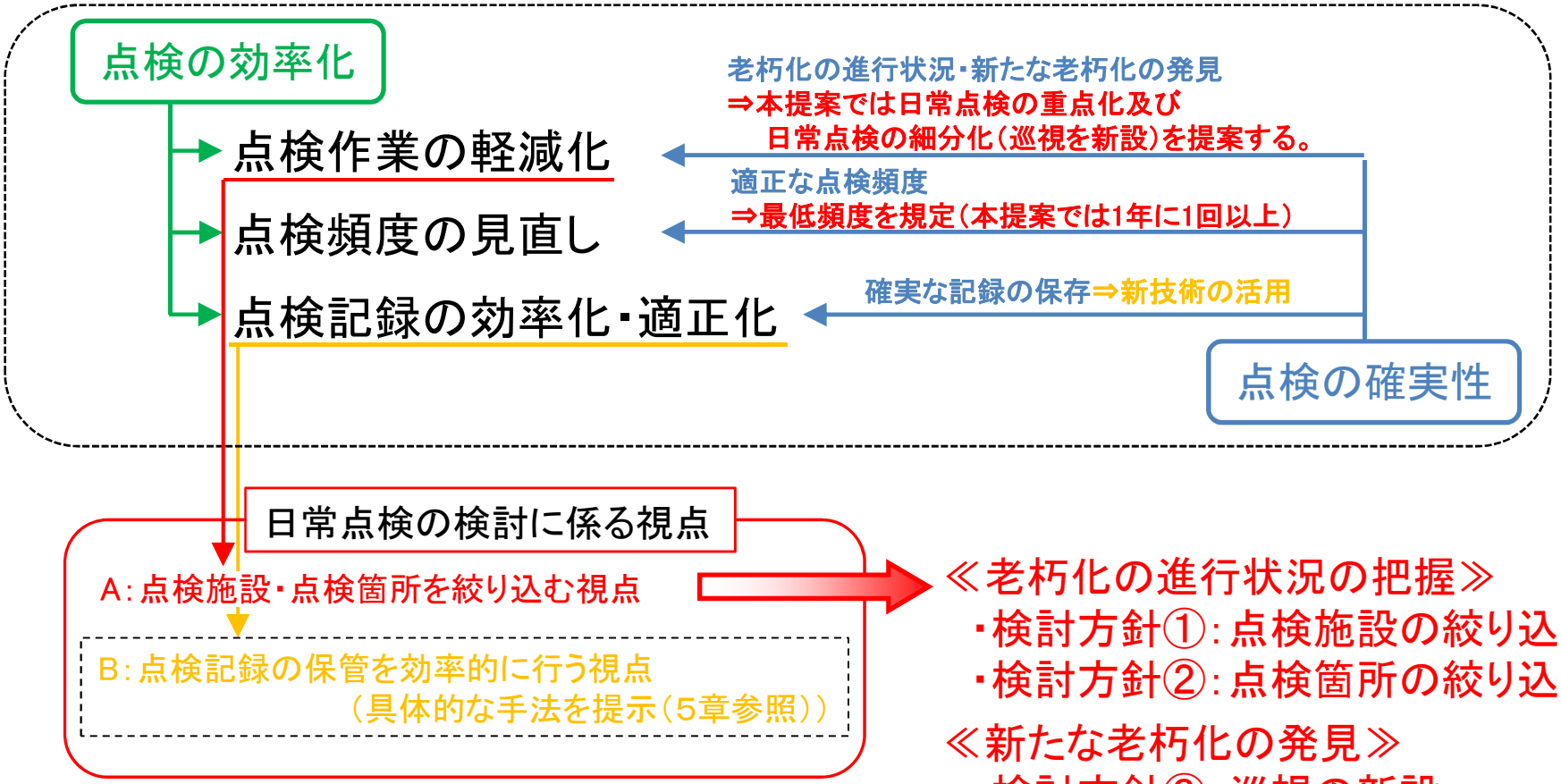
両方を踏まえた見直し方針の整理

実効性のある適切な維持管理の実現

4. 定期点検及び日常点検における見直し方針（案）

4－2）日常点検における課題解決のための検討方針（案）

≪日常点検の目的≫
老朽化の進行確認、新たな老朽化の進行箇所の発見



≪老朽化の進行状況の把握≫
・検討方針①：点検施設の絞り込み
・検討方針②：点検箇所の絞り込み

≪新たな老朽化の発見≫
・検討方針③：巡視の新設

日常点検の効率化を図るための検討のポイントは、以下の案が考えられる。

検討方針①：点検施設の絞り込み

- 漁港には複数施設があり、その全施設について日常点検を行うことは、労力・時間を要し、漁港管理者の負担が大きい。

例えば、以下の対応方法が考えられる。

a：対象施設の絞り込み

- 定期点検における老朽化状況を踏まえ、重要度の高い施設・老朽化が進んでいる施設を漁港の代表施設として点検実施対象施設を絞り込む。

例）・重要度の高い施設
⇒ 主要な陸揚げ岸壁・防災上重要な施設
（耐震強化岸壁・耐津波性を考慮した防波堤等）
・老朽化が進んでいる施設
⇒ 健全度B以上の施設

検討方針②：点検箇所の絞り込み

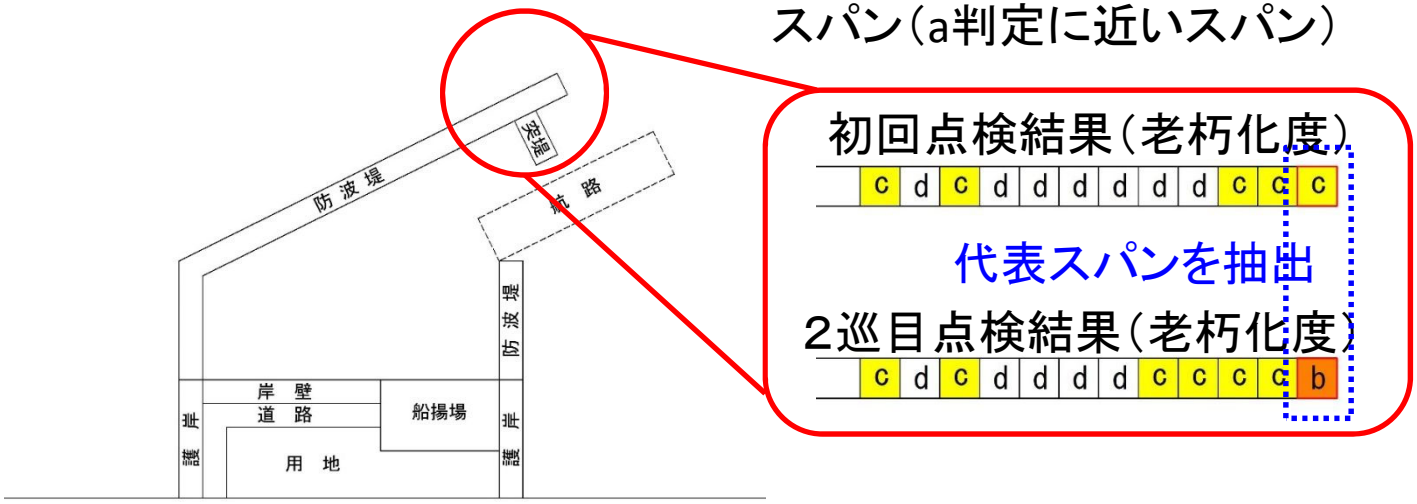
- 漁港施設は延長が長い施設が多く、全延長を点検することは、労力・時間を要し、漁港管理者の負担が大きい。

例えば、以下の対応方法が考えられる。

a：対象スパンの絞り込み

- 定期点検における老朽化状況を踏まえ、老朽化が進んでいるスパンを施設の代表スパンとして絞り込む。

例）代表スパン
⇒対象施設の中で最も老朽化度が高いスパン（a判定に近いスパン）



検討方針③：巡視の新設

- 代表施設、代表スパンに絞り込んで日常点検を行うが、全施設全般の点検を新たに「巡視」と位置付けて、新たな老朽化箇所の発見や大きな変状の有無に関して日常点検よりも迅速かつ簡易的に実施する。

a：巡視における点検内容

- 施設の安全性に及ぼす影響の大きい影響度Ⅰの位置に着目する。

施設の安全性に及ぼす影響度別の主な位置

施設	影響度Ⅰ	影響度Ⅱ	影響度Ⅲ
外郭施設	本体工 エプロン工（水叩き）	本体工（防食工） 上部工 消波工	附帯工（車止め、係船環等） 排水工（排水設備）
護岸	本体工 エプロン工（水叩き）	本体工（防食工） 上部工 消波工	附帯工（車止め） 排水工（排水設備）
係留施設	本体工 エプロン工（水叩き）	本体工（防食工） 上部工 斜路工	附帯工（防舷材、係船柱、車止め、すべり材等） 排水工（排水設備）

出典） 水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成27年5月改訂）p.23より抜粋

≪日常点検の細分化≫

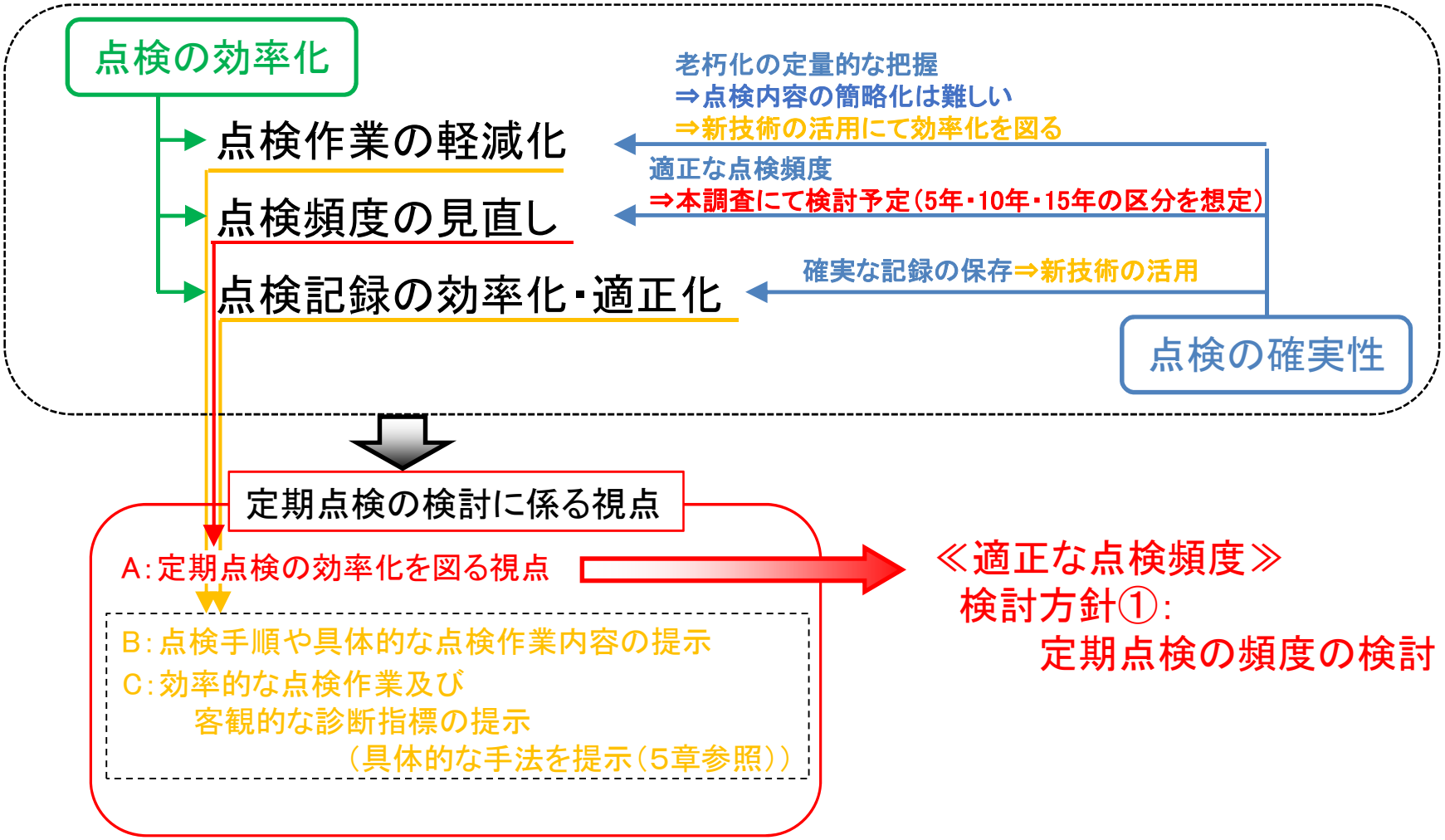
- 現行基準における日常点検を細分化する。
  - ・巡視の新設（施設の大きな変状・新たな変状の有無を確認）
  - ・日常点検の重点化（老朽化の進行確認⇒代表施設・代表スパンに絞り込み）

新区分	巡視（新設）	日常点検
目的	施設における大きな変状の有無、新たな老朽化の進行箇所の発見	老朽化の進行確認、新たな老朽化の進行箇所の発見
内容	施設の安全性に及ぼす影響の大きい工種（影響度Ⅰ）を対象とし、施設毎に調査結果を取りまとめる。ただし、新たな変状や大きな変状が発見された場合には日常点検も実施する。	簡易調査（簡易項目）に沿った目視（陸上）調査
実施範囲	全施設を対象に実施	・対象施設；重要度の高い施設及び老朽化が進行している施設 ・対象スパン；劣化の進展が速いスパンや施設の機能に支障を及ぼす可能性がある変状が確認されているスパンを代表スパンとして調査対象とする。
実施時期	概ね1年に1回以上。	概ね1年に1回以上。
様式	・簡易調査（簡易項目）の様式5（変状の有無）を活用することができるが、記載内容が網羅されるのであれば、様式は問わない。（漁港施設の点検システムの活用等） ・様式6（変状写真）は省略可とするが、被災時の時系列記録となるため、写真を撮影しておくことが望ましい。	簡易調査（簡易項目）の様式5・6を活用することができるが、記載内容が網羅されるのであれば、様式は問わない。（漁港施設の点検システムの活用等）
備考	漁業者等からの情報提供等を記録として整理することで巡視の代用として良い。	

4. 定期点検及び日常点検における見直し方針（案）

4－3）定期点検における課題解決のための検討方針（案）

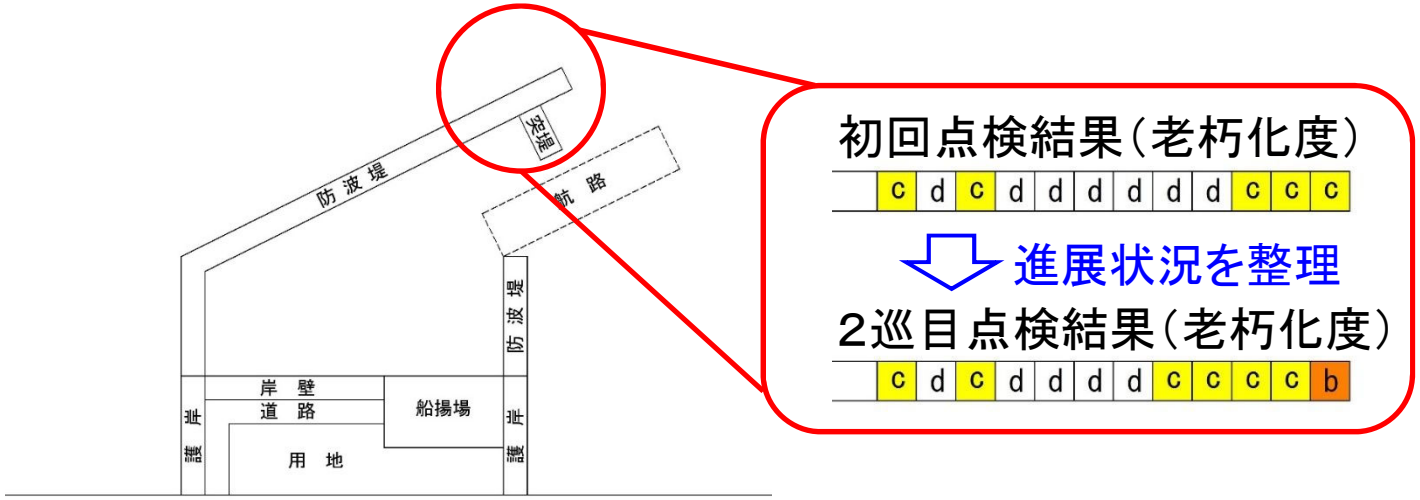
≪定期点検の目的≫
現行の機能保全計画書の見直しのため ⇒「老朽化の定量的な把握」



定期点検の効率化を図るための検討のポイントは、以下の案が考えられる。

検討方針①：定期点検の頻度の検討

- 老朽化予測等の機能保全計画の見直し作業や点検結果の蓄積・活用等を考慮すると点検内容の簡略化・重点化は難しい。
- 初回の定期点検以降の老朽化の進展状況を整理し、その結果を踏まえ、定期点検の適正な実施間隔の検討を行う。



例えば、以下の検討方法が考えられる。

a1：老朽化度進展状況の評価

- 初回及び2巡目の定期点検結果での老朽化度（変状a～d）の進展状況を分析し、施設毎・構造形式毎・使用材質毎の老朽化の進展状況を整理する。
- その整理資料から老朽化度の進展速度の大小を分析する。

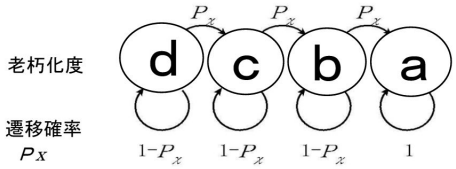
a2：既往の健全度評価や老朽化予測から老朽化進展状況の評価

- 初回及び2巡目の定期点検での健全度評価（健全度A～D）と老朽化予測の結果から老朽化の進展状況を分析し、施設毎・構造形式毎・使用材質毎の老朽化の進展状況を整理する。
- その整理資料から老朽化の進展速度の大小を分析する。

b：漁港施設の重要度や構造形式を考慮した点検間隔の設定

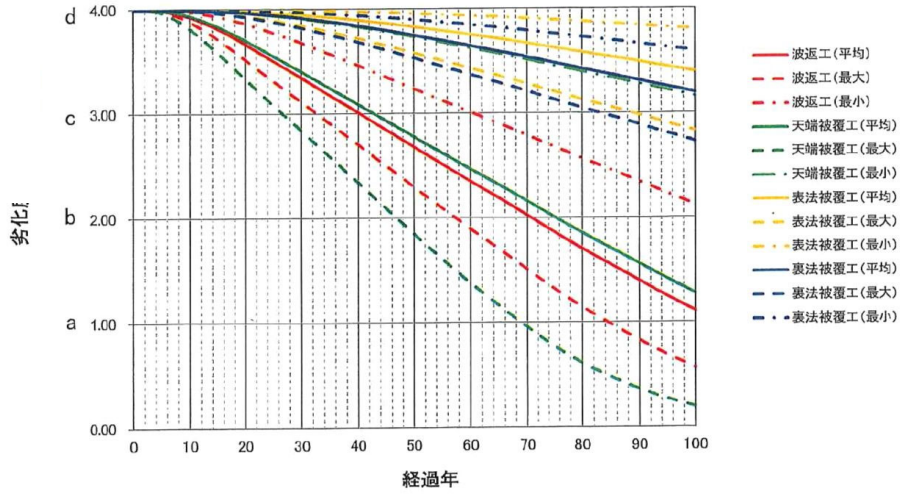
- 現行基準では水産物拠点、流通拠点漁港における主要な施設については、間隔5年とし、それ以外の漁港の間隔5～10年と区分している。
- 本検討における分析結果（a1・a2）から、施設の重要度や構造形式を考慮した点検間隔を検討する。なお、漁港全体での点検間隔にも配慮する。
（点検間隔としては5年・10年・15年の区分を想定）

a1：老朽化度進展状況の評価（マルコフ連鎖モデル案）



（注）老朽化度（a、b、c、d）の分割数n
（例）d→d_1、d_2、d_3、・・・・dn

マルコフ連鎖モデルにおける老朽化度の推移



出典）海岸保全施設維持管理マニュアル

劣化予測曲線（イメージ図）

初回点検結果を用いたマルコフ連鎖モデルによる老朽化予測（遷移確率p_1、分割数n_1）

2巡目の点検結果を用いたマルコフ連鎖モデルによる老朽化予測（遷移確率p_2、分割数n_2）

↓

マルコフ連鎖モデルによる老朽化予測結果（遷移確率p等）の比較（老朽化の進展状況（施設・構造物・使用材質別等）の整理）

↓

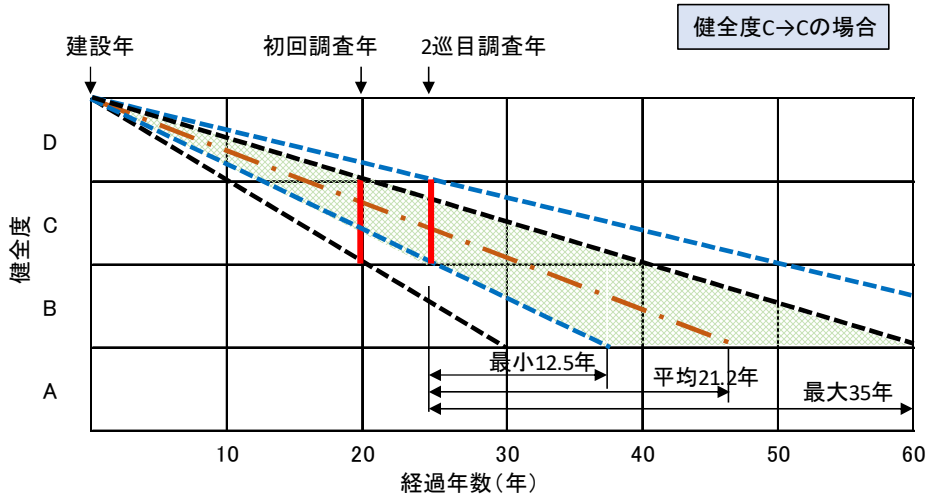
変状ランクが進展する際の推定劣化年数をd→c、c→b、b→a別に整理（最小～平均～最大）

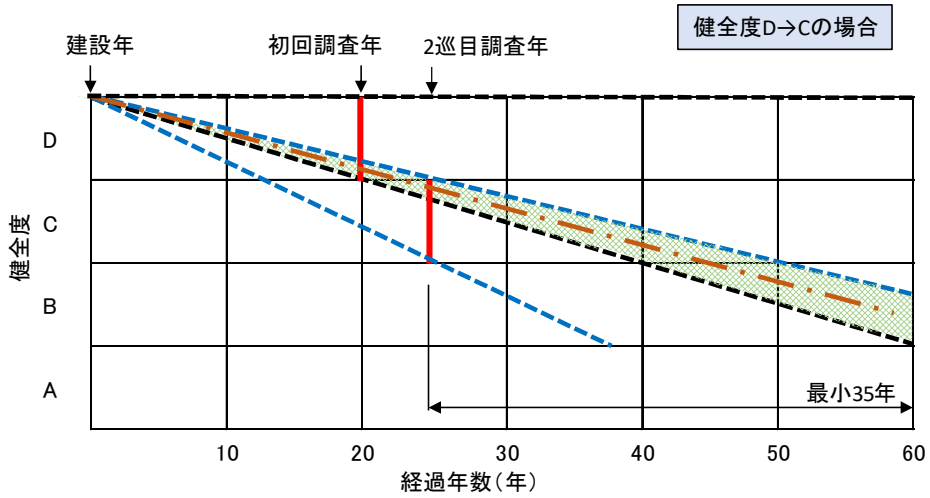
↓

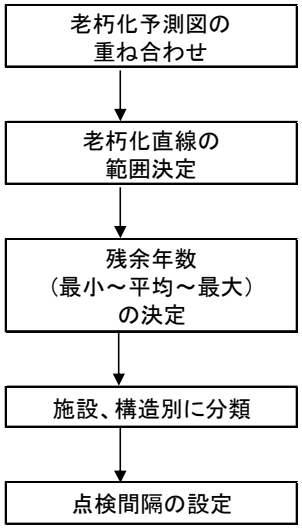
点検間隔の設定

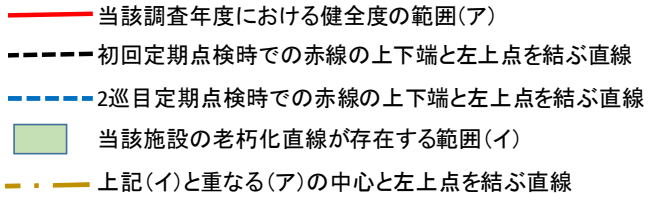
注）上記推定劣化年数をもとに分析・検討

a2：既往の健全度評価や老朽化予測から老朽化進展状況の評価（検討案）

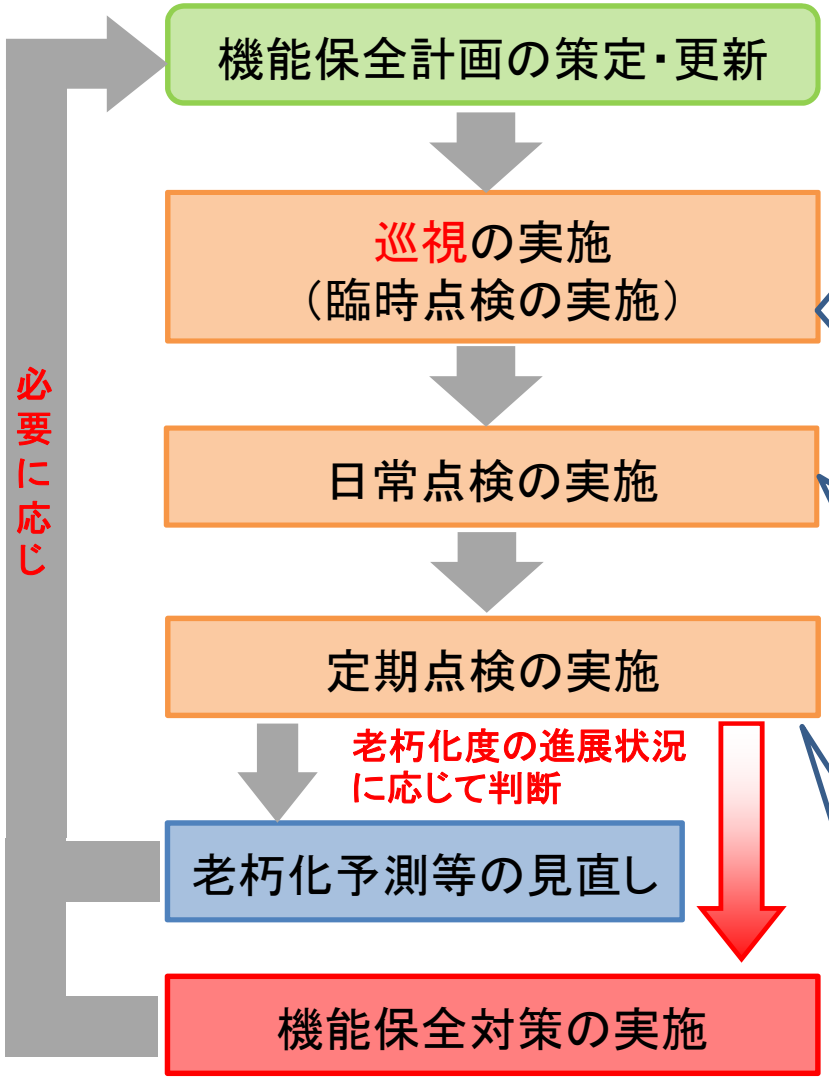








≪見直し(案)の点検作業の流れ≫



【実施内容】
- 陸上目視
  (大きな変状の有無・新たな老朽化箇所の発見)

【実施時期】
- 概ね1年に1回以上。

【実施範囲】
- 全施設

※臨時点検;高波浪の来襲後や一定規模以上の震度の地震発生後等に実施
(変状が確認された場合は日常点検を実施)

【実施内容】
- 簡易調査(簡易項目)に沿った目視(陸上)調査

【実施時期】
- 概ね1年に1回以上。

【実施範囲】
- 代表施設の代表スパン

【実施内容】
- 簡易調査(重点項目)を実施
  (目視＋計測;老朽化度abcd判定を行う)
  (必要に応じて詳細調査を実施)

【実施時期】
- 施設の重要度や構造形式を考慮した点検間隔を検討(5年・10年・15年の区分を想定)

【実施範囲】
- 全スパン(詳細調査は代表スパン)

５．本調査における提案事項（案）

５－１）日常点検における提案事項

≪視点Ｂ≫

点検記録の保管を効率的に行う視点

- 日常点検において新技術を活用することで、効率的に記録の保管が可能となる。

ａ：新技術の採用

➢ 新技術を活用することで効率的な点検記録を作成することが可能となる。

【点検記録の効率化・適正化】

≪データベースの構築≫

Ａ：維持管理情報プラットフォームの活用

≪点検作業の効率化≫

Ｂ：漁港施設の点検システムの活用

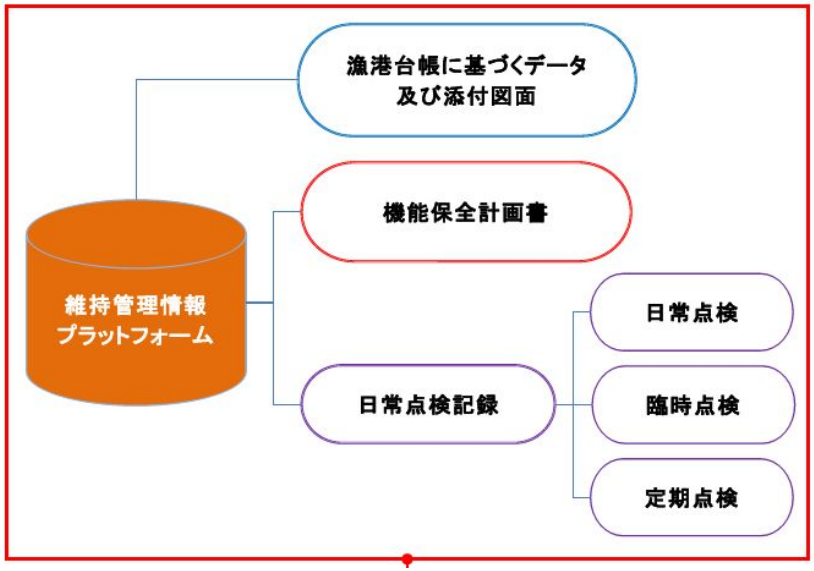
A:維持管理情報プラットフォームの活用（1/2）

- 点検記録を記録・保存することは、老朽化の進展状況等を効率的に把握でき、以降の機能保全計画の見直しの際にも必要不可欠となる。
- 本項の検討においてはスパン割図・変状図等の図面データや写真データ及び日常管理点検の記録・保存について、維持管理情報プラットフォームの活用を提案する。

システムの構成

①基本部分（データベース機能）
1） 施設現況調書にかかる情報
2） 施設機能診断結果にかかる情報
3） 機能保全対策にかかる情報
4） 上記に関係する資料（図面、設計関係資料、調査記録等）
5） 日常・臨時・定期の各種点検データの格納・参照・分析

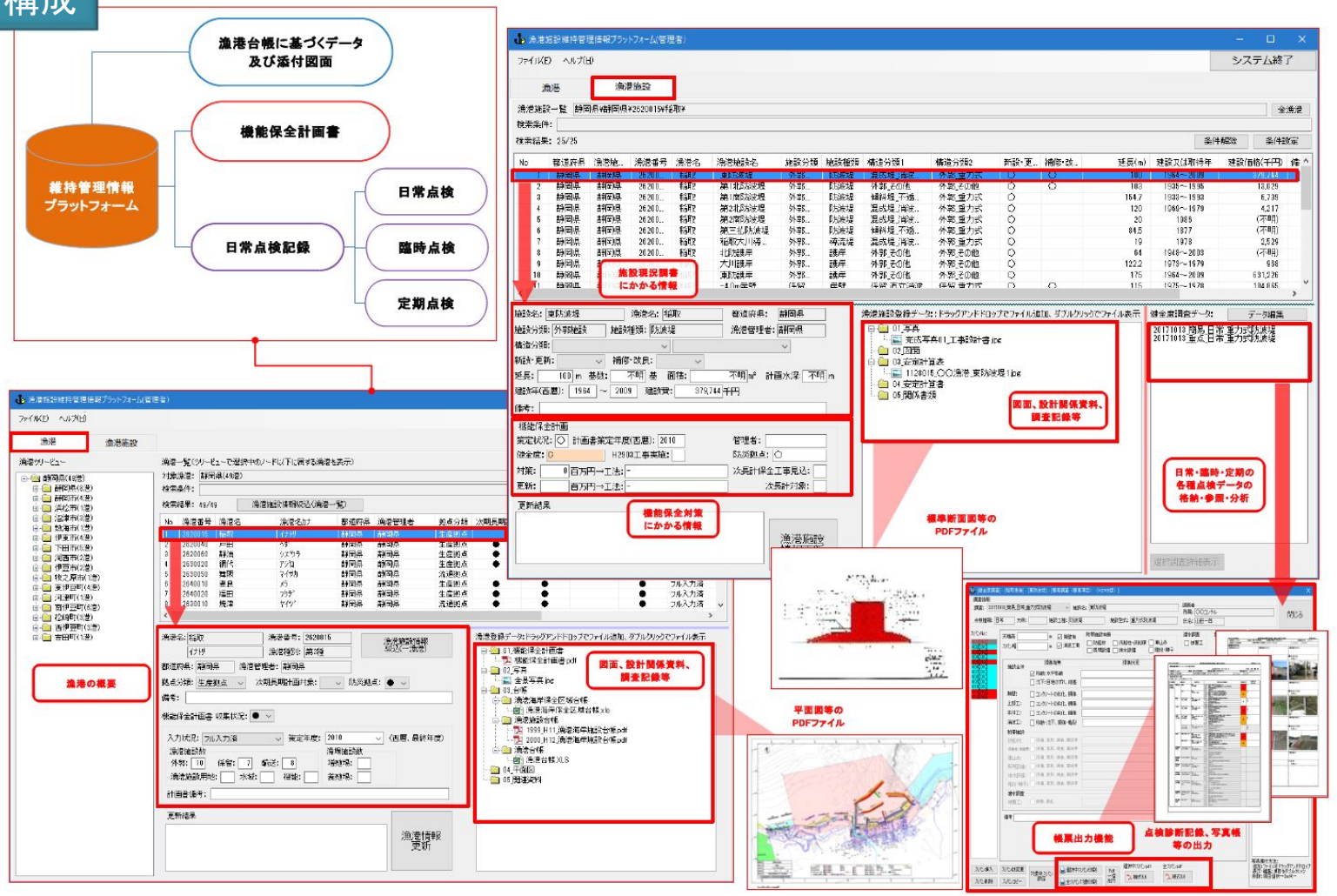
②拡張部分（各種分析機能）
1） 対策コストにかかる分析機能
2） 老朽化予測機能
3） 登録情報の共有化機能



漁港施設の維持管理情報プラットフォームの構成

A:維持管理情報プラットフォームの活用（2/2）

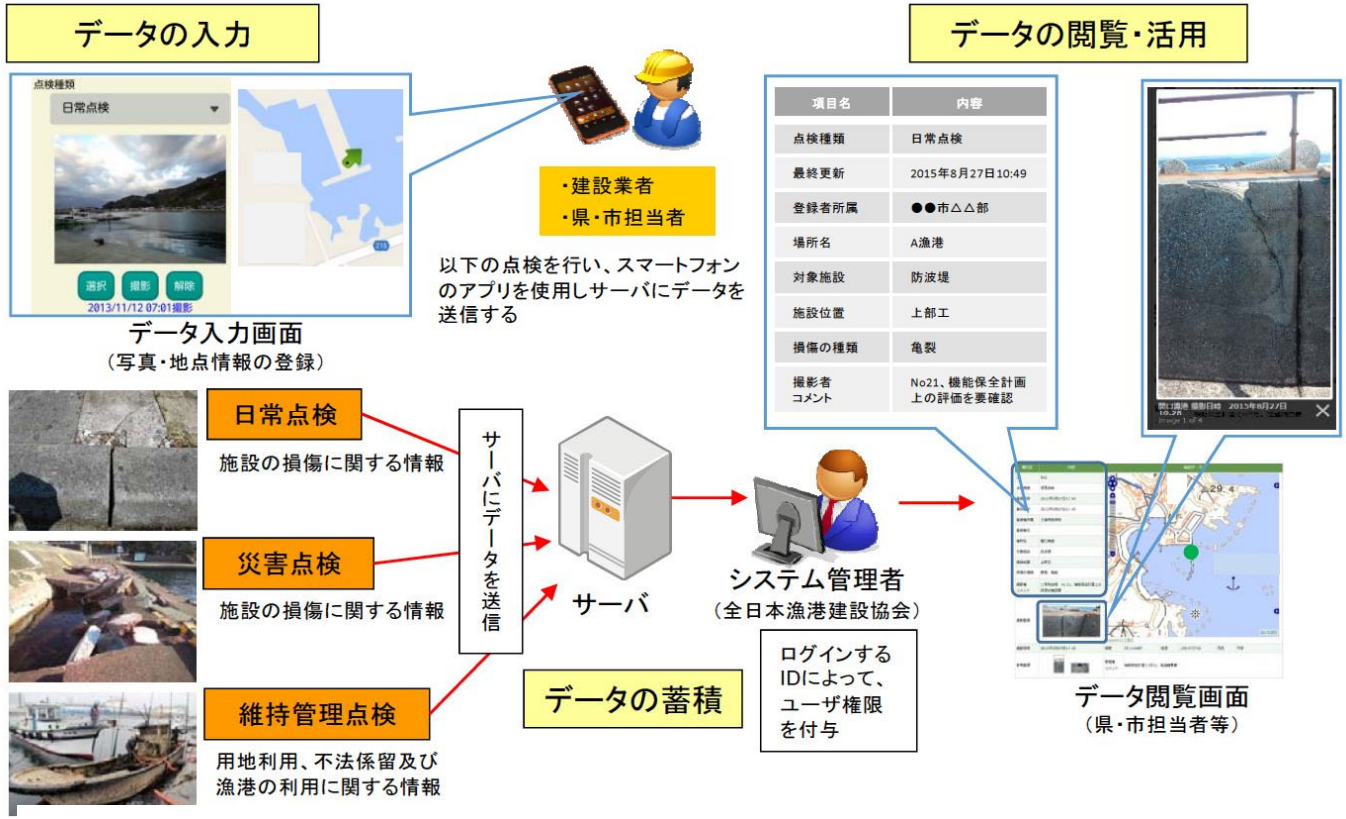
システムの構成



「漁港施設の維持管理情報プラットフォーム」の概要

B：漁港施設の点検システムの活用

- 現地で容易に点検情報の登録が行える「漁港施設の点検システム」を活用することにより、点検作業の負担を低減することが出来る。
- 日常点検の記録を適切に保全でき、蓄積された登録データの利活用を一元管理の下で行える。（維持管理情報プラットフォームとの連携も可能）
- 登録データの出力形式がそのまま日常点検の記録様式になるように今年度改良予定。



漁港施設の点検システムのイメージ

５－２）定期点検における提案事項

≪視点B≫

点検手順や具体的な点検作業内容の提示

- 専門の技術力を保有していなくても使用できるように解説図や写真等を用い、わかりやすい記述としたマニュアルとする。

例えば、以下の内容が考えられる。

a：解説図や写真を用いたわかりやすい内容

➢ 特に現地調査時に判断しづらい部分をわかりやすくする。
（ひび割れ幅の計測方法や判定bとなる小規模欠損等）

b：変状図の記載方法

➢ 現行基準には規定されていない変状図の記載方法を検討する。
例）防波堤
平面図・側面図（港外側・港内側）の様式及び記入事項

≪視点C≫
効率的な点検作業及び客観的な診断指標の提示

- 現地調査および点検結果の記録においては、下記に示す新技術を活用することにより、効率的な点検手法を実施することができる。
- 画像や三次元データ、数値指標を取得することで、診断結果のバラツキを防止することや老朽化の進展検討（重ね合わせ等）が容易となり、効率的な機能診断や点検データの活用を行うこともできる。

【現地調査の効率化】

≪センシング技術の活用（陸上）≫

C：UAVの利用（空撮の実施により現地調査の短縮化が可能）

≪センシング技術の活用（水中）≫

D：ナローマルチ測深機の活用

（海底地形・洗掘・水中のブロック類の散乱を潜水調査することなく面的に把握）

E：ROVの活用

（海底地盤の洗掘、水中のブロック類の散乱等局部的な変状把握が可能）

【点検記録の効率化・適正化】

≪データベースの構築≫

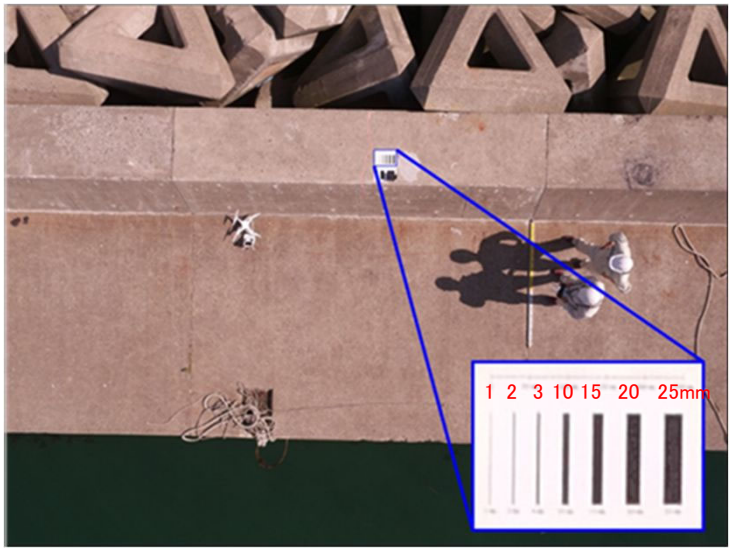
A：維持管理情報プラットフォームの活用

C：UAVの活用（1/2）

・UAVの利用により、短時間で広域に渡る写真撮影が可能となる。またカメラの画角や解像度、UAVの飛行高度の設定により、俯瞰撮影から詳細な視認までを行うことができる。とくに、人の立入が困難な消波工や天端幅の狭い護岸、胸壁、陸から隔てられた沖防波堤、水中の消波ブロックの配置状況等における点検を安全かつ効率的に行うことができる。
・漁港施設の点検は調査員によって行われているが、転倒・落水の危険を伴う点検箇所、ゴミや植生に加え雨や雪等による変状の見落とし、調査員による老朽化度判定のバラつき等を軽減することができる。

UAV （名称：DJI Inspire1 V2.0）

UAVによる調査状況



カメラキャリブレーションの実施状況
（飛行高度10m，クラック幅2mmを視認．）

C：UAVの活用（2/2）

・空撮の活用では、外郭施設・係留施設が主な対象施設となる。

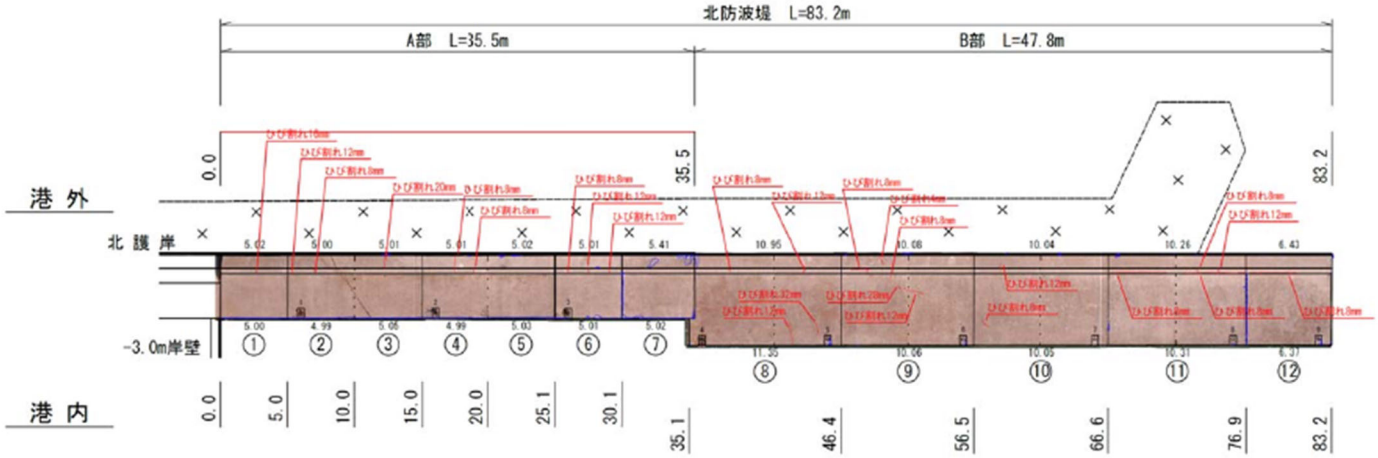
・対象とする変状は、施設全体の移動、上部工・本体工におけるひび割れ・欠損、消波工の沈下等である。

・判定cの判断に必要なひび割れ幅の要求精度は施設、調査項目によって異なり、分解能の関係から幅10mmのクラックに対しては高度20m、幅3mmのクラックに対しては機種によっては高度5m以下での撮影が必要となる。

・撮影した複数の画像はオーバーラップさせ、マッチングしやすいように人工構造物の撮影を含むよう配慮する。

・スパン毎に撮影した写真を既往施設平面図と重ね合わせ、各施設におけるクラック・欠損の抽出を行う。

・空撮による防波堤の点検事例を下図に示す。



出典）「無人航空機（UAV）を活用した水産基盤施設の点検の手引き」（平成31年3月）

UAV撮影画像解析

前回点検結果との重ね合わせ（案）

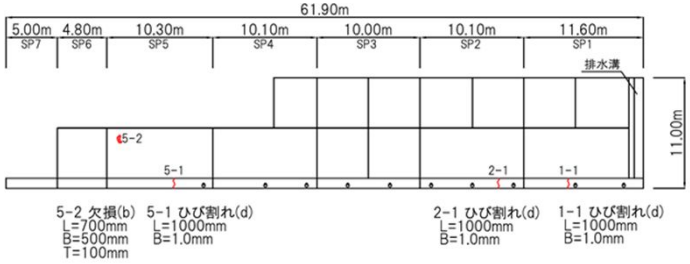
- 前回点検結果と新たな定期点検結果の対比では新たな変状の発見及び劣化の進展状況が目的となる。
- 既往のスパン割図や変状図を活用し、CADデータの重ね合わせやUAV等を活用した空撮写真との重ね合わせ等の効率性・客観性を考慮した検討手法を整理する。

・施設の変状図を記載するCAD図（平面図・側面図）は前回点検時のCAD図を使用することが基本となるが、現地と照合してCAD図に問題のある場合には、CAD図を適宜修正して確定版を作成する必要がある。
・前回点検結果の変状図の上に、第2回点検結果の変状を重ね合わせする。この際、追記する変状の情報は色を変えるなどして区別できるようにする。・重ね合わせにより次の情報が読み取りやすくなる。

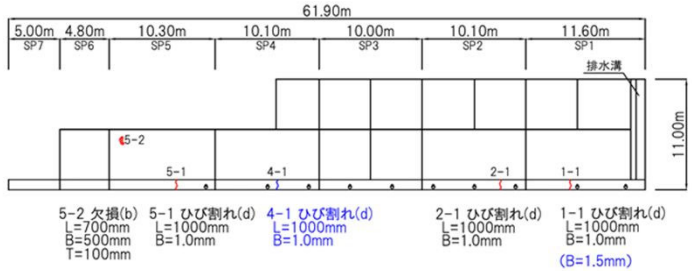
ｉ） 変状の進展度、進展範囲が明瞭となる。
ii） 前回点検時の位置情報などをチェックし、不整合な箇所の修正が可能となる。

・他方、前回点検時に変状が密に見られる場合には、重ねることにより煩雑な表示となる場合もあり得る。
・重ね合わせにおいては次の点に留意する必要がある。

ｉ） 変状の形状や寸法が小型化したり、ひび割れ幅が細くなるなど、変状の正常な変化と考えにくい調査結果となる場合もあり得る。これは計測方法に関する個人差に由来すると考えられ、正しい変状の進展を評価する際に問題となる。
ii） 変状の数が増加した場合、純粋な変状の進展なのか、前回点検時における調査漏れなのか、正しく見極める必要がある。



初回点検結果（護岸平面図）



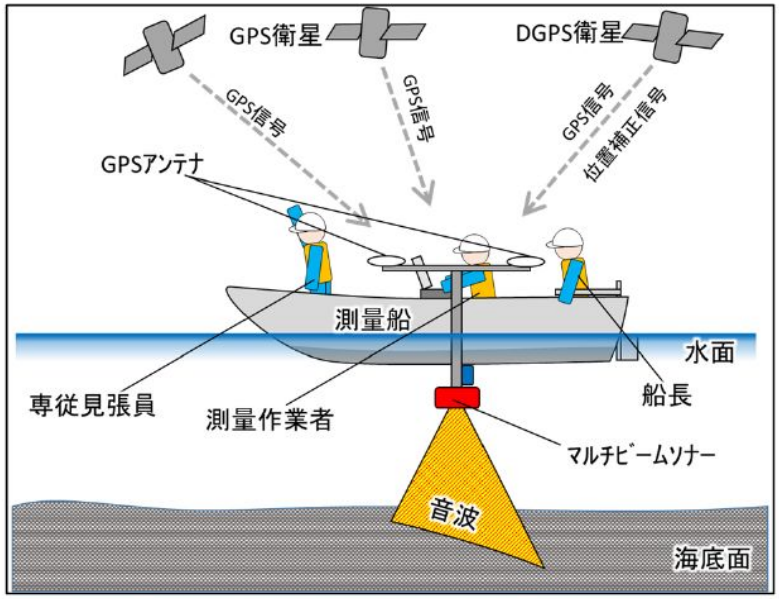
（※）第2回点検結果を青字・青線で示す

第2回点検の重ね合わせ（護岸平面図）

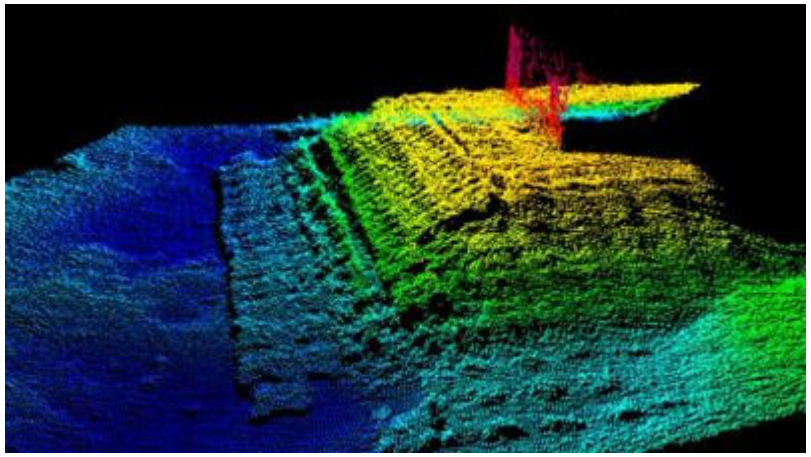
D:ナローマルチ測深機の活用

・二次元・三次元データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。

・海底地形、海底地盤の洗堀、水中の消波ブロックや根固ブロックの散乱などナローマルチ測深機により面的に効率的に把握することが可能となる。



海底地形測量の状況図

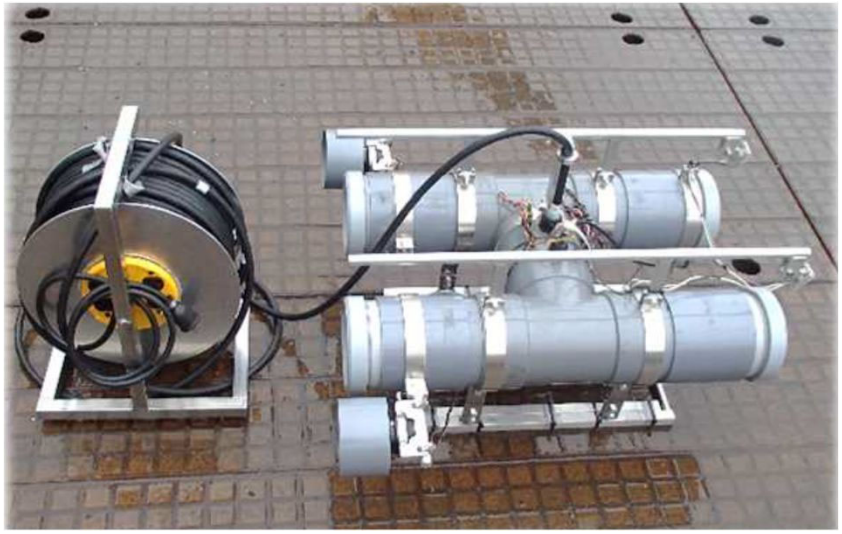


被覆ブロック据付状況

E：ROVの活用

・水深40m程度までを使用水深とし、ハイビジョンカメラ、LED照明、深度センサーや距離センサーなどの装備品を軽量フレーム構造に納め、三軸スラスターを搭載しスムーズな動作が可能である。

・海底地盤の洗堀、水中の消波ブロックや根固ブロックの散乱など、ROVにより局部的な変状を含め潜水作業を伴わずに把握することが可能となる。



ROV本体とケーブル

引用） 国土交通省総合政策局HP

.港湾構造物の前肢端部の状態(深度約7m)

引用） 国土交通省総合政策局HP

点検に関する新技術の整理

	新　技　術	直轄調査	海岸M	港湾M	NETIS	M（案）への記載	備考
【点検記録の効率化・適正化】							
≪データベースの構築≫							
A	維持管理情報プラットフォーム	○				◎	R元年：運用版配布
≪点検作業の効率化≫							
B	漁港施設の点検システム	○				◎	R元年：運用版配布
【現地調査の効率化】							
≪センシング技術の活用（陸上）≫							
C	ＵＡＶ	○	○	○		◎	H31年：手引き公開
≪センシング技術の活用（水中）≫							
D	ナローマルチ測深機	○	○	○		◎	H30年：直轄調査にて検討
E	ＲＯＶ		○	○		◎	
	3Dレーザースキャナによる変状・損傷計測システム				○	○	3次元データの取得が可能
	地中探査技術（3Dレーザー・高精度マイクロ波 等）		○	○	○	○	効率化に資する技術を抽出
	センサによるモニタリング		○	○	○	△	桟橋の鋼管杭にセンサーを取り付ける等見えない部分への対策案であり、漁港施設では適用が考えられる施設が少ない
	GNSS測量		○			－	一般的な方法 （新技術ではない）
	デジタルカメラを用いたひび割れの画像解析	○		○	○	－	検討中（の段階のため、記載は見送り
	デジタルカメラや赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析			○	○	－	〃
	コンクリートや鉄筋の診断技術				○	－	非破壊試験方法は複数あり、目的に合わせて適切に判断する必要がある
	（固有振動及び透過弾性波を用いた基礎部と堤体内部欠陥の診断手法）	○				－	検討中の段階のため、記載は見送り
	（衝撃弾性波法による非破壊検査）			○		－	－
	（機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測）					－	－

参考資料－１

表－ 点検の種類と内容等（現行基準）

日常点検	目的	老朽化の進行確認、新たな老朽化の進行箇所の発見
	内容	簡易調査（簡易項目）に沿った目視（陸上）調査
	実施範囲	全スパンを対象に実施
	実施時期	概ね1年に1回以上。
	様式	簡易調査（簡易項目）の様式（有無）を活用することができる
	備考	漁業者等からの情報提供等により管理者等の体制を補完
臨時点検	目的	高波浪・地震・船舶の衝突等が発生した場合、施設の変状の有無の把握のため
	内容	簡易調査（簡易項目）に沿った目視（陸上）調査
	実施範囲	全スパンを対象に実施
	実施時期	事案発生後可能な限り速やかに。
	様式	簡易調査（簡易項目）の様式（有無）を活用することができる
	備考	
定期点検	目的	現行の機能保全計画書の見直しのため
	内容	簡易調査（重点項目）を実施
	実施範囲	全スパンを対象に実施
	実施時期	・生産拠点・流通拠点漁港における主要な施設は概ね5年に1回 ・それ以外の漁港については漁港等の機能の重要性を踏まえ、概ね5～10年の間隔で適切に実施
	様式	簡易調査（重点項目）の様式（老朽化度abcd判定）を使用
	備考	必要に応じて詳細調査を実施

表－ 点検の種類と内容等（見直し方針（案））

巡視（新設）	目的	施設における大きな変状の有無、新たな老朽化の進行箇所の発見
	内容	・施設の安全性に及ぼす影響の大きい工種（影響度Ⅰ）を対象とし、施設毎に調査結果を取りまとめる。 ・ただし、新たな変状や大きな変状が発見された場合には日常点検も実施する。
	実施範囲	全施設を対象に実施
	実施時期	概ね1年に1回以上。
	様式	・簡易調査（簡易項目）の様式5（変状の有無）を活用することができるが、記載内容が網羅されるのであれば、様式は問わない。（漁港施設の点検システムの活用等） ・様式6（変状写真）は省略可とするが、被災時の時系列記録となるため、写真を撮影しておくことが望ましい。
	備考	漁業者等からの情報提供等を記録として整理することで巡視の代用として良い。
日常点検	目的	老朽化の進行確認、新たな老朽化の進行箇所の発見
	内容	簡易調査（簡易項目）に沿った目視（陸上）調査
	実施範囲	・対象施設；重要度の高い施設及び老朽化が進行している施設 ・点検対象スパン；劣化の進展が速いスパンや施設の機能に支障を及ぼす可能性がある変状が確認されているスパンを代表スパンとして調査対象とする。
	実施時期	概ね1年に1回以上。
	様式	簡易調査（簡易項目）の様式5・6を活用することができるが、記載内容が網羅されるのであれば、様式は問わない。（漁港施設の点検システムの活用等）
	備考	
臨時点検	目的	高波浪・地震・船舶の衝突等が発生した場合、施設の変状の有無の把握のため
	内容	全施設について巡視と同様の点検を実施するものし、変状が確認された施設については日常点検と同様の点検を実施する。
	実施範囲	全施設を対象に実施
	実施時期	事案発生後可能な限り速やかに。
	様式	点検結果を踏まえ、巡視・日常点検において示されてる様式で点検記録を作成する。
	備考	臨時点検は漁港管理者が行い、記録簿を作成すること。（記録簿が作成可能であれば、外部に協力を依頼しても良い）
定期点検	目的	現行の機能保全計画書の見直しのため
	内容	簡易調査（重点項目）を実施
	実施範囲	全スパンを対象に実施
	実施時期	施設の重要度・健全度評価・構造形式を考慮して設定した点検間隔※を参考に実施 ※点検間隔；今年度調査にて検討を行う。
	様式	簡易調査（重点項目）の様式（老朽化度abcd判定）を使用
	備考	必要に応じて詳細調査を実施

：検討会での協議課題にする項目

参考資料－２

漁港施設の定期点検についてのアンケート調査結果

これまでの定期点検における課題や2巡目の定期点検において留意すべき事項についてアンケート調査を実施した。
下記に調査対象及び回答者の内訳を示す。

・調査対象；漁港管理者（40都道府県、403市町村、北海道開発局）
；調査会社（建設コンサルタント25社）

表－　アンケート回答者の内訳

	漁港管理者				調査会社
	都道府県	市町村	北海道開発局	管理者合計	建設コンサルタント
依頼数	40	403	1	444	25
回答数	35	305	1	341	25
回答率	87.5%	75.7%	100%	76.8%	100%

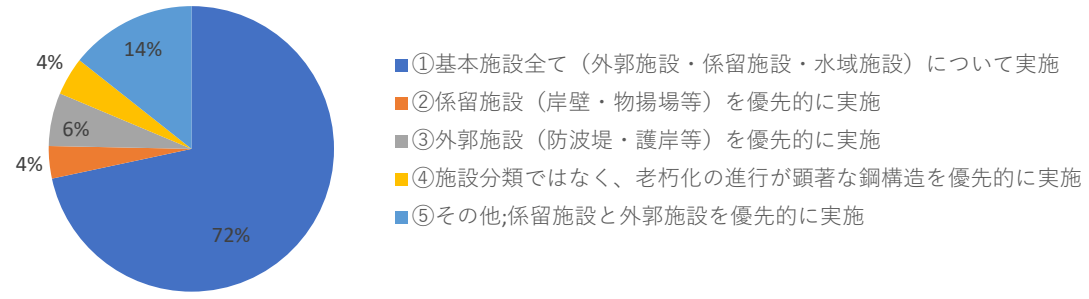
【アンケート内容及び回答】

以下の設問については、ご担当する**代表的な漁港（管内漁港において進捗が平均的な漁港）**を対象にご記入願います。

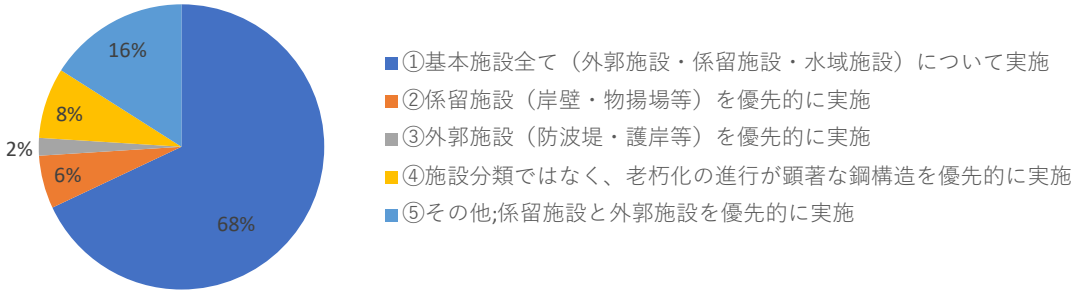
1.これまでの機能保全に係る点検作業について

1-1）定期点検について

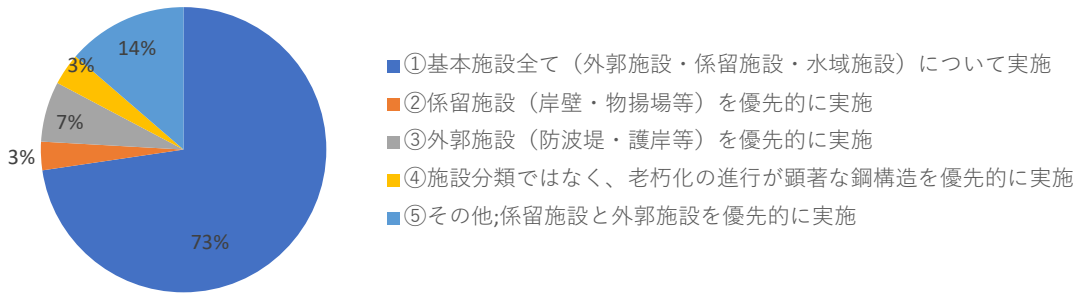
Q1：　対象漁港において、どの施設について定期点検を実施していますか？



（漁港管理者全体）



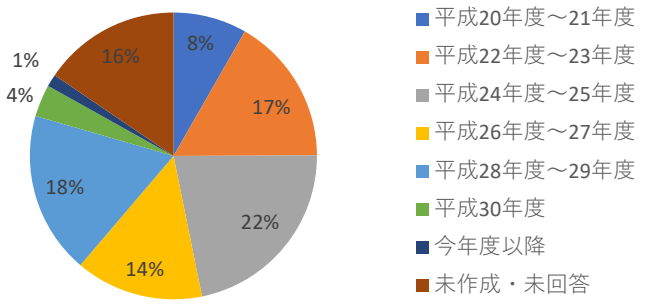
（都道府県）



（市町村）

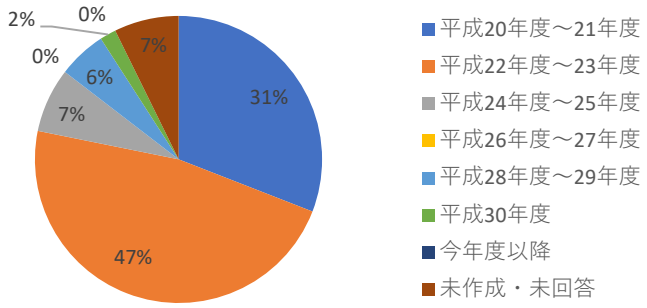
Q2：　初回の定期点検の実施・機能保全計画の作成は平成何年度に実施しましたか？　複数の場合には期間でご記入下さい。

（漁港管理者全体）　平均策定期間：平成25年度～平成28年度



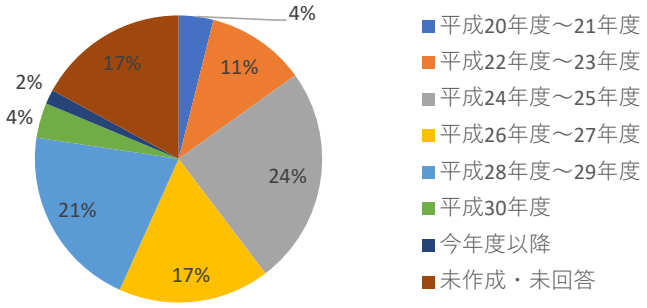
（漁港管理者全体：初回の定期点検の開始年次）

（都道府県）　平均策定期間：平成23年度～平成27年度



（都道府県：初回の定期点検の開始年次）

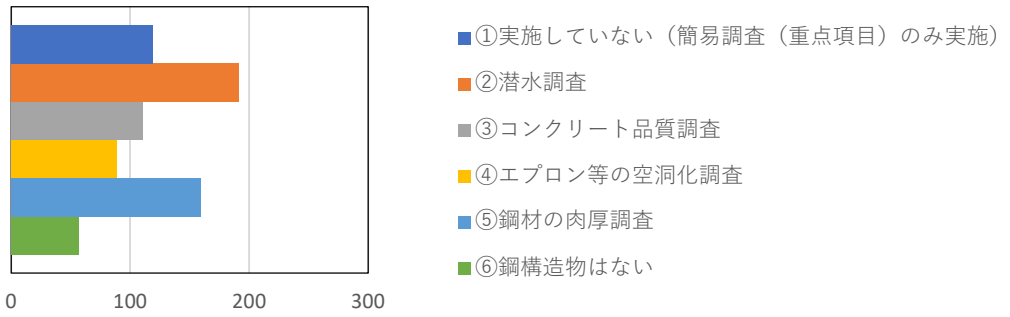
（市町村）　平均策定期間：平成26年度～平成28年度



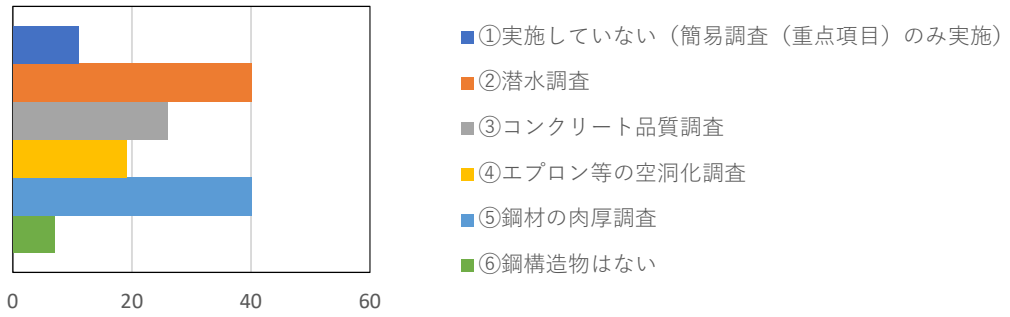
（市町村：初回の定期点検の開始年次）

Q3：

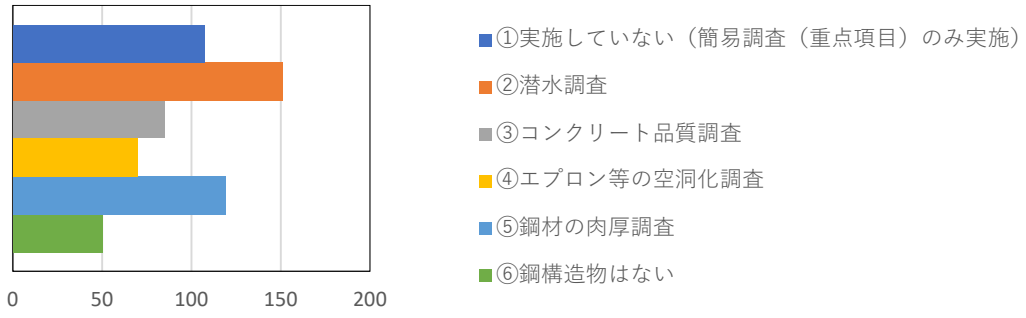
初回の定期点検で実施した詳細調査項目は次のどれですか？（複数回答可）
ただし、⑤を選択しない場合、鋼構造物施設の有無については、選択肢⑥に該当するか記入して下さい。



（漁港管理者全体）



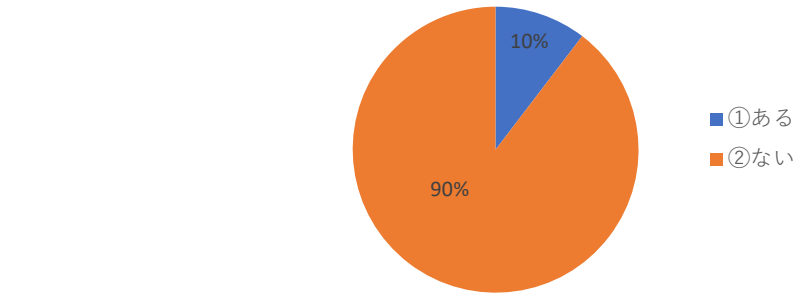
（都道府県）



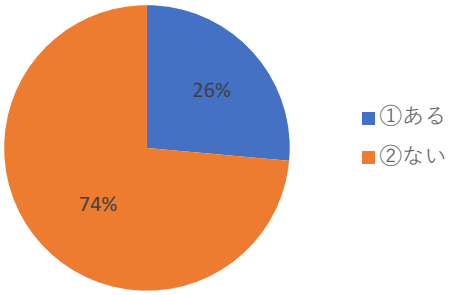
（市町村）

Q4：

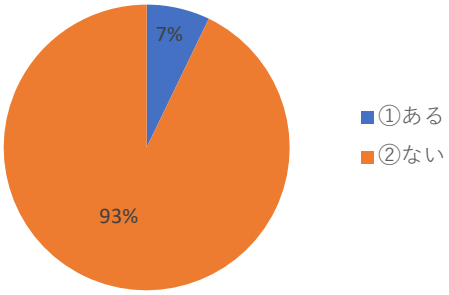
2巡目の定期点検を実施した漁港施設はありますか？
※「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」によれば、定期点検は5年～10年に1回とされている。
・水産物生産・流通拠点漁港における主要な施設については概ね5年に1回。
・それ以外の漁港については、漁港等の機能の重要性を踏まえ、概ね5年～10年の間隔で適切に設定。



（漁港管理者全体）



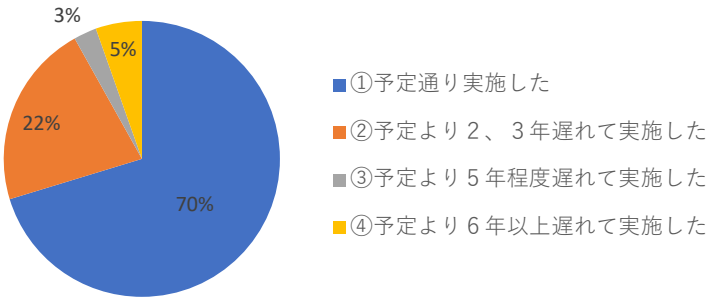
（都道府県）



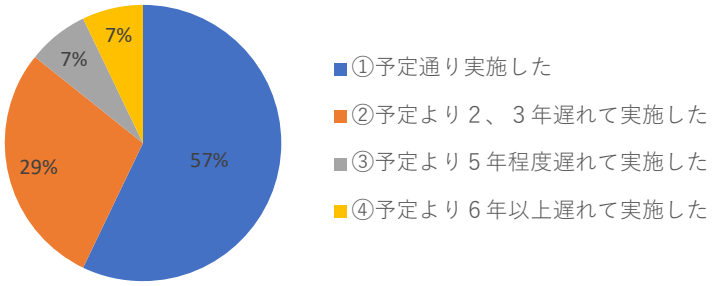
（市町村）

Q5：

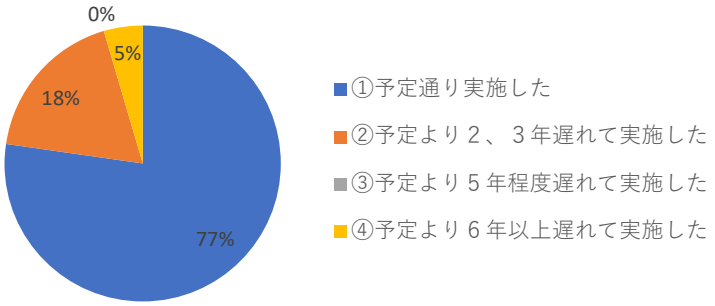
Q4で「①ある」と回答の方にお聞きします。
2巡目の定期点検は機能保全計画において立案した予定通りに実施しましたか？



（漁港管理者全体）



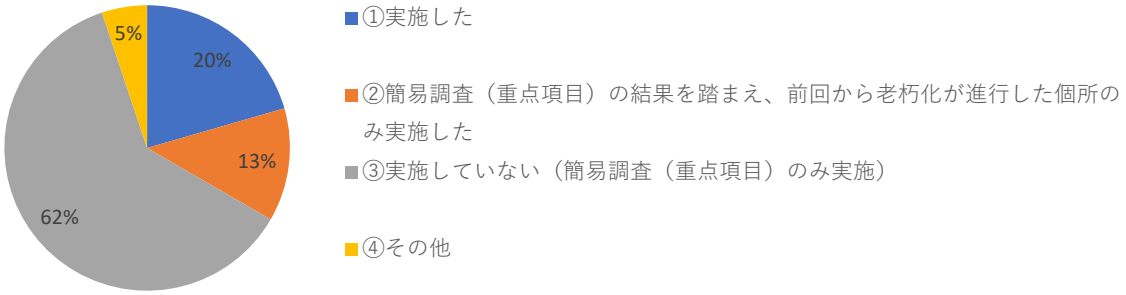
（都道府県）



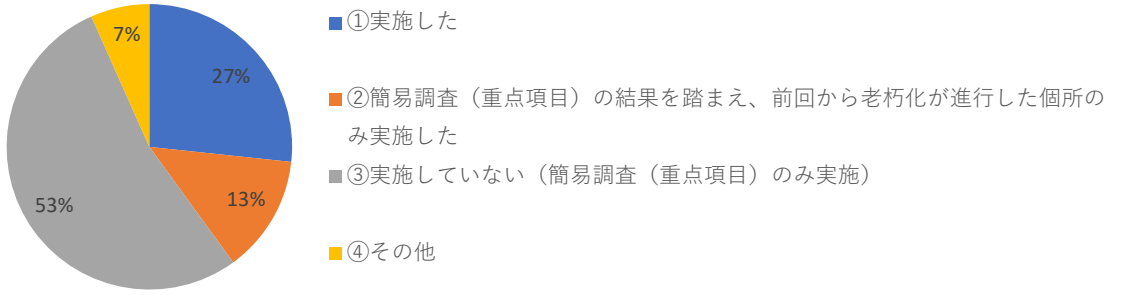
（市町村）

Q6：

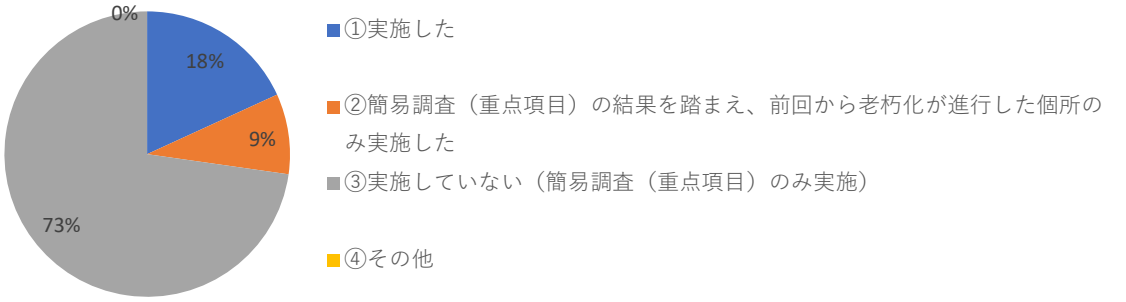
Q4で「①ある」と回答の方にお聞きします。
2巡目の定期点検では詳細調査まで実施しましたか？



（漁港管理者全体）



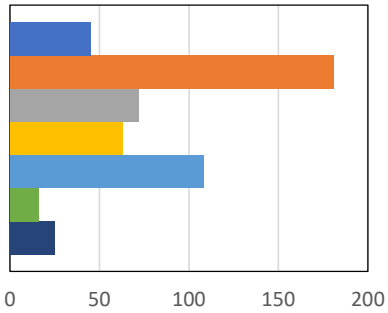
（都道府県）



（市町村）

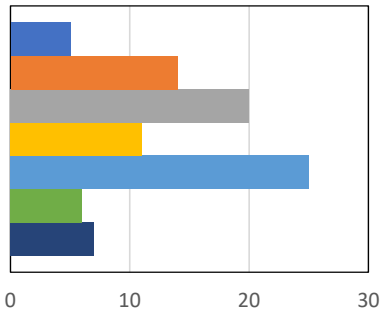
Q7：

Q4で「②ない」と回答の方及びQ5で「②③④」と回答した方にお聞きします。
2巡目の定期点検を実施していない、着手が遅れている理由として下記から当てはまる内容を選択ください。（複数回答可）



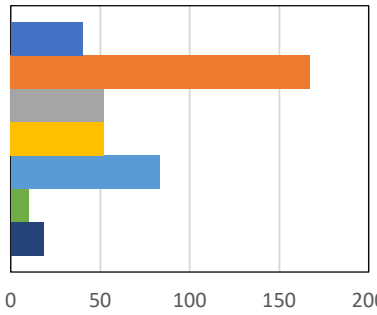
■①初回の定期点検が完了していない
■②２巡目の定期点検の時期がまだ来ていない
■③対応出来る人員が限定されている
■④機能保全を担当する専門職員が少ない
■⑤業務委託を行う予算の確保が出来ていない
■⑥補修工事が出来なくなるため、優先漁港を選定している
■⑦その他

（漁港管理者全体）



■①初回の定期点検が完了していない
■②２巡目の定期点検の時期がまだ来ていない
■③対応出来る人員が限定されている
■④機能保全を担当する専門職員が少ない
■⑤業務委託を行う予算の確保が出来ていない
■⑥補修工事が出来なくなるため、優先漁港を選定している
■⑦その他

（都道府県）



■①初回の定期点検が完了していない
■②２巡目の定期点検の時期がまだ来ていない
■③対応出来る人員が限定されている
■④機能保全を担当する専門職員が少ない
■⑤業務委託を行う予算の確保が出来ていない
■⑥補修工事が出来なくなるため、優先漁港を選定している
■⑦その他

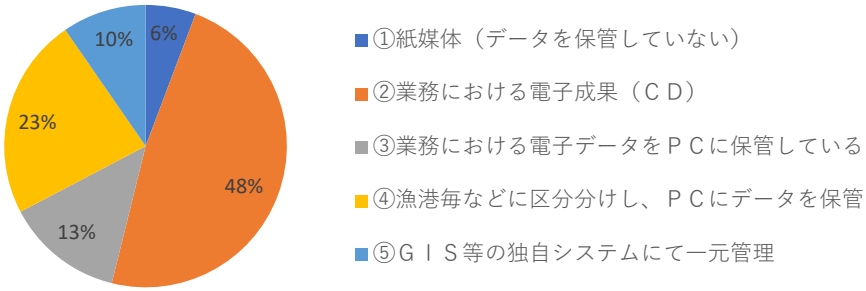
（市町村）

≪その他の主要意見≫

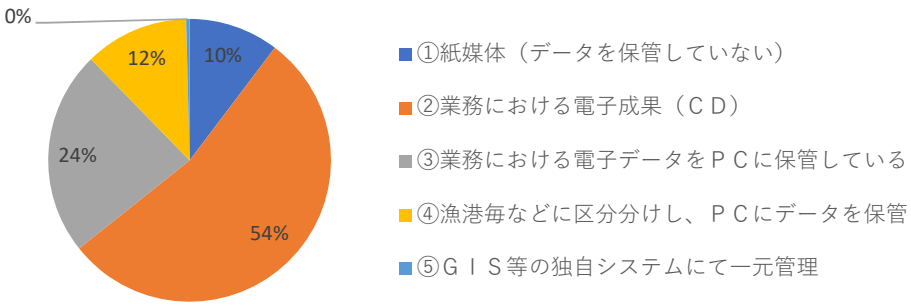
要　旨	管理者全体	都道府県	市町村
本年度より２巡目の定期点検を実施予定	9	4	5
日常点検において異常がないため、定期点検は延期している	4	1	3
初回点検時の要対応箇所の保全対策工事を優先して実施している	3	0	3
その他	9	2	7

Q8：　定期点検における点検記録はどのように整理・保管していますか？

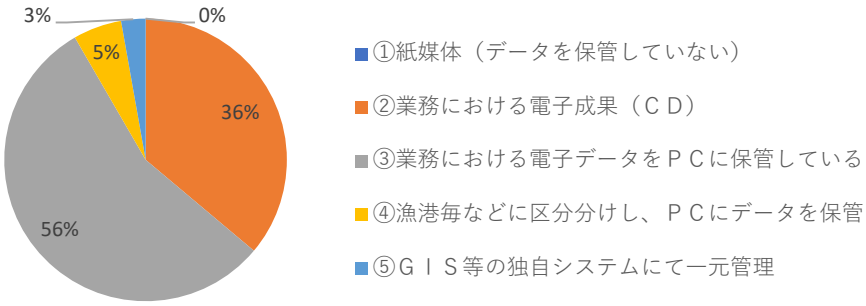
（漁港管理者全体）



（都道府県）

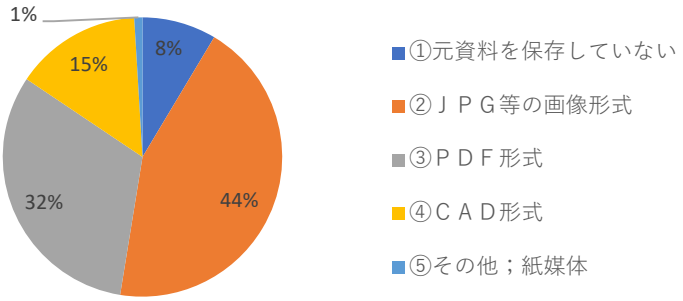


（市町村）

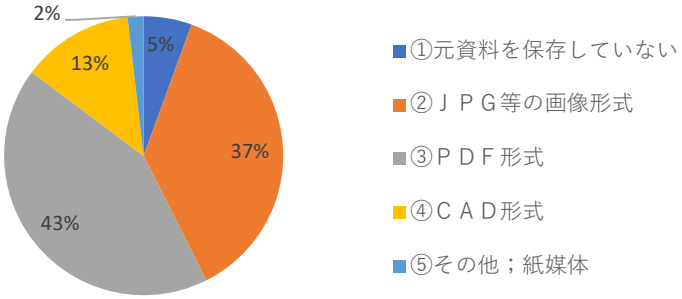


（建設コンサルタント）

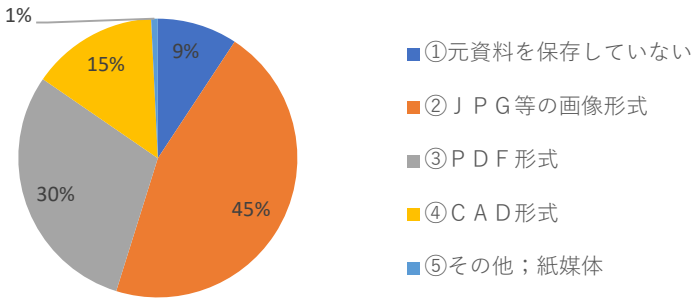
Q9：　ひび割れ・欠損等の変状図の保存形式について、その保存形式をご記入ください。



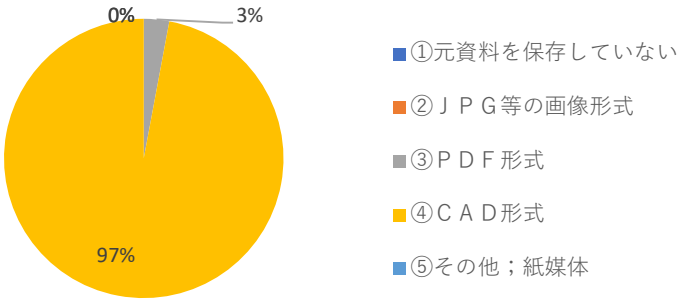
（漁港管理者全体）



（都道府県）



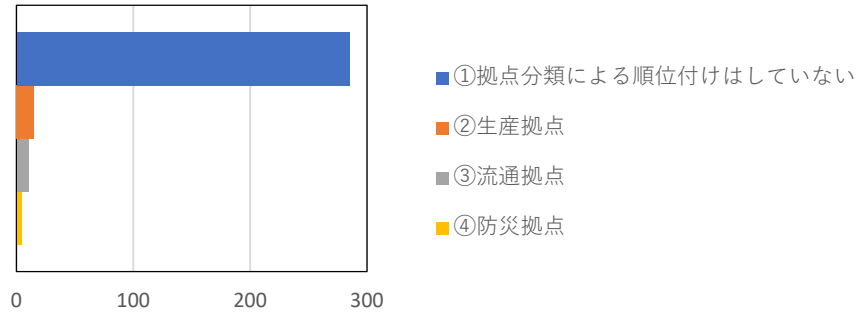
（市町村）



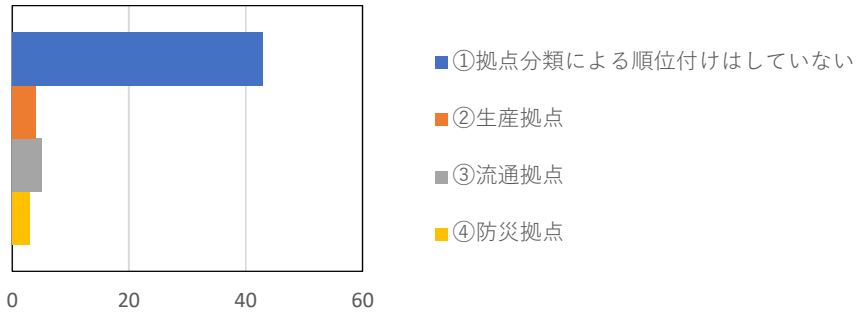
（建設コンサルタント）

Q10：

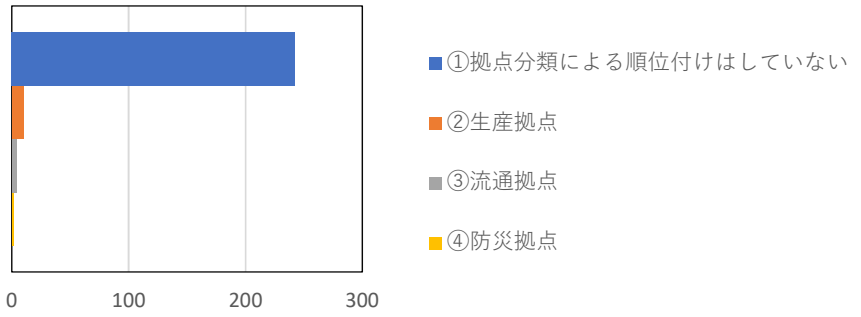
定期点検において優先的に着手している拠点分類はありますか？
下記から当てはまる拠点分類を選択ください。（複数回答可）



（漁港管理者全体）



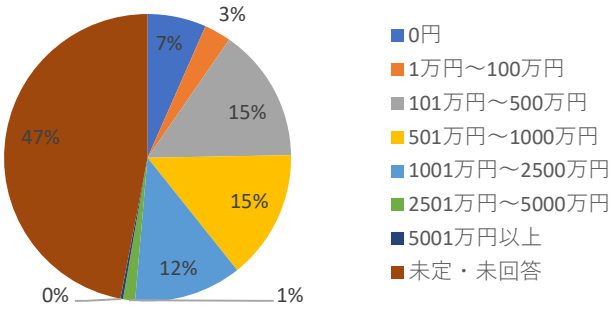
（都道府県）



（市町村）

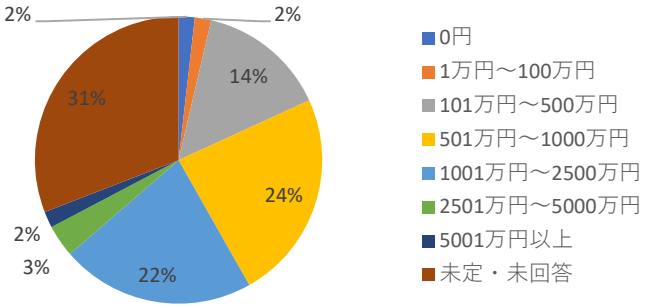
Q11： 今後の定期点検に関して、1漁港あたりの平均的な予算はどのくらいですか？

（漁港管理者全体） 平均予算：約870万円/漁港（回答があった管理者の平均）



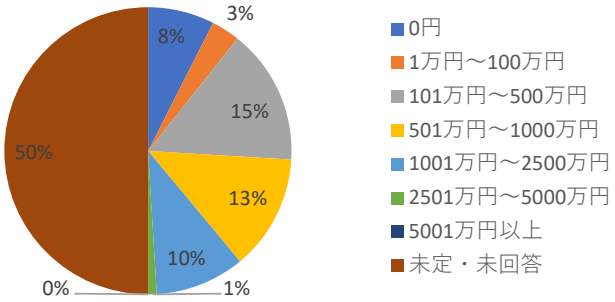
（漁港管理者全体）

（都道府県） 平均予算：約1，390万円/漁港（回答があった管理者の平均）



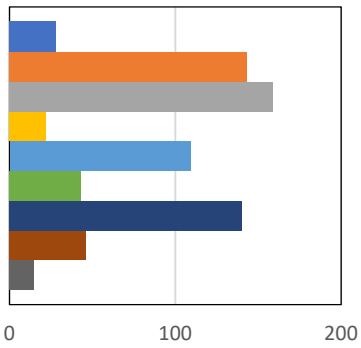
（都道府県）

（市町村） 平均予算：約730万円/漁港（回答があった管理者の平均）



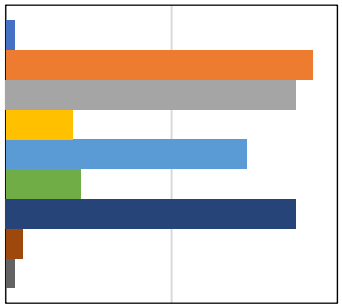
（市町村）

Q12：　定期点検の実施において作業量が多い、時間がかかると感じる部分があれば、それはどこでしょうか？（複数回答可）



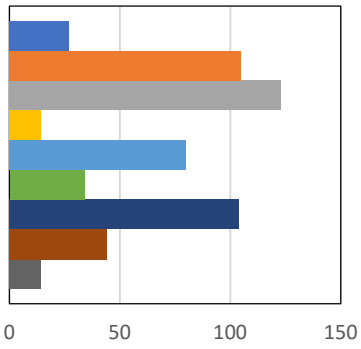
■①特に作業量が多いとは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
■④厳しい気象海象条件の中での現地作業
■⑤管理の難しい潜水士による水中調査
■⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
■⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
■⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
■⑨その他

（漁港管理者全体）



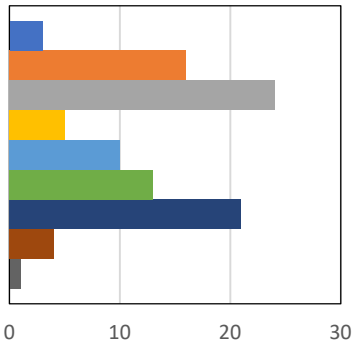
■①特に作業量が多いとは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
■④厳しい気象海象条件の中での現地作業
■⑤管理の難しい潜水士による水中調査
■⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
■⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
■⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
■⑨その他

（都道府県）



■①特に作業量が多いとは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
■④厳しい気象海象条件の中での現地作業
■⑤管理の難しい潜水士による水中調査
■⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
■⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
■⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
■⑨その他

（市町村）



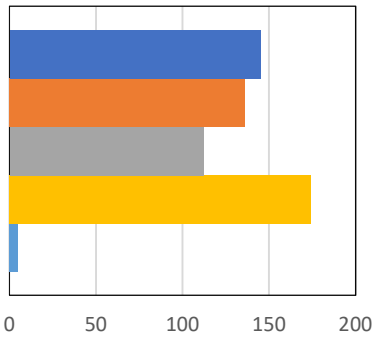
■①特に作業量が多いとは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③詳細なスケッチやスタッフを入れた写真撮影などの様式に則った調査
■④厳しい気象海象条件の中での現地作業
■⑤管理の難しい潜水士による水中調査
■⑥漁港の利用を妨げないための調査箇所・調査時間の調整
■⑦調査結果の指定様式への取りまとめ
■⑧定期点検業務に対応できる業者が少ない
■⑨その他

（建設コンサルタント）

≪その他の主要意見≫

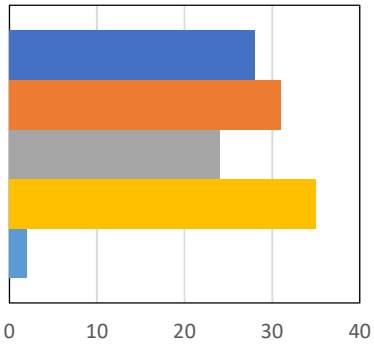
要　旨	管理者全体	都道府県	市町村	建設コンサル
業務委託のための予算確保	10	0	10	0
技術職員の不足	4	1	3	0
台帳と不整合の確認作業	1	0	1	1

Q13： 2巡目の定期点検の実施に当たって、重点化・簡略化して欲しい事項はありますか？（複数回答可）



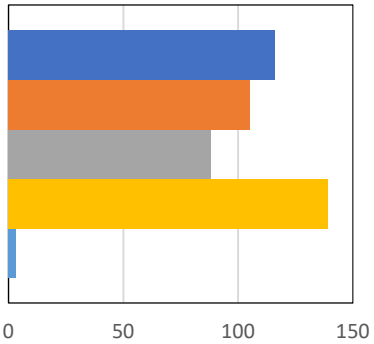
■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（漁港管理者全体）



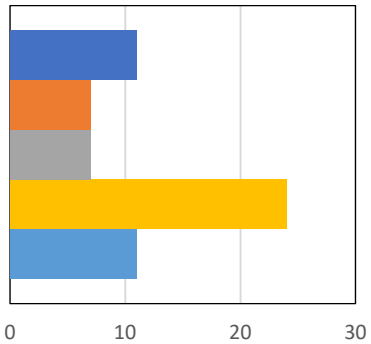
■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（都道府県）



■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

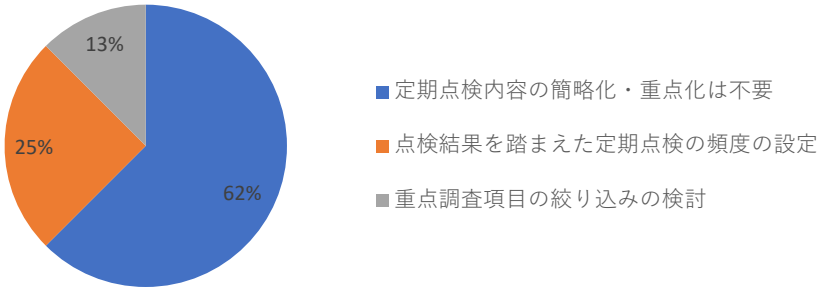
（市町村）



■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（建設コンサルタント）

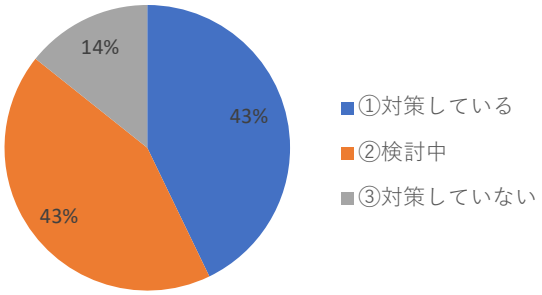
Q13のその他の回答



（主要意見（漁港管理者及び建設コンサルタントの合計））

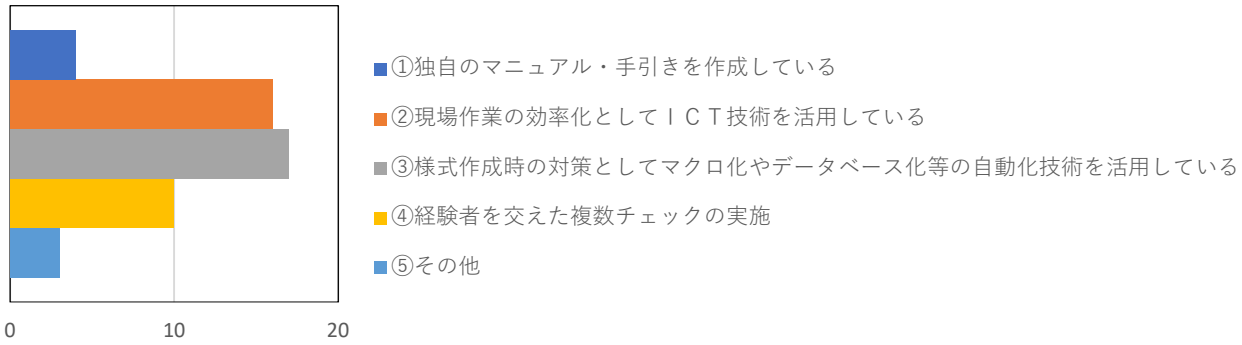
要旨	合計	管理者	建設コンサル
定期点検内容の簡略化・重点化は不要	5	0	5
点検結果を踏まえた定期点検の頻度の設定	2	1	1
重点調査項目の絞り込みの検討	1	0	1

Q（建）：点検作業の効率化として、何かしらの対策をしていますか？



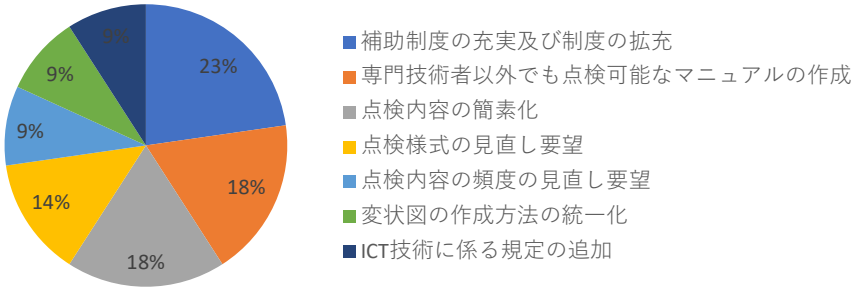
（建設コンサルタント）

Q（建）：上の問で「①対策している」及び「②検討中」と回答の方にお聞きします。
その具体的な対策をご記入下さい。（複数回答可）



（建設コンサルタント）

Q14： その他、現況のガイドライン・手引きに基づく定期点検作業についてご意見がありましたらご自由にご記入下さい。



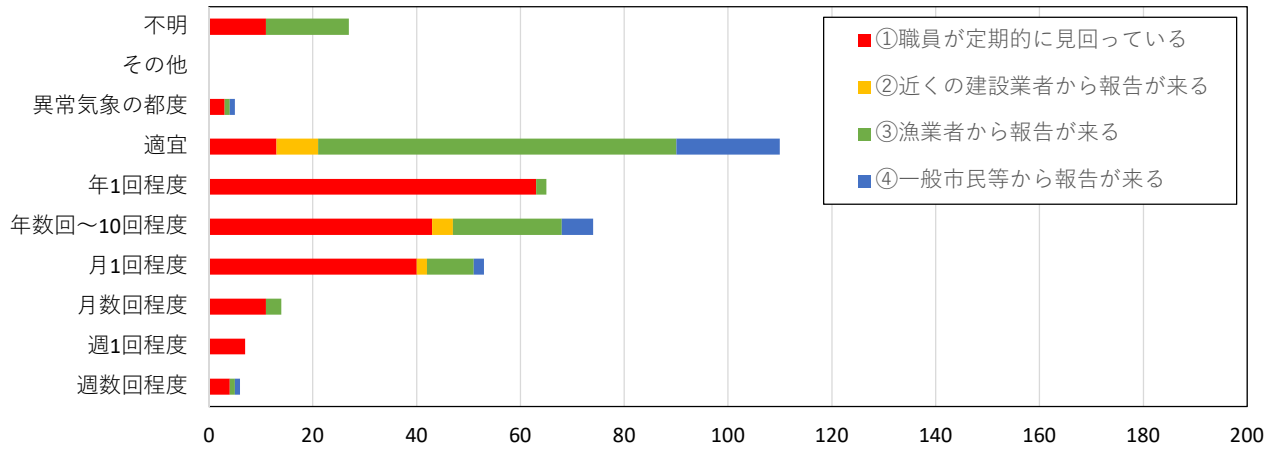
（主要意見（漁港管理者及び建設コンサルタントの合計））

要旨	合計	管理者	建設コンサル
補助制度の充実及び制度の拡充	5	5	0
専門技術者以外でも点検可能なマニュアルの作成	4	4	0
点検内容の簡素化	4	4	0
点検様式の見直し要望	3	1	2
点検内容の頻度の見直し要望	2	2	0
変状図の作成方法の統一化	2	0	2
ICT技術に係る規定の追加	2	0	2

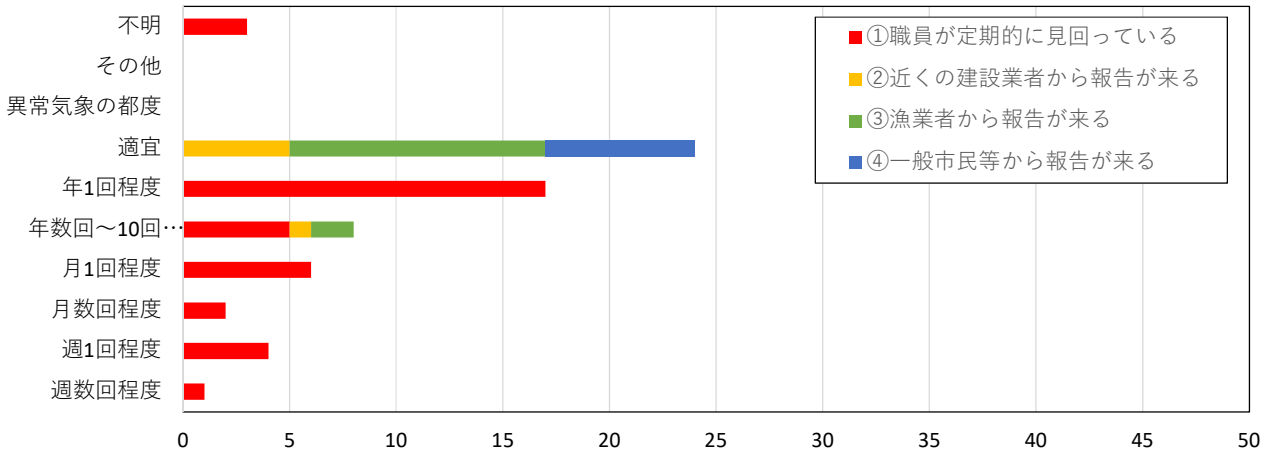
1-2）日常管理点検について

≪H30年アンケート≫

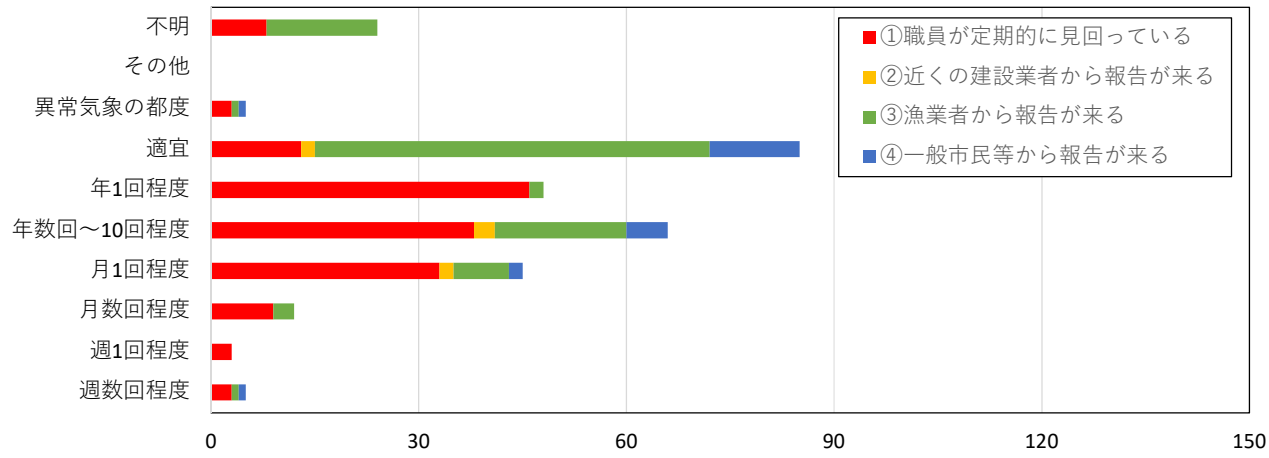
Q：現状での日常施設点検にかかる状況把握の方法及び頻度を教えてください。



（漁港管理者全体）



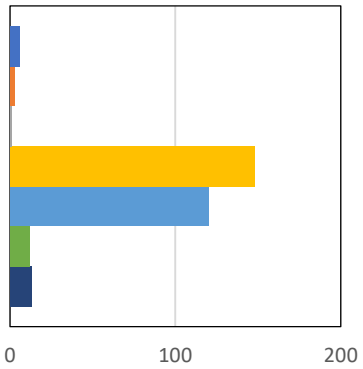
（都道府県）

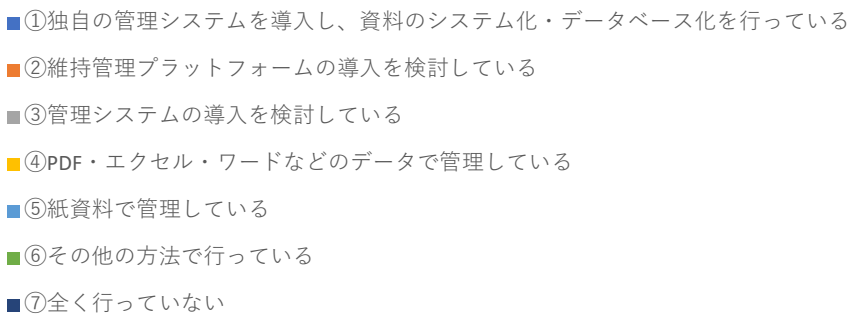


（市町村）

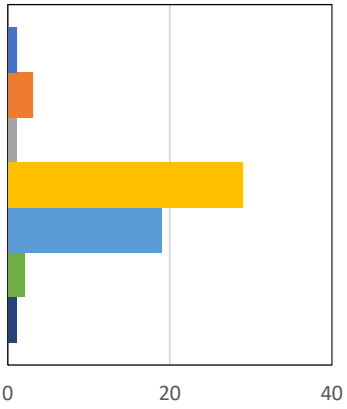
≪H30年アンケート≫

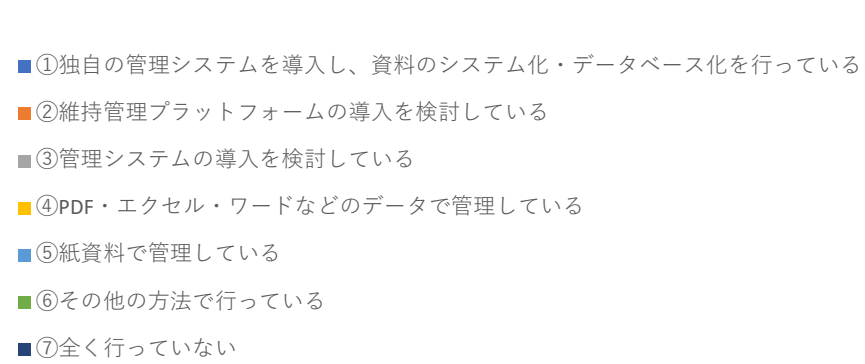
Q：現状では、漁港施設の日常管理点検等の管理・更新はどのように行われていますか。



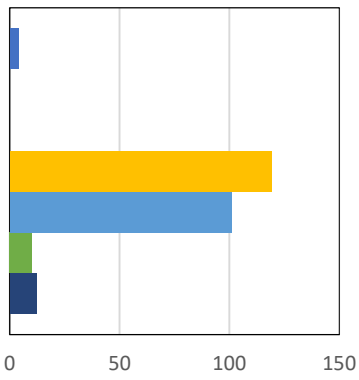


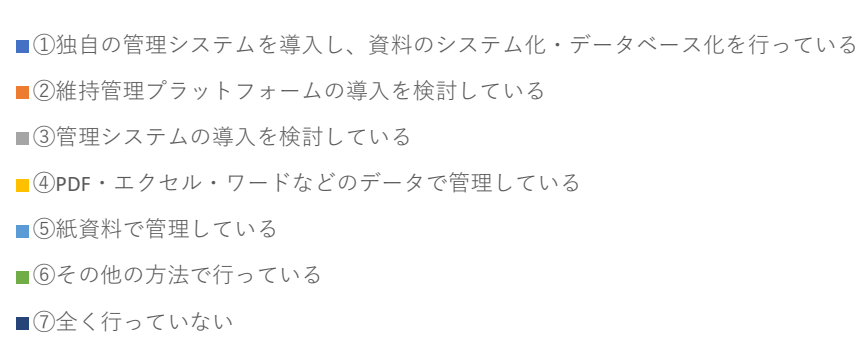
（漁港管理者全体）





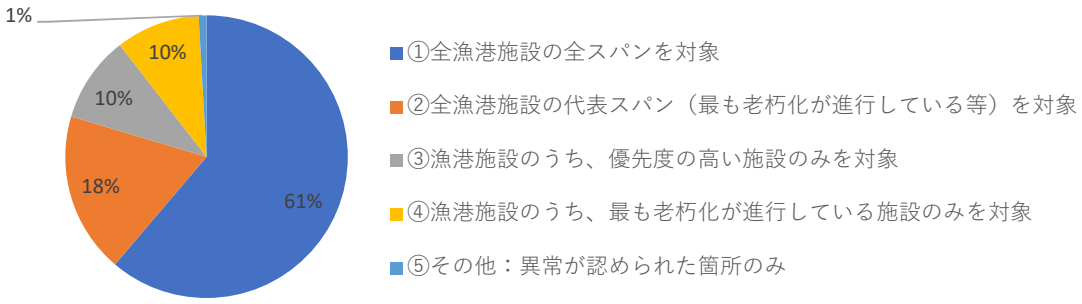
（都道府県）



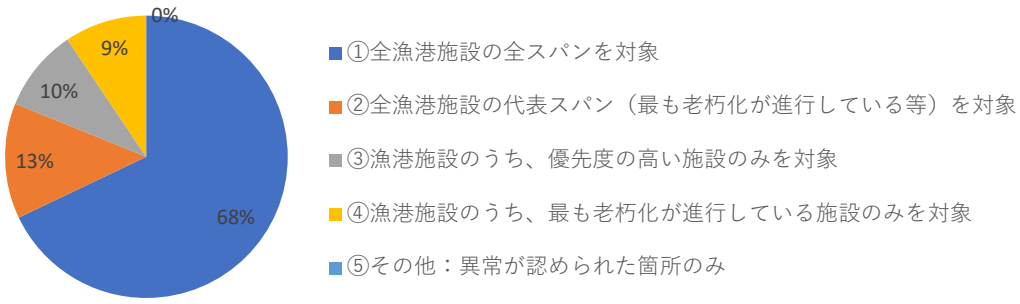


（市町村）

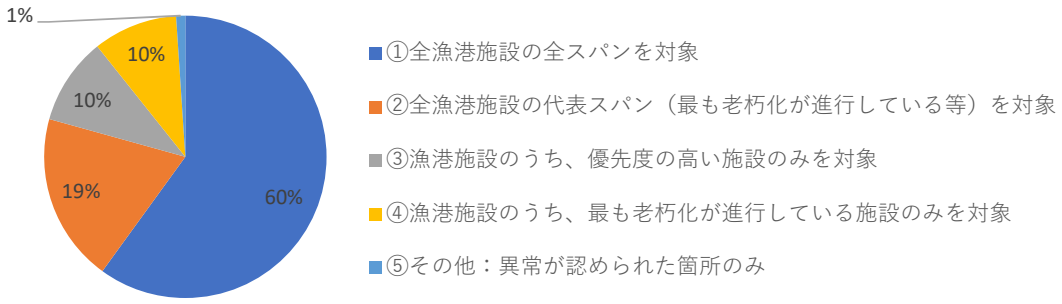
Q15：　漁港施設の日常管理点検においてどの範囲を点検対象としていますか？



（漁港管理者全体）



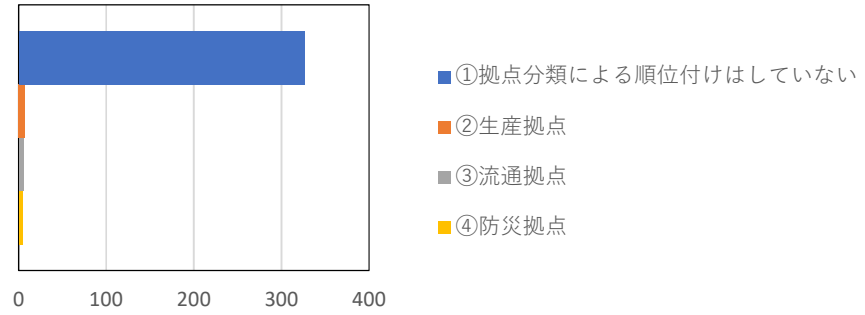
（都道府県）



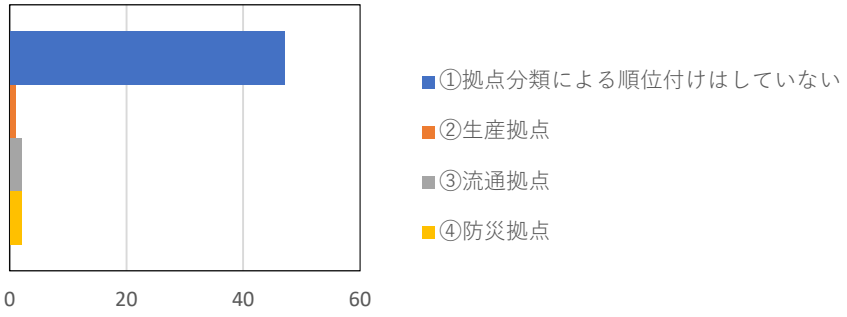
（市町村）

Q16：

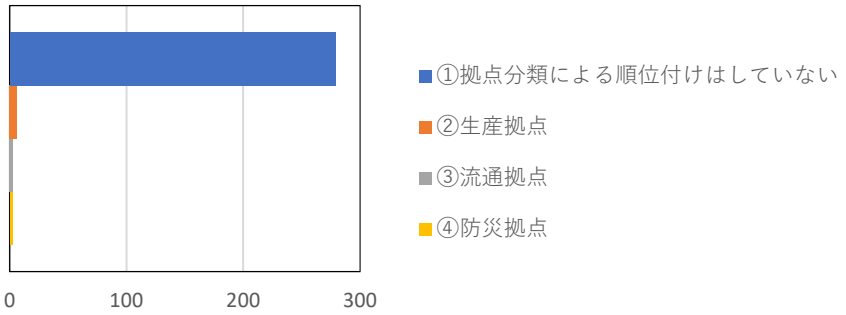
日常管理点検において優先的に着手している拠点分類はありますか？
下記から当てはまる拠点分類を選択ください。（複数回答可）



（漁港管理者全体）

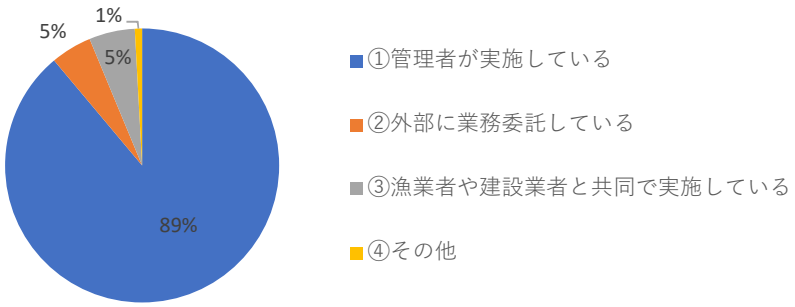


（都道府県）

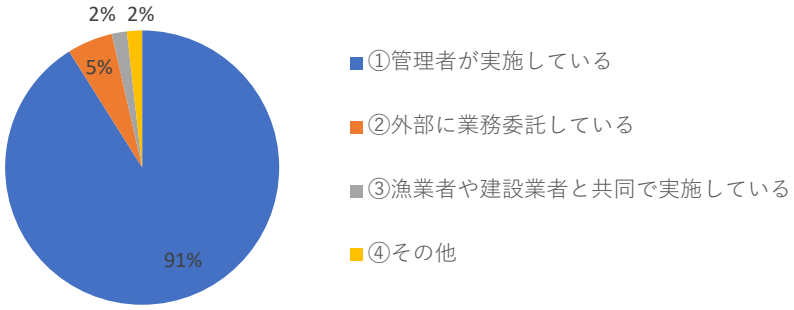


（市町村）

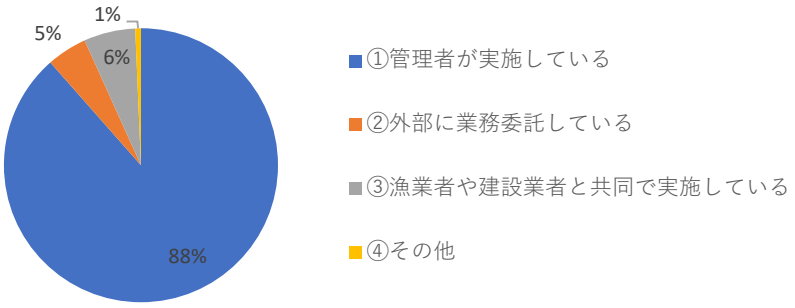
Q17： 日常管理点検の調査はどのように実施していますか？



（漁港管理者全体）

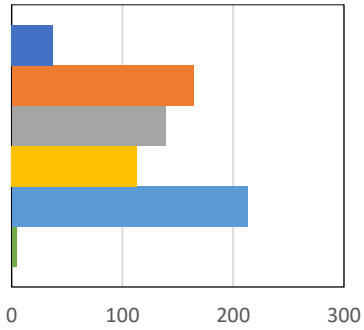


（都道府県）



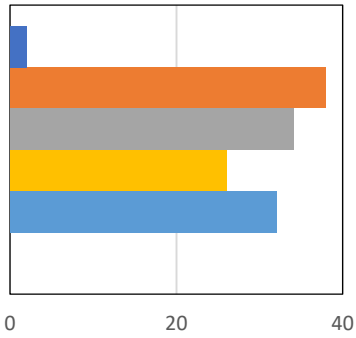
（市町村）

Q18：　日常管理点検の実施に当たって作業量が多い（非効率）と感じる部分があれば、それはどこでしょうか？（複数回答可）



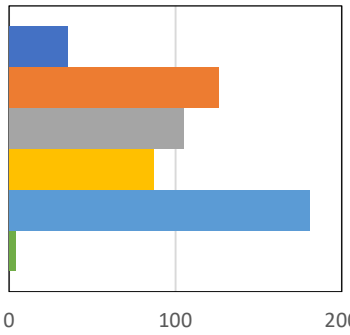
■①特に作業量が多い（非効率）とは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③調査結果の指定様式への取りまとめ
■④事務所から対象漁港が遠く、現地への移動に時間を要する
■⑤他業務が忙しく、点検に手が回らない
■⑥その他

（漁港管理者全体）



■①特に作業量が多い（非効率）とは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③調査結果の指定様式への取りまとめ
■④事務所から対象漁港が遠く、現地への移動に時間を要する
■⑤他業務が忙しく、点検に手が回らない
■⑥その他

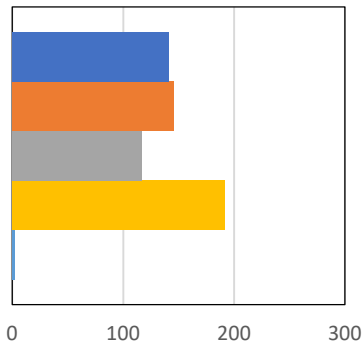
（都道府県）



■①特に作業量が多い（非効率）とは感じていない
■②施設が長大であり、対象となるスパン数が膨大である点
■③調査結果の指定様式への取りまとめ
■④事務所から対象漁港が遠く、現地への移動に時間を要する
■⑤他業務が忙しく、点検に手が回らない
■⑥その他

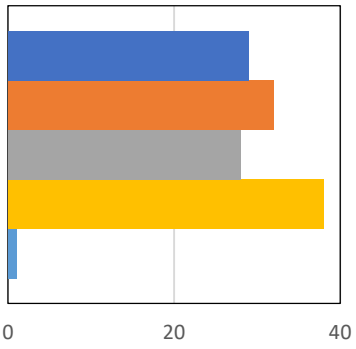
（市町村）

Q19： 日常管理を実施に当たって、重点化・簡略化して欲しい事項はありますか？（複数回答可）



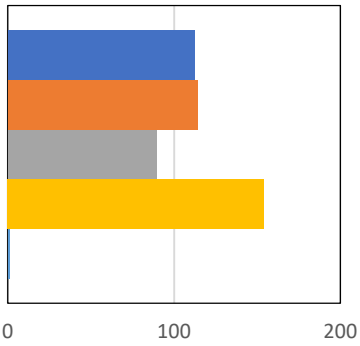
■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（漁港管理者全体）



■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

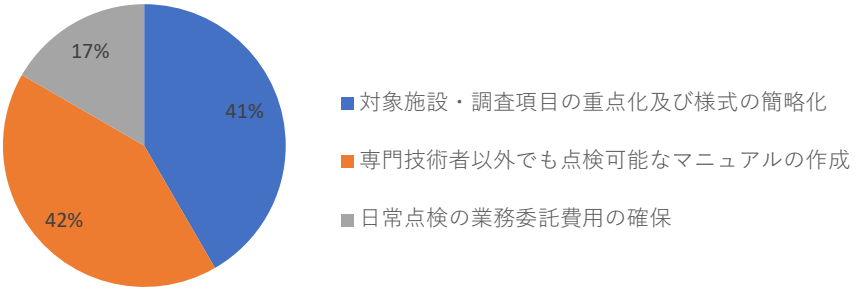
（都道府県）



■①対象スパンの重点化（一定ランク以上の老朽化を対象など）
■②調査施設の重点化（重要度の高い施設を抽出等）
■③調査項目の重点化（最も老朽化度の評価が高い項目を抽出等）
■④取りまとめ様式の簡略化
■⑤その他

（市町村）

Q20： その他、現況のガイドライン・手引きに基づく日常管理点検作業についてご意見がありましたらご自由にご記入下さい。



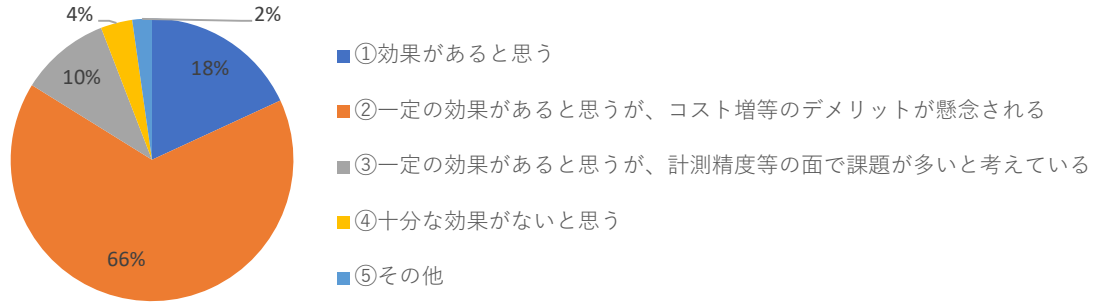
（主要意見（漁港管理者））

要旨	管理者
対象施設・調査項目の重点化及び様式の簡略化	5
専門技術者以外でも点検可能なマニュアルの作成	5
日常点検の業務委託費用の確保	2

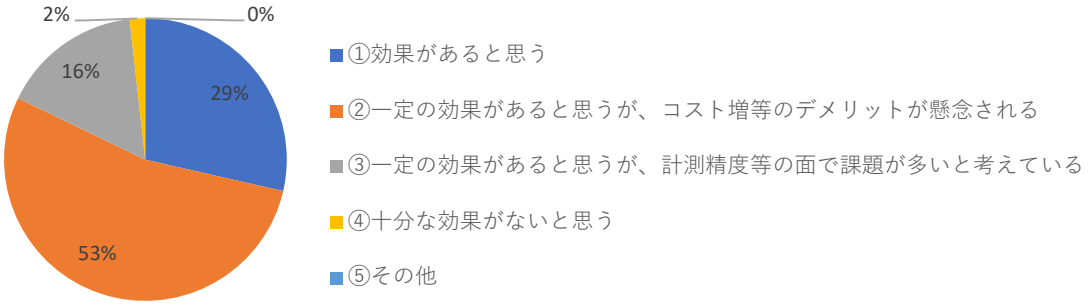
2.定期点検作業の効率性・確実性の向上について

2-1）ICT技術の導入について

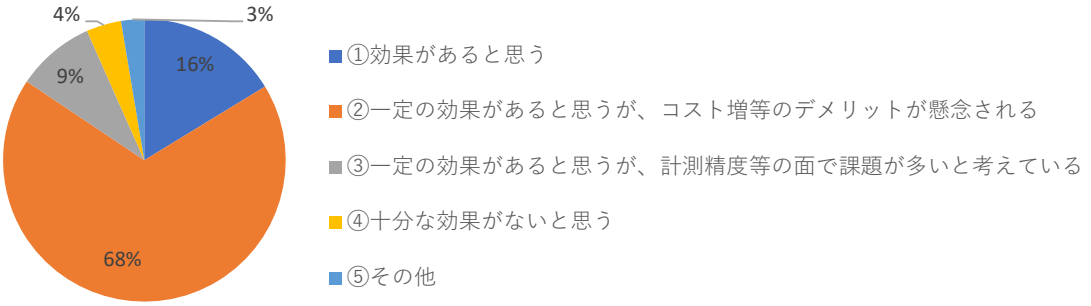
Q21： ICT技術を導入することで点検作業の効率化などの効果があると思いますか？



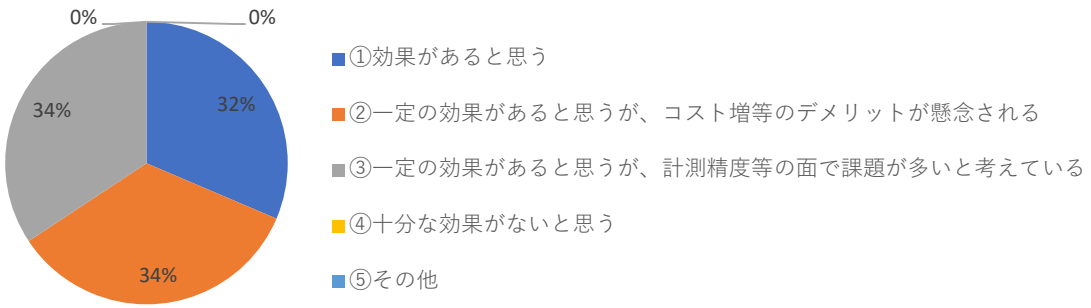
（漁港管理者全体）



（都道府県）

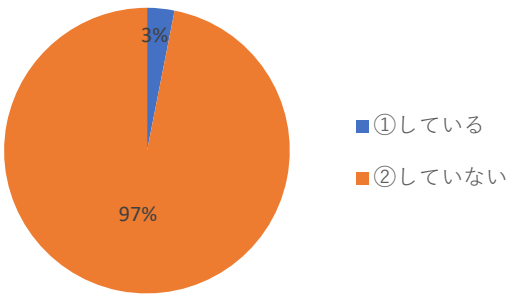


（市町村）

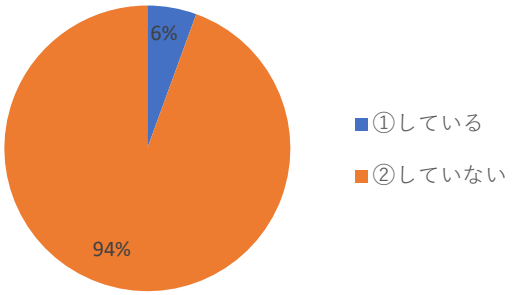


（建設コンサルタント）

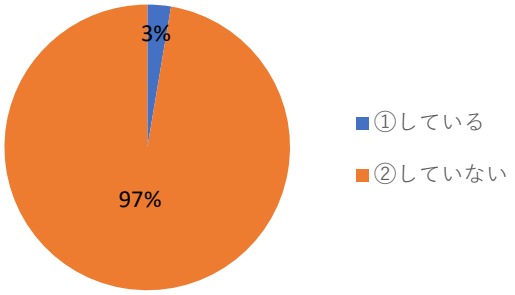
Q22： ICT技術を点検作業に導入していますか？



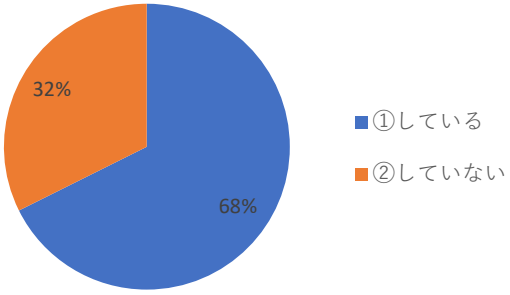
（漁港管理者全体）



（都道府県）



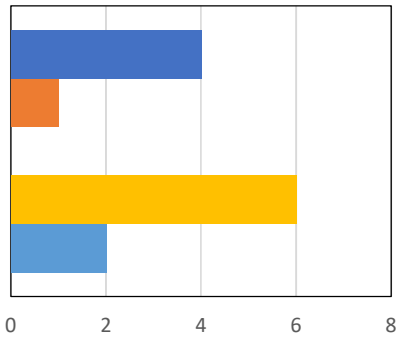
（市町村）



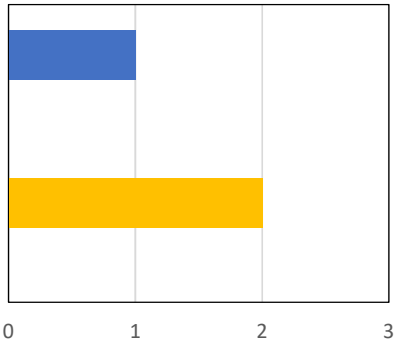
（建設コンサルタント）

Q23：

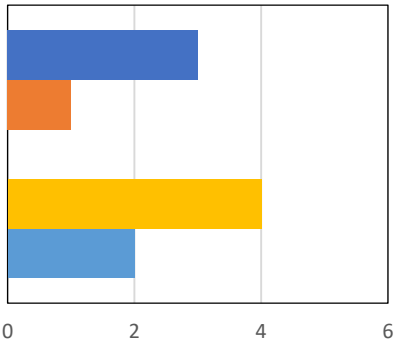
Q22で「①している」と回答の方にお聞きします。
点検作業に導入しているICT技術を選択ください。（複数回答可）



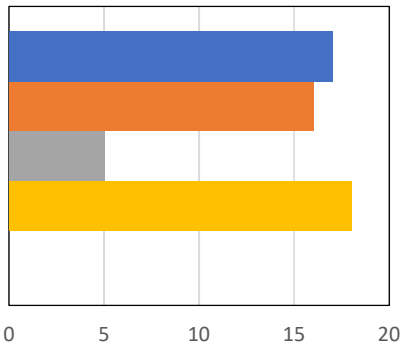
（漁港管理者全体）



（都道府県）



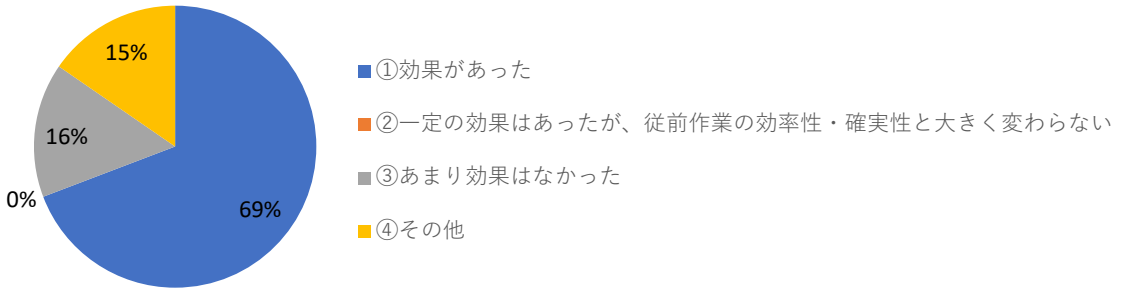
（市町村）



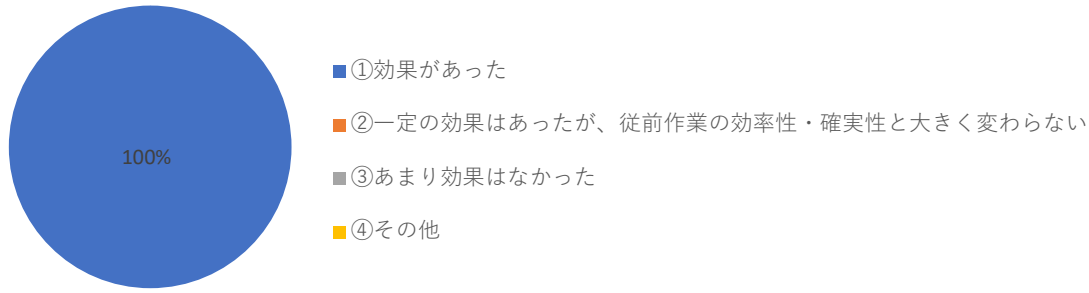
（建設コンサルタント）

Q24：

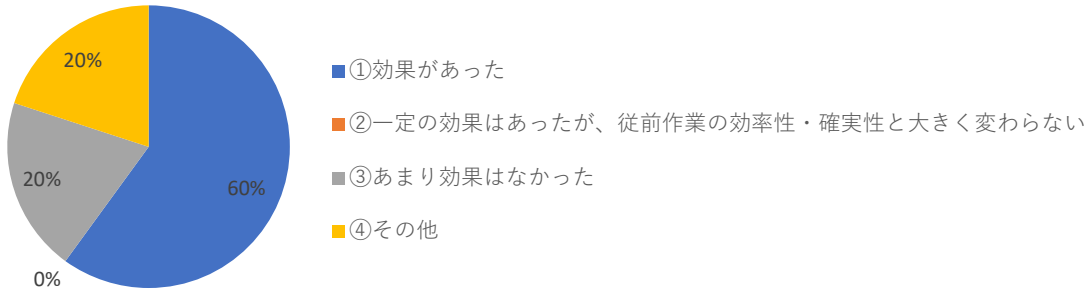
Q22で「①している」と回答の方にお聞きします。
点検作業にICT技術を導入して作業の効率性・確実性は向上しましたか？



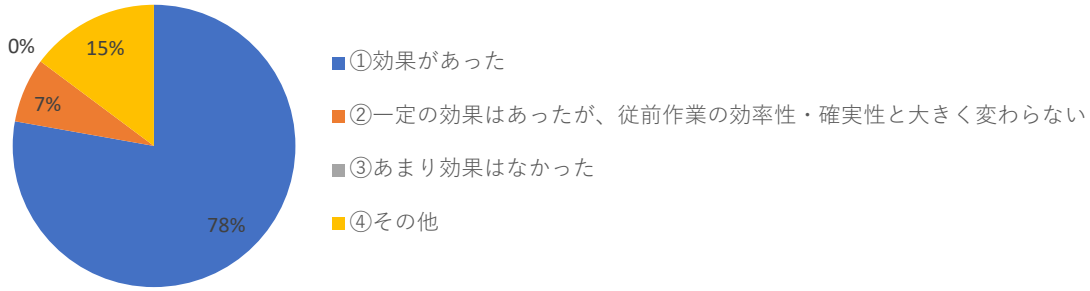
（漁港管理者全体）



（都道府県）



（市町村）



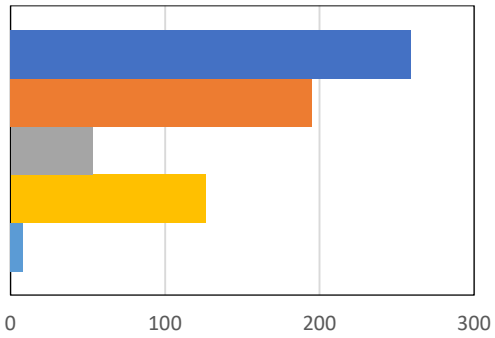
（建設コンサルタント）

≪その他の意見≫

・技術者の熟練度により精度が異なる。（市町村）
・操作に不安があるため、紙ベースでの点検作業も同時に実施した。（市町村）
・UAV活用することで安全性が向上した。（建設コンサルタント）
・計測精度に課題がある。（建設コンサルタント）

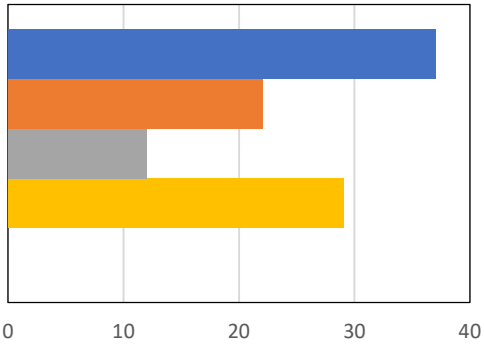
Q25：

Q22で「②していない」と回答の方にお聞きします。
点検作業にICT技術を導入してない理由を選択ください。（複数回答可）



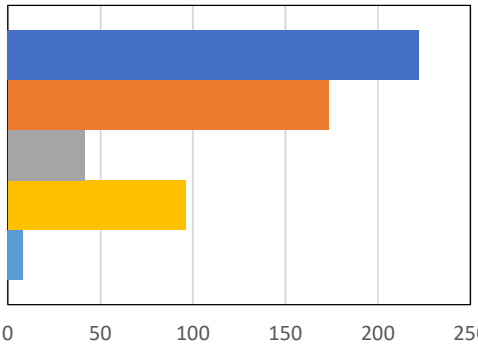
■①予算確保が困難である
■②操作できる専門職員の確保が困難である
■③計測精度や省力化の面でまだ課題が多い
■④現行のガイドライン・手引きには記載されておらず、具体的な適用性が不明なため
■⑤その他

（漁港管理者全体）



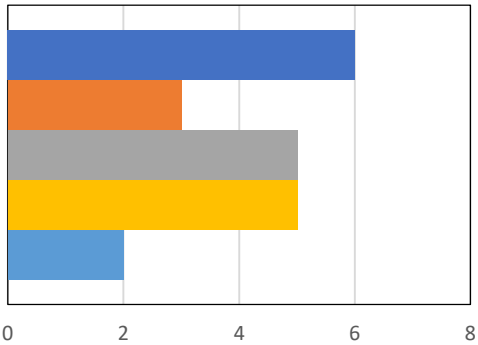
■①予算確保が困難である
■②操作できる専門職員の確保が困難である
■③計測精度や省力化の面でまだ課題が多い
■④現行のガイドライン・手引きには記載されておらず、具体的な適用性が不明なため
■⑤その他

（都道府県）



■①予算確保が困難である
■②操作できる専門職員の確保が困難である
■③計測精度や省力化の面でまだ課題が多い
■④現行のガイドライン・手引きには記載されておらず、具体的な適用性が不明なため
■⑤その他

（市町村）

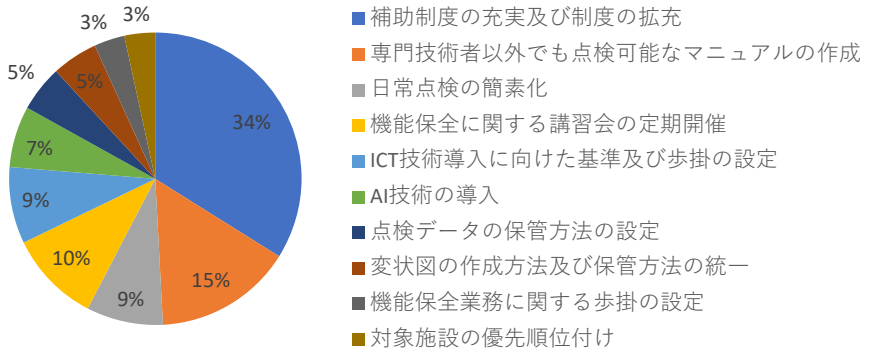


■①予算確保が困難である
■②操作できる専門職員の確保が困難である
■③計測精度や省力化の面でまだ課題が多い
■④現行のガイドライン・手引きには記載されておらず、具体的な適用性が不明なため
■⑤その他

（建設コンサルタント）

2-2)その他

Q26： 点検作業の効率化・確実化への対策について、ご意見がありましたらご自由にご記入下さい。



（主要意見（漁港管理者及び建設コンサルタントの合計））

要旨	合計	管理者	建設コンサル
補助制度の充実及び制度の拡充	20	20	0
専門技術者以外でも点検可能なマニュアルの作成	9	9	0
日常点検の簡素化	5	5	0
機能保全に関する講習会の定期開催	6	4	2
ICT技術導入に向けた基準及び歩掛の設定	5	0	5
AI技術の導入	4	1	3
点検データの保管方法の設定	3	1	2
変状図の作成方法及び保管方法の統一	3	0	3
機能保全業務に関する歩掛の設定	2	1	1
対象施設の優先順位付け	2	0	2

別添資料　４－２－３. 第1回検討会　議事要旨

第１回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会
議事要旨

1 開催概要

1.1 日時：令和元年 7 月 25 日（木）　13:30～15:30

1.2 場所：エッサム神田１号館 602 会議室

1.3 参加者：下表

委　員

（敬称略）

区分	氏名	所属	職　名	備　考
委　員	◎横田　弘	北海道大学大学院工学研究院 北方圏環境政策工学部門	教授	
	笠井　哲郎	東海大学　工学部　土木工学科	教授	
	橋本　康史	長崎県水産部	漁港漁場課長	

◎委員長

水 産 庁

（敬称略）

区分	氏名	所属	職　名	備　考
水産庁	山﨑　将志	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	課長補佐	
	井上　真仁	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	係長	

事 務 局

区分	氏名	所属	職　名	備　考
漁村総研	林　浩志	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	次長	
	尾崎　幸生	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	主任研究員	
	桑原　正博	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	専門技術員	
水工研	三上　信雄	水産研究・教育機構水産工学研究所 水産土木工学部	主幹研究員	

参　加　者

区分	氏名	所属	職　名	備　考
漁村総研	鈴木　彰	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	専門技術員	
水工研	明田　定満	水産研究・教育機構水産工学研究所 水産土木工学部	研究員	
土木センター	本田　耕一	一般社団法人水産土木建設技術センター	審議役	
	松本　力	一般社団法人水産土木建設技術センター	上席研究員	
	完山　暢	一般社団法人水産土木建設技術センター	主任研究員	

水産庁整備課　山﨑課長補佐による開会挨拶

検討会の開催状況

2 議事内容

2.1 委員長の選定

- 平成 26 年度に「水産基盤施設等の長寿命化に関する検討委員会」において委員長を務めていただいている横田教授に委員長を依頼し、各委員からの了承を得た。

2.2 議事（１）：現状の課題及び点検内容の見直し方針（案）について

- 事務局より、現状の課題及び点検内容の見直し方針（案）の説明を行った。
- 各委員からの意見を以下に示す。

項目	主な意見（検討委員の意見）	発言者
日常点検について（巡視を含む）	日常点検に加えて巡視を新設するとしているが、現場に行く回数が増える等手間が増えるだけではないか。	笠井委員 橋本委員
	災害時の点検を実施しているため、その点検が日常点検の代替となるとすれば負担の低減になるのではないか。	笠井委員 横田委員長
	保存形式として「様式5」を推奨している限り、取りまとめ作業の負担低減とはならないのではないか。	橋本委員
	巡視と日常点検の違いがわかりにくい。	横田委員長
	巡視の新設ではなく、日常点検の方法の見直しだけで良いのではないか	笠井委員
	日常点検の箇所の絞り込みとあるが、点検前に既存資料を確認する作業が付加される。	橋本委員
	現在の日常点検作業は港湾等の他の公共施設に比べて手厚い印象がある。	横田委員長
	提案している巡視の内容を日常点検とし、1年に1回実施、定期点検は5年1回実施とする方法はどうか。	横田委員長
	コンクリート構造においては急激な老朽化の進行は考えにくいので、日常点検としては提案している巡視の内容で十分と感じる。	笠井委員
	漁業者・建設業者との協力体制を構築できれば負担の低減となる。	橋本委員
	定期点検を適正に行うことを前提に日常点検は簡素化しても良いのではないか。	笠井委員
定期点検について	点検作業を委託するのであれば、予算の確保が課題となる。	笠井委員
	日常点検結果や老朽化の進行状況を踏まえ、点検間隔を見直す視点があっても良いのではないか。	横田委員長
	新しい施設については点検間隔を長くする等経過年数を踏まえて間隔を設定する視点があっても良いのではないか。	笠井委員

2.3 議事（２）：マニュアル（案）に記載予定の提案事項について

- 事務局より、マニュアル（案）に記載予定の提案事項の説明を行った。
- 各委員からの意見を以下に示す。

項目	主な意見（検討委員の意見）	発言者
新技術について	UAVの活用で紹介されている変状図作成の方法は確立された方法か？（誰でも作業できるのか？）	笠井委員
	効率化が資する技術としてUAV・ROV・ナローマルチ等が紹介されているが、導入には費用がかかる。	橋本委員
	写真からのひび割れ判定の自動化は出来ないか。	笠井委員
	UAVを橋梁分野において活用している自治体がある。	横田委員長
	水中部の点検を簡単に行える技術があれば活用したい。	橋本委員
	「機械インピーダンス法によるコンクリート強度の推定」は高精度で簡易に出来る点検方法である。（NETIS登録）	笠井委員
	導入の難易度・費用などがあるとわかりやすい。	橋本委員

2.4 長崎県における点検作業に実態について

- 橋本委員から長崎県における点検作業に実態について説明いただいた。

現状について	1）日常点検 工事の立会（もしくはその前後の移動）の際に実施している。 年間；5日/人程度の作業量となっている。 様式5のような所定形式での記録は行っていない。（見たかどうかを記録） 県、市町村の両方とも同様の方法で日常点検を行っている。
	2）定期点検 県管理漁港においては初回の定期点検は完了し、2巡目に着手している漁港もある。 2巡目の点検では予算の関係からフェリー岸壁・鋼構造物・主防波堤等の重要な施設を優先している。（全施設に対して5年に１回は実施できていない） 優先順位の決め方は統一したものではないため、今後検討する予定である。 市町村では初回の定期点検が終わっていないところもある。 数年のうちに実施するように指導しているが人員不足等の課題から遅延している状況にある。
	3）水中部の調査について 水中部の鋼管杭・矢板等の調査が課題である。 日常点検での対応は困難であり、初回の定期点検では調査を実施したが、2巡目では県管理漁港でも実施出来ていない。 直営では対応できないし、委託する予算の確保も難しい。
	4）課題となっている事項 指定様式への取りまとめに労力・時間を要している。（負担が大きい） タブレット等に現地で入力し、その結果が様式として出力できれば、大幅な効率化が図れる。
見直し案について（検討段階）	現在、定期点検の間隔としては港湾と合わせて「5年に1回」としているが、対応が厳しい状況にある。 長崎県では全体で約3,800の漁港施設がある。 フェリー岸壁（11施設）は1年に1回の点検と考えている。 桟橋等RC構造や鋼構造の施設（約200施設）は5年に1回の点検と考えている。 上記以外の施設（約3,500施設）は10年に1回と考えている。 現状としては「300施設/年」の点検状況であるため、実施可能な体制と考えている。
UAVの導入状況	UAVは出先事務所に1台づつ配備している。 UAVの操作については2年に1回の講習が必要となっている。 UAV飛行時は3人体制を確保することとしている。

2.5 その他（連絡事項）

- 第２回検討会は今回の検討結果を踏まえ、マニュアル（案）を整理した後の開催となるため、１２月頃を予定している。日程については事務局から調整させていただく。

以上

別添資料　４－２－４．第2回検討会資料

第２回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会

議 事 次 第

日　時：令和２年１月17日(金) 13:30～15:30
場　所：エッサム神田１号館602会議室

１．開　会

２．挨　拶　（水産庁）

３．配付資料の確認

４．出席者の紹介

５．議　事

（１）点検内容の見直し（案）及びマニュアル（案）について… 資料－１　資料－２

１）定期点検について

２）日常点検について

３）技術者不足への対応について

４）点検内容の見直し（案）について

５）マニュアル（案）の記載事項について

６．その他（連絡事項等）

７．閉　会

第２回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会

配 布 資 料

・　第２回検討会　議事次第
・　第２回検討会　出席者名簿
・　第２回検討会　座席表
・　第２回検討会　論点整理

・　資料−１　水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）
・　資料−２　第２回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会資料（検討内容について）

第２回　「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討委員会
出 席 者 名 簿

委　員

（敬称略）

区分	氏名	所属	職　名	備　考
委　員	◎横田　弘	北海道大学大学院工学研究院 北方圏環境政策工学部門	教授	
	笠井　哲郎	東海大学　工学部　土木工学科	教授	
	橋本　康史	長崎県 水産部	漁港漁場課長	

◎委員長

水 産 庁

（敬称略）

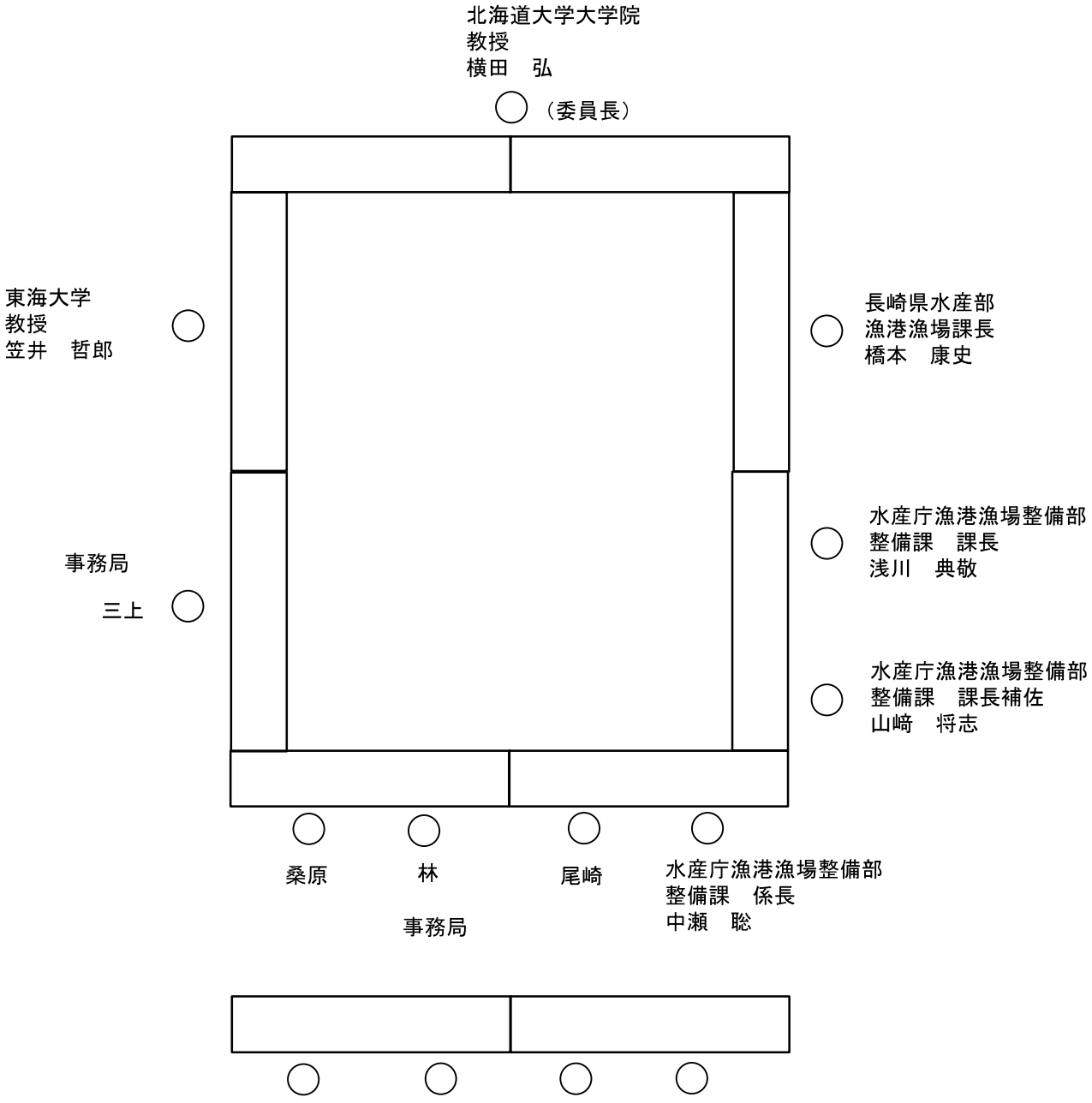
区分	氏名	所属	職　名	備　考
水産庁	浅川　典敬	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	課長	
	山﨑　将志	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	課長補佐	
	中瀬　聡	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	係長	

事 務 局

区分	氏名	所属	職　名	備　考
漁村総研	林　浩志	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	次長	
	尾崎　幸生	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	主任研究員	
	桑原　正博	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	専門技術員	
水工研	三上　信雄	水産研究・教育機構水産工学研究所 水産土木工学部	主幹研究員	

第２回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討委員会

座　席　表



第２回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会

第２回検討会の論点整理

＜議題＞点検内容の見直し（案）及びマニュアル（案）について

１．定期点検について（資料－２；p.8～23）

- 施設の安全性及び求められる機能を確保するために「健全度 A」になる前の変化を見逃さず、「健全度 B」段階で発見し、予防保全対策を講じることに着眼点を置き、施設の健全度別に定期点検の間隔を区分する内容とした。この検討方針が適切かご意見をいただきたい。
- これまでの定期点検結果から分析を行い、「健全度 B で推移する期間（最短 11.1 年）」から健全度 C・D の施設の定期点検の標準間隔を「10 年」とした。この分析結果及び標準間隔の設定が妥当かご意見をいただきたい。
- また、標準間隔（10 年）及び施設の重要度・構造形式を踏まえ、定期点検間隔の設定を行った。この定期点検間隔の設定が適切かご意見をいただきたい。
- 他に配慮すべき内容・加えるべき内容があるかご意見をいただきたい。

２．日常点検について（資料－２；p.24～31）

- 施設の安全性及び求められる機能を確保するために「健全度 A」になる前の変化を見逃さず、「健全度 B」段階で発見し、予防保全対策を講じることに着眼点を置き、施設の健全度別に点検内容を分類する方針とした。この検討方針が適切かご意見をいただきたい。
- 健全度 A・B については「施設の主要部に著しい老朽化が発生しており、施設の性能が要求性能を下回る可能がある状態」もしくは「施設の主要部分に老朽化が発生し性能の低下が認められ、予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態」であるため、新たな老朽化の変状を発見するための踏査及び代表スパン（施設の機能低下に影響があるスパン）を選定し、その変状の撮影と状況確認を行うものとした。この点検内容が適切かご意見をいただきたい。
- 健全度 C・D については「軽微な老朽化は発生しているものの施設の性能に関わる老朽化は認められず、性能を保持している状態」もしくは「施設に老朽化は認められず、十分な性能を保持している状態」であるため、新たな老朽化の変状を発見するための踏査のみとした。この点検内容が適切かご意見をいただきたい。
- 現行基準での日常点検では様式-5（点検者・日時・変状状況）、様式-6（変状写真）（全施設・全スパンの目視調査）をしているが、類似施設の集約化及び様式-5 と様式-6 を統合した新様式を提案した。この新様式について適切かご意見をいただきたい。
- 他に配慮すべき内容・加えるべき内容があるかご議論頂きたい。

３．技術者不足への対応について（資料－２；p.32～40）

- 漁業者、建設業者等の利用者から施設の老朽化状況について情報提供してもらい、漁港管理者の体制を補完することを提案した。この提案内容が適切かご意見をいただきたい。
- 点検内容に合わせて活用できる技術についての情報収集及び整理・抽出を行い、各調査技術について概要・適用範囲・利点・欠点を整理した一覧表を作成した。マニュアル（案）に記載する技術として適正かご意見を頂きたい。
- 他に配慮すべき内容・加えるべき内容があるかご議論頂きたい。

４．点検内容の見直し（案）について（資料－２；p.41～42）

- 提案の見直し（案）にて現在の点検作業よりも効率化が図れるのか、確実性を確保できるのかご意見をいただきたい。

５．マニュアル（案）の記載事項について（資料－２；p.43～49）

- マニュアル（案）の構成としては下記の構成とした。この構成で妥当か、加えた方がよい項目等があるかご意見をいただきたい。

  第１章 総論；目的、構成、用語の定義 等
  第２章 点検の概要；点検の種類と目的、考え方 等
  第３章 点検の作業要領；各点検の作業要領
  第４章 点検結果の記録；記録様式、記入方法の留意点、保管 等
  参考資料；点検に活用できる技術の紹介、変状写真例、日常点検ｼｰﾄ（様式・記載例）

- マニュアル（案）の記載方法・記載内容としては下記の通りとした。この内容で妥当かご意見をいただきたい。

  本編；項目ごとに、基本的考え方を枠内に示し、以降に解説を提示。
  参考資料；検討した定期点検間隔、点検に活用できる調査技術、変状写真例、日常点検の新様式を提示

- 新たな用語の定義として日常点検で行う「踏査」の定義を追加した。（その他の用語はこれまでの手引き・ガイドラインに示している内容）この内容で適正かご意見をいただきたい。
- 全体として加えた方がよい項目・内容等があるかご意見頂きたい。

資料－１

水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）

目　次

第１章　総論 ····· 1
1.1　本マニュアル（案）の目的 ····· 1
1.2　適用の範囲 ····· 2
1.3　本マニュアル（案）の構成 ····· 3
1.4　用語の定義 ····· 4
1.5　水産基盤施設ストックマネジメントの基本的な考え方 ····· 5
第２章．点検の概要 ····· 8
2.1　点検の種類と目的 ····· 8
2.2　点検の考え方 ····· 10
2.2.1　点検フロー ····· 10
2.2.2　定期点検の効率化 ····· 11
2.2.3　日常点検の重点化 ····· 19
2.2.4　臨時点検と日常点検の共通化 ····· 21
第３章．点検の作業要領 ····· 22
3.1　定期点検要領 ····· 22
3.1.1　簡易調査（重点項目） ····· 22
3.1.2　詳細調査 ····· 25
3.2　日常点検要領 ····· 29
3.2.1　日常点検と定期点検の関係 ····· 29
3.2.2　日常点検の点検方針 ····· 29
3.2.3　日常点検の現場作業について ····· 32
3.3　臨時点検要領 ····· 34
第４章　点検結果の記録 ····· 35
4.1　定期点検結果の記録 ····· 35
4.1.1　記入様式 ····· 35
4.1.2　変状図の作成 ····· 38
4.2　日常点検結果の記録 ····· 40
4.2.1　記入様式 ····· 40
4.2.2　変状の記録 ····· 41
4.3　臨時点検結果の記録 ····· 42

参考資料

Ａ．定期点検間隔の評価検討資料 ····· 参-1
Ｂ．点検に活用できる調査技術の事例 ····· 参-4
B.1　UAV ····· 参-4
B.2　表面 P 波法による簡易機能（老朽化）診断手法 ····· 参-7
B.3　機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測 ····· 参-9
B.4　リバウンドハンマ ····· 参-11
B.5　ナローマルチ測深機 ····· 参-12
B.6　ROV ····· 参-14
B.7　水中ドローン ····· 参-16
B.8　水中 3D スキャナ ····· 参-17
B.9　垂下式カメラ ····· 参-19
B.10　地中探査技術 ····· 参-20
B.11　センサによるモニタリング ····· 参-22
B.12　3D レーザースキャナ ····· 参-24
B.13　赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析 ····· 参-25
B.14　デジタルカメラによる画像解析 ····· 参-27
Ｃ．漁港施設に見られる主な損傷写真の事例 ····· 参-29
Ｄ．調査結果の記録に活用できる技術の事例 ····· 参-58
D.1　維持管理情報プラットフォーム ····· 参-58
D.2　漁港施設の点検システム ····· 参-60
Ｅ．日常点検記入シート及び記載例 ····· 参-62

第１章　総論

1.1　本マニュアル（案）の目的

漁港施設等の管理者は機能保全計画において施設の定期的な点検計画を定めており、点検結果に基づき機能保全計画の見直しを行うことになっている。定期的な点検では、前回の点検による老朽化箇所の進展状況を効率的に把握することと、新たに発生した老朽化を確実に発見することが必要となる。点検によってこれらの老朽化の状況を把握するためには、効率性と確実性がトレードオフとなることから、その解消に向けた点検要領をマニュアル（案）として作成した。

我が国には約 2,800 の漁港があり、その漁港施設の多くは高度経済成長期に建設され、建設後 30 年以上経過しており、老朽化の進行による機能低下が懸念されている。このような状況を踏まえ、水産庁では平成 20 年度に水産物供給基盤機能保全事業を創設し、漁港施設の機能診断、機能保全計画書の作成及び保全工事を効率的且つ効果的に実施し、漁港施設の機能の長寿命化対策を推進している。また、機能保全計画の指針である「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成 27 年 5 月改訂）」の中では、漁港等の機能の重要性を踏まえ、5 年～10 年の間隔で定期点検を行い、その結果や機能保全対策の実施を踏まえ、更新することとしている。

機能保全事業の創設から 10 年が経過し、初期に策定された機能保全計画は 2 巡目の定期点検及び機能保全計画の見直しの時期を迎えている。また、会計検査院の「平成 27 年度決算報告」において漁港施設の機能保全計画に基づいた維持管理（機能保全対策工事、点検結果の記録・保管等）が適正に行われていない指摘（平成 28 年 10 月 28 日付け 28 検第 626 号）を受けており、機能保全計画に基づいた維持管理が確実に実施されるために確実性・効率性の向上が求められている。

漁港管理者の多くは、厳しい財政状況下で技術職員が減少している状況にあり、漁港施設の点検作業においては一層の効率化が求められる。しかし、点検作業の効率化は点検の的確性・確実性（老朽化の進展把握・新たな老朽化の発見）とトレードオフとなることから、その解消に向けた検討が求められる。

なお、本マニュアル（案）は水産基盤施設の標準的な維持管理点検の要領を示したものであり、漁港管理者においては、管理する水産基盤施設の状況に応じた点検要領を定めて管理してもよい。

1.2　適用の範囲

計画的な維持管理・更新などの取組を実施する必要性が認められる施設に適用する。

【解説】

本マニュアル（案）は、安全性、経済性及び重要性の観点から、計画的な維持管理・更新等の取組を実施する必要性が認められる施設に適用する。（表-1.1 参照）

表-1.1　適用の範囲となる施設

対象施設	対象範囲
外郭施設	防波堤、防砂堤、防潮堤、導流堤、護岸、突堤
係留施設	岸壁、物揚場、係船杭、桟橋、浮桟橋、船揚場
水域施設	航路、泊地、サンドポケット
漁港施設用地	護岸及び人工地盤
増殖場	消波施設等及び中間育成施設
養殖場	消波施設等及び区画施設

1.3　本マニュアル（案）の構成

本マニュアル（案）は、点検の手順に従い、点検の作業要領（第 3 章）、点検結果の記録（第 4 章）の順で構成する。

【解説】

点検の手順に従い、本マニュアル（案）の構成を図-1.1 に示す。

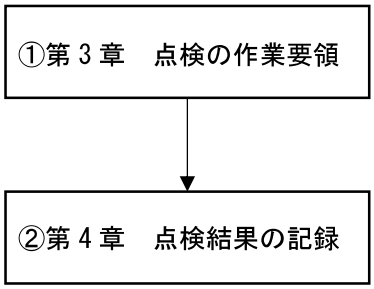


図-1.1　点検の手順と本マニュアル（案）の構成

1.4　用語の定義

本マニュアル（案）では、次のとおり用語を定義する。

- **老朽化**：経年変化等の要因で発生した「移動」、「沈下」、「劣化」や「損傷」により施設や部材の性能が低下すること。
- **機能保全方針**：対象とする施設の機能保全における基本的な考え方。
- **機能保全レベル**：機能保全方針において設定する維持管理の水準。
- **老朽化予測**：施設の構造型式や老朽化の程度と進行速度を踏まえ、老朽化が所要の機能保全レベルを下回る時期の推定（進行予測）等を行うこと。
- **老朽化度**：部材の性能低下の程度を表す指標。なお、本手引きでは、a、b、c、d の 4 段階で評価することを基本とする。
- **安全性に及ぼす影響度**：部材の老朽化が施設の安全性に及ぼす影響度合を表す指標。なお、本マニュアル（案）では、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの 3 段階で評価することを基本とする。
- **健全度**：施設としての総体的な性能低下の程度を老朽化度等から総合的に評価する指標。なお、本マニュアル（案）では、施設ごとに A、B、C、D の 4 段階で評価することを基本とする。
- **簡易調査（簡易項目）**：目視により老朽化の有無を確認する調査。
- **簡易調査（重点項目）**：目視または簡易値計測により老朽化の規模や程度を確認する調査。
- **詳細調査**：健全度の評価結果の検証、老朽化の要因の特定や老朽化予測に必要なデータを収集するために実施する調査。
- **踏査**：施設の要求性能に影響を及ぼすような新たな変状箇所の発見を目的とし、陸上目視にて施設全体の変状を俯瞰的に確認する。

1.5　水産基盤施設ストックマネジメントの基本的な考え方

水産基盤施設の機能を効果的かつ効率的に保全していくため、点検や維持管理・更新等の機能保全対策を計画的に実施していくことを基本とする。下記資料を参照することができる。

・水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂

【解説】

1.5.1　戦略的な維持管理

水産基盤施設の管理者等は、原則、供用期間中に施設の性能が要求性能を下回ることがないよう適切に施設を維持管理しなければならない。

管理者等は、施設の有効活用やコスト縮減の視点も踏まえ、水産基盤施設を対象とするストックマネジメント（水産基盤施設ストックマネジメント）を導入することにより、計画的に維持管理・更新等を実施し、施設の長寿命化に努めることが重要である。

そのためには、これまでの「事後保全」中心の維持管理から「予防保全」を積極的に取り入れた戦略的な維持管理への転換が必要である。

事後保全と予防保全の相違点を図-1.2 に示す。

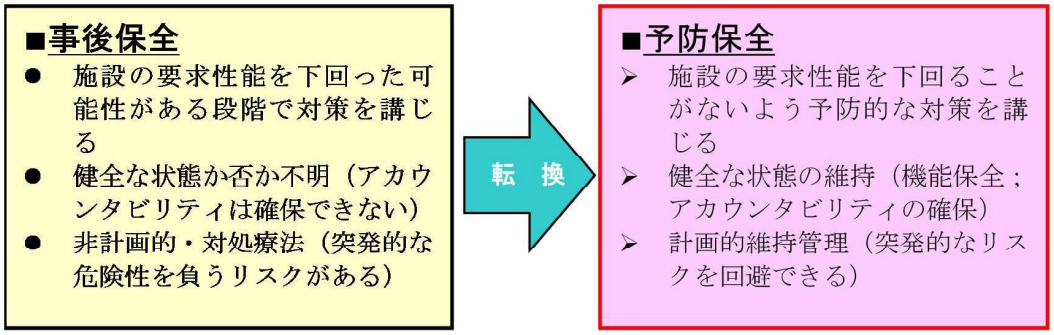


図-1.2　事後保全と予防保全の相違点

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂、p9

1.5.2　機能保全レベルの設定

機能保全レベルとは、水産基盤施設の管理水準を示すものであり、対象とする漁港の役割、施設の重要度や施設が老朽化した場合の漁業活動への支障等を勘案し、管理者等が施設毎に設定することを基本とする。機能保全レベルの代表的なタイプを表-1.2 及び図-1.3 に例示する。

タイプ 1～3 は、予防保全の考え方に基づく機能保全レベルで、施設の性能低下が要求性能を下回ることがないよう早期の段階で予防的な対策を講じるものである。施設本体の機能保全レベルは、タイプ 1～3 のいずれかを原則とする。

本マニュアル（案）では、「機能保全計画に基づき、老朽化度が著しい重要な施設について緊急的に老朽化対策を行う」という漁港漁場整備計画の目標を踏まえ、施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度 A（要求性能を下回る可能性がある状態)」になる前の変化を見逃さず、「健全度 B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態)」段階で発見し、予防保全対策を講じることを基本的考え方とし、最も適用が多いタイプ 3 の維持管理水準での対応を原則とする。ただし、管理者の判断によりタイプ 1 及び 2 を設定することを妨げるものではない。

なお、タイプ 4 は、事後保全の考え方に基づくものであり、漁業活動上著しい支障がなく、事後保全がコスト的にも優位である附帯施設等に限り設定することができる。

表-1.2　機能保全レベルの概要

タイプ	設定の考え方[注)]	適用の例
1	健全度Ｄの範囲で維持管理。	日常管理が困難な位置にあり、非常に重要度が高い施設、または老朽化が一定程度進行した場合に第３者や社会への影響の大きい施設。
2	健全度Ｃを下回らない範囲で維持管理。	陸揚げ岸壁等、老朽化が一定程度進行した状態では日常の漁業活動への支障が大きい施設。
3	健全度Ｂを下回らない範囲で維持管理。	休憩岸壁等、老朽化が一定程度進行した状態でも日常の漁業活動への支障が少ない施設。
4	健全度Ａの段階で維持管理。	附帯施設等、老朽化が進行し要求性能を下回った可能性がある状態でも日常の漁業活動への著しい支障がない施設。 ただし、附帯施設等であっても施設の利用者の安全の確保を勘案し、タイプ 1～3 の適用の要否を検討することが必要。

注）健全度「A,B,C または D」の内容については、表-1.3 を参照。

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂、p16

表-1.3　健全度における施設の状態

健全度	施設の状態
A	施設の主要部に著しい老朽化が発生しており、施設の性能が要求性能を下回る可能性のある状態。
B	施設の主要部に老朽化が発生し性能の低下が認められ、予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態。
C	軽微な老朽化は発生しているものの施設の性能に関わる老朽化は認められず、性能を保持している状態。
D	施設に老朽化は認められず、十分な性能を保持している状態。（当面、性能の低下の可能性がない状態）

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂、p24

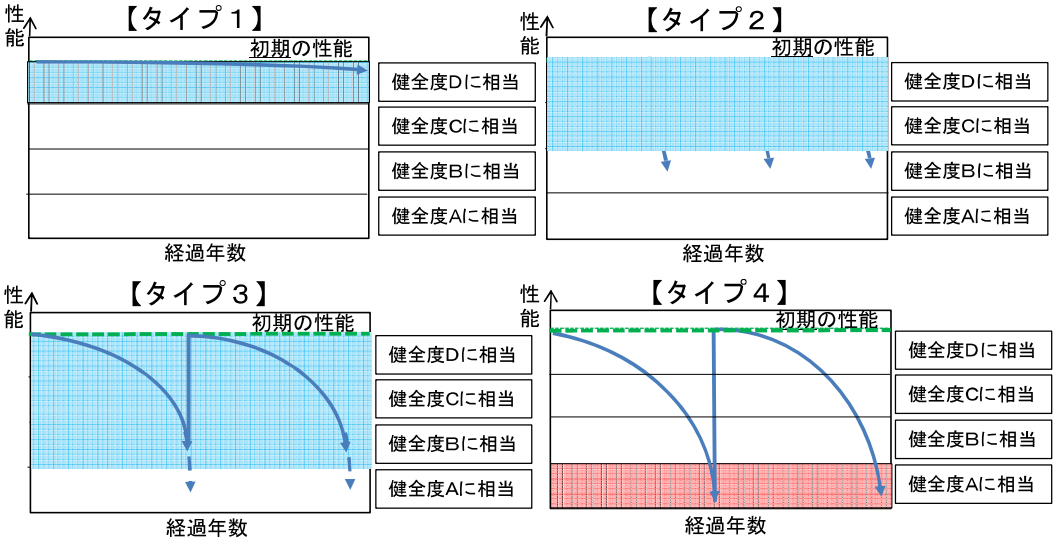


図-1.3　機能保全レベルと性能低下の程度のイメージ

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂、p16

第２章　点検の概要

2.1　点検の種類と目的

点検は定期点検、日常点検、臨時点検にわけられ、適切に確実に実施することが求められる。

【解説】

機能保全計画を策定した水産基盤施設については１年に１回以上の日常点検、5～20年に１回の定期点検を基本とした維持管理点検を行う。日常点検は、「老朽化の進行状況の確認、新たな老朽化箇所の発見」を目的としている。（臨時点検は地震、台風災害等の事案発生時に施設の変状や損傷の有無等を把握することを目的とし、日常点検の様式により行う）定期点検は「現行の機能補保全計画書の見直し」を目的とし、老朽化の程度の把握・健全度の評価を行うための定量的な点検を行う。

各点検の目的、内容、実施範囲、実施時期、使用する様式等について表-2.1に示す。

表-2.1　点検の種類と実施内容

定期点検	目的	現行の機能保全計画書の見直し
	内容	簡易調査（重点項目）を実施
	実施範囲	全スパンを対象
	実施時期	【健全度C・Dの施設】 ・10年；標準間隔 ・施設の重要度や構造型式を踏まえ、5年・10年（標準間隔）・20年から設定する。 【健全度A・Bの施設】 ・適宜設定する。 （日常点検で老朽化の進行を把握し、状況に応じて次回の定期点検を早める）
	様式	簡易調査（重点項目）の様式（老朽化度abcd判定）を使用。
	備考	必要に応じて詳細調査を実施
日常点検	目的	老朽化の進行確認、新たな老朽化の進行箇所の発見
	内容	代表的な老朽化の進行・新たな老朽化箇所の発見を目的とした踏査及び陸上目視 【健全度A・Bの施設】 ・代表スパンを選定し、写真撮影と状況の記録 ・踏査を行い新たに発見した変状の写真撮影と状況の記録 【健全度C・Dの施設】 ・踏査を行い新たに発見した変状の写真撮影と状況の記録
	実施範囲	全施設を対象
	実施時期	概ね1年に1回以上
	様式	見直しした点検内容に沿った日常点検の新様式を使用する。 ・起点終点写真 ・変状写真（代表的な変状） ・変状の位置を示すスパン番号 「漁港施設の点検システム」の活用も考えられる。
	備考	漁港施設の利用頻度の高い漁業者に加え、建設業者等の利用者に施設の変状について情報提供してもらう協力体制を構築する。
臨時点検	目的	高波浪、地震、船舶の衝突等が発生した場合、施設の変状の有無の把握
	内容	全施設について、日常点検と同様の点検を実施
	実施範囲	全施設を対象
	実施時期	事案発生後可能な限り速やかに実施。
	様式	点検結果を踏まえ、日常点検において示されている様式で点検記録を作成する。
	備考	－

2.2　点検の考え方

日常点検を概ね１年に１回以上着実に実施することで、漁港施設の変状の進行状況を確実に把握することができる。これにより定期点検の点検間隔を延ばすことが可能となり、定期点検の効率化に繋がる。

【解説】

2.2.1　点検フロー

定期点検、日常点検、臨時点検の流れを図-2.1に示す。

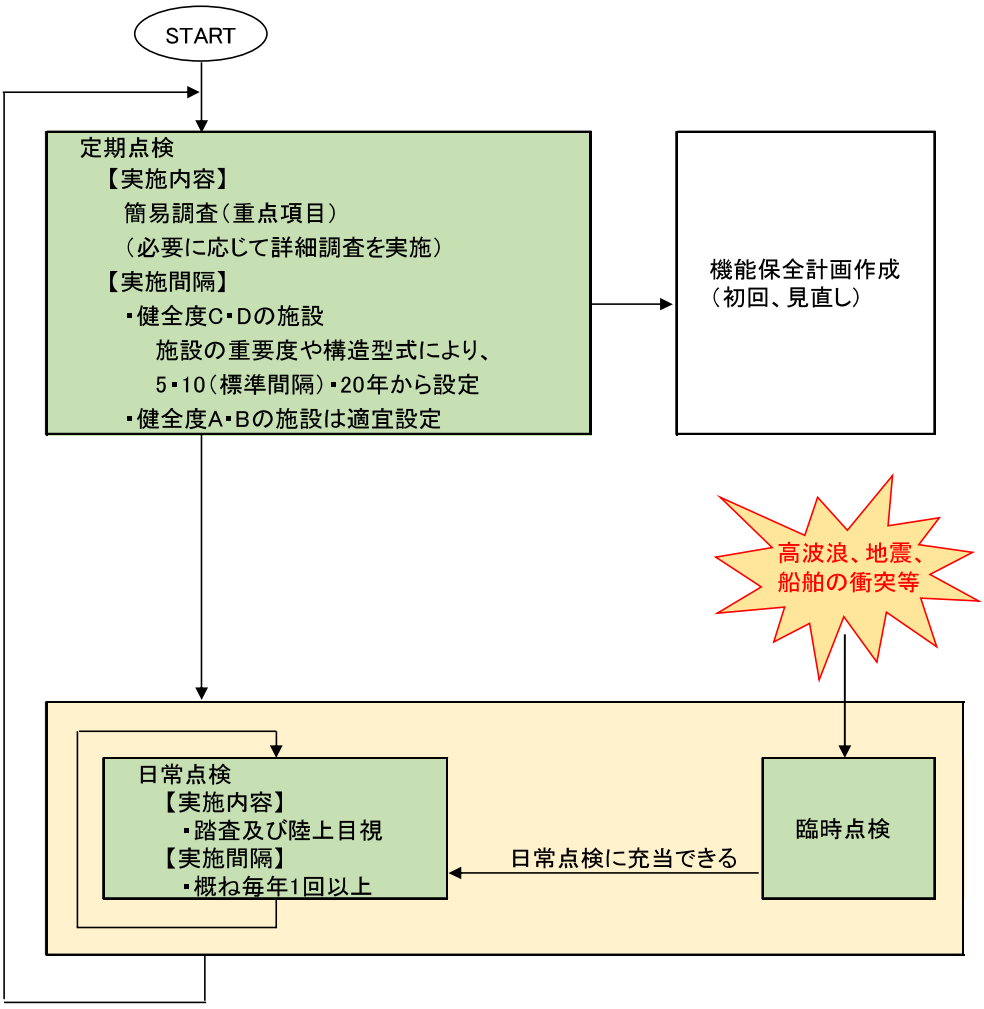


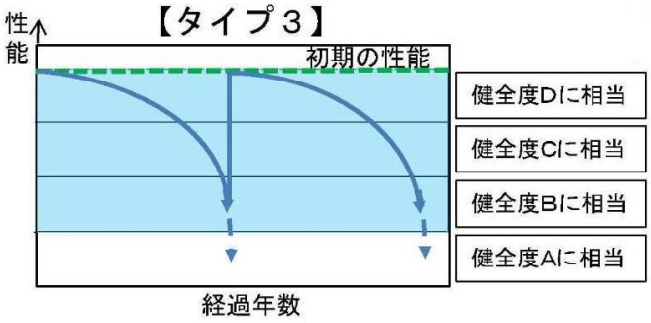
図-2.1　点検フロー図

2.2.2　定期点検の効率化

定期点検は現行の機能保全計画を見直しするために行うものであり、次のような考え方で実施する。

（1）定期点検における着眼点

対象施設の健全度が D→C→B→A へと進行する状況については定期点検で確認することになる。ここで、施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度 A（要求性能を下回る可能性がある状態）」になる前の変化を見逃さず、「健全度 B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態）」段階で発見し、予防保全対策を講じることが重要であり、図-2.2 に示すタイプ 3 の維持管理水準での対応を原則とする。



図－2.2　機能保全レベルと性能低下の程度のイメージ

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月、p16

（2）定期点検の実施内容

定期点検として従来は簡易調査（簡易項目）と簡易調査（重点項目）に分類され、簡易調査（簡易項目）は、簡易調査（重点項目）が必要な箇所を選定（スクリーニング）するために実施してきた。しかし実状としては、これらを一括して実施することが多いことから、定期点検は簡易調査（重点項目）に集約し、全施設全スパンを調査対象とする。調査結果の記録は、簡易調査（重点項目）の様式を使用する。

(3) 定期点検間隔の見直し

① 検討の考え方

定期点検は、健全度 A に移行する前に実施する（健全度 B の期間に予防保全を実施する）ことが重要であり、健全度 B で推移する期間に着目し、施設の健全度別に定期点検の間隔を区分する。

健全度 A の施設は既に要求性能を下回る状態にあるため、すでに機能保全工事等の対策を検討済みの段階であると想定した。

健全度 B の施設では、定期点検結果から健全度 A となる時期を推定し、その前に定期点検を行うように定める。日常点検では老朽化の進行を把握し、状況に応じて次回の定期点検を早めることも考えられ、老朽化を検知した場合には、健全度 A に移行する前に予防保全を実施する。

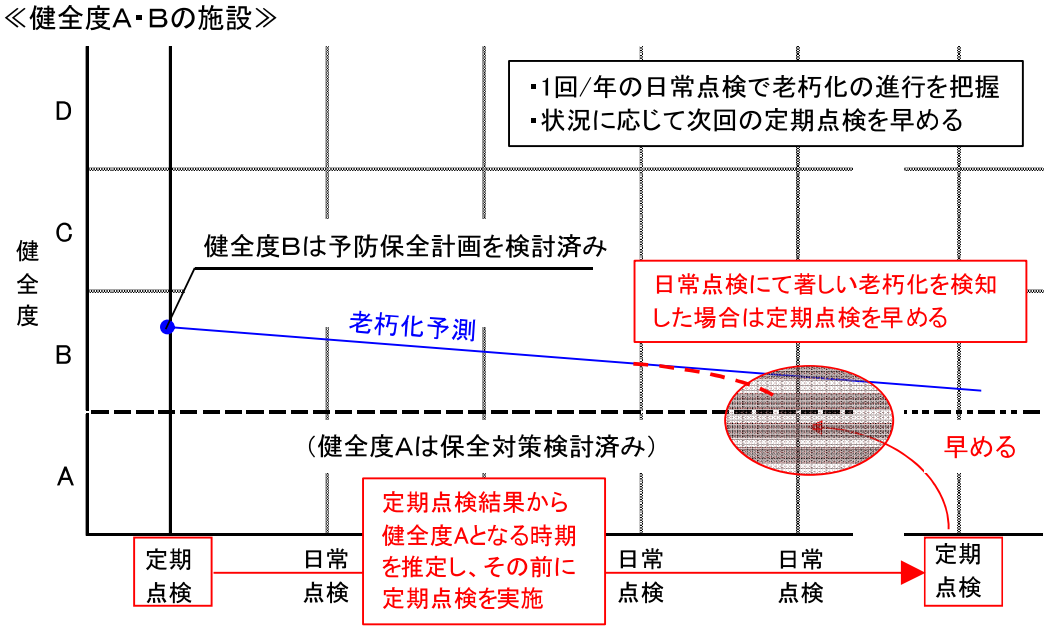


図-2.3　健全度Ａ・Ｂの施設の維持管理方法

健全度Ｃ・Ｄの施設は、日常・定期点検により老朽化の進行を確認し、健全度Ａに移行しないうちに予防保全計画を検討する。施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度Ａ（要求性能を下回る可能性がある状態）」になる前の変化を確実に把握することが重要となる。健全度Ｃから健全度Ａへの変化を見逃さないこと（健全度Ｂで推移する期間）に着目し、老朽化度・健全度の進展状況を整理・分析を行い、健全度Ｂで推移する期間から健全度Ｃ・Ｄの施設の定期点検間隔は標準間隔を10年とした。（本マニュアル（案）p.参-1～3参照）

機能保全対策工事により健全度Ｄに更新された施設については、補修した箇所や隣接箇所等を日常点検にて注視することとする。（点検間隔は健全度Ｄとして取り扱う）

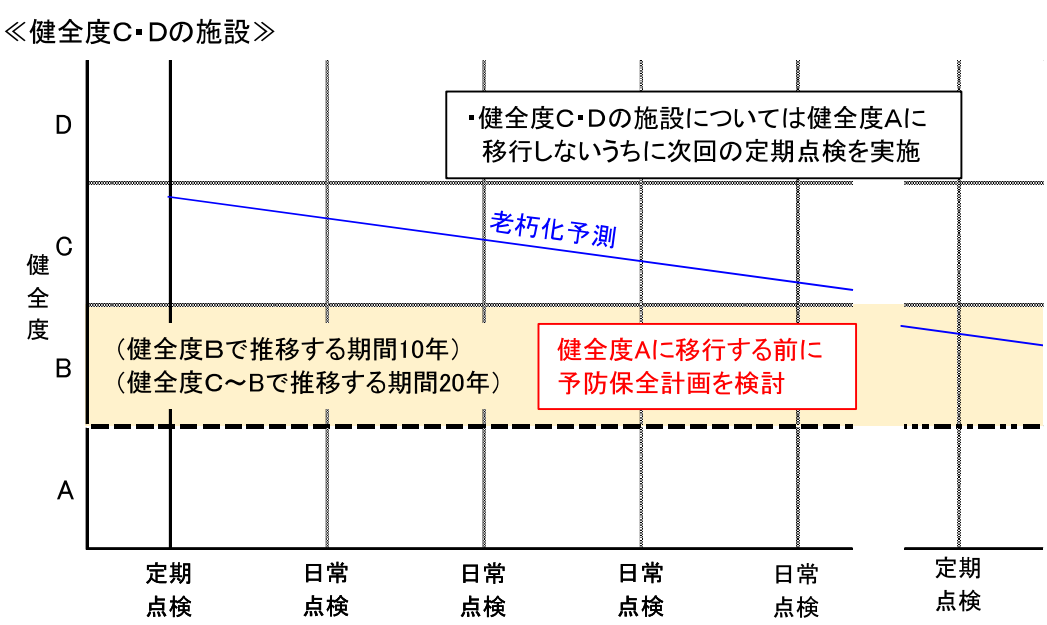


図-2.4　健全度Ｃ・Ｄの施設の維持管理方法

② 定期点検間隔の設定

定期点検間隔は 10 年を標準とした上で、漁港の重要度や構造型式・健全度に合わせて、5～20 年の範囲で定期点検間隔を設定する（表-2.2 参照）。定期点検間隔として 10 年を標準間隔としても、健全度 C・D の施設が健全度 A に移行する可能性は低く、健全度 B の期間に予防保全の検討を行うことが出来る。定期点検の標準間隔を「10 年」と設定し、施設の重要度や構造形式を踏まえた点検間隔の目安とする。なお、健全度 A､B の施設は、点検間隔を適宜設定するものとした。

- 防災拠点・流通拠点漁港の主要施設（耐震化、耐津波化を図る岸壁及び外郭施設）はその重要度から定期点検間隔を 5 年とする。
- 矢板・杭式等鋼構造物で肉厚調査を実施した場合、腐食速度を算定し、次回の点検まで（10 年後）の期間について機能を維持出来ることを確認する。
- 直前の定期点検で肉厚調査を実施していない矢板・杭式等鋼構造物では、腐食速度の算定が出来ないため、危険側を考慮し、定期点検間隔を 5 年とする。
- 新設（健全度 D）の矢板・杭式等鋼構造物については、防食機能が設計通りに発揮されていることを確認した上で、定期点検間隔を標準の 10 年とする。

なお、水域施設については、日常点検において堆砂状況や利用上支障がないか漁業者等の利用者にヒアリングにより確認するものとし、変状が確認された場合は速やかに水深計測等の定期点検を行うものとする。

表-2.2　定期点検間隔の設定

区分			定期点検間隔	設定根拠
構造形式	健全度	前回の定期点検内容		
全ての構造形式	健全度B	—	A判定となる前（最長間隔5年）	老朽化の予測検討を行い適宜設定する。ただし、定期点検の最長間隔は5年とする。
重力式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		5年	災害時の拠点確保、被災後の水産業の早期回復の観点から選定
	健全度C	—	10年	健全度Bで推移する期間「11.1～17.7年」より、10年と設定（本マニュアル（案）p.参-3参照）
	健全度D	—	20年	健全度B、Cで推移する期間「22.1～35.4年」より、20年と設定（本マニュアル（案）p.参-3参照）
矢板・杭式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		5年	災害時の拠点確保、被災後の水産業の早期回復の観点から選定
	健全度C・D	肉厚調査を実施していない場合	5年	腐食速度が把握出来ないため、点検間隔を密とする
		肉厚調査を実施した場合	10年	ただし、肉厚調査結果から腐食速度を算定し、次回の点検が10年後（標準間隔）でも支障ないことを確認する
	健全度D（新設のみ）	—	10年	塗覆防食工法の耐用年数（20～30年程度）の半分を目安に設定

定期点検の流れの一例を図-2.5 に示す。点検間隔の検討資料を参考資料-A に示す。

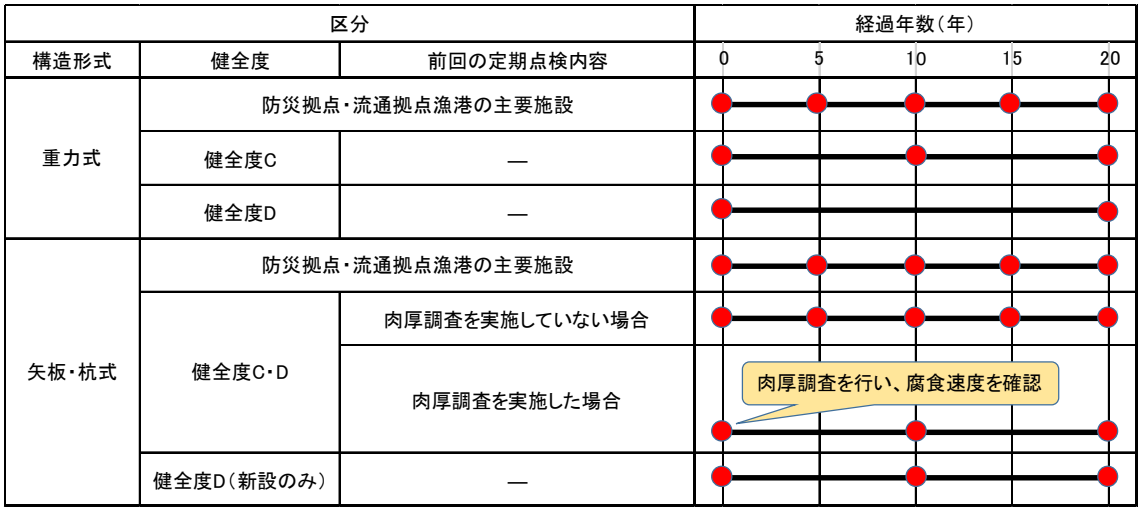


図-2.5　定期点検の流れ

従来は 5 年または 10 年に 1 回の頻度で全施設を点検していたが、本マニュアル（案）では施設毎に点検時期が不規則になるため、予定時期に確実に点検が実施されるように留意する必要がある。

ｉ）重要度が高い漁港（防災拠点漁港・流通拠点漁港）

漁港漁場整備長期計画（H29年～33年度）では、整備目標として、防災拠点漁港および流通拠点漁港のうち、地震・津波に対する主要施設の安全性が確保された漁港の割合を、計画終了時に30%とする整備目標を掲げている。

また、水産庁は平成26年以降、漁港管理者である関係都道府県等に対し、流通拠点漁港及び防災拠点漁港にかかる災害時の応急体制の充実を図るため、漁港に精通した建設業団体等との防災協定の締結について技術的助言を行っている。

このように防災拠点漁港および流通拠点漁港は、大規模自然災害に備えた対応力強化が重点課題となっており、重要度の高い漁港であると位置付けられる。

・防災拠点漁港：大規模な地震等が発生した場合に、被災直後の緊急物資、避難者の海上輸送を行い、また、各公共施設が復旧する間、物資の輸送等を行い得る漁港であって、地域防災計画等において位置づけのある漁港である。
・流通拠点漁港：各都道府県が定めた圏域計画に基づき、水産物の流通の拠点となる漁港である。

防災拠点漁港および流通拠点漁港では、防波堤や岸壁等の耐震・耐津波・耐浪化対策を推進して機能強化を図るとしている。具体的に施設を選定するにあたっては、漁港・漁場

の施設の設計参考図書（2015 年版）に下記の枠囲みのように記述がある。漁港管理者が防災拠点漁港および流通拠点漁港の機能保全計画を策定する場合には、これを参考にして、耐震性能・耐津波性能の強化を行う主要な施設を明示する必要がある。

2.2.5　耐震性能・耐津波性能の強化を行う施設

(1)　耐震強化型の岸壁

耐震性能・耐津波性能の強化を行う施設のうち、岸壁については、耐震強化型として、下表に示すとおり「耐震強化岸壁」「耐震強化岸壁に準じる岸壁：及び「その他の耐震性能を強化する岸壁」に区分される。

「耐震強化岸壁」は、防災拠点漁港において、震災直後の緊急物資や避難者の海上輸送などを考慮し、特に通常の岸壁よりも耐震性を強化した岸壁として位置づけられている。

従来の設計（性能照査）においては、レベル 2 地震動を対象としつつも、地震応答解析から設計震度を算定する震度法が用いられていた。しかし、東日本大震災による大規模災害を受け、耐震強化岸壁については、液状化しないことが明らかな場合を除き、レベル 2 地震動による変形解析を行い、変位量が許容値を満足することを照査する手法を取り入れている。

また、「耐震強化岸壁に準じる岸壁」として、特定第 3 種漁港及び特定第 3 種以外の漁港であっても、被災することによって広範囲に渡る経済活動に著しい影響を及ぼす恐れのある水産物生産・流通拠点漁港における主要な陸揚岸壁が位置づけられるとしており、要求性能及び性能規定については「耐震強化岸壁」に準じることとしている。

上記以外の水産物生産・流通拠点漁港については、通常の岸壁における要求性能及び性能規定を適用するが、設計震度については、レベル 1 地震動に加え「発生頻度の高い津波」を発生させる地震動による設計震度について比較検証する必要がある。

区分	対象漁港及び対象施設
耐震強化岸壁	防災拠点漁港において、震災直後の緊急物資や避難者の海上輸送などを考慮し、特に通常の岸壁よりも耐震性を強化した岸壁
耐震強化岸壁に準じる岸壁	特定第 3 種漁港及び特定第 3 種以外の漁港であっても、被災することによって広範囲に渡る経済活動に著しい影響を及ぼす恐れのある水産物生産・流通拠点漁港における主要な陸揚岸壁
その他の耐震性能を強化する岸壁	上記以外の水産物生産・流通拠点漁港における主要な陸揚岸壁

(2)　耐震性能・耐津波性能の強化を行う外郭施設

耐震性能・耐津波性能の強化を行う外郭施設については、上表に示す岸壁前面の泊地や航路の安全な利用を確保するために必要な主要な防波堤及び海岸保全施設（防潮堤）と組み合わせた総合的な防災対策が不可欠な防波堤が対象である。

出典：漁港・漁場の施設設計参考図書、2015 年版、pp. 9～10

ⅱ）矢板・杭式等鋼構造物のうち、直前の定期点検において肉厚調査を実施していない施設

矢板・杭式等鋼構造物の肉厚を測定して、平均腐食速度が設計値以下であることを確認することで、耐用年数内での鋼材の肉厚を確保できる予測が可能となる。しかし肉厚調査をしていない場合には、腐食環境によっては耐用年数内での肉厚確保が難しい可能性もあり、標準間隔より短い間隔で定期点検が必要とした。

ⅲ）直前の定期点検で健全度評価が D の施設（新設施設及び更新・改良施設も含む）

健全度 D の施設は健全度 C を経て健全度 B に至るので、健全度 B、C で進行する全体期間（最短で 22.1～35.4 年（平均 27.9 年））を考慮して、点検間隔を 20 年に長くすることは問題ないと考えられる（p 参-3　表-A.3 参照）。

ただし、矢板・杭式等鋼構造物が健全度 D の場合には、定期点検間隔を延ばすことなく、標準間隔の 10 年で定期点検を行うこととする。矢板・杭式等鋼構造物の防食工法としては、表-2.3 に示す対策工法が適用されているが、被覆防食工法の耐用年数は最短で 20 年程度となっている。漁港による腐食環境の相違もあることから、耐用年数の半分程度となる標準間隔の 10 年で定期点検を行って、防食機能が設計通りに機能を発揮していることを確認しておくことが重要と考えられる。

表-2.3　鋼構造物対策工法事例一覧表（防食鋼材）

工法の名称		主な変状	対策工法に要求される効果	適用範囲		耐用年数
				水上部	水中部	
A 電気防食工法						
A-1 電気防食工法(流電陽極方式)		腐食	老朽化速度の抑制	×	○	10～50年
A-2 電気防食工法(外部電源方式)		腐食	老朽化速度の抑制	×	○	20年
B 被覆防食工法						
B-1 塗装工法(エポキシ樹脂塗装)		腐食	老朽化要因の遮断	○	×	20年程度
B-2 有機ライニング工法		腐食	老朽化要因の遮断	○	○	20年程度
	重防食被覆					
	超厚膜形被覆					
	水中硬化形被覆					
B-3 ペトロラタムライニング工法		腐食	老朽化要因の遮断	○	○	30年程度
B-4 無機ライニング工法		腐食	老朽化要因の遮断	○	○	30年程度
	モルタル被覆					
	コンクリート被覆					
	電着被覆					

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月、p 参考 5-5

(4) 詳細調査

簡易調査（重点項目）の調査結果を受けて対策工を検討するにあたり、潜水目視、コンクリートの塩化物イオン濃度測定または圧縮強度試験等、健全度の評価結果の検証、老朽化要因の特定や老朽化予測のために追加調査が必要な場合に、詳細調査を実施する。

詳細調査の実施の要否、詳細調査項目は、対象施設の状況や簡易調査結果により、管理者等が判断することを基本とする。

2.2.3　日常点検の重点化

日常点検では、日常管理計画に基づき必要な点検を実施し、施設状態の把握に努める必要がある。老朽化の進行確認、新たな老朽化の発見のために、全施設について実施する。日常点検等の結果は、その後の定期点検で行う機能診断の基礎的な情報として重要であり、適切に情報管理する必要がある。

近年、漁港施設の機能保全を確実に進めていく上で漁港管理者の人的不足が課題となっており、日常点検の重点化は急務となっている。本来の目的を損なうことなく重点化を図るため、次のような考え方で実施する。

(1) 調査内容の明確化

健全度A・Bの施設においては、代表スパンのモニタリングと踏査を実施する。モニタリングによる「老朽化の進行状況の確認」については、機能保全計画策定時に実施した定期点検結果から最も老朽化の進行が顕著である代表スパンを選定し、そのスパンの老朽化の進行状況を把握するものとする。また、「新たな老朽化箇所の発見」を達成するためには全スパンでの踏査を行い、健全度判定に影響する「老朽化度aまたはb判定」に相当する変状の発生の有無を確認することとする。代表スパンのモニタリングと全スパンでの踏査を組み合わせることで、老朽化の進行の把握と新たな老朽化の変状の発見を見逃さないような点検内容とする。

健全度C・Dの施設においては、全スパンでの踏査を行い、健全度判定に影響する「老朽化度aまたはb判定」に相当する変状の発生の有無を確認することとする。

(2) 日常点検の新様式の検討

従来の基準では、簡易調査（簡易項目）に使用する様式5および様式6を利用しているが、本マニュアル（案）においては、日常点検専用の新様式を用いることとする。なお、新様式は次の考え方に基づいて作成している。

- 調査位置の類似した施設を、できるだけ同一の様式に集約して、様式の種類および構成を簡略化した。この場合、施設別（外郭施設、係船施設、浮体施設、船置場、航路・泊地）に集約した。
- 日常点検で用いられる従来の基準の様式5（点検者・日時・変状状況等）、様式6（変状写真）を1枚の様式にまとめ簡略化した。

(3) 漁港施設の点検システムの活用

「漁港施設の点検システム」は、スマートフォンを利用し、写真を中心とする施設の現況データを撮影、入力、伝達、蓄積したデータベースを作成して、そのデータを利用できるシステムであり、漁港管理者が本格運用に向けて導入検討を進めているシステムである。

この「漁港施設の点検システム」に登録した点検データは本マニュアル（案）で定めた日常点検の新様式に準拠したスタイルで出力可能である（図-2.6 参照）。この出力機能を活用することで「点検記録の取りまとめ」の負担軽減が図ることができる。

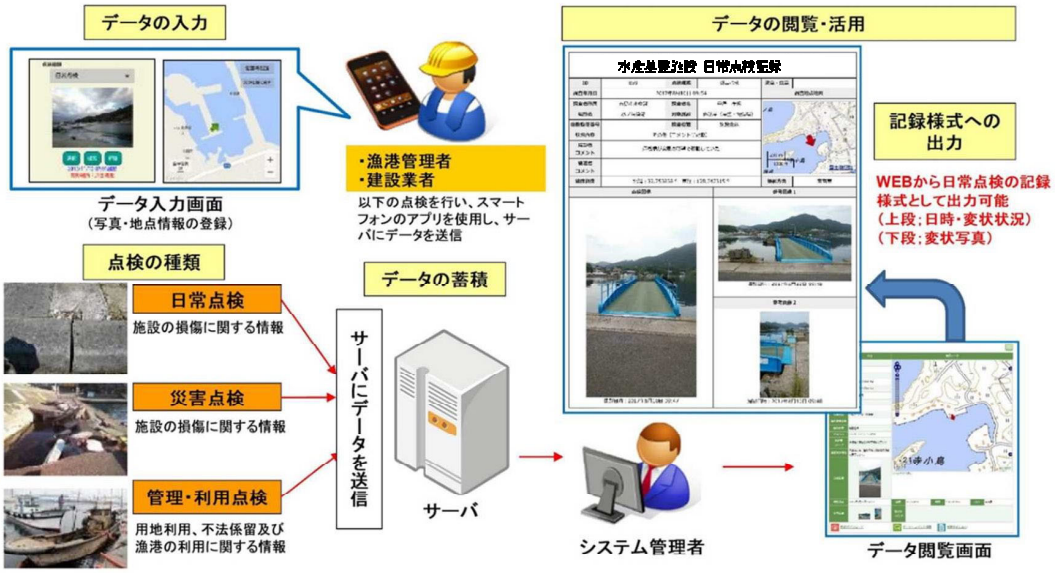


図-2.6　漁港施設の点検システムのイメージ

参考資料：奥野正洋・長野晋平・田原正之・長野章・不動雅之・野神巧一：スマートフォンを活用した漁港施設点検システムの構築と運用，水産工学 Vol.55, No.2, pp.149-153, 2018.

(4) 漁業者、建設業者等からの情報入手

漁港施設の利用頻度の高い漁業者に加え、建設業者等の利用者に施設の変状について、情報提供してもらう協力体制を構築する。

その情報提供により漁港管理者の体制を補完することで、漁港管理者の負担軽減を図ることができる。

2.2.4　臨時点検と日常点検の共通化

臨時点検は、台風または地震による新たな老朽化の発生の有無、応急措置の要否の確認のために実施するものである。(「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」参照)　また、臨時点検を実施した場合には、これを日常点検に相当するものとして、日常点検を省略することができる。

なお、調査結果の記入シートは日常点検と同一の様式を用いる。

第３章　点検の作業要領

3.1　定期点検要領

定期点検では、簡易調査（重点項目）を実施することとし、下記基準に示す調査手順に変更はない。点検間隔については 5～20 年に見直す。定期点検の作業要領については下記基準を参照できる。

・水産基盤施設機能保全計画策定の手引き、平成 27 年 5 月改訂

・水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂

【解説】

3.1.1　簡易調査（重点項目）

定期点検で実施する簡易調査（重点項目）は全施設全スパンを対象とし、部材の老朽化度を評価するために実施する。目視（陸上及び海上）調査またはレッド等による簡易な水深計測等から、老朽化度評価基準に基づき部材ごとの老朽化度を評価する。

（1）点検の準備

直前の定期点検時に作成された様式 4、7、8 及び変状図、その後の日常点検時に作成された資料等を携行する。

・様式 4（スパン割りの記載された平面図）

施設のスパン割を現地で確認するために必要な資料である。

・様式 7（スパンごとの変状の最大寸法と判定結果）

変状図と合わせて変状の種類、寸法を確認し、変状の老朽化の進展と新たな変状の発見に見落としのないようにする。

・様式 8（変状写真）

変状の写真は変状の進行の有無を視覚的に確認するための重要なデータである。

・変状図

変状の位置、寸法、形状等を記載した資料である。

・日常点検時の記入シート

日常点検の中で記録された変状の進展や新たな変状の位置を確認して、調査過程で見落としのないようにする。

・カメラ、筆記具、コンベックス、クラックスケール、スタッフ、巻き尺、ポール等

(2) 点検の留意点

わかりやすい記録を心がけることを念頭に、作業を進めるにあたっては次のような点に留意する必要がある。

- 変状の時系列変化が確認できるように、撮影場所は初回と同じ位置で撮影することが望ましい（写真-3.1 参照）。　なお、新しい撮影アングルの変状写真が必要な場合には、追加として撮影する。
- 既往調査結果の変状位置が実際と合致していることを確認しながら点検を進め、当該施設の全スパン数がスパン割りと一致していることも合わせて確認しておく。

＜被災後 172 日経過＞

＜被災後 738 日経過＞

＜被災後 762 日経過＞

写真-3.1　時系列変化の把握（東日本大震災での被災箇所）

(3) 簡易調査（重点項目）への新技術の適用

従来ひび割れ幅の計測は、クラックスケールまたはコンベックスで直接計測していたが、最近はUAVで撮影した画像処理から、広い範囲の変状（ひび割れ、欠損等）を把握し、ひび割れ幅を求める方法が実用化に向けて研究されている。ただし、この方法によるひび割れ幅は表面の位置であり判定に影響する。幅の広いひび割れを特定した後には、現地踏査によるひび割れ幅の精査が必要になる。

定期点検で活用できるひび割れ調査技術の概要、適用範囲等の比較表を表-3.1 に示す。UAV画像を活用した解析については、参考資料-Bを参照。

表-3.1　ひび割れ調査技術の概要

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
UAV	・UAVを用いて上空から広域の写真撮影を行い、画像を分析して変状の寸法を求める。	・現行航空法では、人または物件（第三者の建物、自動車など）との間に30m以上の距離を確保できる空間に限定される。 ・地方航空局の許可・承認が必要である。	・調査員による危険を伴う調査は回避できる。 ・人の立入りが困難な消波工や、陸から離れた沖防波堤等の点検が効率的に行える。	・分解能の関係から、幅10mmのひび割れに対しては高度20m、幅3mmには高度5m以下が必要。 ・得られるひび割れ幅は表面幅であり、目視調査による確認が必要である。
表面P波法による簡易機能（老朽化）診断手法	・コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）を把握できる。	コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）の把握に限定される。	・ハンマーとセンサーを用いるだけの簡単な操作で、構造物の状態を把握できる。	・コンクリートのひび割れ幅の計測はできない。
クラックスケールまたはコンベックス	・調査員が直接測定する。	・構造物に近接できる範囲に限定される。	・計測結果をそのまま成果として採用できる。	・危険な場所への立ち入りは、作業の安全面からできない。 ・沖合の施設については通船の手配が必要となる。

3.1.2　詳細調査

(1) 詳細調査の内容

詳細調査としては次のような調査があり、簡易調査（重点項目）の結果から必要な詳細調査を選定する。

① コンクリートの圧縮強度試験

コンクリート構造物の老朽化に関連した物理特性の変化は圧縮強度に深く関連している。そのため、コンクリート構造物を診断する上で強度を把握することは極めて重要である。よってコンクリートに変状が多く老朽化が進行している場合には、圧縮強度試験が求められる。

② 鋼材の肉厚測定

鋼構造物は厳しい腐食環境下に置かれており、腐食の進行を把握しておくことは、維持管理の上で重要である。鋼矢板や鋼管杭の腐食速度が設計値以下となっているか、肉厚がどれだけ余裕代として残っているか、定期点検時には調査しておくことが望ましい。

③ 外郭施設、係留施設等の本体工、基礎工の潜水目視調査

日常管理では陸上目視に限定されるため、水中での施設の老朽化の進展を確認するためには欠かせない調査である。定期点検時に潜水目視調査を実施することが望ましい。

④ 岸壁エプロンなどの空洞化調査

岸壁エプロンや堤体と背後地盤の境界部に水たまりが発生する、堤体目地の下端に裏込・裏埋材の堆積が見られる状態が発生すると、エプロン下の裏込・裏埋材の吸出しが懸念される。吸出しによりエプロン下に空洞が生じる可能性があり、エプロン上の車両の安全通行に支障をきたすことになり、調査が求められる。

⑤ 塩化物イオン濃度試験

コンクリート構造物の老朽化が進行すると、打込み直後に強アルカリ性を示していたコンクリートは、中性化が進んで内在する鋼材の発錆、かぶりコンクリートのひび割れの問題が発生してくる。よって老朽化が進行しているコンクリートでは、圧縮強度試験と合わせて実施することが望ましい。

⑥ 防食効果の残存期間の確認

鋼構造物の電気防食工を施している場合、鋼構造物の防食状態を把握する必要があり、定期点検時での調査が望まれる。

詳細調査には、局部的な破壊を伴う方法や非破壊試験機器を用いる方法があり、状況に応じ適切な方法を選択する必要がある。また、老朽化要因は構造物により異なることに加え、老朽化の現象が同じであっても要因が異なることがある。詳細調査の実施においては、これらに関する十分な知識と経験が求められることに留意する必要がある。

(2) 詳細調査への新技術の適用

① コンクリート圧縮強度試験

コンクリート圧縮強度試験については、コア採取による室内強度試験が従来より行われてきているが、コア採取のために施設を削孔して開孔部は充填する必要があり、試験コストや作業時間の面で不利である。これに対して、非破壊試験法として反発度法を用いたリバウンドハンマが採用されるようになったが精度的に問題があり、最近では機械インピーダンス法を用いた機器による計測も行われている。

詳細調査で活用できるコンクリート圧縮強度試験に関する調査技術の概要、適用範囲等の比較表を表-3.2 に示す。各調査技術の内容については、参考資料-B を参照。

表-3.2　コンクリート圧縮強度試験技術の概要

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
機械インピーダンス法による簡易圧縮強度の計測	・コンクリートの圧縮強度の推定、コンクリート構造物における表面の劣化度合い及び表面近傍の浮き・剥離を測定する。 ・ハンマーでコンクリートを打撃した場合の押す時間と押し戻される時間の打撃応答波形から機械インピーダンス値を算出し解析する。	・平らな場所を選定し、カキや藻類等の付着物がある場所、粗骨材の露出が著しい場所は避ける必要がある。	・比較的簡便で迅速に測定ができ、多点での連続計測や一定の精度が得られる。 ・構造物を削孔しない非破壊試験である。	・ハンマ打撃によって得られる各指標値はコンクリートの表層50mm程度の情報であり、これより深いコンクリート内部の調査には適用できない。
リバウンドハンマ	・一定のエネルギーでコンクリート表面を打撃したときに、ハンマー内のインパクトプランジャーの跳ね返り高さとコンクリート強度の相関から強度を推定する。	・反発度から圧縮強度を求める換算式として提案式を用いる場合、精度が落ちる可能性がある。	・構造物を削孔しない非破壊試験である。	・反発度から圧縮強度を求める換算式は、事前に反発度と圧縮強度の関係を実験的に求める方法によることが望ましい。
コア採取による室内強度試験	・コアを採取して供試体を作成し、試験機で圧縮試験を行う。	・コア抜きによる削孔、開口部の充填ができる構造物に限定される。	強度試験を実施することで、強度を換算なしに直接求められる。	・試験コストが割高で、コア取得から室内試験の終了まで作業時間がかかる。

② 水中調査技術

水中調査では潜水士による目視調査が従来から行われてきているが、海象条件に左右され、水中作業には危険性も伴う。こうした中で水中部の調査の効率化を図る技術が実用化されている。

ナローマルチ測深機は扇状に発振する音波によって三次元的な測量を可能とし、3D スキャナはナローマルチ測深機で対応できない桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所などでの 3D 計測を可能とするものである。また、ROV は有線または無線の遠隔操作により 200m 以上の大水深にまで潜行できる潜水探査機であり、最近では小型で安価に購入できる ROV が限定的ではあるが実用化され、水中ドローンと呼ばれている。また、消波ブロック被覆式防波堤の堤体海側側面のように、潜水士が進入できない閉空間での調査向けに陸上から水中カメラを垂下する方法等も使われている。

詳細調査で活用できる水中調査技術の概要、適用範囲等の比較表を表-3.3 に示す。各調査技術の内容については、参考資料-B を参照。

表-3.3　水中調査技術の概要

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
潜水士	・潜水士が、通常ではスキューバによる潜水目視を行う。	・通常スキューバでは水深30m程度まで潜水でき、すべての点検業務に対応できる。	・目視結果をそのまま成果として採用できる。	・安全作業のためには、作業条件を厳しく管理する必要がある。 ・安全管理を高めると、作業効率は落ち、コストも高くなる。
陸上からの水中カメラの垂下	・コンパクトボディのカメラにオプションである耐圧防水ハウジングを装着することで水中撮影が可能となるカメラである。	・スタッフの先端に取り付ける形で使用し、長さ5～7mの範囲で使用できる。	・被覆消波ブロックと堤体の間隙に垂下することで、堤体壁面の状況を確認できる。	・カメラの撮影幅を考慮して、小刻みに垂下、撮影、引上を繰り返すことから、手間がかかる。
水中3Dスキャナ	・船舶への艤装も可能であるが、ソナーを三脚に据えて海底に固定して計測することが可能である。 ・360度の範囲をスキャンできる。	・水面際から水深15m程度まで計測可能。	・濁水や視界ゼロでも計測が可能である。 ・マルチビーム等の船上艤装型計測機器では取得が困難な桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所等での3D計測が可能である。	・水中3Dスキャナの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数cm程度の開孔は判別困難である。
ROV	・ハイビジョンカメラ、LED照明、深度センサーや距離センサーなどの装備品を軽量フレーム構造に納め、三軸スラスターを搭載しスムーズな動作が可能である。	・コスト面からは、大水深かつ延長の長い調査の場合に向いている。 ・観測機器は広く普及していない。	・海底地盤の洗堀、水中の消波ブロックや根固ブロックの散乱など、ROVにより局部的な変状を含め潜水作業を伴わずに把握することが可能となる。	・操作には熟練を要し、調査費用が高価となる。 ・画像の取得にはキャリブレーションが必要。
水中ドローン	・小型ROVと位置付けられる。	・機能保全調査への適用は限定される。	・20万円程度の低価格で購入できる。	・静穏域に限定される。 ・搭載カメラの解像度は、重量制限からROVに比べて見劣りがする。
ナローマルチ	・最大で256本の音響ビームを扇状に発受信し、水中部の地形を三次元的なデータとして取得する装置である。 ・測深した範囲はリアルタイムに船上のパソコンに表示されるため、データの取得状況を確認しながら調査できる。	・大水深まで可能であるが、航行できる範囲に限定される。	・面的（二次元）・空間的（三次元）データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。 ・音波を利用していることから水中の濁りや暗部の影響がなく点検が可能でなる。	・マルチビームの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数cm程度の開孔は判別困難である。 ・水面際（水面～2m程度）も適用困難。

3.2　日常点検要領

日常点検については全施設を調査対象とするが、施設の健全度を考慮して調査スパンを抽出することで、日常点検の重点化を図る。

【解説】

3.2.1　日常点検と定期点検の関係

日常点検は全施設を対象に年 1 回以上実施する。定量的な調査は定期点検で確認するため、日常点検では新たな老朽化の発見、および既往の変状の中から代表的な変状の老朽化の進行状況の把握による調査内容の重点化を図る。

3.2.2　日常点検の点検方針

(1)　日常点検の対象箇所

日常点検は全施設を対象に、陸上目視で可能な範囲をすべて対象とする。

(2)　日常点検の対象箇所の絞り込み

日常点検では全施設を対象にするが、「点検作業」の重点化を図るため、施設の健全度ごとに、次のような考え方で、最新の定期点検の結果より、点検時に特に注目するスパンを抽出する。定期点検間隔の検討からは、10 年程度の期間内では健全度の大きな変化はないものと推察されており、機能保全上の支障はないものと考える。

①健全度 A または B の施設

a または b 判定の老朽化の進行状況の把握は、施設の安全性確保に特に重要である。a または b 判定の変状の中から、施設の機能低下に最も影響があるスパン（最も大きい変状（ひび割れ、欠損、段差等）のあるスパン）を代表スパンとして選定し、スパン写真の撮影と状況（変状の種類・老朽化の所見）を様式に記載する。

新たな老朽化の変状を発見するための踏査を行い、実施記録として起点終点写真を様式に記録する。踏査により、新たな老朽化の変状（老朽化度 a または b 相当）スパンを発見した場合は、様式に追加で記載する。代表スパンと同様な変状スパンが増え、健全度の評価を改める必要があれば、次回の定期点検を早めるなどの対応をする。

②健全度Ｃまたは Ｄの施設

新たな老朽化の変状を発見するための踏査を行い、実施記録として起点終点写真を様式に記録する。踏査により、新たな老朽化の変状（ａまたはｂ判定相当）スパンを発見した場合は、様式に追加で記載する。健全度判定に影響する「老朽化度ａ またはｂ」相当の変状の割合・箇所数が多くなった場合は、様式下欄の「その他特記事項」に記載し、補修や次回の定期点検を早めるなどの対応をする。

(3) 漁業者、建設業者等との協力体制の構築

漁港施設は日常的に水産物の陸揚げに利用されているため、利用者（漁業者等）が身近にいる施設である。また、漁港を作業船の基地港としたり、工事現場として利用している建設業者も身近にいる場合が多い。漁港施設の利用頻度の高い漁業者に加え、建設業者等の利用者に施設の変状について情報提供してもらう協力体制を構築する。

漁港管理者は漁港利用者に点検するポイントとして写真等の事例等（専門知識がなくても作業できるような資料）を提示し、情報提供を依頼する内容を説明する。日常点検における着眼点（例）を表-3.4 に示す。係留施設の点検時に必要な視点を図-3.1 に示す。また、漁港施設に見られる主な損傷写真の事例を構造物別に参考資料-C に示す。

表-3.4　日常点検における着眼点（例）

対象施設	内　容
外郭施設 （防波堤・護岸）	天端の沈下、法線のずれはないか。
	上部工の損傷はないか。
	消波工の移動、散乱、沈下はないか。
	船舶等の衝突を受けた形跡あるいは報告はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
係留施設 （岸壁・物揚場）	法線の大きなずれや目地の大きな段差はないか。
	エプロン舗装に沈下、陥没の予兆がないか。
	排水溝（本体・蓋）に異常はないか。
	船舶等の衝突を受けた形跡あるいは報告はないか。
	防舷材・係船柱（係船環）等の付帯設備に異常はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
泊地・航路	航行に支障となる浅瀬・堆砂はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
道路	通行に支障となるような変状（段差、欠損、比較的）はないか。
	ガードレールなどの付帯設備に異常はないか。
	排水溝（本体・蓋）に異常はないか。
照明施設	電球切れ等の不具合はないか。

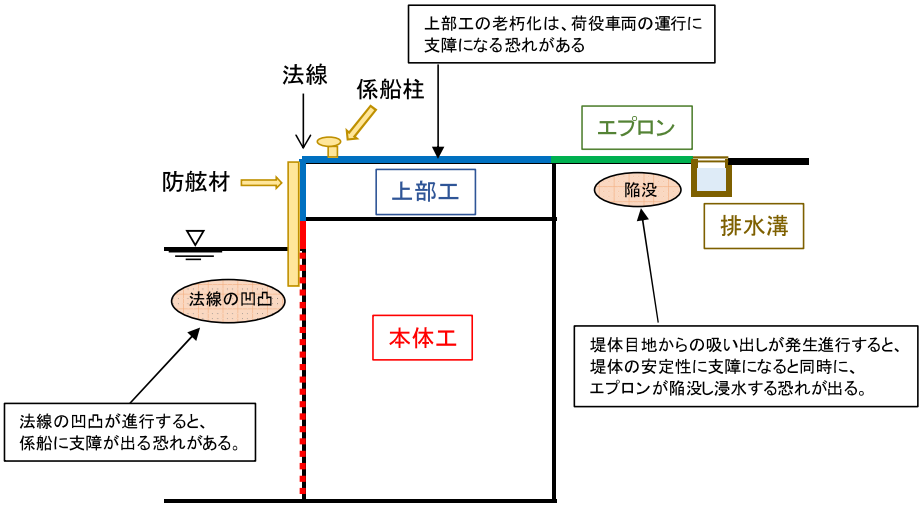
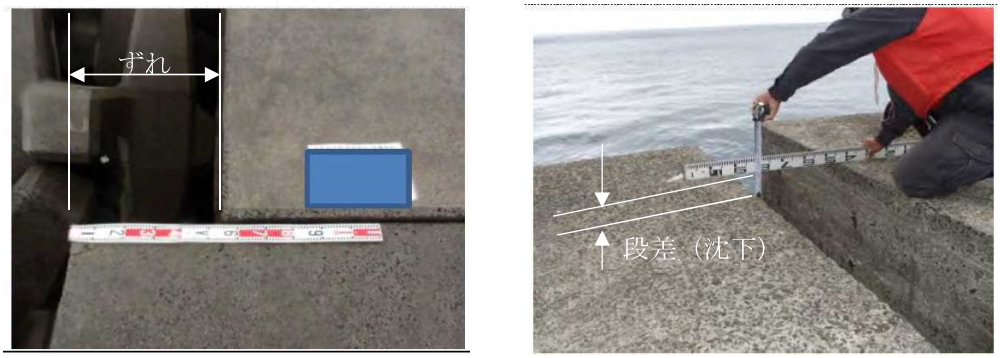


図-3.1　点検時に必要な視点（係船岸）

例えば、表-3.4 の外郭施設の項目にある「天端の沈下、法線のずれはないか」という着眼点については、次のような要領で、協力者への説明を行う。

・点検する変状はどのようなものか、写真を見せてイメージを説明する（写真-3.2 参照）。
・日常点検における着眼点（例）を参考に確認すべき内容を説明する。
・確認・発見した変状についての報告内容（変状の内容、変状写真、変状位置）及び報告方法等を具体的に説明する。
・漁港管理者が「漁港施設の点検システム」を導入している場合は、その点検システムの活用方法を説明する。
・この他、陸上からの日常点検ではできない「海上から見た漁港施設（特に外郭施設）の変状」の情報提供を漁業者等の利用者に呼び掛けておく。



(a) 隣接堤体との法線のずれ　　(b) 隣接堤体との段差（沈下）

写真-3.2　ずれと段差の写真例

3.2.3　日常点検の現場作業について

直前に実施された定期点検結果または日常点検結果の記録のうち、次の資料を携行する。

(1) 点検の準備

日常点検の実施にあたっては、次のような資料を準備し、調査器材を携行する必要がある。

・様式 4’（従来はスパン割りの記載された平面図であったが、本マニュアル（案）では、施設のスパン割・変状箇所を、日常点検時に現地で確認するための資料として利用できるように、記載内容を広げている。定期点検時の成果品として作成されることになる（図-3.2 参照））。

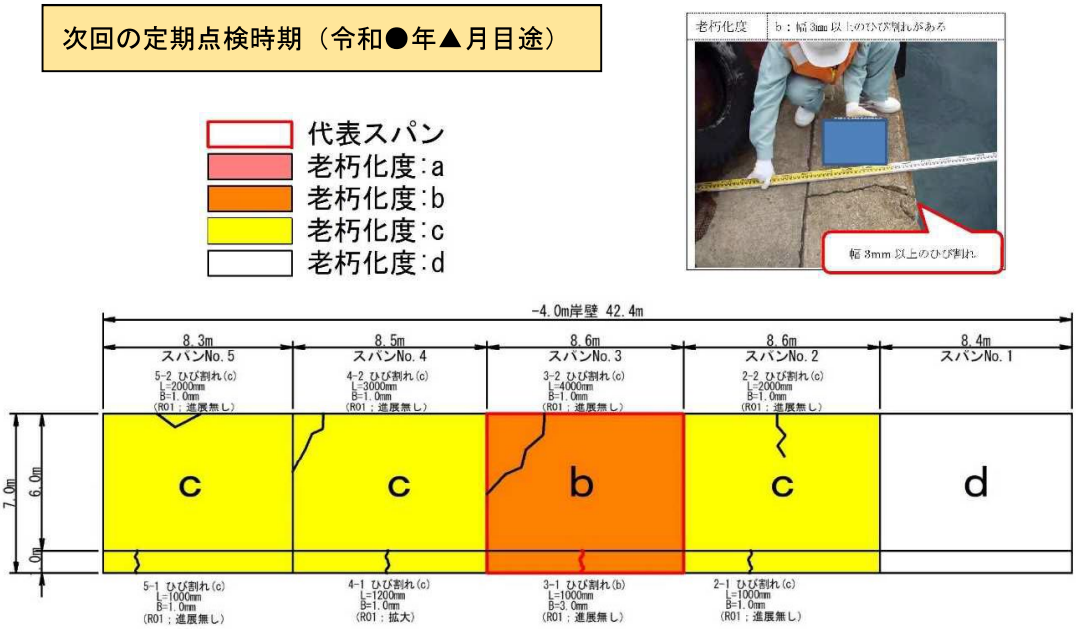


図-3.2　様式 4’（様式 4 の改良案）

・前年に実施した日常点検記録

変状の進行があるかどうか、新たな変状なのかを判断するために必要な既往の変状の記録が記されている。

・日常点検の新様式

記入様式として持参する。

・カメラ、筆記用具、必要に応じてコンベックス

変状箇所のメモ、写真撮影を行う。計測が必要な箇所があれば簡易的に計測を行う。

(2) 点検の留意点

次のような点に留意する必要がある。

・変状の進行の有無がわかりやすいように、変状写真の撮影では、アングルを既往写真と極力同じにする必要がある。

・変状位置が実際と合致していることを確認しながら点検を進め、当該施設の全スパン数がスパン割りと一致していることも合わせて確認しておく。

・a または b 判定の変状が水中部に位置する場合、その変状が陸上部にまで影響が及んでいないか、進行具合について陸上部から全体を俯瞰した形で観察を行う（図-3.3 参照）。

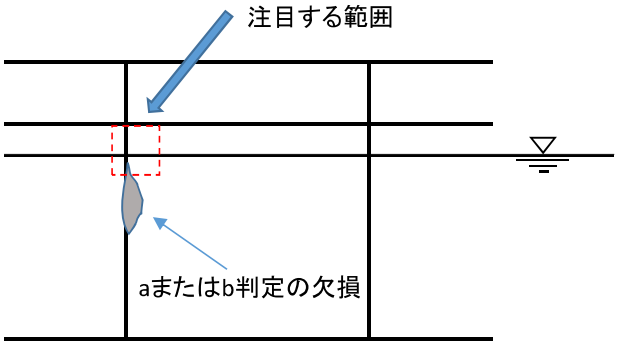


図-3.3　水中部に a または b 判定の変状がある場合の視点

(3)　漁業者、建設業者等などからのヒアリング

陸上目視に加えて、漁協などの利用者から次のようなヒアリングを行い、利用状況の不具合の把握に努める。

・泊地や航路の堆砂等の兆候

・照明施設および排水施設の不具合

・その他（急激な老朽化の進行・新たな変状の発見等）

3.3　臨時点検要領

臨時点検は、高波浪、地震、船舶の衝突等が発生した場合、施設の変状の有無の把握のため実施する点検であり、日常点検に準じて行うこととする。

【解説】

日常点検に準じて実施する。また、臨時点検はその後予定されている日常点検に置き換えることができる。

第４章　点検結果の記録

4.1　定期点検結果の記録

定期点検については、「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」の様式を用いて記録する。なお、変状図については CAD で作成した平面図、側面図上に記載し、変状の位置と形状が把握しやすいように整理する。また、調査結果の記録保存に「維持管理情報プラットフォーム」や「漁港施設の点検システム」の活用も有効である。

【解説】

4.1.1　記入様式

(1) 記入様式の区分

定期点検で実施する簡易調査（重点項目）の調査結果は、「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」から下記の様式を用いて記録する。

・（様式 1）鋼構造物諸元等、コンクリート構造物諸元等、道路諸元等
・（様式 2）一般図等
・（様式 3）現地写真
・（様式 4’）スパン割図
・（様式 7’）重点項目
・（様式 8’）重点項目写真
・（様式 9’）老朽化度・健全度の評価

これに加えて、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成 27 年 2 月改訂）」から引用して、次の様式を用いて記録する。

・（様式）附帯施設（p 巻末 1-13）
・（様式）被覆工の評価基準（p 巻末 2-1）（断面に被覆工のある場合）

なお、簡易調査（簡易項目）の調査を簡易調査（重点項目）に含めて実施するため、（様式 5）簡易項目、（様式 6）簡易項目写真については、使用しない。また、様式 7､9 については判定基準を細分化した様式 7’､9’の 2 タイプの様式があるが、本マニュアル（案）では様式 7’､9’に限定する。

また、様式 4’については、従来スパン割りのみ示していた様式 4 に対し、日常点検における携帯資料として利用するために、図-3.2 に示すような代表的な変状、各スパンの最大老朽化度、及び代表スパンの変状写真を記載する様式としてまとめる。さらに、従来は 5 年または 10 年に 1 回の頻度で全施設を点検していたが、本マニュアル（案）では施設毎に点検時期が不規則になるため、見落としがないように次回の定期点検時期（令和●年▲月目途までに実施）を明示する。

(2) 留意事項

様式の選定については、次の点に留意する必要がある。

- 様式 7’、9’は施設別に様式が異なっているが、いずれの場合にも附帯施設がある場合には、各様式のシートの中に附帯施設の様式を繋げて利用する。
- 様式は施設の機能ではなく、施設の名称で選定する。すなわち防波堤や護岸でも係船設備を配置した施設がよく見られるが、本来の防波堤や護岸の様式に附帯施設の様式を追加した形で作成する。
- 1 施設の中に 2 種類以上の構造型式が含まれる場合、それぞれの該当する様式を使用する。
- 鋼構造物の施設の様式 7’、9’の中の調査項目「鋼材」の欄にある下記の記載に誤りがあることに注意する。

  （誤）鋼材の腐食、亀裂、損傷（防食工を施している場合）

  （正）鋼材の腐食、亀裂、損傷（防食工を施していない場合）

また、表-4.1 に示す様式 7’への記載にあたっては、各スパンでの計測寸法には最大値を記載する。ひび割れは最大幅(B)のうち最長(L)のひび割れを、欠損については最大体積(縦×横×深)の欠損を記載する。

表-4.1　計測寸法(最大値)の記入要領（重力式護岸の様式 7’）

水産基盤施設簡易調査（重点項目）　【様式7-4’】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

調査年月日：平成　年　月　日　天候：

漁　港　名	○○漁港	構造形式		調査者所属	調査者氏名	
施　設　名	○○防波堤	調査を実施した全範囲	No.　～No.	スパンNo.	No.　2

【調査結果記入欄】
各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象施設	調査項目	調査方法	老朽化度の判断基準		判定結果	計測寸法（最大値）
			隣接するスパンとの間に20cm以上のずれがある。			
重力式護岸（航路護岸 泊地護岸 区画施設）	本体工	コンクリートの劣化、損傷（無筋の場合）	目視 ・ひび割れ、損傷、欠損 ・劣化の兆候など	d		変状なし。		
				a		性能に影響を及ぼす程度の欠損がある。		
				b1		部材背面に達する幅1cm以上のひび割れがある。 大規模（10%以上）の欠損がある。		
				b2		幅1cm以上のひび割れがあるが、部材背面までは達していない。		
					レ	小規模（10%未満）の欠損がある。		L= B= S=0.5m×1.0m （深0.2m）
				c		幅1cm未満のひび割れがある。		
				d		変状なし。		
	上部工	コンクリートの劣化、損傷（RCの場合）	目視 ・ひび割れ、剥離、損傷 ・鉄筋露出 ・劣化の兆候など	a		護岸の性能を損なうような損傷がある。		
				b1		複数方向に幅3mm程度より大きいひび割れがある。 10%以上の範囲で鉄筋が露出している。		
				b2		複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。 10%未満の範囲で鉄筋が露出している。		
				c	レ	一方向に幅3mm程度のひび割れがある。 局所的に鉄筋が露出している。		L=3.0m B=3.0mm S=
				d		変状なし。		
			貫通ひび割れから土砂が流出している兆候がある。			

(3) ICT 技術の活用

定期点検結果の記録には、「維持管理情報プラットフォーム」や「漁港施設の点検システム」の活用が有効である。点検結果は長期間にわたって使用され種々の関係者が利用することから、常に利用しやすい状態で継続的に記録保存することが必要である。これにより定期点検を実施する際に、既往の定期点検結果および日常点検結果等を一括して把握し利用することが可能となり、効率的な調査を実施することができる。技術の内容については参考資料-D を参照。

4.1.2　変状図の作成

(1) 作成要領

様式とは別に、変状の分布を示す変状図を作成する。定期点検後に続く日常点検ではこの変状図を基本に変状の進展等を確認するので、正確なわかりやすい変状図の作成が求められる。変状図の作成における留意点は次のとおり。

- 変状図の作成においては、平面図と側面図を上下に並べて、各図での変状の位置の対応がわかるようにする。特に防波堤等では側面図には港外側と港内側があることから、3種類の図面を並べることになる。その場合、図-4.1 に示すような表示にすることが望ましい。この場合、港外側側面図は上下が逆になるが、変状の分布を平面図と見比べる場合に対応がわかりやすくなる。
- 変状図では、調査位置である上部工と本体工の区分、変状の寸法と判定がわかるように明示する。

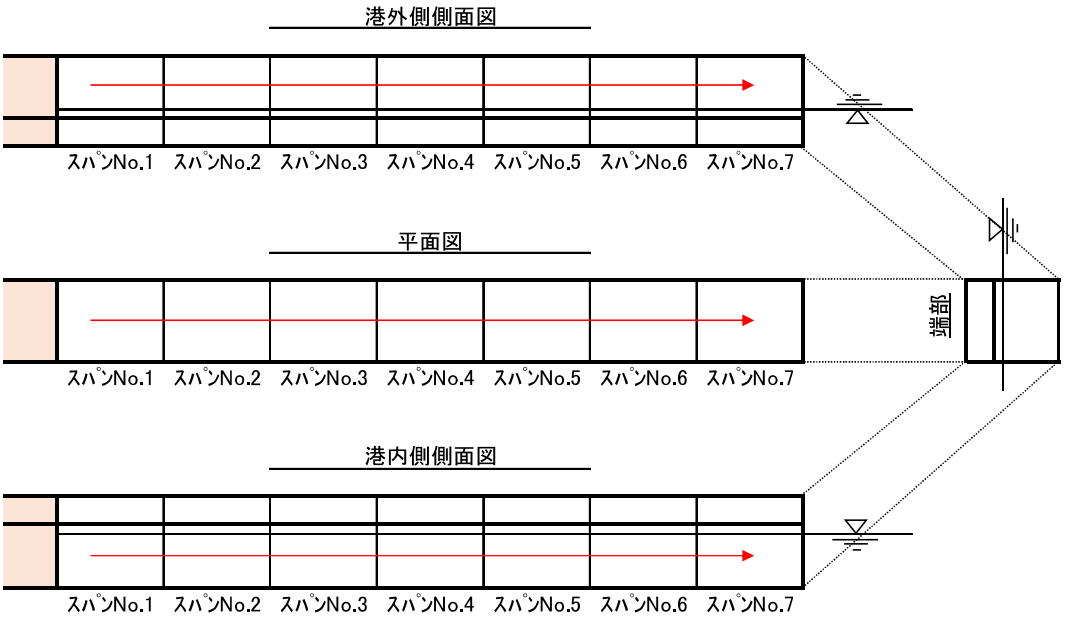
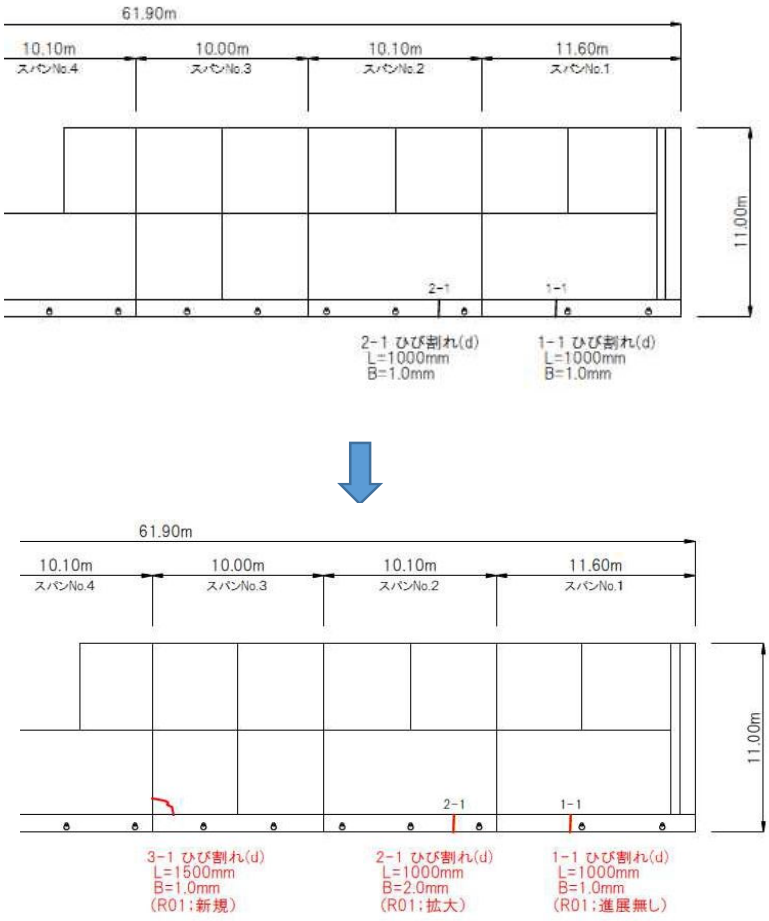


図-4.1　平面図と側面図の配置例

(2) 既往変状図と作成した変状図の重ね合わせ

正確なわかりやすい変状図を作成するにあたり、既往の変状図の上に新たな定期点検結果の変状図を CAD 図上で重ね合わせることで、次のようなチェックをすることができる。

- 既往の変状を黒色、新たな定期点検結果の変状を赤色で表示することで、新たな変状の位置が明瞭となる。
- 新たな定期点検結果においては、その調査年度及び既往結果と比較した変状の進展状況（新規・進展なし・拡大等）を変状規模の下に記載する（図-4.2 参照）。
- 既往の定期点検あるいは日常点検結果との不整合な箇所が発見でき、再調査すべき変状が明らかとなる。例えば、変状の形状や寸法が小型化する、ひび割れ幅が細くなるなど、変状の正常な変化と考えにくいケースでは、正しい変状の評価に支障となるので再確認が必要である。



(b)新規の定期点検結果（護岸平面図）

図-4.2　定期点検時における変状図の作成

4.2　日常点検結果の記録

日常点検の記録は簡易調査（簡易項目）の様式ではなく、本マニュアル（案）にある新様式を用いる。また、調査結果の記録保存に「維持管理情報プラットフォーム」や「漁港施設の点検システム」の活用も有効である。

【解説】

4.2.1　記入様式

(1) 新様式への記入

日常点検の結果は日常点検用の新様式を用いて記録する。「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」掲載の（様式 5）簡易項目、（様式 6）簡易項目写真に記入する内容に準じている。新様式の記入内容は次の通りである。

日常点検用の新様式及び記入例を参考資料-E に示す。

① 直近の定期点検実施日と当時の施設の健全度
② 施設の基本事項
③ 調査員の所属と氏名
④ 調査対象スパンでの代表的な変状の記録
- 老朽化……種類を（　）書きし、既往調査で既にあった場合には、当時の判定を記す。既往調査にない新しい変状の場合には、相当する判定結果を記す。
- 調査位置……「上部工」等と記す。堤体の嵩上げをする場合、上部工が 2 段になる場合もあるので注意する。
- スパン番号
- 所見……老朽化の進行状況を記す。新規発見であれば（新規発見）と記す。
- 変状写真……判定 a または b の変状を中心に代表写真を掲載する。ただし添付箇所が不足する場合には適宜シートをコピーし追加する。全景写真は最初に貼付する。

⑤ その他特記事項……漁業者、建設業者などからの施設の老朽化に関する情報提供の内容等を記す。

(2) ICT 技術の活用

日常点検についても、「維持管理情報プラットフォーム」や「漁港施設の点検システム」の活用が有効である。特に「漁港施設の点検システム」については日常点検時にスマートフォンを利用して漁港施設の点検結果を共有化することにより、施設の維持管理の対策等の迅速化を図ることができ、新様式に準拠したスタイルで出力することも可能である。

4.2.2　変状の記録

日常点検では直近の定期点検時に作成されている変状図を基本に、老朽化の進展や新たな老朽化の発生を確認していく。

日常点検時に持参・準備する様式 4’（図-4.3 参照）に現地で確認した老朽化の進展や新たな老朽化の発生を記録し、手書きの場合はスキャンしたものを電子データとして保存する。（紙媒体との併用が望ましい）

点検記録は担当者が交代した際にもわかるように保管し、次回の定期点検時の留意点として漏れがなく引き継げるように留意する。

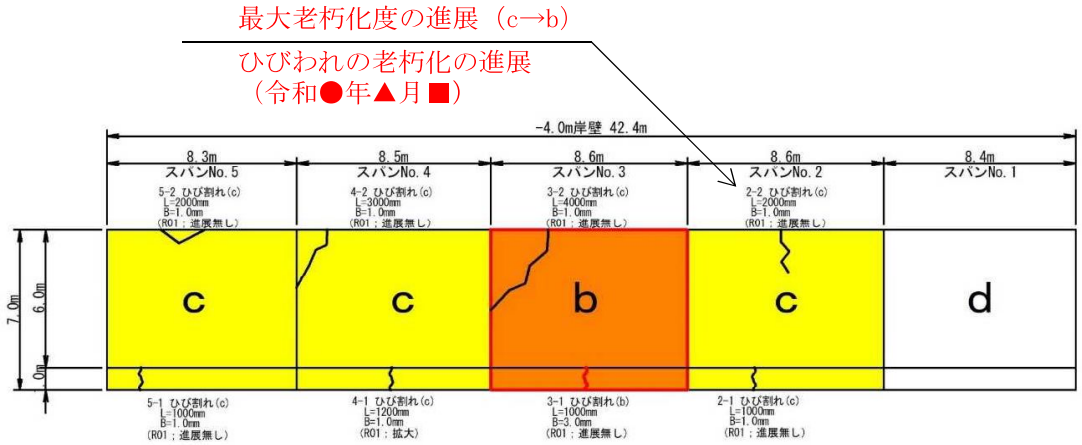


図-4.3　様式 4’のスパン別最大老朽化度の図中への点検結果の記録要領

4.3　臨時点検結果の記録

臨時点検の記録は、日常点検に準じて行う。

【解説】

日常点検に準じて実施する。また、臨時点検はその後予定されている日常点検に置き換えることができる。

参考資料

Ａ．定期点検間隔の評価検討資料 ····· 参-1
Ｂ．点検に活用できる調査技術の事例 ····· 参-4
B.1　UAV ····· 参-4
B.2　表面Ｐ波法による簡易機能（老朽化）診断手法 ····· 参-7
B.3　機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測 ····· 参-9
B.4　リバウンドハンマ ····· 参-11
B.5　ナローマルチ測深機 ····· 参-12
B.6　ROV ····· 参-14
B.7　水中ドローン ····· 参-15
B.8　水中 3D スキャナ ····· 参-17
B.9　垂下式カメラ ····· 参-19
B.10　地中探査技術 ····· 参-20
B.11　センサによるモニタリング ····· 参-22
B.12　3D レーザースキャナ ····· 参-24
B.13　赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析 ····· 参-25
B.14　デジタルカメラによる画像解析 ····· 参-27
Ｃ．漁港施設に見られる主な損傷写真の事例 ····· 参-29
Ｄ．調査結果の記録に活用できる技術の事例 ····· 参-58
D.1　維持管理情報プラットフォーム ····· 参-58
D.2　漁港施設の点検システム ····· 参-60
Ｅ．日常点検記入シート及び記載例 ····· 参-62

Ａ．定期点検間隔の評価検討資料

(1)　老朽化の検討手法

対象施設の健全度が D→C→B→A へと進行する状況については定期点検で確認することになる。ここで、施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度 A（要求性能を下回る可能性がある状態)」になる前の変化を見逃さないことが重要となる。「健全度 B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態)」は予防保全対策を計画的に検討する段階であるため、本検討では**健全度 C から健全度 A への変化を見逃さないこと（健全度 B で推移する期間）**に着目することとした。

検討手法としては、次の 3 手法で実施した。

【機能保全計画データベースをもとにした検討】
①施設全体の健全度（A～D）の老朽化予測線
【初回・2 巡目の定期点検結果をもとにした検討】
②調査位置別の健全度（A～D）の老朽化予測線
③調査位置別の老朽化度（a～d）によるマルコフ連鎖モデル

手法①では全国の漁港での初回の定期点検結果から、施設全体の健全度の進行状況を整理・分析した。また、手法②では初回及び 2 巡目の定期点検結果から、調査位置別の健全度の進行状況を整理・分析し、手法③では初回及び 2 巡目のうち最新の 2 巡目の定期点検結果から、老朽化度の進行状況を整理・分析した。

(2)　収集資料

1) 機能保全計画データベースをもとにした検討

機能保全計画データベースには全国 39 都道府県の 1,860 漁港で実施された初回の機能保全計画に関する情報が網羅されており、検討に必要な下記のデータがある。

（施設名、建設年、構造種別、施設全体の健全度、計画書策定年 等）

漁港施設を主な構造型式ごとに集計するにあたり、検討に必要なデータが欠落または不明確な施設を除外した。その結果、18,171 施設を検討対象とした。

漁港施設の構造型式別の健全度の割合を表-A.1 に示す。

表-A.1　漁港施設の構造型式別の健全度の割合（手法①）

施設区分 / 健全度	防波堤				護岸				係留施設						合計	
	重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		船揚場			
A	594	9%	150	23%	13	3%	5	11%	503	8%	339	20%	180	8%	1,784	9.8%
B	1,887	27%	166	26%	46	12%	15	33%	2,170	35%	569	34%	411	18%	5,264	29.0%
C	3,384	49%	274	42%	201	53%	20	43%	2,757	45%	632	38%	1,409	60%	8,677	47.8%
D	1,051	15%	60	9%	120	32%	6	13%	726	12%	138	8%	345	15%	2,446	13.5%
合計	6,916	100%	650	100%	380	100%	46	100%	6,156	100%	1,678	100%	2,345	100%	18,171	100.0%
												総数	18,171	–		

2) 初回・2 巡目の定期点検結果をもとにした検討

本調査で実施したアンケートの中で、2 巡目の定期点検にて詳細調査まで行っているとの回答のあった 6 県から、機能保全計画書および調査計画書（様式集）の資料収集を行った。

入手した資料から調査年月日の不明等、健全度を比較評価するにあたり、条件の揃わない漁港施設を除外し、検討対象にできる漁港施設を抽出した。その結果、5 県 43 施設の資料を収集し、検討対象とした。

表-A.2　漁港施設の構造型式別の健全度の割合（手法②③）

施設区分 / 健全度※	防波堤				護岸				係留施設					
	重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		船揚場	
A	1	20%	0	0%	0	0%	1	14%	0	0%	2	13%	0	0%
B	3	60%	0	0%	2	67%	2	29%	4	44%	11	69%	1	50%
C	0	0%	1	100%	1	33%	4	57%	4	44%	3	19%	1	50%
D	1	20%	0	0%	0	0%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%
合計	5	100%	1	100%	3	100%	7	100%	9	100%	16	100%	2	100%
												総数	43	–

※2巡目の健全度評価

(3) 検討結果

各手法における健全度 B 評価で進行する期間についての検討結果を表-A.3 に示す。その結果、データ数の多い「機能保全計画データベース」による検討結果（手法①；表-A.3(a)参照）では、健全度 B で推移する期間は、**11.1～17.7 年（平均 14 年）**であった。

この結果から点検間隔の標準期間を 10 年と設定しても施設の安全性に支障が出る老朽化を見逃す可能性は小さいと考えられる。よって、定期点検の標準的な間隔としては「10 年」とする。

なお、限定されたデータ数であるが、手法②・③でも検討結果に大きな差異はなかった。

≪重力式防波堤（表-A.3 の青枠参照）≫

手法①；15.2 年

手法②；13.6 年

手法③；10 年

表-A.3　健全度 B 評価で進行する期間についての検討結果一覧表

(a)全国の初回定期点検結果のデータベースをもとにした検討

施設／主要な構造型式 ＼ 方法別 進行期間		劣化予測線(手法①)			
		健全度B		健全度B,C	
		平均(年)	最短(年)	平均(年)	最短(年)
防波堤	重力式防波堤	22.3	15.2	44.7	30.4
	矢板式、杭式防波堤	15.9	11.4	31.9	22.9
護岸	重力式護岸	27.4	16.7	54.7	33.5
	矢板式護岸	17.2	12.2	34.4	24.3
係留施設	重力式係船岸、PC・RC製浮体式係船岸	19.2	13.4	38.3	26.9
	矢板式・桟橋式係船岸、鋼製浮体式係船岸	15.0	11.1	30.0	22.1
	船揚場	26.3	17.7	52.6	35.4

(b)初回・2 巡目の定期点検結果をもとにした検討

調査位置 ＼ 方法別 進行期間			劣化予測線(手法②)		マルコフ(手法③)
			健全度B		
			平均(年)	最短(年)	平均(年)
重力式防波堤	上部工		15.4	13.6	10
重力式護岸	本体工		19.9	13.6	ー
矢板式護岸	上部工		21.6	18.0	ー
	本体工(鋼矢板)		19.6	16.0	ー
係船岸	エプロン	沈下	18.4	14.3	14
		劣化	22.5	17.4	20
	上部工		19.7	16.1	19
	本体工(鋼矢板)		18.8	15.3	ー

Ｂ．点検に活用できる調査技術の事例

B.1　UAV

【活用の利点】

・UAV の利用により、短時間で広域に渡る写真撮影が可能となる。また、カメラの画角や解像度、UAV の飛行高度の設定により、俯瞰撮影から詳細な視認までを行うことができる。特に人の立入が困難な消波工や天端幅の狭い護岸、胸壁、陸から隔てられた沖防波堤、水中の消波ブロックの配置状況等における点検を安全かつ効率的に行うことができる。

・漁港施設の点検は調査員によって行われているが、転倒・落水の危険を伴う点検箇所、ゴミや植生に加え雨や雪等による変状の見落とし、調査員による老朽化度判定のバラつき等を軽減することができる。

【技術内容】

・一般的な UAV の仕様は下記の通り。

UAV の仕様

名称	機種 A	機種 B
外観		
重量(g)	3,400	1,380
体格寸法(mm)	559	350
最大速度(m/s)	18	20
最大飛行時間(min	15	28
最大解像度	4,608×3,456	4,000×3,000

出典：無人航空機(UAV)を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、p11

【利用する際の留意事項】

・判定 c の判断に必要なひび割れ幅の要求精度は施設、調査項目によって異なり、分解能の関係から幅 10㎜のクラックに対しては高度 20m、幅 3㎜のクラックに対しては機種によっては高度 5m 以下での撮影が必要となる。

・撮影した複数の画像はオーバーラップさせ、マッチングしやすいように人工構造物の撮影を含むよう配慮する。

・現行航空法では、人または物件（第三者の建物、自動車など）との間に 30m 以上の距離を保って飛行させなければならない。これによらず飛行させる場合には地方航空局の許可・承認が必要である。

【操作手順】

・空撮の活用では、外郭施設・係留施設が主な対象施設となる。

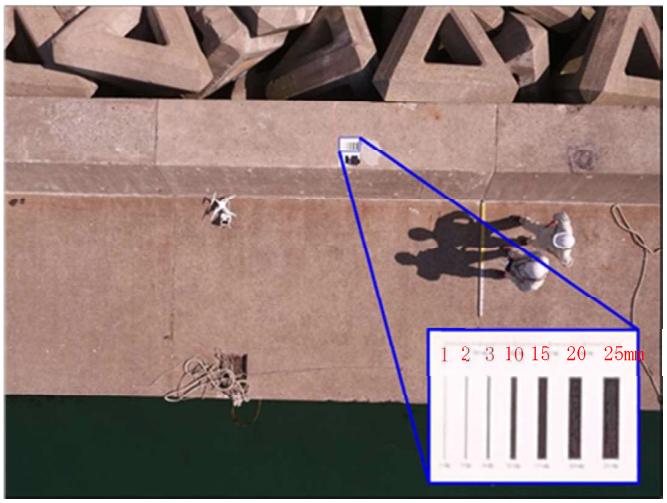
・対象とする変状は、施設全体の移動、上部工・本体工におけるひび割れ・欠損、消波工の沈下等である。

・クラック抽出能力の精度を予め、キャリブレーションにより把握しておく必要がある。予め計測したクラックとクラックスケールを空撮して行う。

・飛行高度を低くすることは、点検の精度が高くなる反面、点検の効率性が低下する。そのため、10m 以上の飛行高度で施設全体の変状の有無を確認し、変状があると判断される

UAV　（名称：DJI　Inspire1　V2.0）

UAV による調査状況



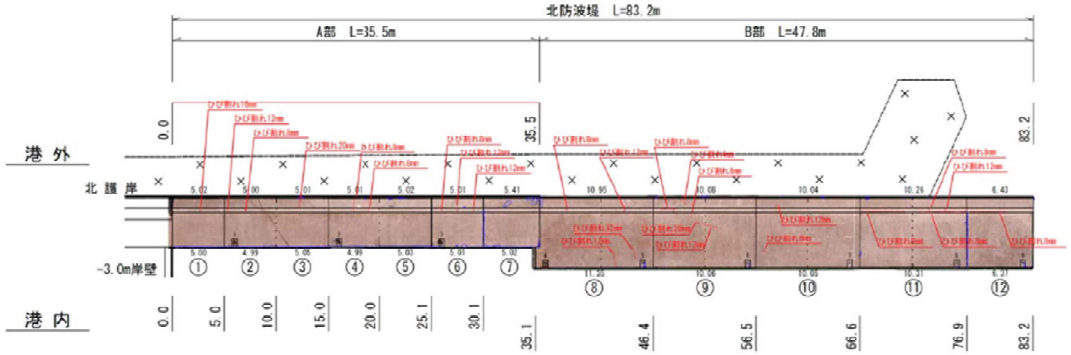
カメラキャリブレーションの実施状況（飛行高度 10m，クラック幅 2mm を視認.）

出典：無人航空機(UAV)を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、p17,27

箇所において 5m 程度の低空飛行による撮影、もしくは人員の踏査による写真撮影を行う等が現実的な対応方法となる。

・スパン毎に撮影した写真を既往施設平面図と重ね合わせ、各施設におけるクラック・欠損の抽出を行う。

・空撮による防波堤の点検事例を下図に示す。



UAV 撮影画像解析

出典：無人航空機（UAV）を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、p21

【参考資料】

・無人航空機（UAV）を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、水産庁漁港漁場整備部整備課

【機種価格】

・機種　　：PHANTOM4　PRO　V2.0

・メーカー：DJI

・価格　　：20 万円程度

B.2　表面 P 波法による簡易機能（老朽化）診断手法

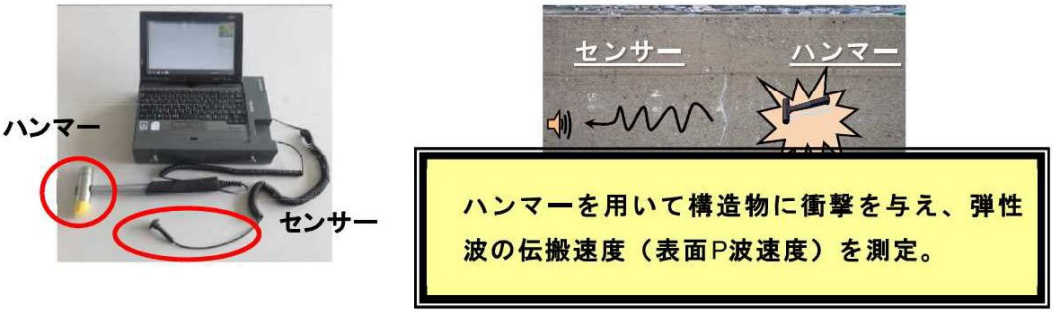
【技術の利点】

・ハンマーとセンサーを用いるのみで、コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）を把握できる。

【技術内容】

・表面 P 波法は衝撃弾性波法の一つで、ハンマーの打撃によってコンクリート表面に弾性波を発生させ、コンクリート表面に設置したセンサーにより、その弾性波を受信する手法である。

・この弾性波の速度が規定値以下になることで、圧縮強度の低下、ひび割れの進展、空洞の発生が疑われることになる。



衝撃弾性波法（表面 P 波法）による計測

出典：漁港施設における表面 P 波法による簡易機能（老朽化）診断手法適用マニュアル(案)、平成 28 年 4 月、p4

【利用する際の留意点】

・ハンマーで衝撃を与える箇所とセンサーの設置箇所の距離は、0.2m 以上 9m 以内とする。

・測定はコンクリート構造物の同一平面内において行うものとする。

・潮位によって海面下となる場所は避け、コンクリート表面が乾いていることを確認する。

・打撃点と受信点は、可能な限り、ひび割れ、表面劣化、剥離などの老朽化、変状から離れた平らな場所を選定する。また、付着物のある場所、粗骨材の露出が著しい場所は避けて選定する。

・実施箇所近傍に鉄筋がある場合、測定における測線は、鉄筋に近接する平行な測線を避け、測線と鉄筋がなす角度を 45 度となるようにする。

【作業手順】

・研磨剤やグラインダー等でコンクリート表面を削って位置出しをする。

・入力点と受信点の間隔を測定し記録する。

・測定機器による計測を実施する。入力点、受信点で弾性波（表面Ｐ波）の立ち上がりが捉えられている場合、5 回計測して保存する。

・測定器付属の分析用ソフト、あるいは PC へデータを移した後、データ処理を行う。

・コンクリートの設計基準強度に対する表面 Ｐ 波速度が基準値を下回る場合、コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）に問題のある可能性があることがわかる。

【参考資料】

・漁港施設における表面Ｐ波法による簡易機能（老朽化）診断手法適用マニュアル(案)、平成 28 年 4 月、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産工学研究所

B.3　機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測

【技術の利点】

・コンクリートの圧縮強度を比較的簡便で迅速に測定ができ、多点での連続計測や一定の精度が確保できる。

・施設本体からコアを採取する必要がなく、試験コストや作業時間の面で有利である。

・簡易なリバウンドハンマによる反発度法も一般的に用いられているが、精度が低く、適用範囲が限定される等の課題がある。

【技術内容】

・コンクリートの圧縮強度は、構造体の耐久性に関する指標として重要である。

・ハンマーでコンクリートを打撃したときのハンマーがコンクリート表面を押している時間と、コンクリートの弾性変形によりハンマーが押し戻される時間の打撃応答波形から機械インピーダンス値を算出する方法である。この値を測定・解析することで、コンクリートの圧縮強度の推定、コンクリート構造物における表面の劣化度度合いおよび表面近傍の浮き・剥離を測定するものである。

インパルスハンマーと
測定装置の例（例：CTS）

測定状況

出典：漁港施設における機械インピーダンス法を用いたコンクリート強度推定運用マニュアル(案)、平成 28 年 4 月、p3

【利用する際の留意点】

・ハンマ打撃によって得られる各指標値はコンクリートの表層 50mm 程度の情報であり、これより深いコンクリート内部の調査には適用できない。

・平らな場所を選定し、カキや藻類等の付着物がある場所、粗骨材の露出が著しい場所は可能な限り避ける。

【作業手順】

・5cm×5cm メッシュをチョーキング等して、測定位置出しをする。
・表面を研磨材やグラインダー等で削って測定を実施する。
・25 点のメッシュの中を、垂直に打撃する。
・データ取得は測定機器付属のソフトによって行い、SD カードを抜き出し PC の EXCEL 上で処理をする。

【参考資料】

・漁港施設における機械インピーダンス法を用いたコンクリート強度推定運用マニュアル(案)、平成 28 年 4 月、国立研究開発法人推算研究・教育機構水産工学研究所

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：コンクリートテスター（CTS-02）
登録 NO.　：HK-060013-V
（注）2017 年掲載終了

【従来技術とのコスト比較】

・従来技術：リバウンドハンマ
・作業量による比較は下表の通り。
・CTS はコンクリート表面の研磨の必要性がないため、測定時間は 54%短縮。データは PC で一括処理を行うため、84%短縮
・金額ベースでは、1 日当たりの作業量でコスト算出すると、CTS は 59.4%のコストカット。

	リバウンドハンマ	CTS	短縮率
測定点数	1,500点/日	3,250点/日	54%
データ整理時間	1,000点/日	6,375点/日	84%

出典：日東建設株式会社 HP

B.4　リバウンドハンマ

【技術の利点】

コンクリート表面をリバウンドハンマーによって打撃し、その反発度から圧縮強度を推定する方法を反発度法という。反発度法はコア採取に比べると構造物を破壊することなく簡易に測定ができるため

・詳細調査を実施する前の予備調査
・コア採取が困難な場合
・多くの箇所の強度推定が必要な場合
・コンクリート材齢に伴う強度増進を確認したい場合

等に用いられる。

シュミットハンマ

出典：株式会社アクトファクトリーHP

【技術内容】

リバウンドハンマーにより一定のエネルギーでコンクリート表面を打撃したときに、リバウンドハンマー内のインパクトプランジャの跳ね返り高さ（反発度）とコンクリートの硬さ（ブルネル硬度）およびコンクリートの強度には相関がある。そのため、反発度からコンクリートの強度を推定することができる。

【利用する際の留意点】

・反発度から圧縮強度を求める換算式は、事前に反発度と圧縮強度の関係を実験的に求める方法が望ましい。事前にコアを採取し圧縮強度を測定するのが困難な場合は、各団体より提案されている換算式を用いて圧縮強度を推定することもできる。
・精度的には、機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測より落ちる。

【作業手順】

・表面が平坦で縁部から 50㎜ 以上離れた位置を選択する。
・ただし、部材厚さが 100㎜ 以下の場所、部材幅が 150㎜ 以下の箇所、浮きやひび割れ･剥離がある場所は選定しない。
・表面の凹凸、塗膜、付着物がある場合は取り除く。
・ 1 箇所の測定では互いに 25～50㎜ の間隔を持った 9 点について測定する。偏差が平均の 20%以上の値は採用しない。
・打撃は測定器を測定面に対して垂直に配置し、ゆっくり壁面に押しつけて測定する。
・必要に応じて、「コンクリート材齢」「コンクリート表面の湿潤状態」「コンクリートの応力状態」「コンクリート表面の中性化」による補正を行う。

【参考資料】

https://ga40077.com/concrete-diagnosis/strength-estimation-repulsion

B.5　ナローマルチ測深機

【活用の利点】

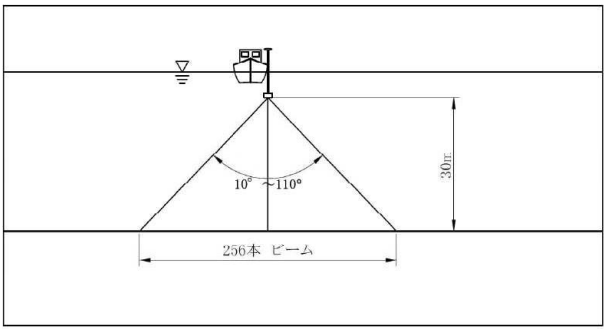
・マルチビームの活用により、短時間で広域にわたる三次元データが取得可能となる。面的（二次元）・空間的（三次元）データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。

・音波を利用していることから水中の濁りや暗部の影響がなく、潜水作業を伴わない海上作業によることで安全かつ効率的な点検が可能となる。

【技術内容】

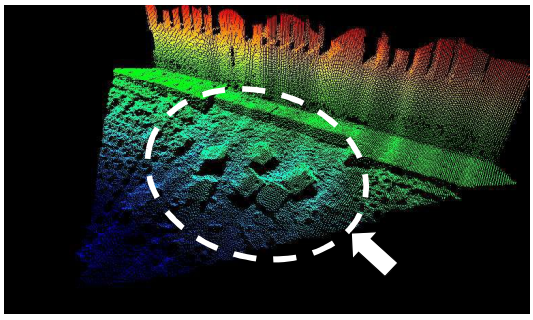
・マルチビーム測深機は、最大で 256 本の音響ビームを扇状に発受信し、水中部の地形等を三次元データとして取得する装置である。測深範囲はリアルタイムに船上のパソコン画面に表示されるため、データの取得状況を確認しながら調査できる。

・漁港施設の機能診断のうち、潜水目視調査に係る老朽化度の評価基準の判定に用いる技術であり、対象施設は重力式、矢板式または杭式の防波堤、護岸、係船岸および水域施設である。

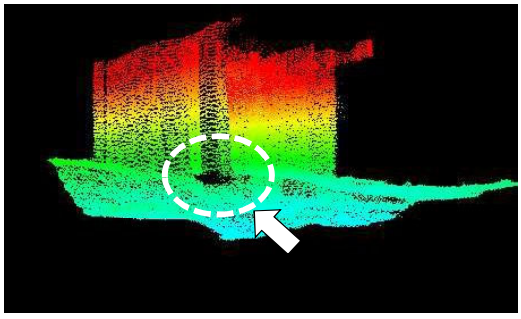


測深イメージ

出展：マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）、平成 31 年 4 月、p5



被覆工の移動、散乱（散乱：b 判定、流出：a 判定）



本体工の損傷（欠損：b 判定）

出展：センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）～マルチビームの活用～、平成 31 年 3 月

【利用する際の留意点】

・評価基準の判定すべてに対応可能ではなく、現場条件（調査対象の水深、面積等）によっても得られる効果が異なるため、それらを考慮して適用を検討する必要がある。

・マルチビームの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数 cm 程度の開孔は判別困難である。また、水面際（水面～2m）についても適用困難である。

・費用面においては、点検面積が 10,000 ㎡未満の場合、マルチビームより従来の潜水作業の方が安価となるため留意が必要である。以下に点検面積 10,000 ㎡の一例を示す。

例）防波堤：延長 500ｍ×水深 10ｍ×2 面（港内側＋港外側）

【操作手順】

計測前（艤装、準備）

・使用船舶へ機器の取り付け等（艤装）を行い、GNSS テスト、喫水確認、パッチテスト、温速度計測を行う。

計測中

・水深の約 2 倍を目安に測線間隔を設定し計測する。

・船速は 2～3 ノットを目安に、できるだけ低速度で計測する。

・計測回数は 1 回を基本とするが、現場状況に応じ複数回計測することで点群密度を大きくし変状の詳細を把握することが望ましい。

計測後（データ処理、解析）

・取得データを抽出し、ノイズ除去処理を行う。

・点群データを回転させ、さまざまな方向から俯瞰することで変状箇所の抽出を行う。

【参考資料】

・センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）～マルチビームの活用～、平成 31 年 3 月、水産庁漁港漁場整備部整備課

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：マルチビームソナーシステム（水域の迅速な面的測深技術）

登録 NO.　：CBK-130005-VE

B.6　ROV

【活用の利点】

・海底地盤の洗堀、水中の消波ブロックや根固ブロックの散乱など、ROV により局部的な変状を含め潜水作業を伴わずに把握することが可能となる。

・桟橋上部工の下面は水面との距離が小さく潮待ちによる調査が強いられるが、ROV の利用により調査員または潜水士が直接目視調査をすることなく、遠隔で調査を実施することが可能となる。(次頁参照)

【技術内容】

・水深 50m の静水域仕様から水深 2,000m 仕様まで幅広い機種がある。ハイビジョンカメラ、LED 照明、深度センサーや距離センサーなどの装備品を軽量フレーム構造に納め、三軸スラスターを搭載しスムーズな動作が可能である。

・港湾調査で実績のある水深 100m 対応の ROV の仕様を右図に示す。

本体　　コントローラー

使用水深	50m
外形寸法	W280×H310×L380mm
重量	気中約15kg
カメラ	チルト機構
スラスタ	水平2基・垂直1基、横1基
ランプ	高輝度LED ランプ2灯
オプション	水中計測システム(ラインレーザ式) 気中天井カメラユニット 落下物回収スクレーパ

ROV（水深 50m 仕様）

出典：広和株式会社 HP

【利用する際の留意点】

ROV の欠点としては、キャリブレーションが必要なことが挙げられ、さらに操作には相当な熟練が必要であり、流れの強い領域（2knot 以上）では操作が不能となる。

【操作手順】

・作業船は、調査対象区域上またはその潮下側に係留する。

・調査時の潮流には常に留意し、作業船の位置がずれた場合には、補正もしくは再度投錨するなどして、作業船の位置を調整する。

・船上から ROV を垂下し、カメラのモニター映像を見て、調査対象構造物を調査する。

・撮影後、ROV を浮上させ回収する。

港湾構造物の前肢端部の状態

出典：国土交通省総合政策局 HP

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：水中点検ロボット(アクジャスター搭載型 ROV)　(水中での姿勢制御が可能となったロボット「ディアグ」)

登録 NO.　：KTK-150011-VR

コスト比較：

・条件：港湾構造物を水中から点検を行う。

・従来技術ー潜水士による水中構造物の点検……389,413 円、2.5 日

・新技術……337,862 円、2 日

特殊用途として、桟橋上部工の下面の調査に使われる ROV を以下に示す。進入波による動揺で、陸上のモニターでの確認が容易ではなく、静穏な時間帯に限定される。

【桟橋上部工下面の点検診断ロボット（ROV)】

特徴：①GPS 利用不可の桟橋下でも測位可能

②陸上から作業中の位置を把握可能

③狭い空間や夜間でも点検作業可能

④撮影画像には位置情報を付帯し、汎用ソフトにて 3D 化が可能。

ROV の外観

ROV による撮影状況

出典：港湾構造物のライフサイクルマネジメントの高度化のための点検診断および性能評価に関する技術開発　http://www.jisf.or.jp/info/event/dobokushinpo/documents/3_dobokushinpo23.pdf

B.7　水中ドローン

【技術の利点】

・小型 ROV の位置づけであり、低価格で購入が可能である。

・安価な ROV で、ホビー用途としての購入者が多いようであるが、調査用としても利用され始めている。

【技術内容】

・前後左右上下の動きが可能である。

・100m 程度の有線で作動する。

・一例の水中ドローンの仕様を示す。

PowerRay の仕様

サイズ	465×270×126mm
重さ	3.8kg(気中)
動作環境温度	0～40℃
最大深度	30m
最大前進速度	1.5m/s(静水中)
最長動作時間(静水中)	4h(低速)、1.5h(中速)、0.5h(高速)
充電時間	2.5h
スクリュー	3個(水平2機、垂直1機)

出典：PowerVision 社 HP

【利用する際の留意点】

・耐圧性能とそれに比例する推進力が海洋向けではなく、湖沼等の目的が限定され、搭載カメラの解像度も他の ROV と比較すると見劣りするものである。

・現時点では、水中ドローンには利用場所の制限や申請手続きなど、規制はほとんど存在しない。

【操作手順】

・スマートフォンやタブレットに専用アプリをダウンロードすれば、簡単に水中の撮影が始められる。

【機種価格】

・機種　　：パワーレイ

・メーカー：POWER VISION

・価格　　：20 万円程度

B.8　水中３Ｄスキャナ

【活用の利点】

・水中 3D スキャナの活用により、短時間で広域にわたる三次元データが取得可能となる。面的（二次元）・空間的（三次元）データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。

・音波を利用していることから水中の濁りや暗部の影響がなく、潜水作業を伴わない海上作業によることで安全かつ効率的な点検が可能となる。

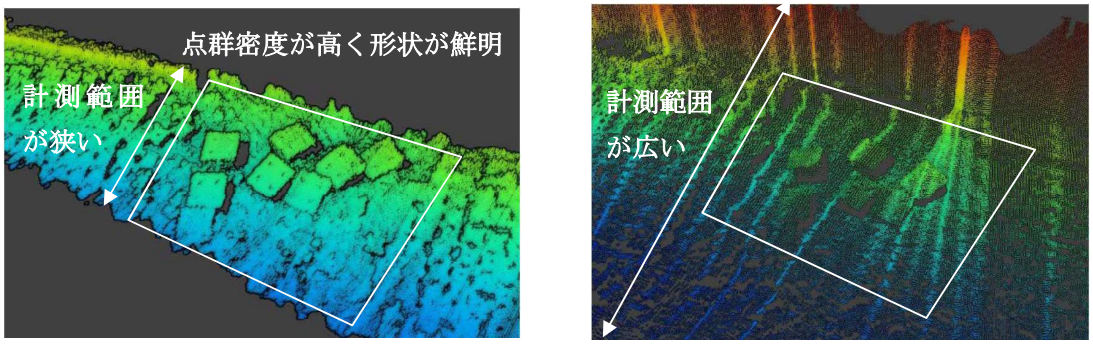
【技術内容】

・マルチビーム同様、漁港施設の機能診断のうち、潜水目視調査に係る老朽化度の評価基準の判定に用いる技術であり、対象施設は重力式、矢板式または杭式の防波堤、護岸、係船岸および水域施設である。

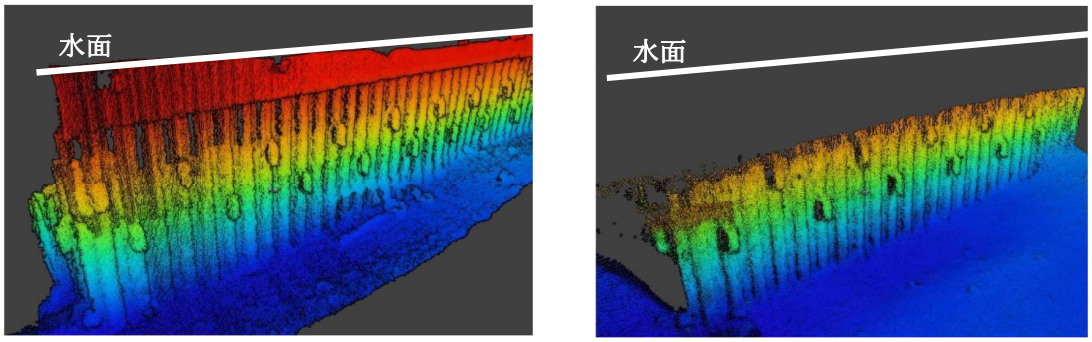
・計測方法はマルチビーム同様船舶に艤装する移動式に加え、三脚に据える固定式がある。

・マルチビームより周波数が高く、ソナーヘッドが上下左右に 360 度回転できる。

・マルチビームより広域な計測はできないが、詳細な点群データの取得ができるため鮮明な画像により変状把握が容易となるうえ、船上艤装型計測機器では取得が困難な水中構造物の側面水際部や隅角部、桟橋下部、閉所等の場所での計測が可能である。



被覆工の移動、散乱の計測データ（左：水中 3D スキャナ、右：マルチビーム）



水面際の計測データ（左：水中 3D スキャナ、右：マルチビーム）

出展：センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）～水中 3D スキャナの活用～、令和 2 年 3 月（予定）

【利用する際の留意点】

・評価基準の判定すべてに対応可能ではなく、現場条件（調査対象の水深、面積等）によっても得られる効果が異なるため、それらを考慮して適用を検討する必要がある。

・水中 3D スキャナの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数 cm 程度の開孔は判別困難である。

・計測可能水深はマルチビーム約 400mに対し水中 3D スキャナ約 15mと浅い。

【操作手順】

計測前（艤装、準備）

・移動式は使用船舶へ機器の取り付け等（艤装）を行い、GNSS テスト、喫水確認、パッチテスト、温速度計測を行う。固定式は三脚へ機器の取り付け等を行い、三脚に固定したロープで対象箇所へ降下させ固定する。

計測中（移動式）

・水深の約 2 倍を目安に測線間隔を設定し計測する。

・船速は 2～3 ノットを目安に、できるだけ低速度で計測する。

・計測回数は 1 回を基本とするが、現場状況に応じ複数回計測することで点群密度を大きくし変状の詳細を把握することが望ましい。

計測中（固定式）

・ソナーを回転させ対象方向に向けて計測する。

計測後（データ処理、解析）

・取得データを抽出し、ノイズ除去処理を行う。

・点群データを回転させ、さまざまな方向から俯瞰することで変状箇所の抽出を行う。

【参考資料】

・センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）～水中 3D スキャナの活用～、令和 2 年 3 月（予定）、水産庁漁港漁場整備部整備課

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称： 水中 3D スキャナによる水中構造物の形状把握システム「i-UVS(Intelligent-Underwater Visualization System)」（音響機器による水中構造物、底面形状等の計測及び高密度 3D 点群モデルを作成する技術）

登録 NO.　：KT-180031-A

B.9　垂下式カメラ

【技術の利点】

・被覆消波ブロックと堤体の間隙に垂下することで、堤体壁面の状況を確認できる。

・多種多様であるが、高画質かつ小型・安価な機種として、例えばGoProが挙げられる。

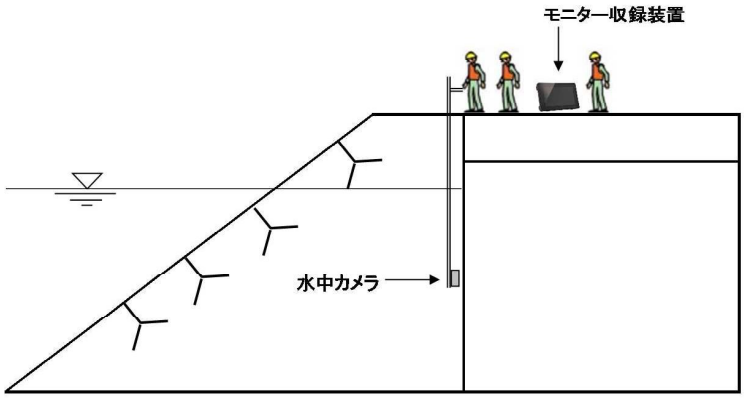
【技術内容】

・小型デジタルカメラにオプションである耐圧防水ハウジングを装着することによって水中撮影が可能となるカメラである。

・カメラ本体サイズは、59×40.5mm、重さ73～88ｇのコンパクトボディである。

【操作手順】

操作方法のイメージと目地欠損の撮影例を下記に示す。



操作方法のイメージ

【機種価格】

・機種　　：HERO　8

・メーカー：GoPro

・価格　　：5万円程度

B.10　地中探査技術

【技術の利点】

下記の調査技術として、実用化が進んでいる。

・路面下の空洞の検出

・鉄筋位置の確認

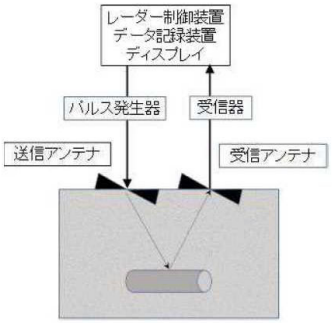
【技術内容】

・電波を地面や構造物に輻射面を向けて発射し、内部からの反射波を計測（周波数ごとの時間、強度、波形）することで、埋設物の検知や内部構造物を計測する手法である。

・レーダー装置を移動させながら計測することで、送受信アンテナと目標物との相対距離が変わるので、レーダ―波形に目標物の形状を捉えることができる。

・地中レーダー機器としては、カートタイプ、ハンディタイプ、車載・牽引タイプがあり、漁港施設のエプロン下の空洞調査ではカートタイプが、鉄筋探査用としてはハンディタイプが使用される。

地中レーダー機器（カートタイプ）



地中レーダ装置の原理図

形状：17.5H×15.4W×23.2L

重量：1.5kg

地中レーダー機器（ハンディタイプ）

出典：地中レーダー技術に関する調査検討会報告書、平成 29 年 3 月、p4、p6、p69

【利用する際の留意点】

・入射波と反射波の時間差を求めて地中での電磁波の伝播速度から探査場所の深さを求めるため、土の比誘電率の設定が重要である。

【作業手順】

係船岸エプロンでの空洞調査を例に示す。

・現地調査及び図面調査により、地中レーダーの測線計画の立案と測線上に存在する埋設物の位置確認を行う。

・地中レーダーで概略探査を行う測線をエプロン上にマーキングする。

・一次調査として、地中レーダーで法線方向の探査を実施する。測線間隔を 1.0m とし、全面を調査し、空洞の可能性のある箇所を決定する。

・空洞の可能性のある箇所について、間隔を細かくメッシュ状に測線を取り、二次調査（詳細調査）を実施する。空洞の広がりや位置を特定する。

【参考資料】

・地中レーダー技術に関する調査検討会報告書、平成 29 年 3 月、地中レーダー技術に関する調査会

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称： コンクリート構造物内の埋設物非破壊探査装置（埋設物の位置検出性能改善により、コンクリート構造物の埋設物探査を容易にした非破壊探査装置）

登録 NO.　：KT-150040-VE

●技術名称：護岸背面・空洞可視化システム（高精度 GPR による表面に凹凸があるコンクリート護岸背面の空洞化領域可視化法）

登録 NO.　：TH-140018-VR

B.11　センサによるモニタリング

【技術の利点】

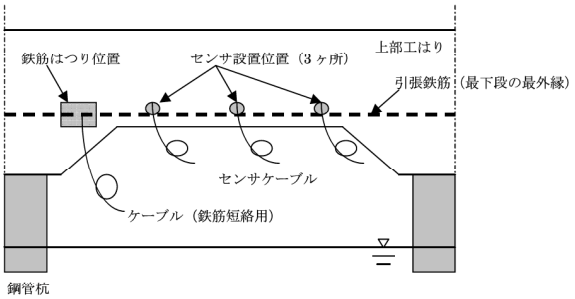
構造物の劣化・損傷を予防・抑制するためには、現状の構造物の状態を把握、確認することが大事になる。そのためには定期的な点検やモニタリングが必要となるが、点検目視の困難な箇所での点検に有効となるのがセンサによるモニタリングである。

【技術内容】

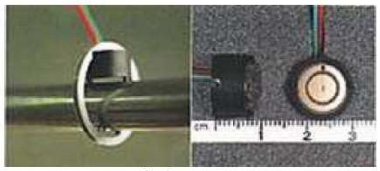
活用されているモニタリング技術に次のような事例がある。・

①桟橋上部工の腐食モニタリング

建設後 25 年が経過した鋼管杭式横桟橋の健全な梁の鉄筋近傍に、ドリル削孔してセンサを埋込み、7 年間のモニタリングを実施している。5 年後に自然電位が基準値を外れる変化を示し、目視調査の結果、錆汁の滲出が認められ有効性が確認されている。



センサー埋設方法



腐食センサー

出典：社会インフラにおけるモニタリング技術の活用に向けた取り組み事例 1-12

http://www.mlit.go.jp/common/001016268.pdf

【参考資料】

・桟橋上部工コンクリートにおける鉄筋腐食モニタリング実証実験、平成 22 年 9 月、土木学会第 65 回年次学術講演会

・例えば、岡崎慎一郎ほか、埋設型センサによる桟橋上部工 RC 部材の鉄筋腐食モニタリングに関する研究、港湾空港技術研究所資料、No.1294、2014、

②ペトロラタム被覆用防食効果判定センサ

【技術の利点】

・現状では被覆防止工の防食効果の確認は、カバーを外して目視調査する方法しかない。

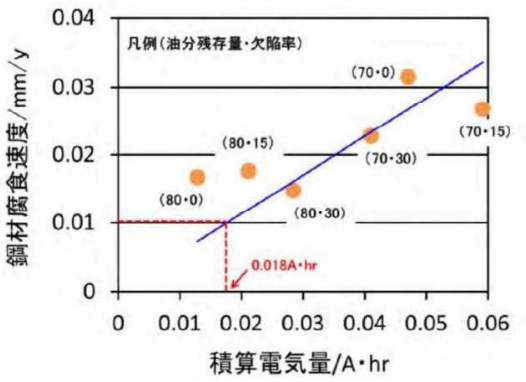
・センサの取付により、開放点検が不要で遠隔監視が可能となり、新設・既設を問わず設置が可能とされる。

【技術内容】

・防食効果の有無判断の閾値として、積算電流量≧0.015A･hr を採用できることが提案されている。

被覆工の外観

被覆工の除去



積算電気量と鋼材腐食速度の関係

センサー「ペトモニ」

出典：港湾構造物のライフサイクルマネジメントの高度化のための点検診断および性能評価に関する技術開発　http://www.jisf.or.jp/info/event/dobokushinpo/documents/3_dobokushinpo23.pdf

B.12　3D レーザースキャナ

【技術の利点】

・計測ユニットを車両に搭載することで、コンクリート表面の情報を連続的に記録する検査方法として実用化されている。

・同一形状が連続するようなコンクリート構造物の外観調査において、おもにトンネル覆工コンクリートや舗装路面を対象に適用される。

・3D レーザースキャナとマルチビームの計測結果から、陸・海の一元的な3 次元化が可能となる。これにより、災害現場の迅速な現況把握や、3D-CAD との連携による3 次元モデルの構成を容易とし、維持管理システムおよびGIS での活用や、CIM(Construction Information Modeling)への連携が可能となる。

【技術内容】

・対象物に触れることなく、スキャナから照射されたレーザーによって構造物等の3 次元空間位置情報（空間の点群データ）を瞬時に取得し、災害現場の現況把握、土量・面積・断面計算、完成予想図（パース・アニメーション）の作成ができる。

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：3D レーザースキャナを用いた変状・損傷計測システム（短時間、省スペース作業、低コストによる高精度で効率的な計測資料作成技術）

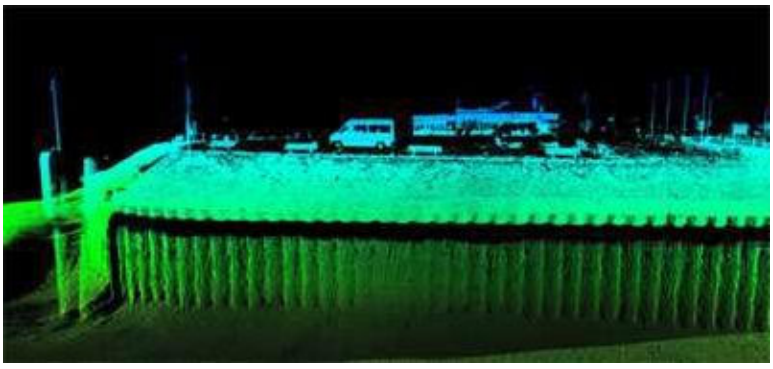
登録 NO.　：QS-160004-A

コスト比較：

・条件：トンネル延長 500m

・従来技術ープリズムを用いたトータルステーションによる計測……316,436 円、5 日

・新技術……198,100 円、3 日



（出典）株式会社アルファ水工コンサルタンツ HP

海（マルチビーム）・陸（3D レーザースキャナ）一体計測

B.13　赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析

【技術の利点】

・非破壊検査であり、迅速に大面積の測定ができる。

【技術の内容】

・赤外線法は、コンクリート中の変状と健全な部分とで熱の伝導が異なることを利用して、表面温度の分布状況から浮きや剥離の箇所を調べることができる。

【利用する際の留意点】

・測定精度および適用限界が気象条件に左右される。
・表面の光沢や汚れによる生じる温度差を欠陥と誤認することがある。
・検出深度は、構造物表面から 50㎜ 程度が限界である。
・欠陥の深さや空隙の厚さの推定は難しい。

【作業手順】

・対象物にできるだけ正対した位置から、適切な距離をおいて測定する。

【参考資料】

・港湾の施設の維持管理技術マニュアル（改訂版）、平成 30 年 7 月、一般財団法人沿岸技術研究センター
・コンクリート診断技術’19［基礎編］、2019、pp..136～138、

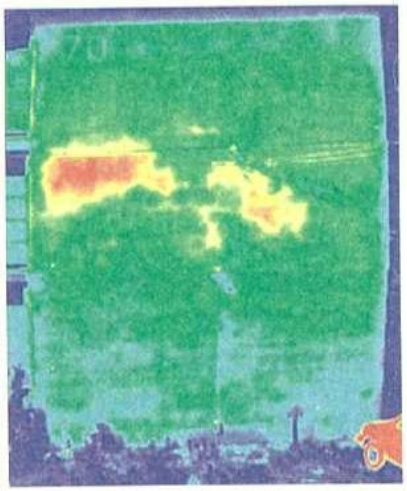
【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：赤外線調査トータルサポートシステム Ｊシステム　（赤外線法を用いたコンクリート構造物診断システム）

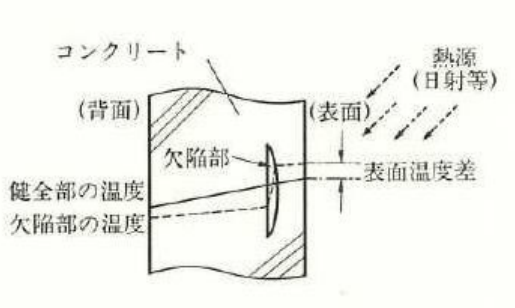
登録 NO.：SK-110019-VE

コスト比較：

・条件：第三者被害防止を目的としたコンクリート橋梁のうき・剥離の点検 9,000m2
　桁下高さ：10m　　調査対象面積：30 橋×300m2/橋
・従来技術ー打音法による橋梁点検……7,339,200 円　84 日
・新技術……3,319,950 円　53 日



モルタル浮き部の調査事例



欠陥検出の原理図

出典：コンクリート診断技術’19［基礎編］、2019、pp..136～138

B.14　デジタルカメラによる画像解析

【技術の利点】

・デジタル画像は、CAD 等の編集や加工が可能なデータとして保存される。

・これによりコンクリート表面部の劣化状態をデータベース化することが可能となり、電子ファイル管理への発展性を持つ。

・望遠目視ができることは、経済性、安全面でも有利である。

【技術の内容】

・目視調査に置き換わる方法として、デジタル画像を用いてその劣化状態を判断する方法である。

デジタルカメラによる点検調査で使用するシステム

撮影機材	デジタルカメラ	ー
撮影装置	全方位カメラ	移動しながらの撮影からパノラマ展開画像が生成できる。
	自動撮影雲台	設定した撮影範囲内を所定のラップ率で連続的に撮影し、膨大な画像は専用ソフトにより1枚に合成できる。
	UAV	デジタルカメラを搭載して上空から撮影する。
画像処理および資料制作機材	PCおよびソフトウェア	コンクリート表面画像からひび割れ等を認識する画像診断支援ソフトやCADソフトを使用することにより、変状図作成の効率化が図れる。

撮影条件の違いによる撮影装置

出典：コンクリート診断技術’19［基礎編］、2019、p109

【利用する際の留意点】

・コンクリート表面の 0.2mm 幅のひび割れをデジタル画像（172 万画素）で認識するためには、撮影範囲の 1 短辺長を約 2.5m 以下とする必要がある。

・コンクリート表面の汚れが少ない状態で調査する。

【作業手順】

・撮影した画像から画像診断支援ソフトのあおり機能、合成機能、ひび割れ特徴化機能を使用して、デジタル画像を作成する。

・上記画像から変状部分をスケッチして、画像診断支援ソフトを用いて変状図を作成する。このソフトには、以下のような機能を有している。

収差補正機能、あおり補正機能、画像合成機能、座標機能、トレース機能、簡易計測機能

【参考資料】

・コンクリート診断技術’19［基礎編］、2019、pp..108～112、

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称： HIVIDAS(ヒビダス) （画像診断によるコンクリートの浮き・はく離、ひび割れ調査)

登録 NO. ： KT-130041-V

コスト比較：

・条件： 調査規模:トンネル 625m(覆工面周長 16m、覆工面積 10,000m2)

・従来技術ー調査員による直接目視やハンマー打撃による打音作図して解析‥‥‥ 3,800,000 円、61 日

・新技術‥‥‥2,915,000 円、50 日

C．漁港施設に見られる主な損傷写真の事例

以下に、施設別に見られる主な損傷写真を、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂」の「参考資料-1-2」から転載する。

(1)　重力式防波堤に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

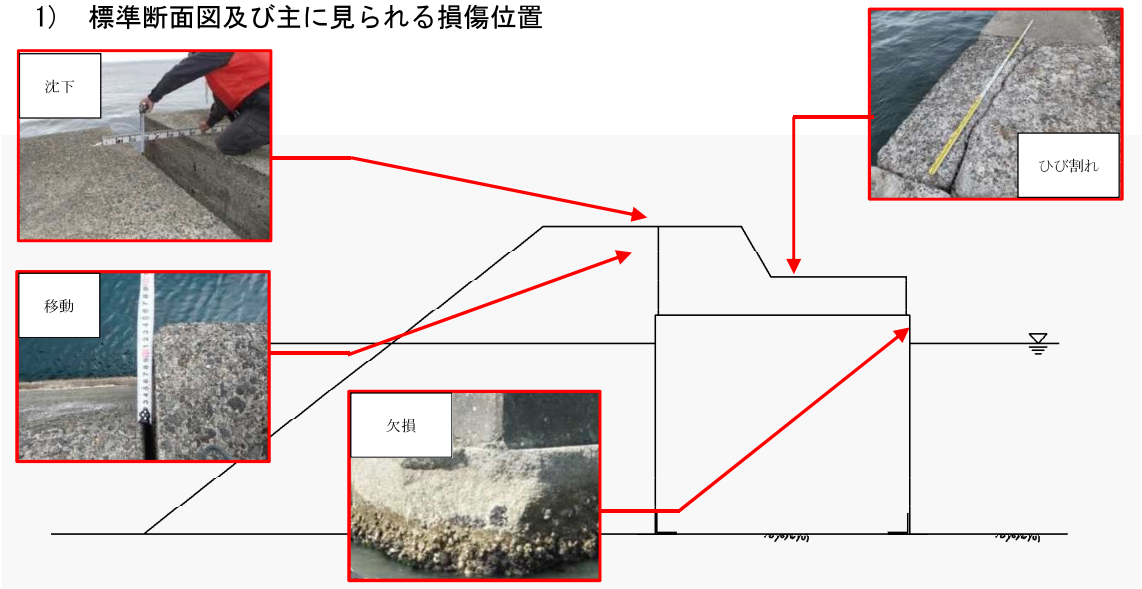


図-参 1-2.1　重力式防波堤標準断面図

2)　調査位置ごとの変状事例

①重力式防波堤【施設全体】における変状事例

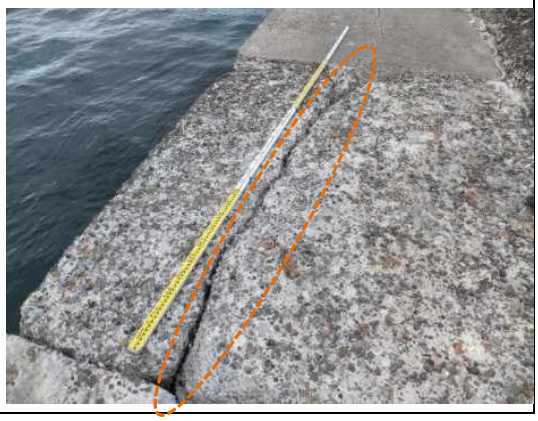
調査項目	移動	調査項目	移動
変状	水平移動量	変状	水平移動量
老朽化度	b：隣接ケーソンとの間に側壁厚程度(50cm 程度 40cm～50cm)のずれがある	老朽化度	c：小規模な移動がある

調査項目	沈下	調査項目	沈下
変状	目地ずれ、段差	変状	目地ずれ、段差
老朽化度	b:隣接ケーソンとの間に数十 cm の段差がある	老朽化度	b:隣接ケーソンとの間に数十 cm の段差がある

調査項目	沈下	調査項目	沈下
変状	目地ずれ、段差	変状	目地ずれ、段差
老朽化度	c：隣接ケーソンとの間に数 cm の段差がある	老朽化度	c：隣接ケーソンとの間に数 cm の段差がある

②重力式防波堤【上部工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	a：防波堤の性能に影響を及ぼす程度の欠損がある	老朽化度	a：防波堤の性能に影響を及ぼす程度の欠損がある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：幅 1cm 以上のひび割れがある	老朽化度	b：幅 1cm 以上のひび割れがある
			

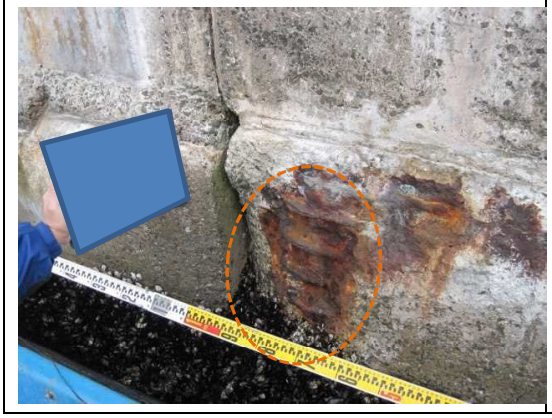
調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：小規模の欠損がある	老朽化度	c：幅 1cm 未満のひび割れがある

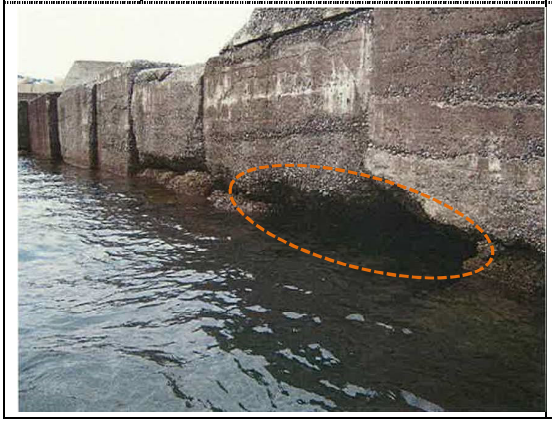
調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 1cm 未満のひび割れがある	老朽化度	c：幅 1cm 未満のひび割れがある

③重力式防波堤【本体工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	a：中詰材等が流出するような穴開き、ひび割れ、欠損がある	老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している	老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している	老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：小規模な欠損がある	老朽化度	b：小規模な欠損がある
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：小規模な欠損がある	老朽化度	b：小規模な欠損がある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：小規模な欠損がある	老朽化度	b：小規模な欠損がある

(2)　矢板式防波堤に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

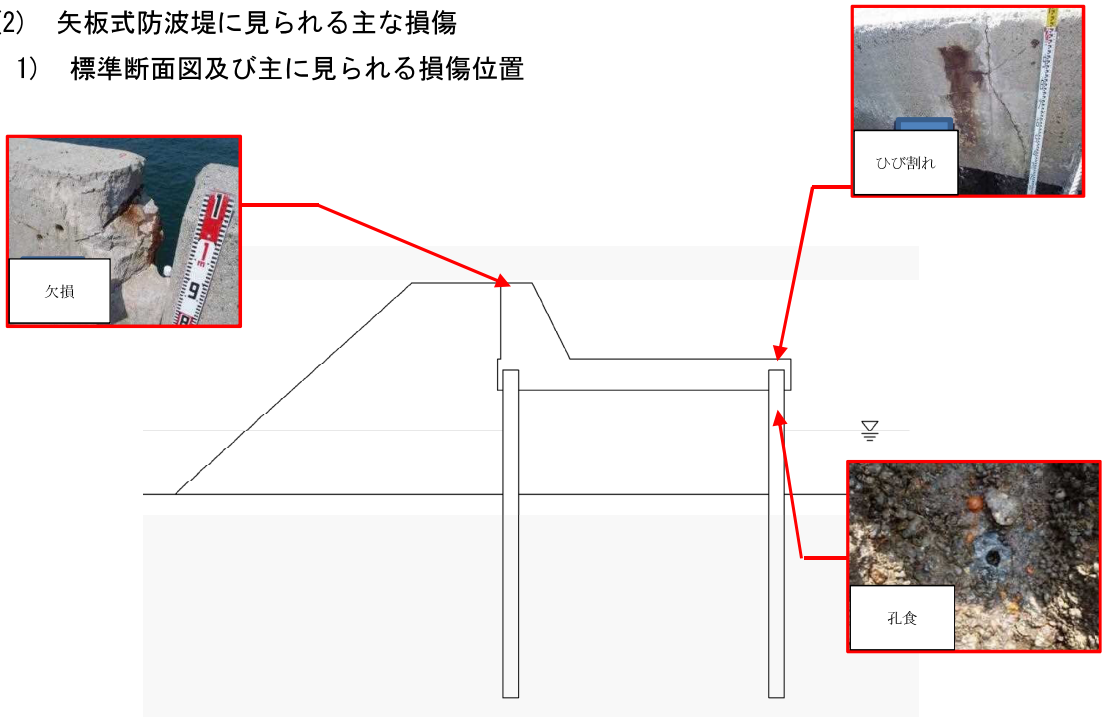
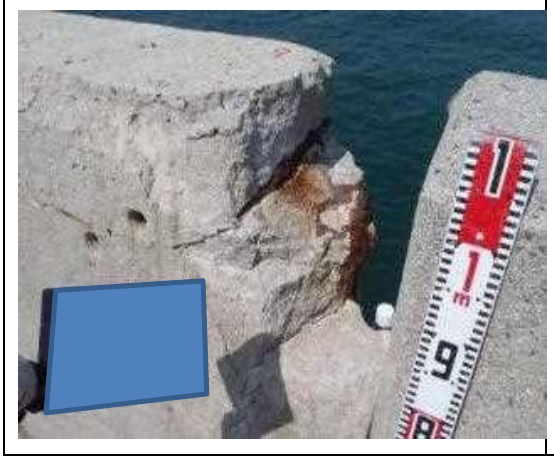


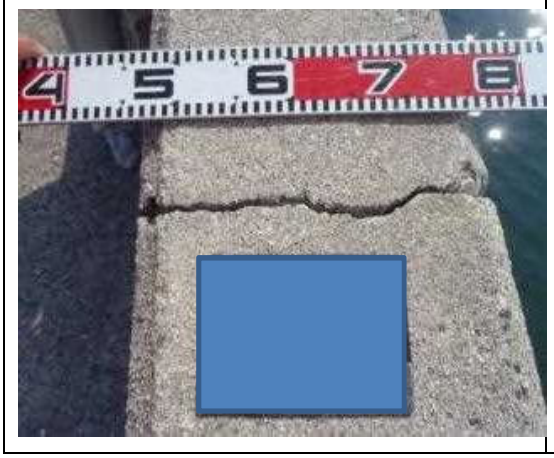
図-参 1-2.2　矢板式防波堤標準断面図

2)　調査位置ごとの変状事例

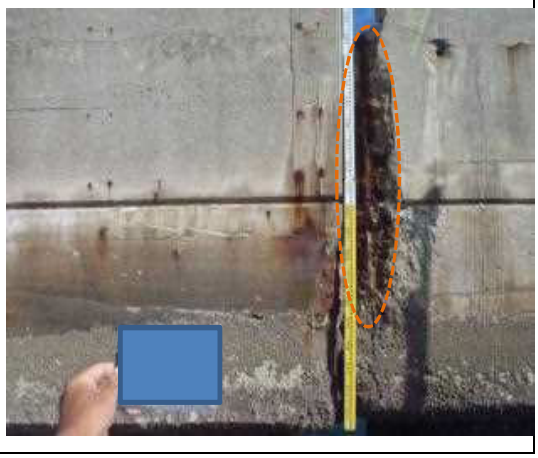
①矢板式防波堤【上部工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	a：防波堤の性能を損なうような損傷がある	老朽化度	b：幅 3㎜ 以上のひび割れがある
			

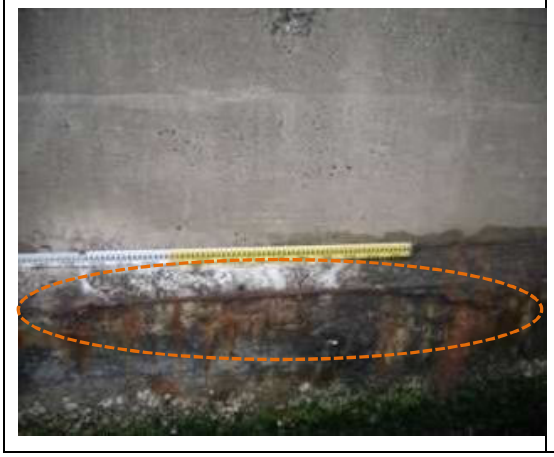
調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：幅 3mm 以上のひび割れがある



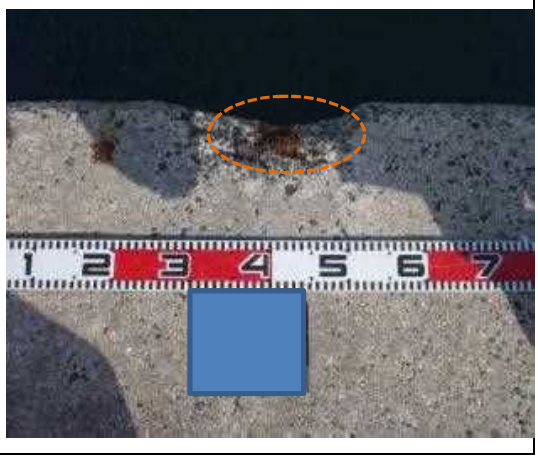
調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している



調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している



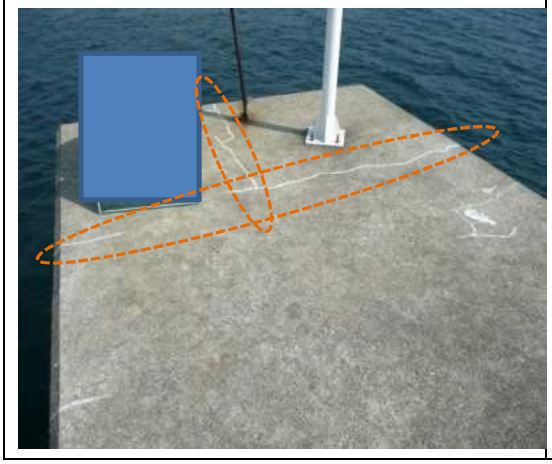
調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している



調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している

調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している

調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れが見られる



調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れが見られる

②矢板式防波堤【鋼矢板等】における変状事例

調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷	調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷、継手の腐食状況	変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷、継手の腐食状況
老朽化度	a：腐食による開孔や変形、その他の著しい損傷がある	老朽化度	b：全体的に発錆がある

調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷	調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷、継手の腐食状況	変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷、継手の腐食状況
老朽化度	b：L.W.L 付近に孔食がある	老朽化度	c：部分的に発錆がある

(3)　重力式護岸に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

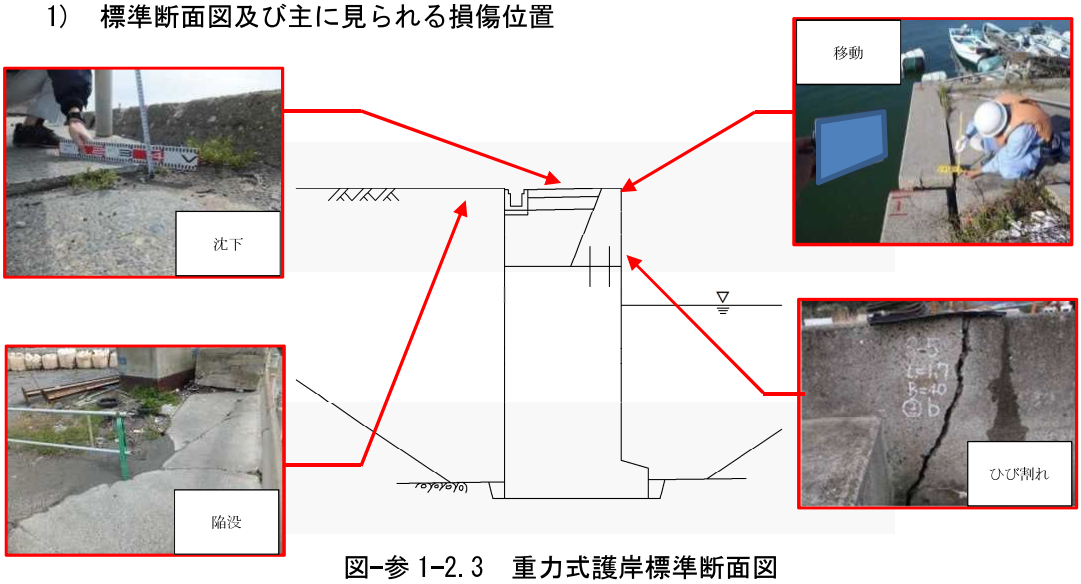
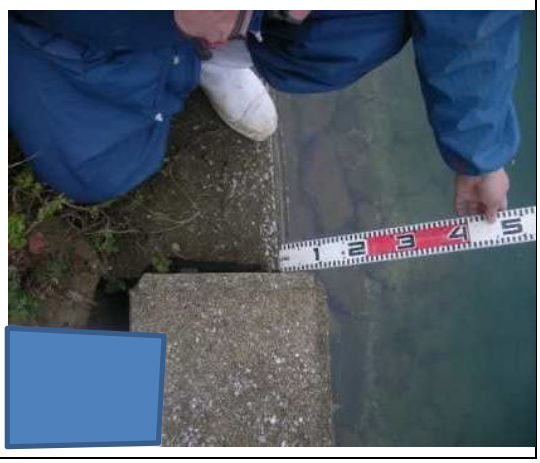
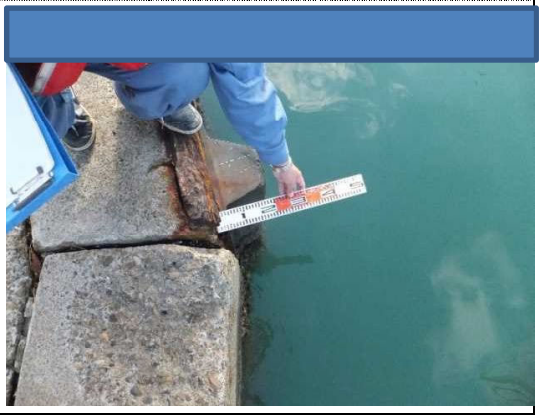


図-参 1-2.3　重力式護岸標準断面図

2)　調査位置ごとの変状事例

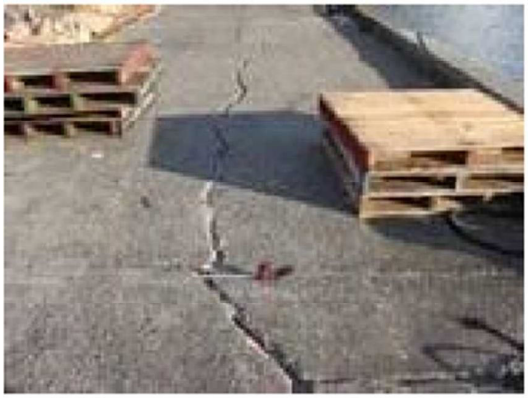
①重力式護岸【施設全体】における変状事例

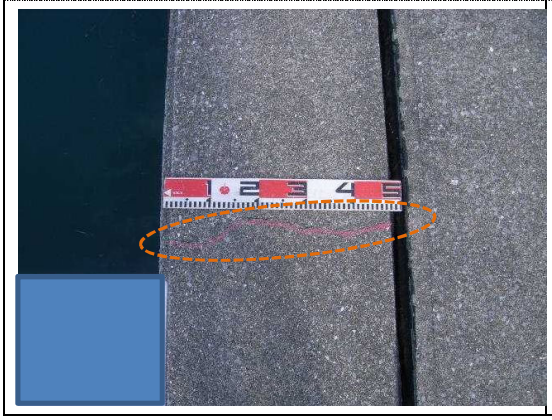
調査項目	移動	調査項目	移動
変状	移動量	変状	移動量
老朽化度	b：法線の変状が見られる	老朽化度	b：隣接するスパンとの間に 10cm～20cm 程度のずれがある
			

調査項目	移動	調査項目	移動
変状	移動量	変状	移動量
老朽化度	c：上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に 10cm 未満のずれがある	老朽化度	c：上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に 10cm 未満のずれがある
			

調査項目	沈下	調査項目	沈下
変状	護岸の沈下	変状	護岸の沈下
老朽化度	c：隣接するスパンとの間に数 cm 程度の段差がある	老朽化度	c：隣接するスパンとの間に数 cm 程度の段差がある

②重力式護岸【上部工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：複数方向に幅 3mm 程度のひび割れがある	老朽化度	c：一方向に幅 3mm 程度のひび割れがある
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：一方向に幅 3mm 程度のひび割れがある	老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、劣化の兆候など
老朽化度	a：貫通ひび割れから土砂が流出している	老朽化度	b：部材表面に対して面積比で 10%未満の欠損がある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、劣化の兆候など
老朽化度	c：貫通ひび割れはあるが土砂が流出している兆候はない	老朽化度	c：貫通ひび割れはあるが土砂が流出している兆候はない

③重力式護岸【護岸の背後、または本体】における変状事例

調査項目	陥没、吸出し	調査項目	陥没、吸出し
変状	沈下、陥没、目地ずれ等が起きている箇所、護岸背後の状況	変状	沈下、陥没、目地ずれ等が起きている箇所、護岸背後の状況
老朽化度	a：護岸の背後の土砂が流出している	老朽化度	a：護岸の背後の地盤が陥没している

調査項目	陥没、吸出し	調査項目	陥没、吸出し
変状	沈下、陥没、目地ずれ等が起きている箇所、護岸背後の状況	変状	沈下、陥没、目地ずれ等が起きている箇所、護岸背後の状況
老朽化度	b：目地に顕著な開き、ずれがある	老朽化度	c：目地に軽微な開き、ずれがある

(4)　重力式係船岸に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

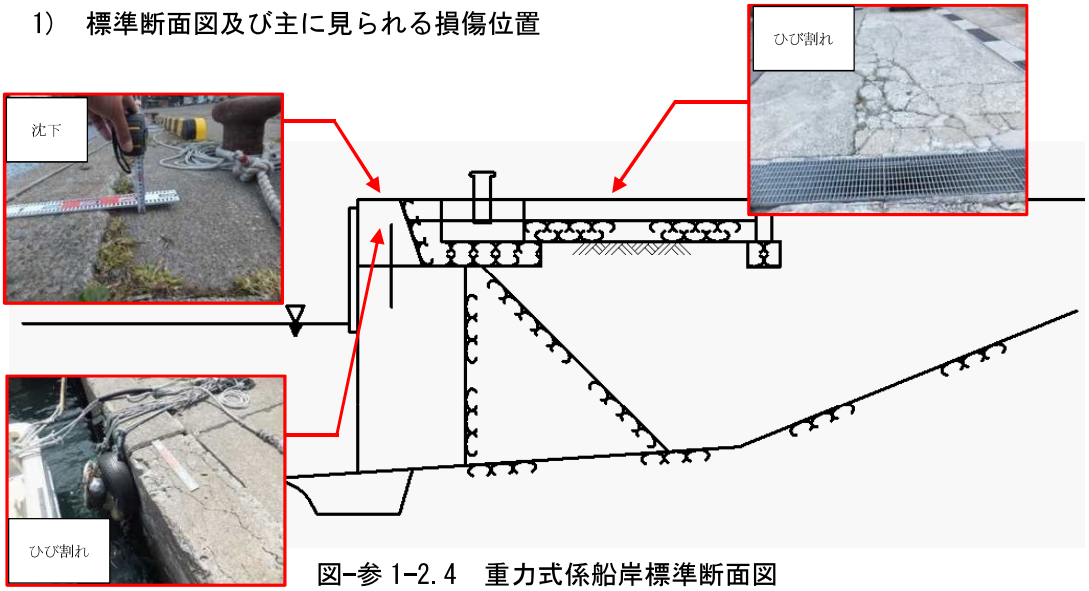


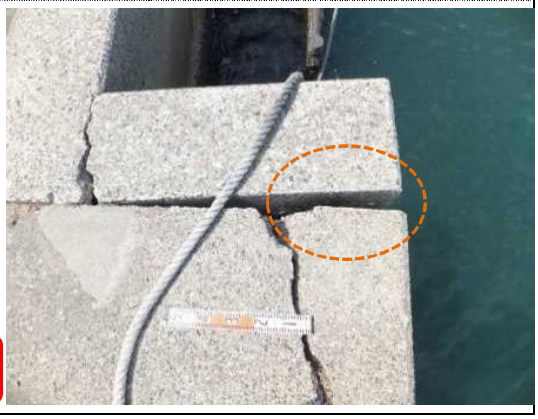
図-参 1-2.4　重力式係船岸標準断面図

2)調査位置ごとの変状事例

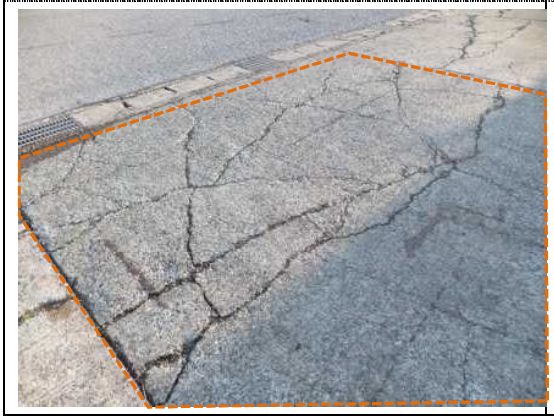
①重力式係船岸【岸壁法線】における変状事例

調査項目	凹凸出入り	調査項目	凹凸出入り
変状	移動量	変状	移動量
老朽化度	b：隣接するスパンとの間に 10～20cm 程度の凹凸がある	老朽化度	c：上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に 10cm 未満の凹凸がある

②重力式係船岸【エプロン】における変状事例

調査項目	沈下、陥没	調査項目	沈下、陥没
変状	ー	変状	ー
老朽化度	a：重力式本体背後の土砂が流出している	老朽化度	b：重力式本体目地（上部工含む）に顕著な開き、ずれがある
			

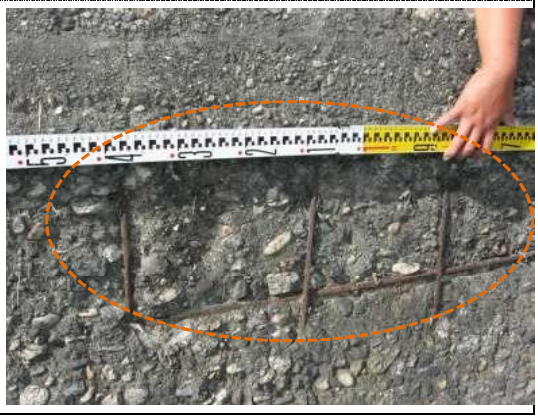
調査項目	沈下、陥没	調査項目	沈下、陥没
変状	ー	変状	ー
老朽化度	b：エプロンに 3cm 以上の沈下（段差）がある	老朽化度	c：重力式本体目地（上部工含む）に軽微な開き、ずれがある

調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷
変状	ー	変状	ー
老朽化度	a：コンクリート舗装でひび割れが 2m/m^2 以上である	老朽化度	a：車両の通行や歩行に支障があるひび割れや損傷が見られる
			

調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷
変状	ー	変状	ー
老朽化度	b：コンクリート舗装でひび割れが 0.5～2m/m^2 である	老朽化度	c：若干のひび割れが見られる

③重力式係船岸【上部工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：幅 3mm 以上のひび割れがある	老朽化度	b：幅 3mm 以上のひび割れがある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：幅 3mm 以上のひび割れがある	老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れがある	老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れがある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れがある	老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れがある

(5)　浮体式係船岸に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

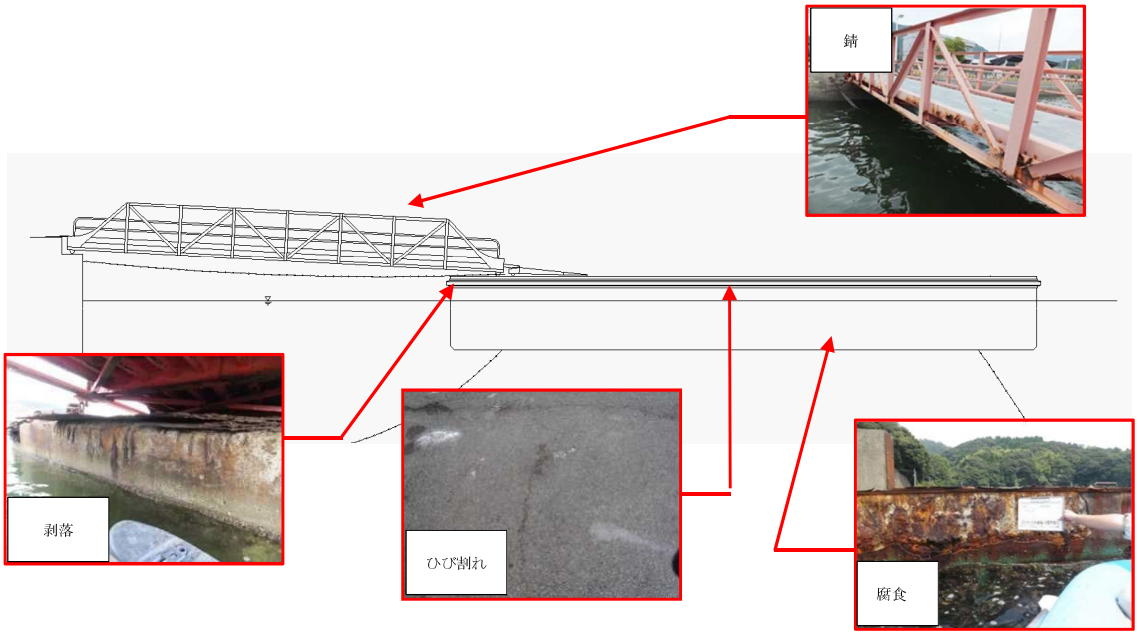
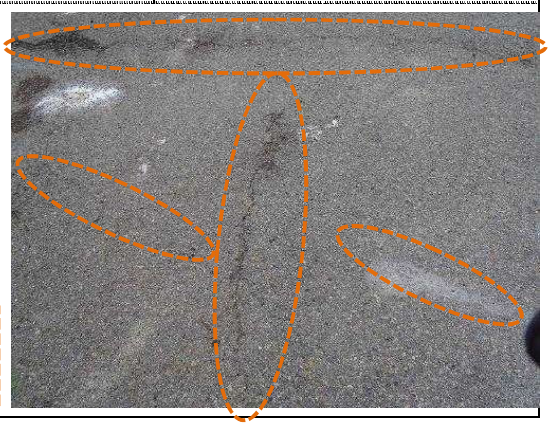
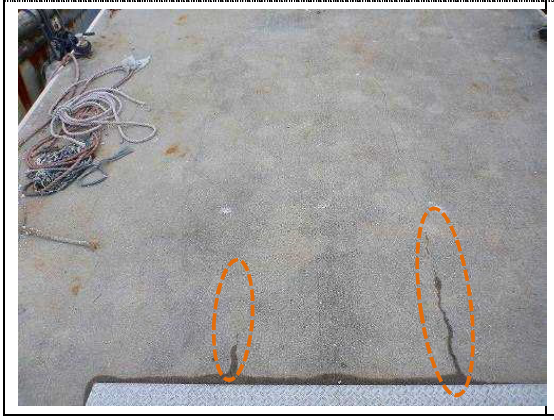
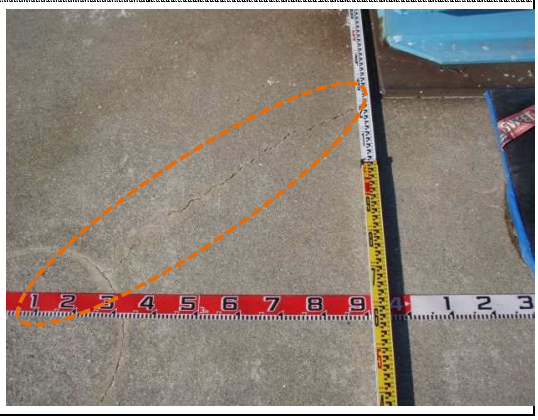


図-参 1-2.5　浮体式係船岸標準断面図

2)　調査位置ごとの変状事例

①浮体式係船岸【エプロン】における変状事例

調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷
変状	コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凹凸、段差	変状	コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凹凸、段差
老朽化度	a：コンクリート舗装でひび割れが 2m/m² 以上である	老朽化度	b：アスファルト舗装でひび割れ率が 20～30%以上である
			

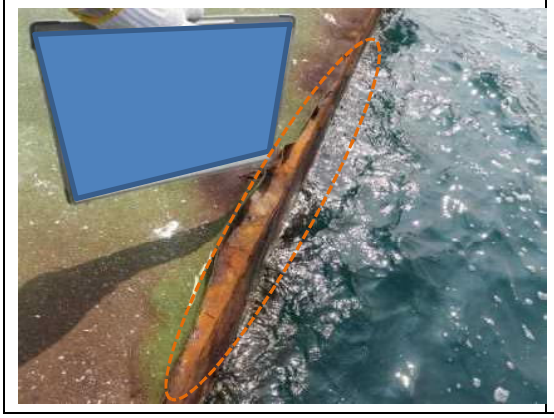
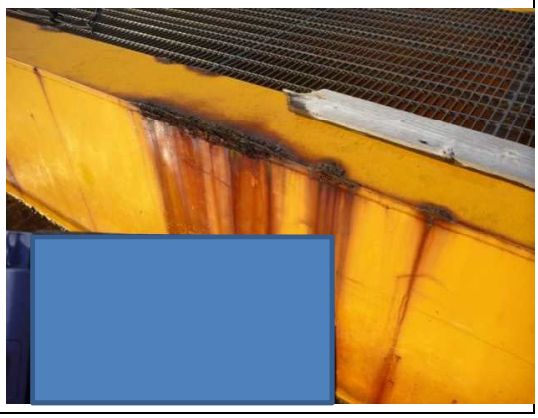
調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷
変状	コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凹凸、段差	変状	コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凹凸、段差
老朽化度	c：若干のひび割れが見られる	老朽化度	c：若干のひび割れが見られる
			

②浮体式係船岸【ポンツーン内部】における変状事例

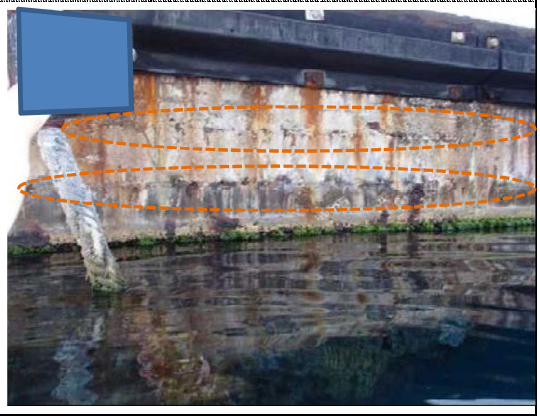
調査項目	本体の亀裂、損傷
変状	浸水状況
老朽化度	a：ひび割れ、亀裂、損傷による浸水が見られる

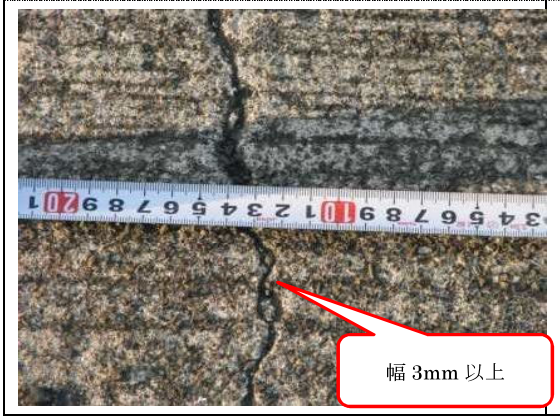
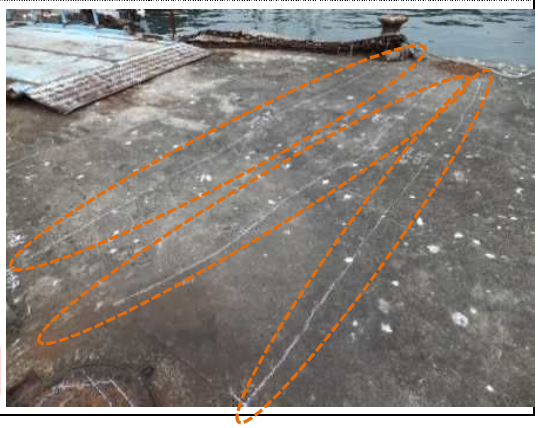
③浮体式係船岸【ポンツーン外部(鋼製、RC/PC 製)】における変状事例

調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷	調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷の状況	変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷の状況
老朽化度	a：腐食による開孔や変形、その他の著しい損傷がある	老朽化度	a：腐食による開孔や変形、その他の著しい損傷がある

調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷	調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷の状況	変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷の状況
老朽化度	b：全体に発錆がある	老朽化度	c：部分的に発錆がある
			

④浮体式係船岸【ポンツーン外部(鋼製、RC/PC 製)】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況	変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況
老朽化度	a：かぶりの剥離がある	老朽化度	a：錆汁が広範囲に発生している
			

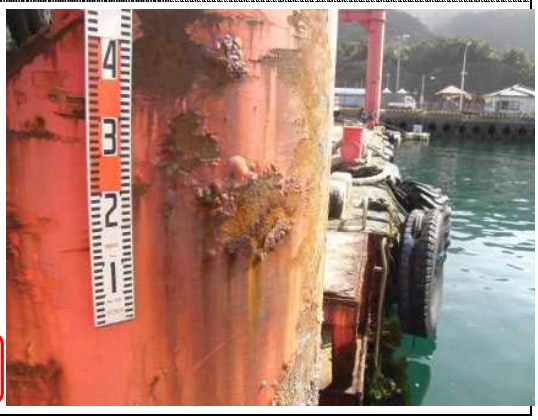
調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況	変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況
老朽化度	a：幅 3mm 以上の鉄筋に沿ったひび割れがある	老朽化度	b：幅 3mm 未満の鉄筋に沿ったひび割れがある
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況	変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況
老朽化度	b：錆汁が部分的に発生している	老朽化度	c：軽微なひび割れがある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況	変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況
老朽化度	c：軽微なひび割れがある	老朽化度	c：錆汁が発生している

⑤浮体式係船岸【係留杭・係留チェーン】における変状事例

調査項目	摩耗、塗装、腐食	調査項目	摩耗、塗装、腐食
変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断	変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断
老朽化度	a：係留杭に変形、著しい摩耗、開孔がある	老朽化度	b：係留杭に軽微な摩耗や孔食がある

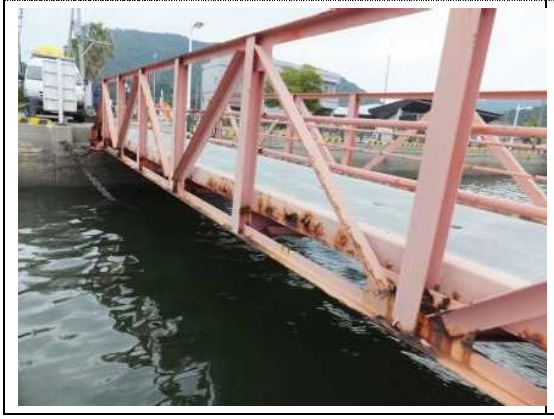


調査項目	摩耗、塗装、腐食	調査項目	摩耗、塗装、腐食
変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断	変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断
老朽化度	b：係留杭に軽微な摩耗や孔食がある	老朽化度	c：被覆材に軽微な損傷が見られる

調査項目	摩耗、塗装、腐食	調査項目	摩耗、塗装、腐食
変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断	変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断
老朽化度	c：被覆材に軽微な損傷が見られる	老朽化度	c：被覆材に軽微な損傷が見られる

⑥浮体式係船岸【連絡橋・渡橋】における変状事例

調査項目	安定性、損傷、腐食	調査項目	安定性、損傷、腐食
変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装	変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装
老朽化度	a：連絡橋が不安定でポンツーンへの移動が困難である	老朽化度	a：連絡橋が不安定でポンツーンへの移動が困難である

調査項目	安定性、損傷、腐食	調査項目	安定性、損傷、腐食
変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装	変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装
老朽化度	c：塗装の剥離や錆が見られる	老朽化度	c：塗装の剥離や錆が見られる
			

調査項目	安定性、損傷、腐食	調査項目	安定性、損傷、腐食
変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装	変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装
老朽化度	c：塗装の剥離や錆が見られる	老朽化度	c：塗装の剥離や錆が見られる

Ｄ．調査結果の記録に活用できる技術の事例

D.1　維持管理情報プラットフォーム

【活用の利点】

・点検記録を記録・保存することは、老朽化の進展状況等を効率的に把握でき、以降の機能保全計画の見直しの際にも必要不可欠となる。

・スパン割図・変状図等の図面データや写真データ及び簡易調査（重点項目）、日常管理点検の記録・保存について、維持管理情報プラットフォームで一括管理が可能となる。

・必要なときに必要な情報を取り出すことが容易となり、作業の効率化を図れる。

【システムの構成】

・GIS（地理情報システム）やGPS（全地球測位システム）と、漁港台帳や日常点検結果等を連動させた漁港施設の維持管理情報プラットフォームのシステムを構築したものである。漁港管理者に対する技術的支援の一環として、維持管理に係わる情報の蓄積・更新の適正化やそれらのデータの利活用の促進を目的としている。

・システムの構成を次に示す。

①基本部分（データベース機能）

１）　施設現況調書にかかる情報

２）　施設機能診断結果にかかる情報

３）　機能保全対策にかかる情報

４）　上記に関係する資料（図面、設計関係資料、調査記録等）

５）　日常・臨時・定期の各種点検データの格納・参照・分析

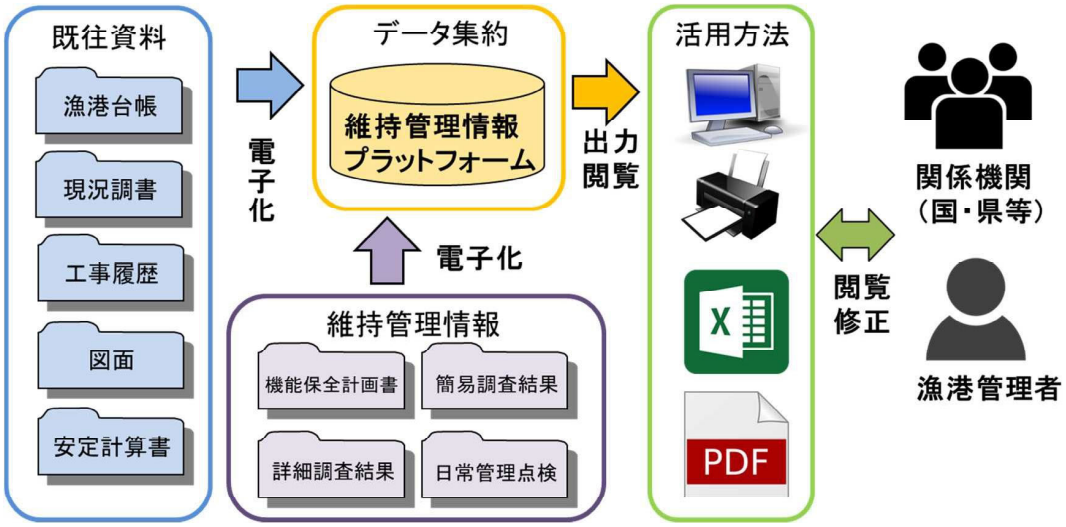
②拡張部分（各種分析機能）

１）　対策コストにかかる分析機能

２）　老朽化予測機能

３）　登録情報の共有化機能

【システムの概念図】



「漁港施設の維持管理情報プラットフォーム」の概念図

出典：平成 30 年度調査　調査研究論文集　NO.29　pp..7-12（一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所）

【参考資料】

・平成 30 年度調査　調査研究論文集　NO.29　pp..7-12（一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所）

・漁港施設維持管理情報プラットフォーム操作説明書、http;//www.jific.or.jp/?p=922

D.2　漁港施設の点検システム

【活用の利点】

・現地で容易に点検情報の登録が行えるため、点検作業の負担を低減することが出来る。

・日常点検の記録を適切に保全でき、蓄積された登録データの利活用を一元管理の下で行える（維持管理情報プラットフォームとの連携も可能）。

【システムの構成】

・漁港施設に関して、スマホを利用し、写真を中心とする施設の現況データを撮影、入力、伝達、蓄積したデータベースを作成して、そのデータを利用できるシステムである。

システムの構成を次に示す。

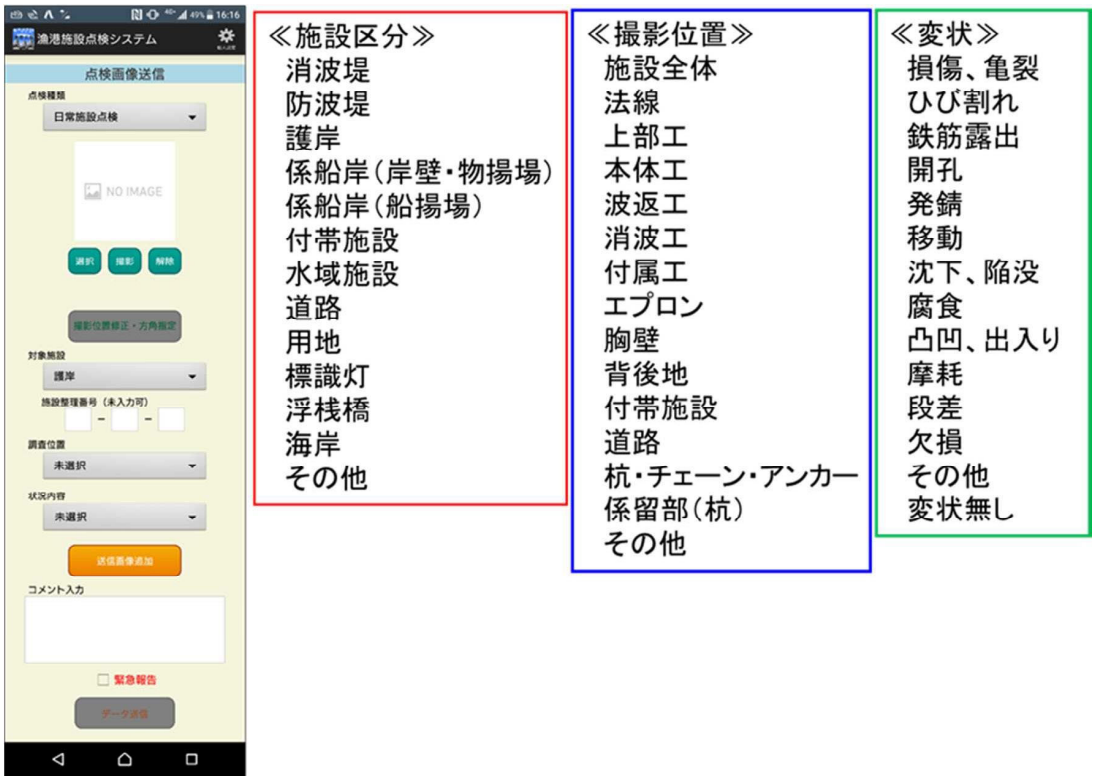
点検システムのイメージ

【システムの使い方】

・施設の点検者が点検結果を、スマホを利用して写真と必要事項を入力し、サーバに送信すると、漁港施設の管理者にデータの保管場所の URL を記入したメールが届く。その URL を開くと点検結果を閲覧できる。

・データは保管され、検索システムにより時間経過による変化や指定日時の状況閲覧などの処理ができる。

【漁港施設の点検システムでの選択肢】



【参考資料】

・奥野正洋・長野晋平・田原正之・長野章・不動雅之・野神巧一：スマートフォンを活用した漁港施設点検システムの構築と運用，水産工学 Vol. 55, No. 2, pp. 149-153, 2018.

Ｅ．日常点検記入シート及び記載例

新たに作成する日常点検記入シート及び記載例を次に示す。

（様式集）

・外郭施設（重力式・矢板式・杭式）

・係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）

・外郭・係船施設（浮体式）

・船揚場

・航路・泊地

（記載例）

・外郭施設（重力式・矢板式・杭式）健全度Ａ・Ｂの記入例

・係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）健全度Ｃ・Ｄの記入例

水産基盤施設日常点検記入シート【①外郭施設(重力式・矢板式・杭式)】

調査結果記入シート:健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日:平成　　年　　月　　日(健全度　)

調査年月日:令和　　年　　月　　日 天候: 晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する欄をチェックする。(例:☑)

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類		有無	状況(スパンNO.)
重力式防波堤 重力式護岸	施設全体	□	移動	水平移動	□	
		□	沈下	目地のずれ、段差	□	
	本体工	□	コンクリートの劣化、損傷		□	
矢板式防波堤 杭式防波堤 矢板式護岸	施設法線	□	凹凸、出入り		□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等		□	
共通	上部工	□	コンクリートの劣化、損傷		□	
	消波工	□	移動・沈下、損傷・亀裂		□	
護岸の場合	背後地	□	陥没、吸出し		□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	

【変状写真掲載欄】

老朽化:(　　)	写真NO.1
調査位置:	(スパンNO.　)
所見:	
撮影年月日: 令和　年　月　日	

老朽化:(　　)	写真NO.2
調査位置:	(スパンNO.　)
所見:	
撮影年月日: 令和　年　月　日	

老朽化:(　　)	写真NO.3
調査位置:	(スパンNO.　)
所見:	
撮影年月日: 令和　年　月　日	

老朽化:(　　)	写真NO.4
調査位置:	(スパンNO.　)
所見:	
撮影年月日: 令和　年　月　日	

【その他特記事項】

水産基盤施設日常点検記入シート 【②係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成　　年　　月　　日（健全度　　）

調査年月日：令和　　年　　月　　日　天候：晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☑）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNO.）
重力式係船岸 矢板式係船岸 桟橋式係船岸	岸壁（桟橋）法線	□	凹凸、出入り	□	
	エプロン	□	沈下・陥没	□	
		□	ｺﾝｸﾘｰﾄ、舗装等の劣化・損傷	□	
	上部工	□	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化・損傷	□	
	本体工（重力式の場合）	□	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化・損傷	□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等	□	
	渡版（注）	□	損傷・塗装	□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	

（注）「渡版」は「桟橋式係船岸」に限定

【変状写真掲載欄】

老朽化：（　　）	写真NO.1
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.2
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.3
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

水産基盤施設日常点検記入シート【③外郭・係船施設（浮体式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成　　年　　月　　日（健全度　　）

調査年月日：令和　　年　　月　　日　天候：晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☑）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNO.）
浮防波堤 浮体式係船岸	エプロン	□	ｺﾝｸﾘｰﾄ、舗装等の劣化・損傷	□	
	ポンツーン外部（鋼製）	□	鋼材の腐食	□	
	ポンツーン外部（RC/PC製）	□	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化・損傷	□	
	係留施設	□	摩耗・塗装・腐食	□	
	連絡橋・渡橋（注）	□	安全性・損傷・腐食	□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	

（注）「連絡橋・渡橋」は「浮体式係船岸」に限定

【変状写真掲載欄】

老朽化：（　　）	写真NO.1
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.2
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.3
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

水産基盤施設日常点検記入シート【④船揚場】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成　　年　　月　　日（健全度　）

調査年月日：令和　　年　　月　　日 天候：晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☑）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNO.）
船揚場	船置場斜路部	□	凹凸・出入り	□	
			沈下・陥没	□	
			ｺﾝｸﾘｰﾄ・ｱｽﾌｧﾙﾄの劣化・損傷	□	
	前面壁	□	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化・損傷	□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	

【変状写真掲載欄】

老朽化：（　　）	写真NO.1
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.2
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.3
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

水産基盤施設日常点検記入シート【⑤航路・泊地】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成　　年　　月　　日（健全度　）

調査年月日：令和　　年　　月　　日 天候：晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☑）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNO.）
航路・泊地	水面	□	流木等漂流物	□	
	水深	□	水深不足による利用上の支障	□	

【変状写真掲載欄】

老朽化：（　　）	写真NO.1
調査位置：	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.2
調査位置：	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.3
調査位置：	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

健全度A・Bの記入例

水産基盤施設 日常点検記入シート【①外郭施設（重力式・矢板式・杭式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成

直近の定期点検実施日：平成〇年〇月〇日（健全度B）

調査年月日： 令和 ● 年 ● 月 ● 日　天候： 晴 (曇) 雨

漁港名	▲▲漁港	構造型式	重力式防波堤	調査者所属	◆◆建設事務所	調査者氏名	水産　太郎
施設名	■■防波堤	調査を実施した範囲	施設全体（スパンNo.1～No.20）				

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：■）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類		有無	状況（スパンNo.）
重力式防波堤 重力式護岸	施設全体	■	移動	水平移動	■	水平移動(NO.12)
		■	沈下	目地のずれ、段差	□	
	本体工	■	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷		□	
矢板式防波堤 杭式防波堤 矢板式護岸	施設法線	□	凹凸、出入り		□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等		□	
共通	上部工	■	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷		■	ひび割れ(NO.10)
	消波工	□	移動・沈下、損傷・亀裂		□	
護岸の場合	背後地	□	陥没、吸出し		□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	

【変状写真掲載欄】

老朽化：　写真NO.1

調査位置： 起点からの撮影　（スパンNO.　）

所見： 前回点検からの進行や新たな変状は見られない

撮影年月日： 令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：　写真NO.2

調査位置： 終点からの撮影　（スパンNO.　）

所見： 前回点検からの進行や新たな変状は見られない

撮影年月日： 令和 ◎年 ◎月 ◎日

踏査を行い、起終点から施設の写真を撮影する

老朽化：（ひび割れ）定期点検時b判定　写真NO.3

調査位置： 上部工　（スパンNO. 10 ）

所見：幅の広いひび割れがあるが、前回と大きな差異は認められない。

撮影年月日： 令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：（水平移動） 定期点検時b判定　写真NO.4

調査位置： 施設全体　（スパンNO. 12 ）

所見： 大きな水平移動があるが、前回と大きな差異は認められない。

撮影年月日： 令和 ◎年 ◎月 ◎日

代表スパンを選定し、スパン写真とその状況を記載する。

【その他特記事項】

スパンNo.15辺りの港内側に堆砂が進んでいて、干潮時には波の条件によっては船底がこすることがある。（漁業者ヒアリング）

利用者に聞き取りを行い、利用上支障がないか確認する。

健全度C・Dの記入例　水産基盤施設　日常点検記入シート【②係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成〇年〇月〇日（健全度C）

調査年月日：　令和　●　年　●　月　●　日　　天候：（晴）　曇　雨

漁港名	▲▲漁港	構造型式	重力式	調査者所属	◆◆建設事務所	調査者氏名	水産　太郎
施設名	■■物揚場	調査を実施した範囲	施設全体（スパンNO.1～NO.32）				

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：■）

【調査結果記入欄】

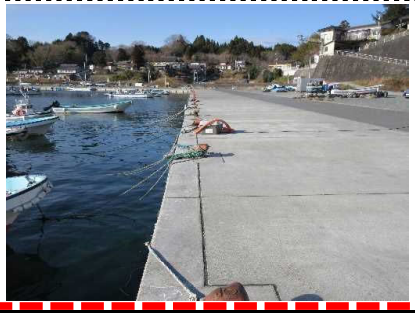
対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNo.）
重力式係船岸 矢板式係船岸 桟橋式係船岸	岸壁（桟橋）法線	■	凹凸、出入り	□	
	エプロン	■	沈下・陥没	□	
		■	コンクリート、舗装等の劣化・損傷	□	
	上部工	■	コンクリートの劣化・損傷	□	
	本体工（重力式の場合）	■	コンクリートの劣化・損傷	□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等	□	
	渡版（注）	□	損傷・塗装	□	
附帯施設	防舷材	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	

（注）「渡版」は「桟橋式係船岸」に限定

踏査を行い、起終点から施設の写真を撮影する

【変状写真掲載欄】

老朽化：	写真NO.1
調査位置：　起点から撮影　（スパンNO.　）	
所見：　前回点検からの進行や新たな変状は見られない	
撮影年月日：　令和　◎年　◎月　◎日	



老朽化：	写真NO.2
調査位置：　終点から撮影　（スパンNO.　）	
所見：　前回点検からの進行や新たな変状は見られない	
撮影年月日：　令和　◎年　◎月　◎日	

老朽化：　段差（沈下）　b判定相当	写真NO.3
調査位置：　エプロン　（スパンNO.　15　）	
所見：　段差（沈下）がある。【新規発見】	
撮影年月日：　令和　×年　×月　×日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：　令和　年　月　日	

新たな変状を発見した場合は様式に記載する

利用者に聞き取りを行い、利用上支障がないか確認する。

【その他特記事項】

スパンNo.8にある照明の灯りが消えている。（漁業者ヒアリング）

平成31年度水産基盤整備調査委託事業
「漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」

資料-2

第2回
「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会
説明資料

令和2年1月17日

調査概要（第１回検討会資料再掲）

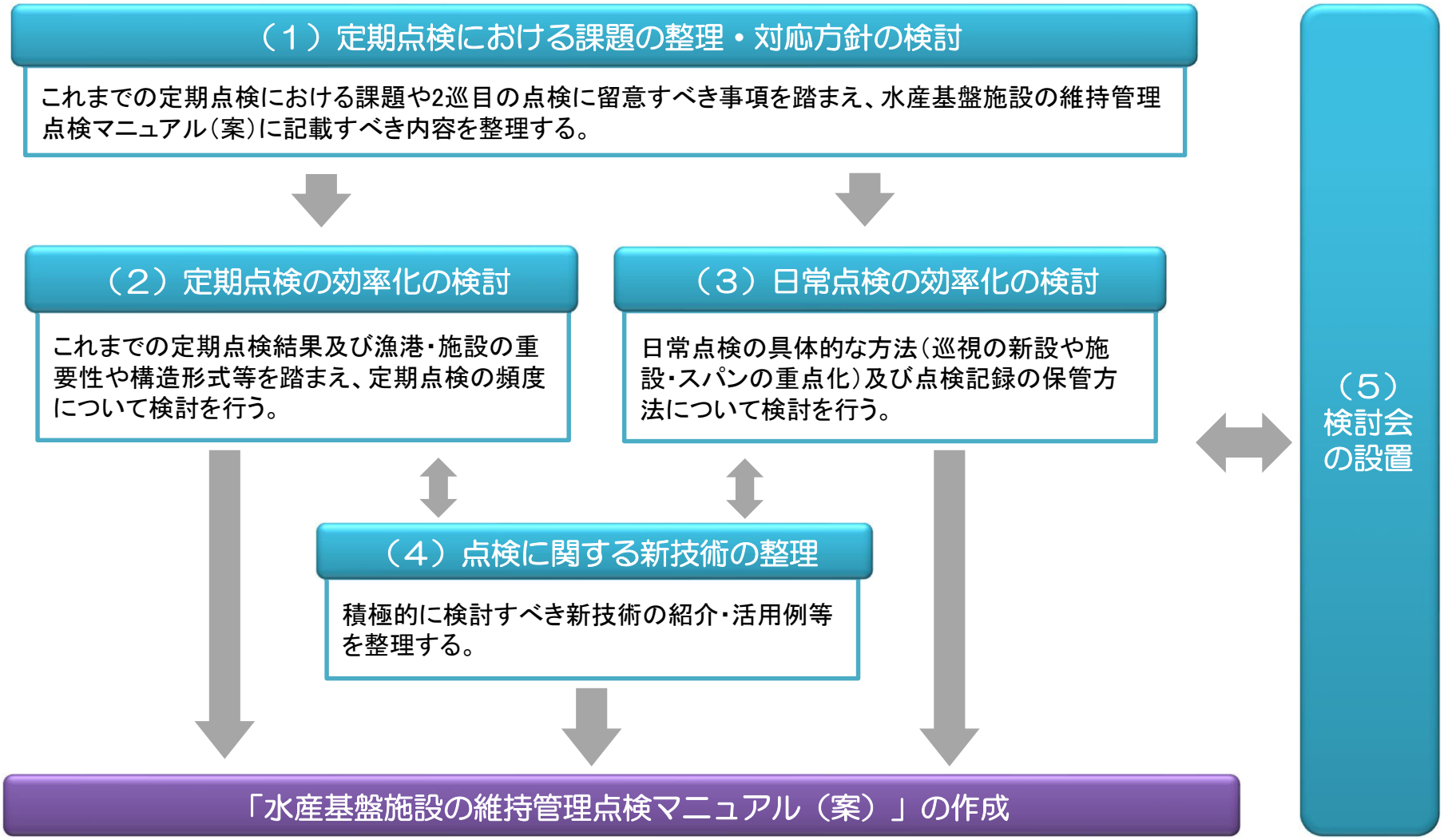
背景

- 我が国には約2,800の漁港があり、その漁港施設の多くは高度経済成長期に建設され、建設後30年以上経過しており、老朽化の進行による機能低下が懸念されている。このような中、水産庁では平成20年度に水産物供給基盤機能保全事業を創設し、漁港施設の機能診断、機能保全計画書の作成及び保全工事を効率的且つ効果的に実施し、漁港施設の機能の長寿命化を推進している。
- 機能保全事業の創設から10年が経過し、初期に策定された機能保全計画は2巡目の定期点検及び機能保全計画の見直しの時期を迎えている。
- 漁港管理者の多くは、厳しい財政状況下で技術職員が減少している状況にあり、漁港施設の点検作業においては一層の効率化が求められる。
- しかし、点検作業の効率化は老朽化の進展把握・新たな老朽化の発見の確実性とトレードオフとなることから、その解消に向けた検討が必要となる。

目的

- 確実性を担保しつつ、効率的に実施できる点検の体制及び手法の検討を行う。
- その検討内容を整理し、「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」を作成する。

調査内容及び検討フロー

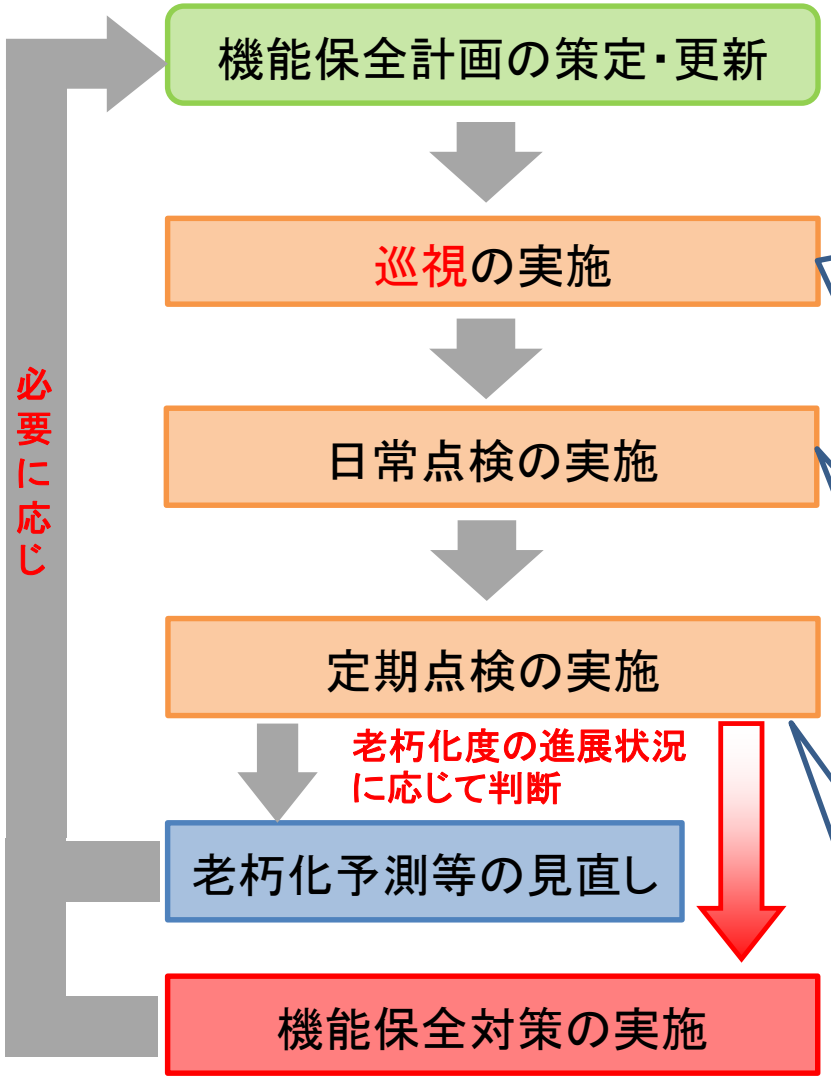


検討スケジュール

検討委員会は下記の時期に開催予定としている。

検討会	開催時期	検討内容
第1回	令和元年7月	・定期点検及び日常点検における現状と課題の抽出 ・本調査での検討方針の確認
第2回	令和元年12月	・検討事項の報告 ・維持管理に資する点検内容の精査 ・マニュアル（案）への記載内容の確認

第１回検討会での提案内容（概要）



【実施内容】
- 陸上目視
  （大きな変状の有無・新たな老朽化箇所の発見）

【実施時期】
- 概ね1年に1回以上。

【実施範囲】
- 全施設

※臨時点検；高波浪の来襲後や一定規模以上の震度の地震発生後等に実施
（変状が確認された場合は日常点検を実施）

【実施内容】
- 簡易調査（簡易項目）に沿った目視（陸上）調査

【実施時期】
- 概ね1年に1回以上。

【実施範囲】
- 代表施設の代表スパン

【実施内容】
- 簡易調査（重点項目）を実施
  （目視＋計測；老朽化度abcd判定を行う）
  （必要に応じて詳細調査を実施）

【実施時期】
- 施設の重要度や構造形式を考慮した点検間隔を検討（5年・10年・15年の区分を想定）

【実施範囲】
- 全スパン（詳細調査は代表スパン）

1.第１回検討会における主な意見とその対応

大項目	小項目	主な意見（検討委員の意見）		発言者	対　応	ﾏﾆｭｱﾙ（案）記載頁
点検内容の見直し方針（案）について	日常点検について（巡視を含む）	No. 1	日常点検に加えて巡視を新設するとしているが、現場に行く回数が増える等手間が増えるだけではないか。	笠井委員 橋本委員	日常点検の目的を達成しつつ、漁港管理者の負担軽減となる点検内容の簡略化を検討する。 健全度に応じて代表スパンのモニタリングと踏査を組み合わせることで、日常点検の目的である「老朽化の進行の把握と新たな老朽化の変状の発見」を見逃さないような点検内容とした。	p. 29～31
		No. 2	巡視と日常点検の違いがわかりにくい。	横田委員長		
		No. 3	巡視の新設ではなく、日常点検の方法の見直しだけで良いのではないか	笠井委員		
		No. 4	コンクリート構造においては急激な老朽化の進行は考えにくいので、日常点検としては提案している巡視の内容で十分と感じる。	笠井委員		
		No. 5	現在の日常点検作業は港湾等の他の公共施設に比べて手厚い印象がある。	横田委員長		
		No. 6	定期点検を適正に行うことを前提に日常点検は簡素化しても良いのではないか。	笠井委員		
		No. 7	提案している巡視の内容を日常点検とし、1年に1回実施、定期点検は5年1回実施とする方法はどうか。	横田委員長		
		No. 8	災害時の点検を実施しているため、その点検が日常点検の代替となるとすれば負担の低減になるのではないか。	笠井委員 横田委員長	災害が発生しない場合もあるため、「1年に1回以上」の記載は現行のままとし、臨時点検記録を日常点検記録としても使用できる旨をマニュアル（案）に記載する。	p. 21
		No. 9	日常点検の箇所の絞り込みとあるが、日常点検前に既存資料を確認する作業が負担となっている。	橋本委員	日常点検を実施する際に必要な準備・調査時の視点等、現場作業を円滑に進めるための留意事項をマニュアル（案）に記載する。また、定期点検にて作成する「様式-4」を見直し、日常点検を効率的に実施するための項目を追加する。	p. 32～33
		No. 10	保存形式として「様式5」を推奨している限り、取りまとめ作業の負担低減とはならないのではないか。	橋本委員	本調査で検討する点検内容を網羅できる新様式を検討し、現行基準では様式5（点検者・日時・変状状況等）・様式6（変状写真）と２つに分けれていた点検記録を1枚ものに集約する。 また、漁港施設の点検システムから日常管理記録として帳票を出力できるように改良を行う。	p. 19, p. 40 参-63～69
		No. 11	漁業者・建設業者との協力体制を構築できれば負担の低減となる。	橋本委員	技術職員の不足に対し、業者、建設業者等の利用者から施設の老朽化状況について情報提供してもらい、漁港管理者の体制を強化・補完する。	p. 30～31
	定期点検について	No. 12	点検作業を委託するのであれば、予算の確保が課題となる。	笠井委員	参考にさせて頂く。	―
		No. 13	日常点検結果や老朽化の進行状況を踏まえ、点検間隔を見直す視点があっても良いのではないか。	横田委員長	初回及び２巡目の定期点検結果での老朽化度（a～d）、健全度（A～D）の進展状況を整理・分析し、適正な定期点検の実施間隔を検討する。	p. 14～15 参-1～3
		No. 14	新しい施設については点検間隔を長くする等経過年数を踏まえて間隔を設定する視点があっても良いのではないか。	笠井委員	検討においては施設別・構造形式別の視点を踏まえ、標準間隔より短くすべき施設や期間を長くとっても良い施設等の条件分けを整理する。	p. 14～15
マニュアル（案）に記載予定の提案事項（新技術）について	新技術について	No. 15	導入の難易度・費用などがあるとわかりやすい。	橋本委員	新技術だけでなく、点検内容に合わせて活用できる技術について要旨・利点・欠点・適用範囲等を整理していく。	p. 24, p. 26～28 参-4～28
		No. 16	UAVの活用で紹介されている変状図作成の方法は確立された方法か？（誰でも作業できるのか？）	笠井委員		
		No. 17	効率化に資する技術としてUAV・ROV・ナローマルチ等が紹介されているが、導入には費用がかかる。	橋本委員		
		No. 18	UAVを橋梁分野において活用している自治体がある。	横田委員長		
		No. 19	水中部の点検を簡単に行える技術があれば活用したい。	橋本委員		
		No. 20	写真からのひび割れ判定の自動化は出来ないか？	笠井委員	本年度調査で検討中の課題であるため、記載は見送る。	―
		No. 21	「機械インピーダンス法によるコンクリート強度の推定」は高精度で簡易に出来る点検方法である。（NETIS登録）	笠井委員	追加する。	p. 26 参-9～10

2. 点検内容の見直し方針

≪課題≫
・人員不足（市町村の職員数は減少傾向にあり、技術系職員がいない市町村の割合は3割に上る）
・現地調査及び点検記録の取りまとめ（現状の点検で作業量が多いと感じる部分）

漁港施設の適正な機能保全を実施するためには
点検の効率化が必須

点検の効率化
- 点検の作業量を減らす。
- 点検間隔を長くする。

トレードオフ

点検の確実性の確保
- 新たな老朽化の見逃し防止
- 老朽化の進行の把握

両方を踏まえた見直し方針の整理

点検の見直し方針

≪定期点検≫
・点検の目的・内容は変更なし。（老朽化の定量的な把握のため、点検内容の簡略化は難しい）
・これまで策定済みの機能保全計画書から老朽化の進展状況を分析し、施設の老朽化状況に応じた定期点検の**適正な実施間隔の検討**を行う。
≪日常点検≫
・点検の目的は変更なし。（老朽化の進行状況の確認、新たな老朽化箇所の発見）
・点検頻度は変更なし。（1年に1回以上）
・施設の老朽化状況に応じた**適切な点検内容の検討**を行う。（**点検の重点化**）
≪技術者不足への対応≫
・漁業者・建設業者等の利用者と協力し、点検体制の強化・補完を図る。
・ICT技術等の新技術を活用することにより、点検作業の効率化を図る。

3. 定期点検の効率化の検討

3.1 定期点検の実施間隔の検討

(1) 定期点検の目的

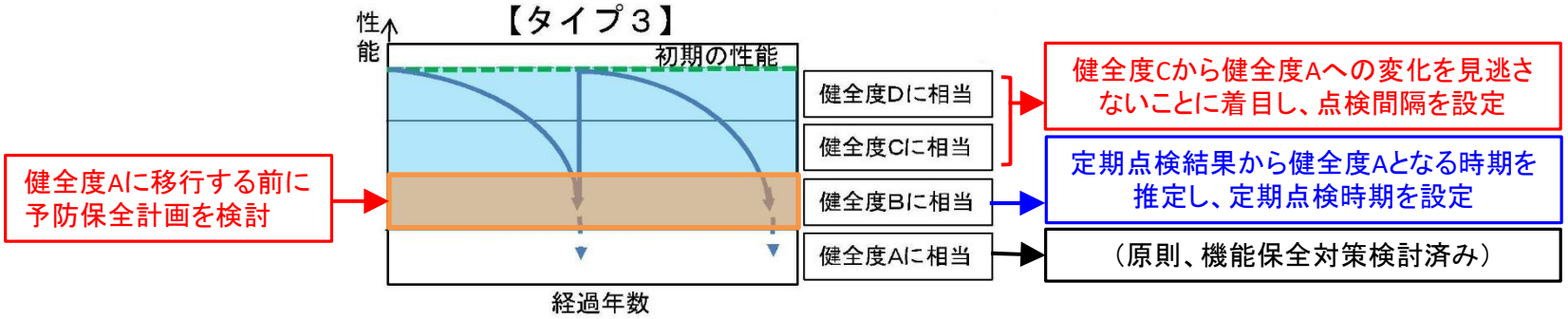
- 「機能保全計画書の見直し」を目的とし、老朽化の程度の把握・健全度の評価を行うための定量的な点検を行うこととしている。

(2) 定期点検における着眼点

- 施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度A（要求性能を下回る可能性がある状態）」になる前の変化を見逃さず、「健全度B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態）」段階で発見し、予防保全対策を講じることが重要である。

(3) 検討の方針

施設の健全度別に定期点検の間隔を区分する。



機能保全レベルと性能低下の程度のイメージ

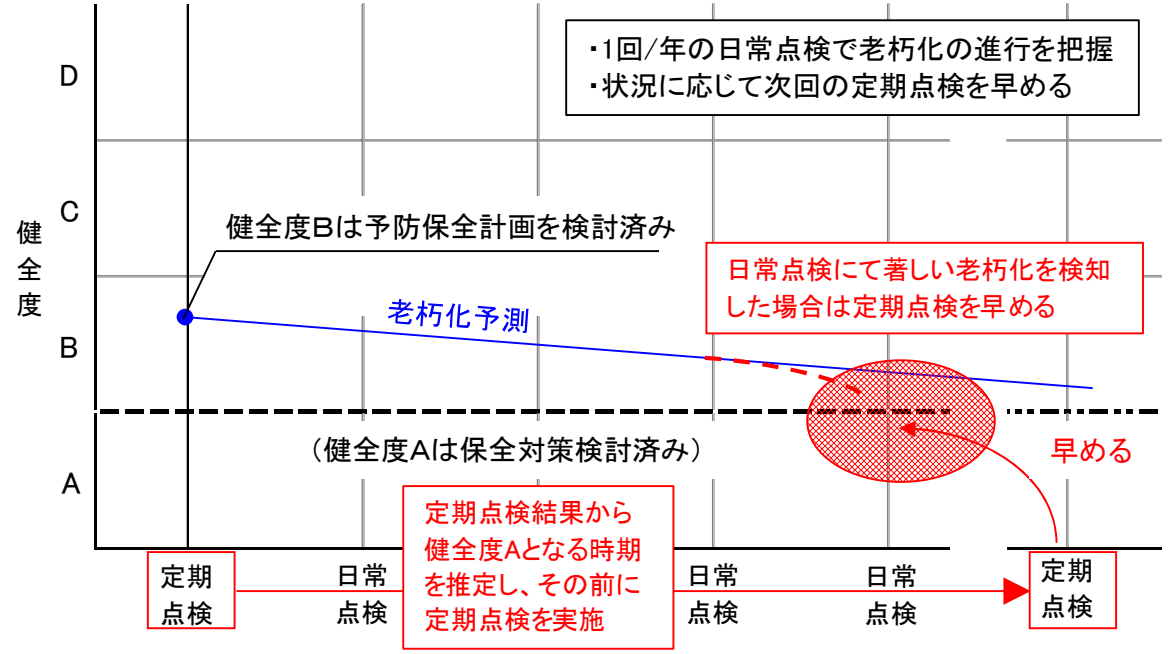
3．2　健全度別の維持管理方法のイメージ

（1）　健全度A･Bの施設

≪健全度Aの施設≫
- 要求性能を下回っているので、保全工事等の対策を検討済みと考えられる。

≪健全度Bの施設≫
- 要求性能の低下が認められるので、予防保全対策を計画している段階にあると考えられる。
- 定期点検結果から健全度Aとなる時期を推定し、その前に定期点検を行うように定める。
- 日常点検で老朽化の進行を把握し、状況に応じて次回の定期点検を早める。
- 老朽化を検知した場合は、健全度Aに移行する前に予防保全を実施する。

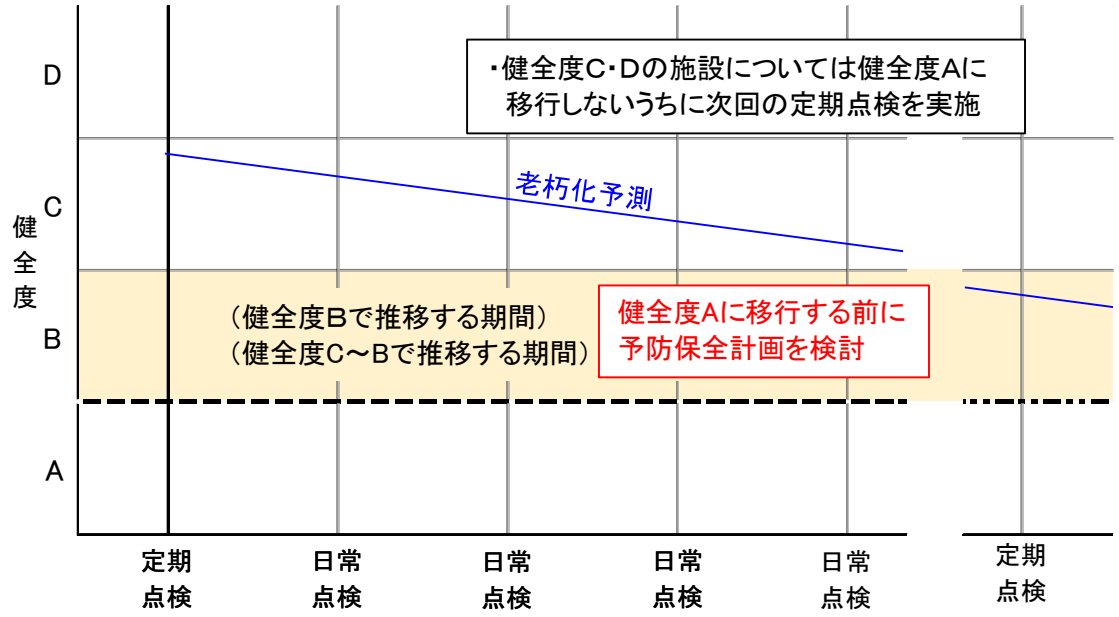
≪健全度A･Bの施設≫



（2） 健全度C･Dの施設

- 健全度C･Dの施設については、日常･定期点検により老朽化の進行を確認し、健全度Aに移行しないうちに予防保全計画を検討する。
- 施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度A（要求性能を下回る可能性がある状態）」になる前の変化を見逃さないことが重要となる。
- 健全度Cから健全度Aへの変化を見逃さないこと（**健全度Bで推移する期間**）に着目し、老朽化度･健全度の進展状況を整理･分析を行い、健全度C･Dの施設の定期点検間隔の検討を行った。
- 機能保全対策工事により、健全度Aから健全度Dに更新された施設については補修した箇所や隣接箇所等を日常点検にて注視することとする。（点検間隔は健全度Dとして取り扱う）

≪健全度C･Dの施設≫



３．３　老朽化の進展状況の検討手法

【機能保全計画データベースを基にした検討；1,860漁港18,171施設】
　①施設全体の健全度（A～D）の老朽化予測線

【初回・2巡目の定期点検結果を基にした検討；5漁港43施設】
　②調査位置別の健全度（A～D）の老朽化予測線
　③調査位置別の老朽化度（a～d）によるマルコフ連鎖モデル

3．4　機能保全計画データベースを基にした検討

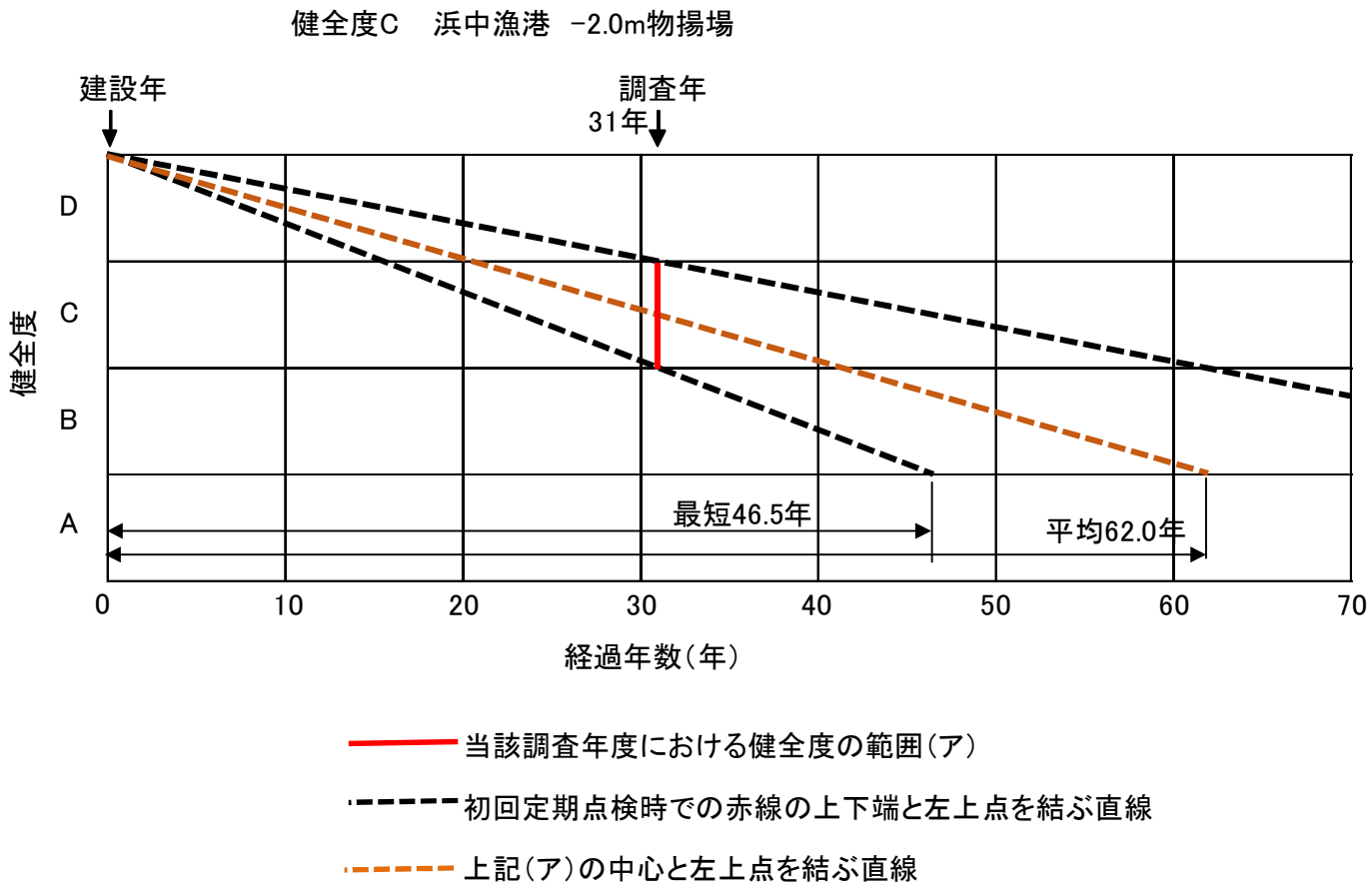
（1） 収集資料

- 全国39都道府県の1,860漁港で実施された初回の機能保全計画に関する情報が網羅されており、検討に必要な下記のデータがある。
  （施設名、建設年、構造種別、施設全体の健全度、計画書策定年 等）
- すべての漁港施設を主な構造型式ごとに集計するにあたり、検討に必要なデータが欠落または不明確な施設を除外した。
- その結果、18,171施設を検討対象とした。
- 漁港施設の構造形式別の健全度の割合を下表に示す。

漁港施設の構造形式別の健全度の割合

施設区分 / 健全度	防波堤				護岸				係留施設						合計	
	重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		船揚場			
A	594	9%	150	23%	13	3%	5	11%	503	8%	339	20%	180	8%	1,784	9.8%
B	1,887	27%	166	26%	46	12%	15	33%	2,170	35%	569	34%	411	18%	5,264	29.0%
C	3,384	49%	274	42%	201	53%	20	43%	2,757	45%	632	38%	1,409	60%	8,677	47.8%
D	1,051	15%	60	9%	120	32%	6	13%	726	12%	138	8%	345	15%	2,446	13.5%
合計	6,916	100%	650	100%	380	100%	46	100%	6,156	100%	1,678	100%	2,345	100%	18,171	100.0%
												総数	18,171	–		

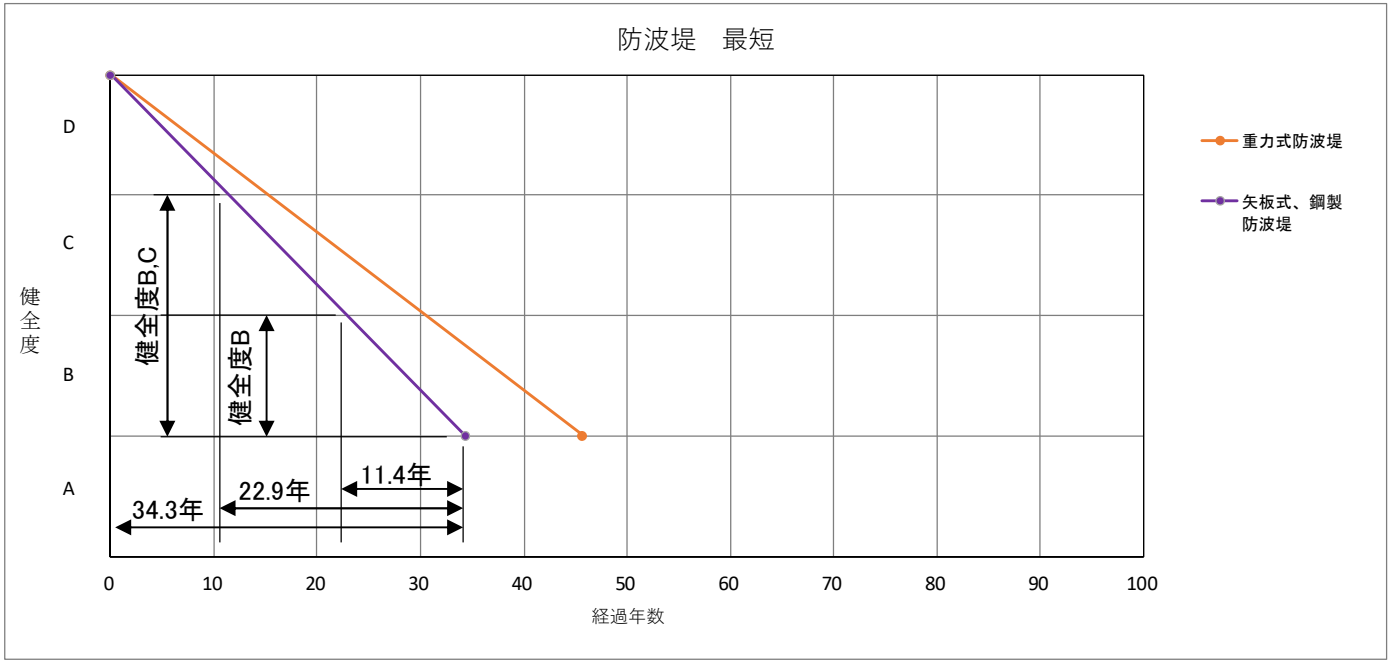
（2） 施設全体の健全度（A～D）の老朽化予測線による検討方法



施設全体の健全度と老朽化予測線を用いた検討事例

（3） 施設全体の健全度（A～D）の老朽化予測線による検討

調査位置	重力式防波堤	矢板式、鋼製防波堤
C⇒Bの経過年数（年）	30.4	22.9
B⇒Aの経過年数（年）	45.7	34.3
健全度Bでの期間	15.2	11.4
健全度C、Bでの全体期間	30.4	22.9
事例数	6,916	650



老朽化予測線による進行期間（最短）（防波堤）

3．5　初回・2巡目の定期点検結果を基にした検討

（1）収集資料

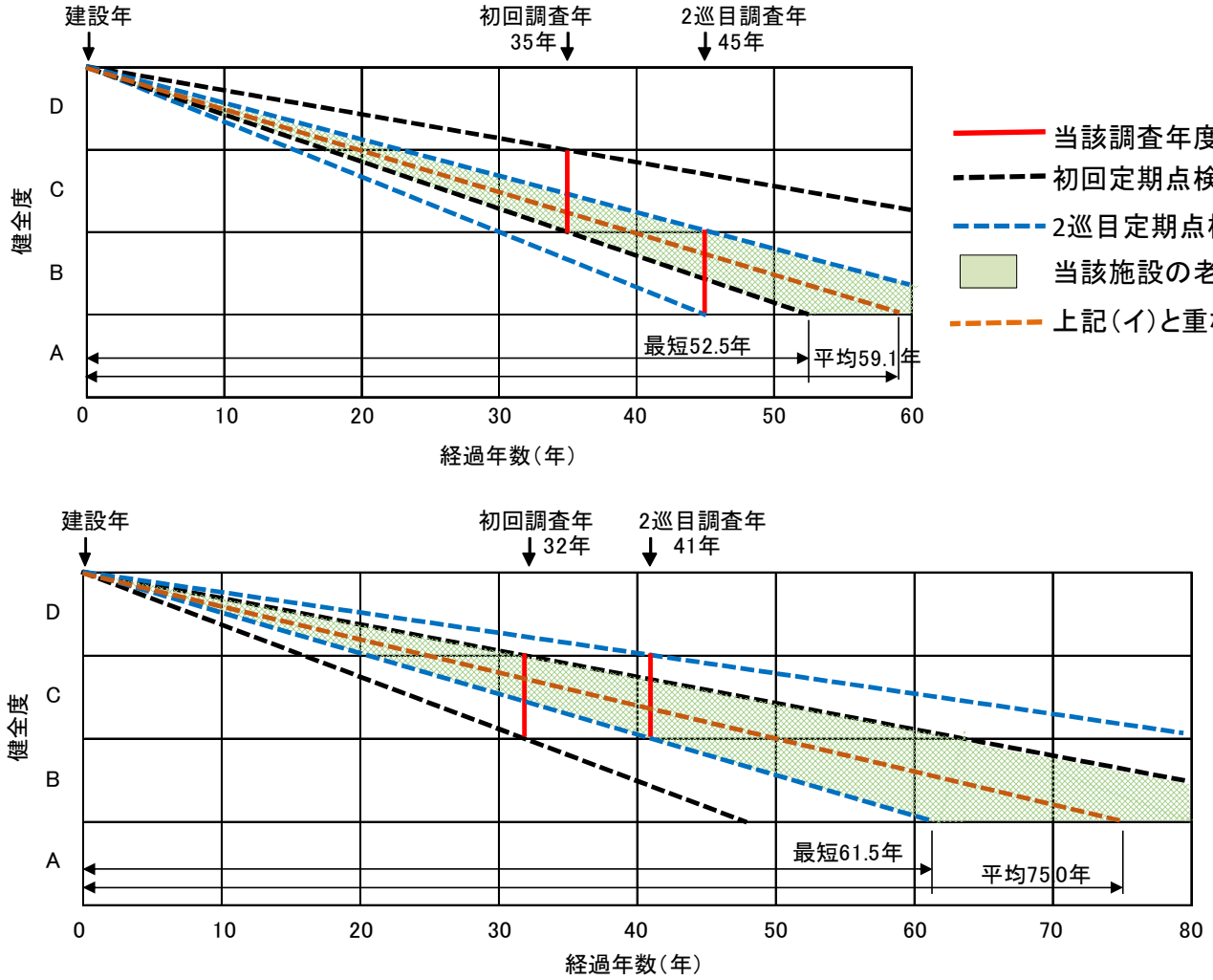
- 本調査で実施したアンケートの中で、2巡目の定期点検にて詳細調査まで行っているとの回答のあった6県から機能保全計画書および調査報告書（様式集）の資料収集を行った。
- 入手した資料から調査年月日の不明等、健全度を比較評価するにあたり、条件の揃わない漁港施設を除外し、検討対象にできる漁港施設を抽出した。
- その結果、5漁港43施設を検討対象とした。

漁港施設の構造形式別の健全度の割合

施設区分 / 健全度※	防波堤				護岸				係留施設					
	重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		船揚場	
A	1	20%	0	0%	0	0%	1	14%	0	0%	2	13%	0	0%
B	3	60%	0	0%	2	67%	2	29%	4	44%	11	69%	1	50%
C	0	0%	1	100%	1	33%	4	57%	4	44%	3	19%	1	50%
D	1	20%	0	0%	0	0%	0	0%	1	11%	0	0%	0	0%
合計	5	100%	1	100%	3	100%	7	100%	9	100%	16	100%	2	100%
												総数	43	—

※2巡目の健全度評価

（2） 調査位置別の健全度（A～D）の老朽化予測線による検討方法



上図：愛知県赤羽根漁港
−4.0m岸壁
エプロン沈下（C→B）

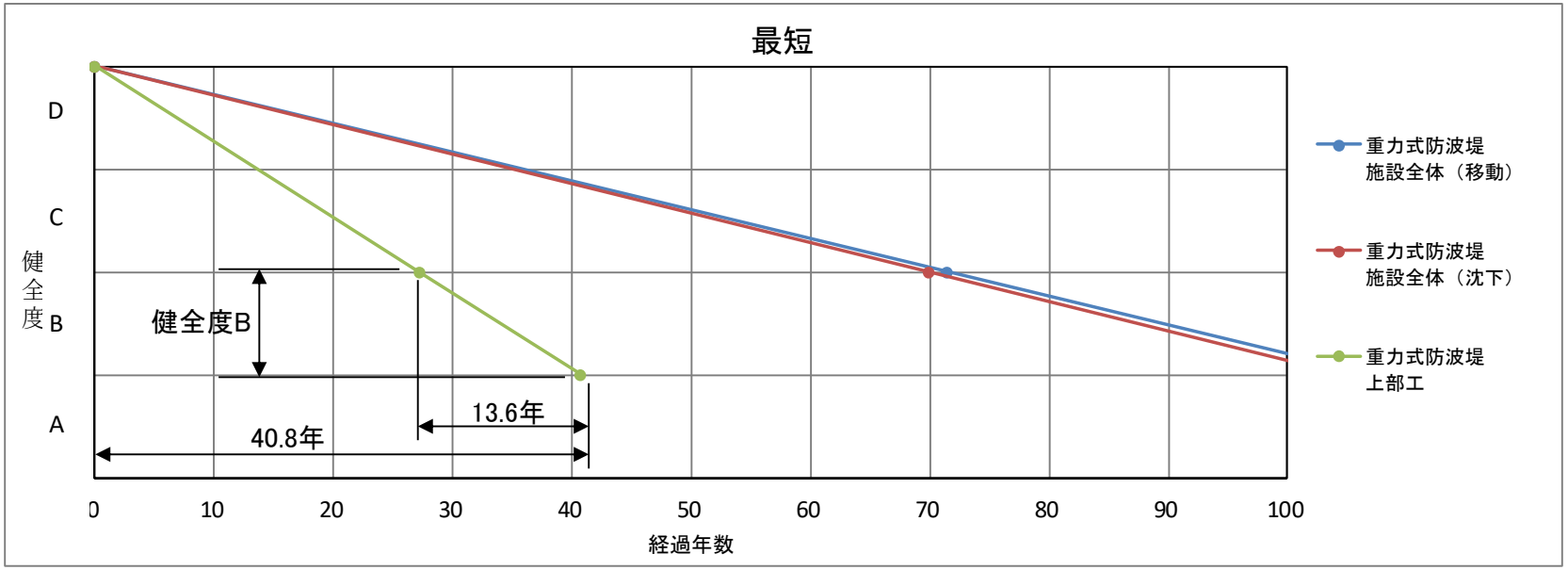
下図：愛知県一色漁港
護岸
本体工（C→C）

初回及び2巡目の健全度と老朽化予測線を用いた検討事例

（3） 調査位置別の健全度（A～D）の老朽化予測線による検討（防波堤）

老朽化予測線（最短の平均値）

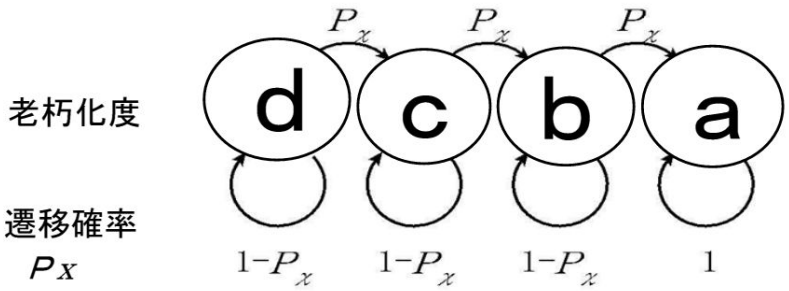
調査位置 / 項目	重力式防波堤		
	施設全体（移動）	施設全体（沈下）	上部工
C⇒Bの経過年数(年)	71.5	69.8	27.2
B⇒Aの経過年数(年)	107.3	104.8	40.8
健全度Bでの期間(年)	35.8	35.0	13.6
事例数	4	4	4
影響度	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ



老朽化予測線による進行期間（最短）（防波堤）

（4） 調査位置別の老朽化度（a～d）によるマルコフ連鎖モデルによる検討方法

- 2巡目の定期点検結果での老朽化度（a、b、c、d）の進展状況を分析し、防波堤および係船岸での調査位置別での老朽化の進展状況を整理した。
- マルコフ連鎖モデルでの老朽化は、一定の遷移確率pで老朽化度がd→c→b→aと進展するとの考え方に基づいている。
- 施設別に調査位置別の老朽化種類ごとに、3分割のマルコフ連鎖モデルを用いて個々のケースの遷移確率を計算し、その遷移確率の平均値を計算する。



（注）老朽化度（a、b、c、d）の分割数n
（例）d→d_1、d_2、d_3、・・・・dn

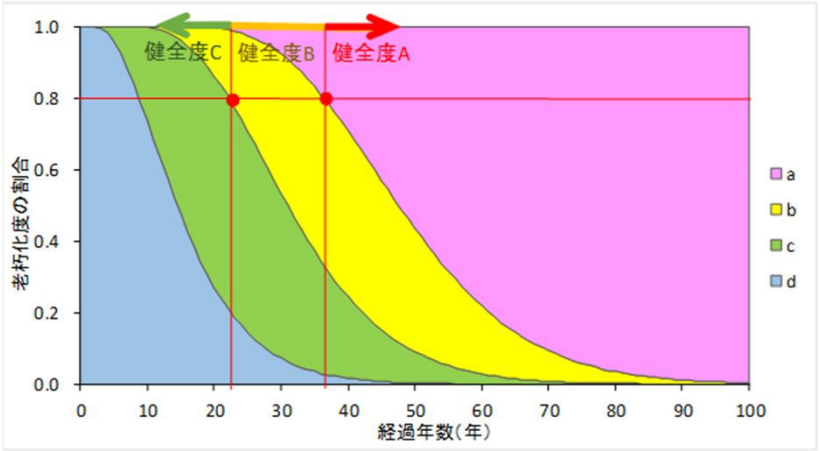
マルコフ連鎖モデルにおける老朽化度の推移

（4） 調査位置別の老朽化度（a～d）によるマルコフ連鎖モデルによる検討方法

- マルコフ連鎖モデルにて老朽化度（a～d）割合の推移を整理した。
- 下表における老朽化度の割合（下線）で健全度評価（A～D）が移行するとして健全度の進行期間を整理・分析した。
- 遷移確率の平均値による係船岸エプロン（沈下）の場合の事例を右下図に示す。

健全度の評価基準

		健全度			
		A	B	C	D
安全性に及ぼす影響度	Ⅰ	「a が全数[注]の 2 割以上」を占めており、既に施設の性能が低下している。	「a が全数の 2 割未満」、かつ「a ＋ b が全数の 2 割以上」占めており、対策を施さないと施設の性能の低下が懸念される。	A、B、D 以外	すべて d のもの
	Ⅱ	「a が全数の 5 割以上」、もしくは「a が全数の 2 割以上、5 割未満」かつ「a ＋ b が全数の 8 割以上」占めており、既に施設の性能が低下している。	「a が全数の 5 割未満」、かつ「a ＋ b が全数の 5 割以上」占めており、対策を施さないと施設の性能の低下が懸念される。	A、B、D 以外	すべて d のもの
	Ⅲ	—		D 以外	すべて d のもの

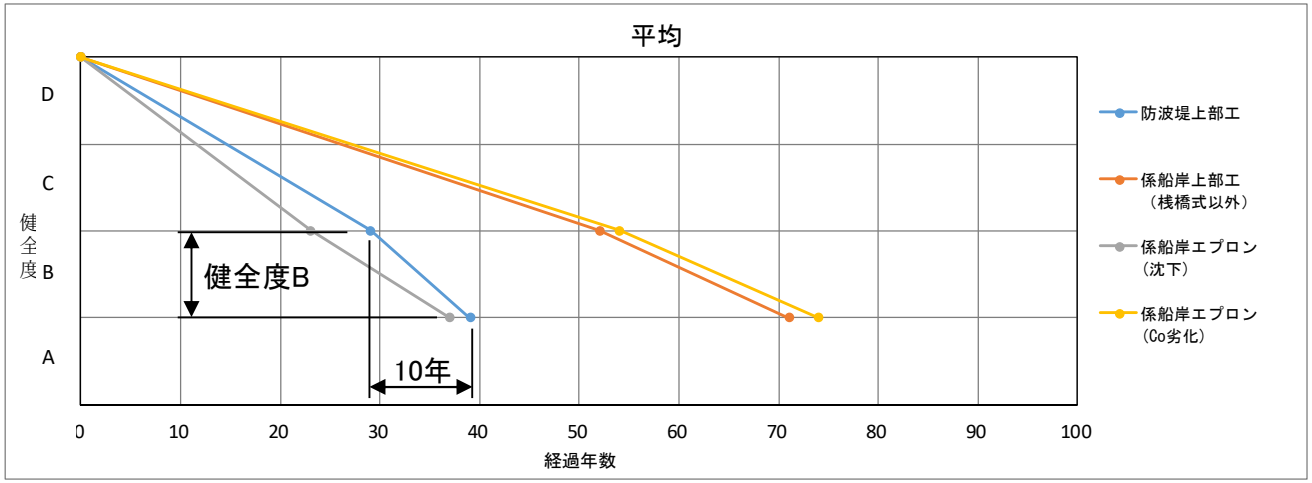


老朽化度割合の推移図
（係船岸エプロン(沈下):影響度Ⅰ）

（5） 調査位置別の老朽化度（a～d）によるマルコフ連鎖モデルの検討

- さらに平均遷移確率による健全度BまたはAに到達するまでの老朽化の進行期間を算出し、結果を下図に示す。
- なお、マルコフ連鎖モデルの検討では、鋼構造の施設、スパン数の少ない施設は対象外としており、ここでは5スパン以下の施設を除外した。

調査位置 / 項目	防波堤	係船岸		
	上部工	上部工（桟橋式以外）	エプロン（沈下）	エプロン（Co劣化）
C⇒Bの経過年数(年)	29	52	23	54
B⇒Aの経過年数(年)	39	71	37	74
健全度Bでの期間(年)	10	19	14	20
事例数	4	19	18	17
影響度	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
遷移確率	0.200	0.110	0.181	0.106



マルコフ（平均遷移確率）による進行期間

3．6　検討結果のまとめ

- 「３．３　老朽化の進展状況の検討手法」に示した手法の検討結果を下表に示す。
- その結果、データ数の多い「機能保全計画データベース」による検討結果では、健全度Bで推移する期間は、11.1～17.7年（平均14年）であった。

健全度B評価で進行する期間についての検討結果一覧表
（機能保全計画データベースより（検討対象：18,171施設））

施設／主要な構造型式 ＼ 方法別 進行期間		劣化予測線（手法①）			
		健全度B		健全度B,C	
		平均（年）	最短（年）	平均（年）	最短（年）
防波堤	重力式防波堤	22.3	15.2	44.7	30.4
	矢板式、杭式防波堤	15.9	11.4	31.9	22.9
護岸	重力式護岸	27.4	16.7	54.7	33.5
	矢板式護岸	17.2	12.2	34.4	24.3
係留施設	重力式係船岸、PC・RC製浮体式係船岸	19.2	13.4	38.3	26.9
	矢板式・桟橋式係船岸、鋼製浮体式係船岸	15.0	11.1	30.0	22.1
	船揚場	26.3	17.7	52.6	35.4

健全度B評価で進行する期間についての検討結果一覧表
（初回点検及び2巡目の定期点検結果より（検討対象：43施設））

調査位置 ＼ 方法別			劣化予測線（手法②）		マルコフ（手法③）
			健全度B		
			平均（年）	最短（年）	平均（年）
重力式防波堤	上部工		15.4	13.6	10
重力式護岸	本体工		19.9	13.6	－
矢板式護岸	上部工		21.6	18.0	－
	本体工（鋼矢板）		19.6	16.0	－
係船岸	エプロン	沈下	18.4	14.3	14
		劣化	22.5	17.4	20
	上部工		19.7	16.1	19
	本体工（鋼矢板）		18.8	15.3	－

限定されたデータ数であったが、検討結果に大きな差異はなかった。
≪重力式防波堤≫
手法①；15.2年
手法②；13.6年
手法③；10年

3．7　定期点検間隔の見直し案

（1） 定期点検の標準間隔の設定

- 定期点検間隔として10年を標準間隔としても、健全度C・Dの施設が健全度Aに移行する可能性は低く、健全度Bの期間に予防保全の検討を行うことが出来る。

→定期点検の標準間隔を「10年」と設定し、施設の重要度や構造形式を踏まえた点検間隔の目安を提案する。なお、健全度A、Bの施設は、適宜設定するものとした。

→水域施設は日常点検において堆砂状況や利用上支障がないか漁業者等の利用者にヒアリングにより確認するとし、変状が確認された場合は速やかに水深計測等の定期点検を行うものとする。

定期点検間隔の見直し案

区分			定期点検間隔	設定根拠	（参考）適用割合（概算）
構造形式	健全度	前回の定期点検内容			
全ての構造形式	健全度B	—	A判定となる前（最長間隔5年）	老朽化の予測検討を行い適宜設定する。ただし、定期点検の最長間隔は5年とする。	約30%
重力式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		5年	災害時の拠点確保、被災後の水産業の早期回復の観点から選定	約1～2%
	健全度C	—	10年	機能保全計画DBの分析より健全度Bで推移する期間10年	約40%
	健全度D	—	20年	機能保全計画DBの分析より健全度B、Cで推移する期間20年	約10%
矢板・杭式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		5年	災害時の拠点確保、被災後の水産業の早期回復の観点から選定	約1～2%
	健全度C・D	肉厚調査を実施していない場合	5年	腐食速度が把握出来ないため、点検間隔を密とする	約10%
		肉厚調査を実施した場合	10年	ただし、肉厚調査結果から腐食速度を算定し、次回の点検が10年後（標準間隔）でも支障ないことを確認する	
	健全度D（新設のみ）	—	10年	塗覆防食工法の耐用年数（20～30年程度）の半分を目安に設定	

※健全度A：要求性能を下回っている状態のため、早急に対策工事等を要する（約10%）

（2） 施設別定期点検の流れ

- 防災拠点・流通拠点漁港の主要施設（耐震化、耐津波化を図る岸壁及び外郭施設）はその重要度から定期点検間隔を5年とする。
- 肉厚調査を実施した場合、腐食速度を算定し、次回の点検まで（10年後）の期間について機能を維持出来ることを確認する。
- 直前の定期点検で肉厚調査を実施していない鋼製構造物では、腐食速度を推定出来ないため、危険側を考慮し、定期点検間隔を5年とする。
- 新設（健全度D）の鋼製構造物については、防食機能が設計通りに発揮されていることを確認した上で、定期点検間隔を標準の10年とする。

区分			経過年数（年）
構造形式	健全度	前回の定期点検内容	0 5 10 15 20
重力式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		
	健全度C	—	
	健全度D	—	
矢板・杭式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		
	健全度C・D	肉厚調査を実施していない場合	
		肉厚調査を実施した場合	肉厚調査を行い、腐食速度を確認
	健全度D（新設のみ）	—	

施設別の定期点検の流れ

4. 日常点検の効率化の検討

4. 1　日常点検の検討内容

（1）点検内容の簡略化

- 点検の目的を達成しつつ、漁港管理者の負担軽減となる点検内容を検討する。

（2）点検記録の新様式の検討

- 上記の点検内容の見直しと合わせて、日常点検の記録様式として適切な新様式（案）を検討する。

（3）点検記録の取りまとめの簡略化

- 課題として挙げられた「点検記録の取りまとめ」の負担軽減に繋がる方法を検討すする。

4．2　点検内容の簡略化

（1）　日常点検の目的

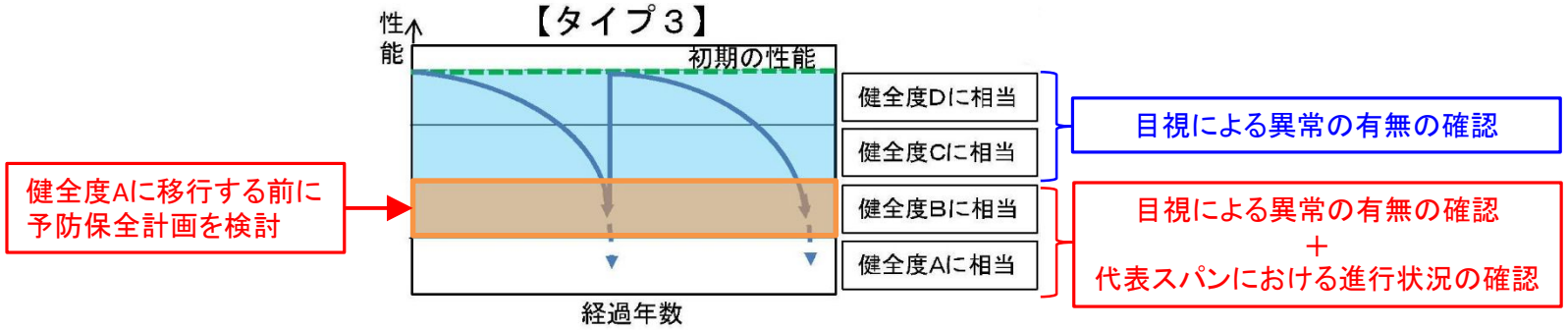
- 「老朽化の進行状況の確認、新たな老朽化箇所の発見」を目的とする。

（2）　維持管理点検における着眼点

- 施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度A（要求性能を下回る可能性がある状態）」になる前の変化を見逃さず、「健全度B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態）」段階で発見し、予防保全対策を講じることが重要である。

（3）　簡略化の方針

健全度A･Bの施設、健全度C･Dの施設に分けて、点検内容を分類する。



機能保全レベルと性能低下の程度のイメージ

≪健全度A・Bの施設≫

≪代表スパンのモニタリング≫

- aまたはb判定の変状の中から、施設の機能低下に影響があるスパン（大きい変状（ひび割れ、欠損、段差等）のあるスパン）を代表スパンとして選定し、スパン写真の撮影と状況（変状の種類・老朽化の所見）を記載する。
- 代表スパンと同様な変状スパンが増え、健全度の評価を改める必要があれば、次回の定期点検を早める等の対応を行う。

≪踏査≫

- 新たな老朽化の変状を発見するための踏査を行い、実施記録として起終点から施設の写真を撮影する。
- 踏査により、新たな老朽化の変状（老朽化度aまたはb相当）スパンを発見した場合は、様式に記録する。

≪健全度C・Dの施設≫

≪踏査≫

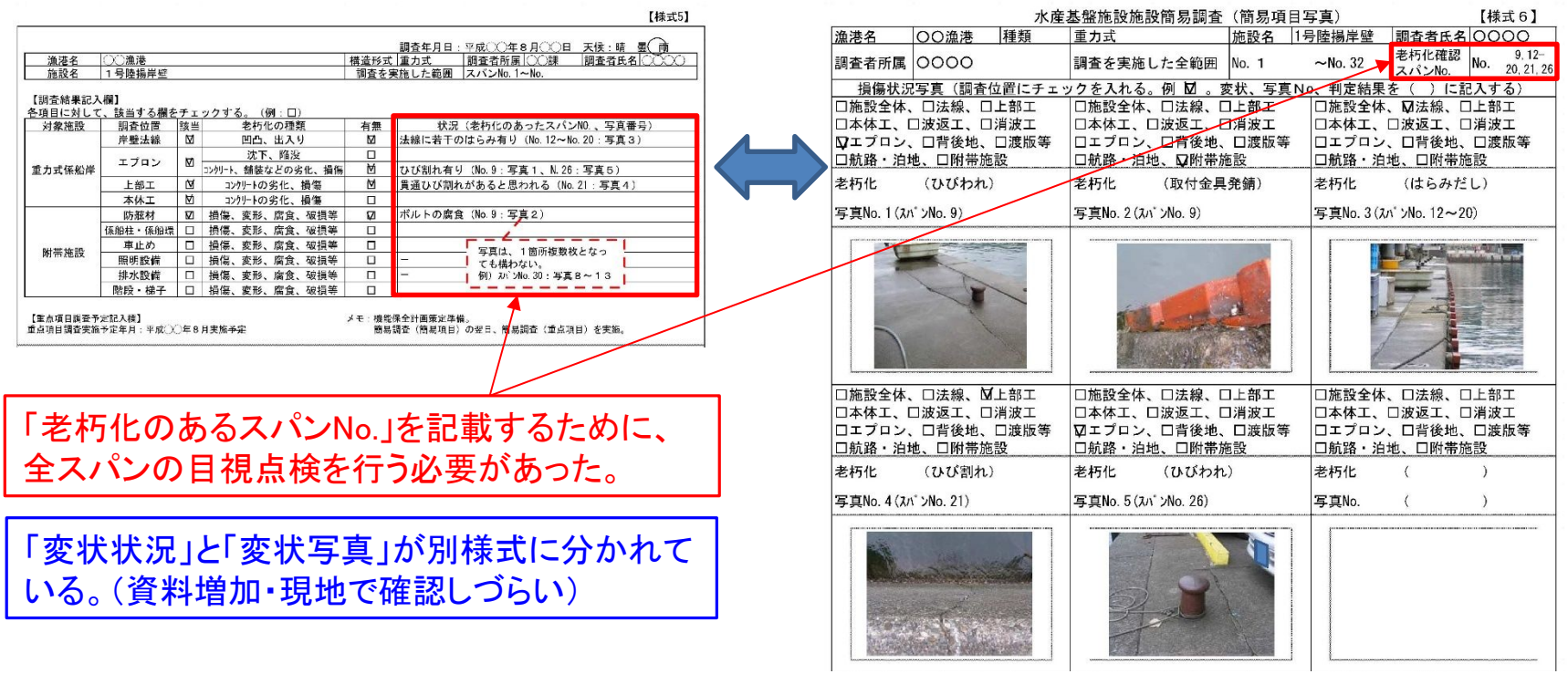
- 新たな老朽化の変状を発見するための踏査を行い、実施記録として起終点から施設の写真を撮影する。
- 踏査により、新たな老朽化の変状（aまたはb判定相当）スパンを発見した場合は、様式に記録する。
- 健全度判定に影響する「老朽化度a またはb」相当の変状の割合・箇所数が多くなってきた場合は次回の定期点検を早める等の対応を行う。

4．3　新様式の検討内容

- 現行基準では、簡易調査（簡易項目）に使用する様式5・様式6を利用しているが、日常点検の記録として適切な新様式を作成する。

→調査内容の類似した施設をできるだけ同一の様式に集約して、対象施設の種類および構成を簡略化した。（12パターン→5パターンに集約）

→日常点検で用いられる現行基準の様式5（点検者・日時・変状状況等）、様式6（変状写真）を1枚の様式にまとめ、簡略化した。


【様式5】

調査年月日：平成○○年８月○○日　天候：晴　曇　雨

漁港名	○○漁港	構造形式	重力式	調査者所属	○○課	調査者氏名	○○○○
施設名	１号陸揚岸壁	調査を実施した範囲	スパンNo.１～No.				

【調査結果記入欄】
各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：□）

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（老朽化のあったスパンNO.、写真番号）
重力式係船岸	岸壁法線	☑	凹凸、出入り	☑	法線に若干のはらみ有り（No.12～No.20：写真３）
	エプロン	☑	沈下、陥没	□	
			ｺﾝｸﾘｰﾄ、舗装などの劣化、損傷	☑	ひび割れ有り（No.9：写真１、N.26：写真５）
	上部工	☑	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷	☑	貫通ひび割れがあると思われる（No.21：写真４）
	本体工	☑	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷	□	
附帯施設	防舷材	☑	損傷、変形、腐食、破損等	☑	ボルトの腐食（No.9：写真２）
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	―
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	―
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	

写真は、１箇所複数枚となっても構わない。
例）ｽﾊﾟﾝNo.30：写真８～１３

【重点項目調査予定記入欄】
重点項目調査実施予定年月：平成○○年８月実施予定

メモ：機能保全計画策定準備。
簡易調査（簡易項目）の翌日、簡易調査（重点項目）を実施。

水産基盤施設施設簡易調査（簡易項目写真）　【様式６】

漁港名	○○漁港	種類	重力式	施設名	１号陸揚岸壁	調査者氏名	○○○○
調査者所属	○○○○		調査を実施した全範囲	No. 1	～No. 32	老朽化確認スパンNo.	No. 9,12～20,21,26

損傷状況写真（調査位置にチェックを入れる。例 ☑ 。変状、写真No.、判定結果を（　）に記入する）

□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 ☑エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、☑附帯施設	□施設全体、☑法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設
老朽化　（ひびわれ） 写真No.１（ｽﾊﾟﾝNo.９）	老朽化　（取付金具発錆） 写真No.２（ｽﾊﾟﾝNo.９）	老朽化　（はらみだし） 写真No.３（ｽﾊﾟﾝNo.12～20）
□施設全体、□法線、☑上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 ☑エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設	□施設全体、□法線、□上部工 □本体工、□波返工、□消波工 □エプロン、□背後地、□渡版等 □航路・泊地、□附帯施設
老朽化　（ひび割れ） 写真No.４（ｽﾊﾟﾝNo.21）	老朽化　（ひびわれ） 写真No.５（ｽﾊﾟﾝNo.26）	老朽化　（　　） 写真No.　（　　）

「老朽化のあるスパンNo.」を記載するために、全スパンの目視点検を行う必要があった。

「変状状況」と「変状写真」が別様式に分かれている。（資料増加・現地で確認しづらい）

現行基準での整理様式（左：様式-5、右：様式-6）

新様式の記入例（健全度A・B）

水産基盤施設 日常点検記入シート【①外郭施設（重力式・矢板式・杭式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成〇年〇月〇日（健全度B）

調査年月日：令和 ● 年 ● 月 ● 日　天候：晴 曇 雨

漁港名	▲▲漁港	構造型式	重力式防波堤	調査者所属	◆◆建設事務所	調査者氏名	水産 太郎
施設名	■■防波堤	調査を実施した範囲	施設全体（スパンNo.1～No.20）				

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：■）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類		有無	状況（スパンNo.）
重力式防波堤 重力式護岸	施設全体	■	移動	水平移動	■	水平移動(NO.12)
		■	沈下	目地のずれ、段差	□	
	本体工	■	コンクリートの劣化、損傷		□	
矢板式防波堤 杭式防波堤 矢板式護岸	施設法線	□	凹凸、出入り		□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等		□	
共通	上部工	■	コンクリートの劣化、損傷		■	ひび割れ(NO.10)
	消波工	□	移動・沈下、損傷・亀裂		□	
護岸の場合	背後地	□	陥没、吸出し		□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	

【老朽状況写真撮影欄】

老朽化：　写真NO.1
調査位置：起点から撮影　（スパンNO.　）
所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：　写真NO.2
調査位置：終点から撮影　（スパンNO.　）
所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：（ひび割れ）定期点検時b判定　写真NO.3
調査位置：上部工　（スパンNO. 10 ）
所見：幅の広いひび割れがあるが、前回と大きな差異は認められない。
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：（水平移動）定期点検時b判定　写真NO.4
調査位置：施設全体　（スパンNO. 12 ）
所見：大きな水平移動があるが、前回と大きな差異は認められない。
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

【その他特記事項】
スパンNo.15辺りの港内側に堆砂が進んでいて、干潮時には波の条件によっては船底がこすることがある。（漁業者ヒアリング）

※新たな発見があった場合

老朽化：（欠損）b判定相当　写真NO.5
調査位置：上部工　（スパンNO. 15 ）
所見：小規模の欠損がある。【新規発見】
撮影年月日：令和 ×年 ×月 ×日

新たな変状を発見した場合は様式に記載する

踏査を行い、起終点から施設の写真を撮影する。

代表スパンを選定し、スパン写真とその状況を記載する。

利用者に聞き取りを行い、利用上支障がないか確認する。

新様式の記入例（健全度C・D）

水産基盤施設　日常点検記入シート【②係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成〇年〇月〇日（健全度C）

調査年月日：令和 ● 年 ● 月 ● 日　天候：（晴）曇　雨

漁港名	▲▲漁港	構造型式	重力式	調査者所属	◆◆建設事務所	調査者氏名	水産　太郎
施設名	■■物揚場	調査を実施した範囲	施設全体（スパンNO.1～NO.32）				

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：■）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNo.）
重力式係船岸 矢板式係船岸 桟橋式係船岸	岸壁（桟橋）法線	■	凹凸、出入り	□	
	エプロン	■	沈下・陥没	□	
		■	コンクリート、舗装等の劣化・損傷	□	
	上部工	■	コンクリートの劣化・損傷	□	
	本体工（重力式の場合）	■	コンクリートの劣化・損傷	□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等	□	
	渡版（注）	□	損傷・塗装	□	
附帯施設	防舷材	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	

（注）「渡版」は「桟橋式係船岸」に限定

【変状写真掲載欄】

老朽化：　写真NO.1
調査位置：起点から撮影　（スパンNO.　）
所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：　写真NO.2
調査位置：終点から撮影　（スパンNO.　）
所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：　写真NO.3
調査位置：　（スパンNO.　）
所見：
撮影年月日：令和　年　月　日

老朽化：（　）　写真NO.4
調査位置：　（スパンNO.　）
所見：
撮影年月日：令和　年　月　日

【その他特記事項】
スパンNo.8にある照明の灯りが消えている。（漁業者ヒアリング）

踏査を行い、起終点から施設の写真を撮影する。

利用者に聞き取りを行い、利用上支障がないか確認する。

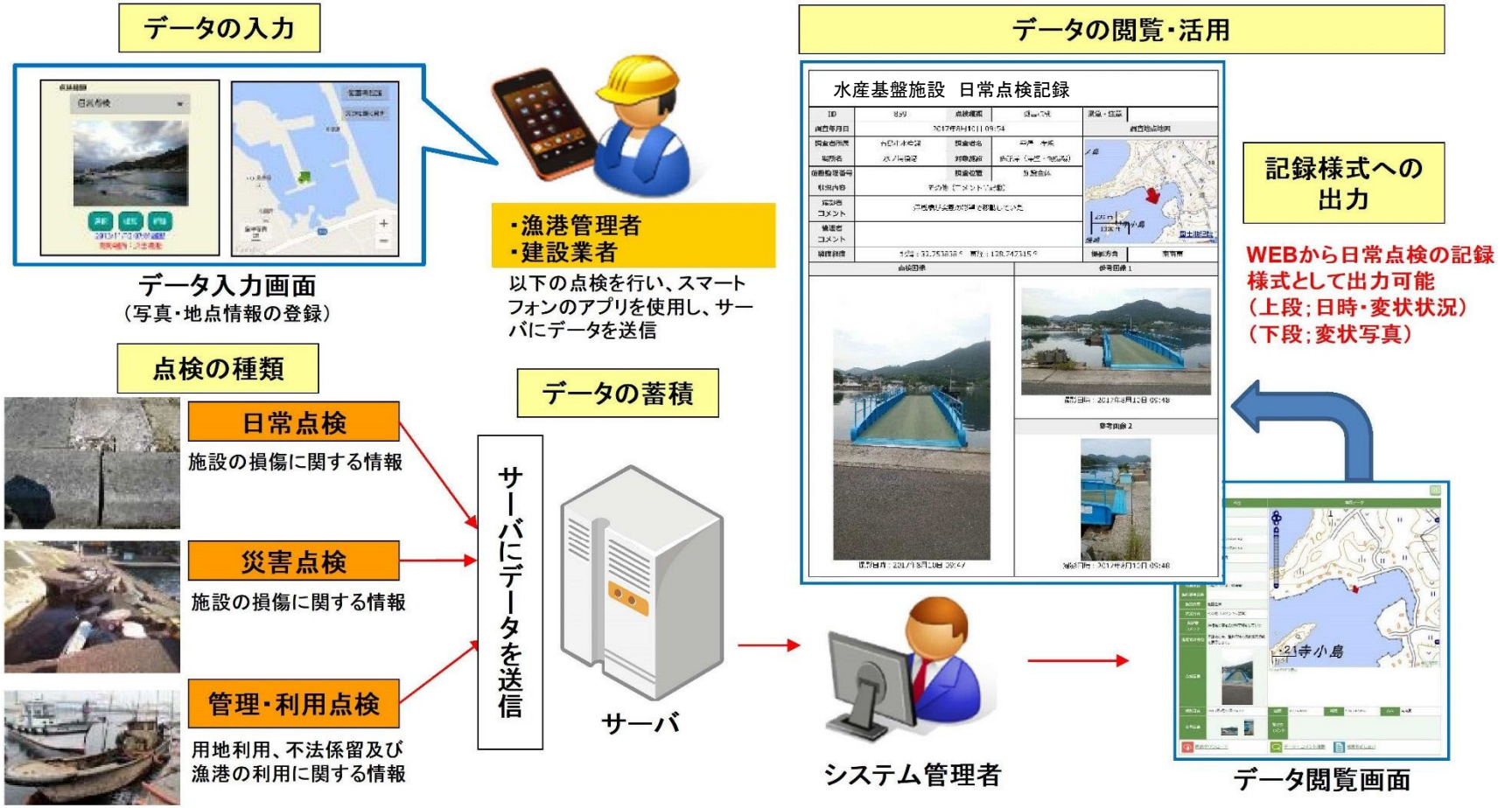
※新たな発見があった場合

老朽化：段差（沈下）b判定相当　写真NO.3
調査位置：エプロン　（スパンNO. 15 ）
所見：段差（沈下）がある。【新規発見】
撮影年月日：令和 ×年 ×月 ×日

新たな変状を発見した場合は様式に記載する

4．4　漁港施設の点検システムの活用

- 新様式について、「漁港施設の点検システム」から出力できるように改良を行った。
- この出力機能を活用することで、課題として挙げられた「点検記録の取りまとめ」の負担軽減が図ることができる。



漁港施設の点検システムの活用

≪参考；漁港施設の点検システムでの選択肢≫

≪施設区分≫
- 消波堤
- 防波堤
- 護岸
- 係船岸（岸壁・物揚場）
- 係船岸（船揚場）
- 付帯施設
- 水域施設
- 道路
- 用地
- 標識灯
- 浮桟橋
- 海岸
- その他

≪撮影位置≫
- 施設全体
- 法線
- 上部工
- 本体工
- 波返工
- 消波工
- 付属工
- エプロン
- 胸壁
- 背後地
- 付帯施設
- 道路
- 杭・チェーン・アンカー
- 係留部（杭）
- その他

≪変状≫
- 損傷、亀裂
- ひび割れ
- 鉄筋露出
- 開孔
- 発錆
- 移動
- 沈下、陥没
- 腐食
- 凸凹、出入り
- 摩耗
- 段差
- 欠損
- その他
- 変状無し

5. 技術者不足への対応

5. 1　検討内容

（1）日常点検体制の強化・補完

- 漁業者・建設業者等の利用者と協力し、点検体制の強化・補完を図る。

（2）新技術の活用による点検作業の効率化

- ICT技術等の新技術を活用することにより、点検作業の効率化を図る。

5. 技術者不足への対応

5. 2　日常点検体制の強化・補完

（1）漁港施設の特徴を踏まえた協力体制の検討

- 漁港施設は日常的に水産物の陸揚げに利用されているため、利用者（漁業者等）が身近にいる施設である。また、漁港を作業船の基地港とする建設業者も身近にいる場合が多い。
- 漁港施設の利用頻度の高い漁業者に加え、建設業者等の利用者に施設の変状について情報提供してもらう協力体制を構築する。
- 漁港管理者は漁港利用者に点検するポイントとして写真等の事例等（専門知識がなくても作業できるような資料）を提示し、情報提供を依頼する。

- 漁港利用者から施設の老朽化状況について情報提供してもらい、漁港管理者の体制を補完することで漁港管理者の負担軽減が図ることが出来る。

（2）協力者（漁港利用者）への情報提供依頼のポイント

- 日常点検においては大きな変状の発見、利用上支障になるものの発見が重要となる。そのため、日常点検時に着目すべき点の例を下記に示す。
- また、依頼時には次頁に示すような具体的な点検方法について説明することが望ましい。

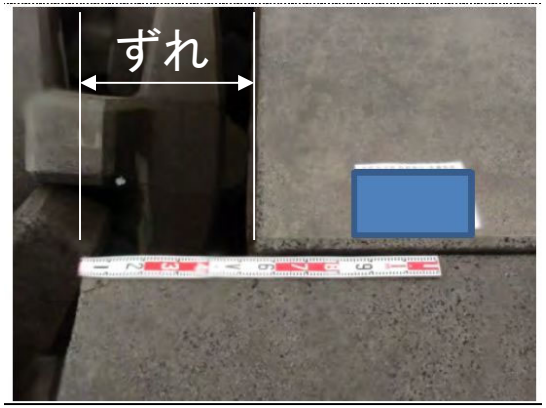
日常点検における着眼点（例）

対象施設	内　容
外郭施設 （防波堤・護岸）	天端の沈下、法線のずれはないか。
	上部工の損傷はないか。
	消波工の移動、散乱、沈下はないか。
	船舶等の衝突を受けた形跡あるいは報告はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
係留施設 （岸壁・物揚場）	法線の大きなずれや目地の大きな段差はないか。
	エプロン舗装に沈下、陥没の予兆がないか。
	排水溝（本体・蓋）に異常はないか。
	船舶等の衝突を受けた形跡あるいは報告はないか。
	防舷材・係船柱（係船環）等の付帯設備に異常はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
泊地・航路	航行に支障となる浅瀬・堆砂はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
道路	通行に支障となるような変状（段差、欠損、比較的）はないか。
	ガードレールなどの付帯設備に異常はないか。
	排水溝（本体・蓋）に異常はないか。
照明施設	電球切れ等の不具合はないか。

（例）「天端の沈下、法線のずれはないか」についての視点

≪漁港管理者は、次のような点について協力者に説明を行う≫

- 点検する変状はどのようなものか、写真を見せてイメージを説明する。（下図参照）
- 日常点検における着眼点（例）を参考に確認すべき内容を説明する。
- 確認・発見した変状についての報告内容（変状の内容、変状写真、変状位置）及び報告方法等を具体的に説明する。
- 漁港管理者が「漁港施設の点検システム」を導入している場合は、その点検システムの活用方法を説明する。
- この他、陸上からの日常点検ではできない「海上から見た漁港施設（特に外郭施設）の変状」の情報提供を漁業者等の利用者に呼び掛けておく。



隣接堤体との法線のずれ

隣接堤体との段差（沈下）

5．3　新技術の活用による点検作業の効率化

- 点検内容に合わせて活用できる技術についての情報収集及び整理・抽出を行った。
- 各調査技術について概要・適用範囲・利点・欠点を整理した一覧表を作成した。

点検作業に活用できる技術の整理

調査技術	直轄調査	海岸マニュアル	港湾マニュアル	NETIS	選定理由	M(案)掲載目次
ひびわれ調査技術						
UAV	○	○	○		短時間で広域にわたる写真撮影が可能であり、人の立ち入りが難しい施設（沖合施設等）の点検が可能となる。また、画像解析によりクラックや欠損等の抽出が出来る。	B1
衝撃弾性波法による非破壊検査			○		簡易な装備でコンクリートの状態（ひび割れ深さ等）を把握できる表面P波法を掲載。	B2
コンクリート圧縮強度試験技術						
機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測				○	比較的簡便で迅速に測定でき、多点での連続計測や一定の精度を確保できる。（第1回検討会で指摘有り）	B3
リバウンド法			○		広く適用されている簡易的な非破壊検査技術である。	B4
水中調査技術						
ナローマルチ測深器	○	○	○	○	海底地形やブロックの散乱等の変状を効率的に把握することができる。	B5
ROV		○	○	○	潜水作業を伴わずに海底地盤の洗掘や水中の根固めブロックの散乱等を把握することができる。	B6
水中ドローン					小型のROVであり、機能的には見劣りするが、安価に導入できる水中調査技術として注目されている。	B7
水中3Dスキャナ				○	マルチビーム等では取得が困難な水中構造物の側面部や護岸隅角部、桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所での3D計測が可能である。	B8
垂下式カメラ			○		安価な機材で堤体壁面の状況が確認できる。	B9
その他						
地中探査技術（3Dレーザー・高精度マイクロ波　等）		○	○	○	非破壊での鉄筋の診断技術・空洞化調査技術を活用することで点検の効率化が図れる。	B10
センサによるモニタリング		○	○	○	目視のできない上部工の鉄筋の腐食、ペトロラタム工法で被覆された鋼材の腐食等の遠隔監視が可能となる。	B11
3Dレーザースキャナによる変状・損傷計測システム			○	○	スキャナから照射されたレーザーによって構造物等の3次元空間位置情報を瞬時に取得し、災害現場の現況把握、土量・面積・断面計算、完成予想図の作成等ができる。	B12
デジタルカメラや赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析			○	○	離れた位置からのサーモグラフィによる撮影画像の解析から、コンクリートの剥離や浮きを把握できる。	B13
デジタルカメラを用いたひび割れの画像解析	○		○	○	デジタル画像は、CAD等の編集や加工が可能なデータとして保存され、劣化状態のデータベース化が可能となり、望遠目視は経済性、安全面で有利である。	B14
GNSS測量		○	○		すでに広く利用されている技術であり、本マニュアル（案）では割愛する。	－
固有振動及び透過弾性波を用いた基礎部と堤体内部欠陥の診断手法	○				検討中の段階のため記載は見送る。	－
点検結果記録技術						
維持管理情報プラットフォーム	○				漁港施設に関する情報を一元管理できるシステムであり、維持管理点検のデータ保管及び登録データを用いた分析機能を活用することで効率的な機能保全の推進が図れる。	D1
漁港施設の点検システム	○				現場から点検内容をサーバーに即時登録できるシステムであり、本調査で付加した日常点検記録の出力機能を活用することで、「点検記録の取りまとめ」の負担軽減が図れる。	D2

ひび割れ調査技術の概要

- 従来からクラックスケールまたはコンベックスを用いた調査が行われている。
- 最近ではUAVを用いて、広範囲の変状を把握したり、近接撮影にてひび割れ幅を求める方法が検討されている。

ひびわれ調査技術の概要

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
UAV	・UAVを用いて上空から広域の写真撮影を行い、画像を分析して変状の寸法を求める。	・現行航空法では、人または物件（第三者の建物、自動車など）との間に30m以上の距離を確保できる空間に限定される。 ・地方航空局の許可・承認が必要である。	・調査員による危険を伴う調査は回避できる。 ・人の立入りが困難な消波工や、陸から離れた沖防波堤等の点検が効率的に行える。	・分解能の関係から、幅10mmのひび割れに対しては高度20m、幅3mmには高度5m以下が必要。 ・得られるひび割れ幅は表面幅であり、目視調査による確認が必要である。
表面P波法による簡易機能（老朽化）診断手法	・コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）を把握できる。	コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）の把握に限定される。	・ハンマーとセンサーを用いるだけの簡単な操作で、構造物の状態を把握できる。	・コンクリートのひび割れ幅の計測はできない。
クラックスケールまたはコンベックス	・調査員が直接測定する。	・構造物に近接できる範囲に限定される。	・計測結果をそのまま成果として採用できる。	・危険な場所への立ち入りは、作業の安全面からできない。 ・沖合の施設については通船の手配が必要となる。

コンクリート圧縮調査技術の概要

- 従来からコア採取による室内強度試験が従来から行われているが、コア採取のために施設を削孔して開口部を充填する必要があり、試験コストや作業時間の面で不利である。
- 非破壊試験法として、反発度法を用いたリバウンドハンマーが採用されることが多く、最近では機械インピーダンス法を用いた機器による計測も行われている。

コンクリート圧縮強度試験技術の概要

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
機械インピーダンス法による簡易圧縮強度の計測	・コンクリートの圧縮強度の推定、コンクリート構造物における表面の劣化度合い及び表面近傍の浮き・剥離を測定する。 ・ハンマーでコンクリートを打撃した場合の押す時間と押し戻される時間の打撃応答波形から機械インピーダンス値を算出し解析する。	・平らな場所を選定し、カキや藻類等の付着物がある場所、粗骨材の露出が著しい場所は避ける必要がある。	・比較的簡便で迅速に測定ができ、多点での連続計測や一定の精度が得られる。 ・構造物を削孔しない非破壊試験である。	・ハンマ打撃によって得られる各指標値はコンクリートの表層50mm程度の情報であり、これより深いコンクリート内部の調査には適用できない。
リバウンドハンマ	・一定のエネルギーでコンクリート表面を打撃したときに、ハンマー内のインパクトプランジャーの跳ね返り高さとコンクリート強度の相関から強度を推定する。	・反発度から圧縮強度を求める換算式として提案式を用いる場合、精度が落ちる可能性がある。	・構造物を削孔しない非破壊試験である。	・反発度から圧縮強度を求める換算式は、事前に反発度と圧縮強度の関係を実験的に求める方法によることが望ましい。
コア採取による室内強度試験	・コアを採取して供試体を作成し、試験機で圧縮試験を行う。	・コア抜きによる削孔、開口部の充填ができる構造物に限定される。	強度試験を実施することで、強度を換算なしに直接求められる。	・試験コストが割高で、コア取得から室内試験の終了まで作業時間がかかる。

水中調査に活用できる調査技術の概要（1）

- 水中調査では潜水士による目視調査が従来から行われているが、海象条件に左右され、水中作業には危険が伴う。
- また、消波ブロック式防波堤の堤体海側側面のように、潜水士が進入できない閉空間での調査向けに陸上から水中カメラを垂下する方法等も使われている。
- 3Dスキャナはナローマルチ測深機で対応できない桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所などでの3D計測を可能とするものである。

水中調査技術の概要（1/2）

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
潜水士	・潜水士が、通常ではスキューバによる潜水目視を行う。	・通常スキューバでは水深30m程度まで潜水でき、すべての点検業務に対応できる。	・目視結果をそのまま成果として採用できる。	・安全作業のためには、作業条件を厳しく管理する必要がある。 ・安全管理を高めると、作業効率は落ち、コストも高くなる。
陸上からの水中カメラの垂下	・コンパクトボディのカメラにオプションである耐圧防水ハウジングを装着することで水中撮影が可能となるカメラである。	・スタッフの先端に取り付ける形で使用し、長さ5～7mの範囲で使用できる。	・被覆消波ブロックと堤体の間隙に垂下することで、堤体壁面の状況を確認できる。	・カメラの撮影幅を考慮して、小刻みに垂下、撮影、引上を繰り返すことから、手間がかかる。
水中3Dスキャナ	・船舶への艤装も可能であるが、ソナーを三脚に据えて海底に固定して計測することが可能である。 ・360度の範囲をスキャンできる。	・水面際から水深15m程度まで計測可能。	・濁水や視界ゼロでも計測が可能である。 ・マルチビーム等の船上艤装型計測機器では取得が困難な桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所等での3D計測が可能である。	・水中3Dスキャナの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数cm程度の開孔は判別困難である。

水中調査に活用できる調査技術の概要（2）

- ROVは有線又は無線の遠隔操作により大水深まで潜行できる潜水探査機である。
- 最近では小型で安価に購入できるROVが実用化され、水中ドローンと呼ばれる。
- ナローマルチ測深機は扇状に発振する音波によって面的な測量を可能とする。

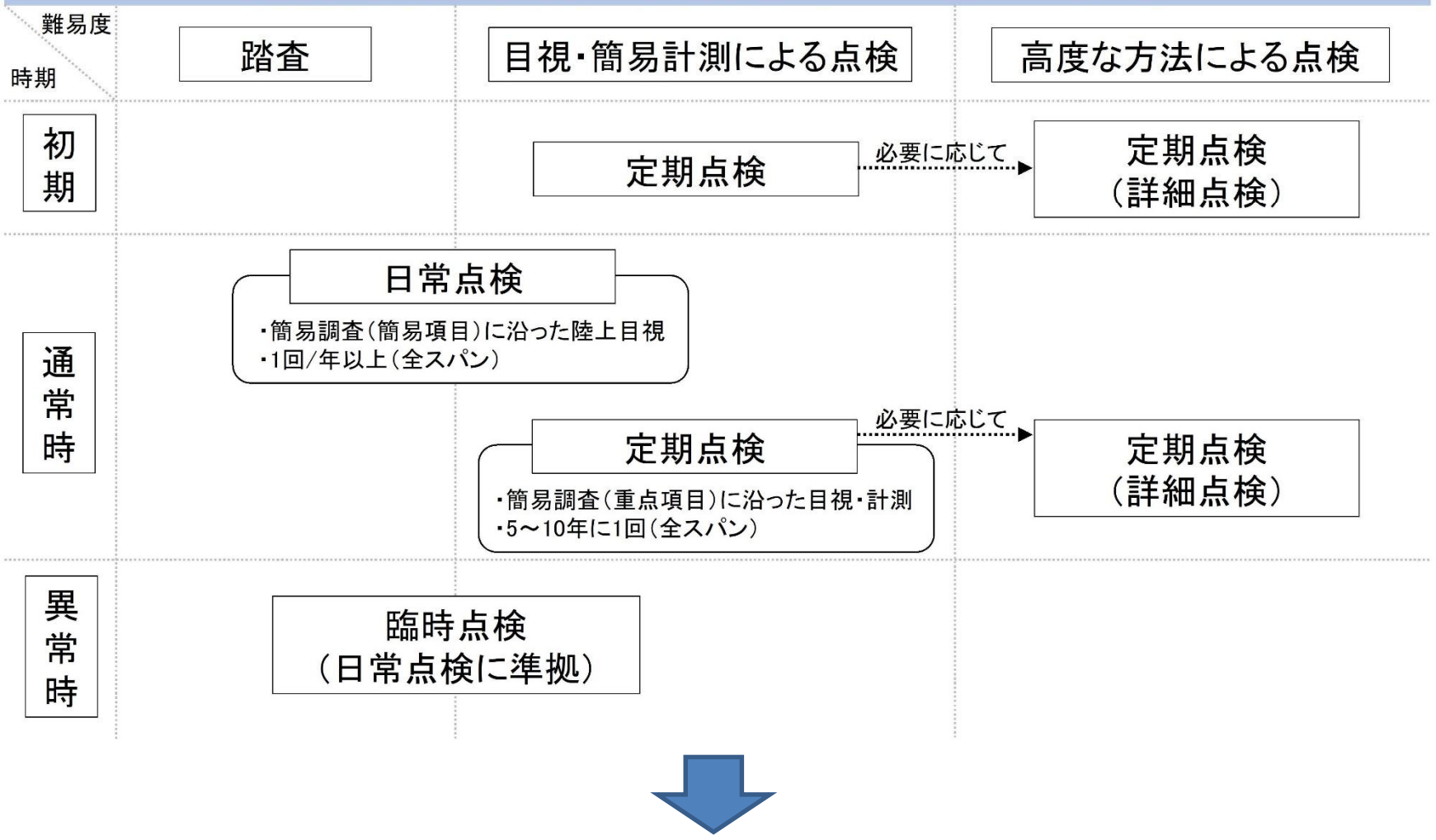
水中調査技術の概要（2/2）

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
ROV	・ハイビジョンカメラ、LED照明、深度センサーや距離センサーなどの装備品を軽量フレーム構造に納め、三軸スラスターを搭載しスムーズな動作が可能である。	・コスト面からは、大水深かつ延長の長い調査の場合に向いている。 ・観測機器は広く普及していない。	・海底地盤の洗堀、水中の消波ブロックや根固ブロックの散乱など、ROVにより局部的な変状を含め潜水作業を伴わずに把握することが可能となる。	・操作には熟練を要し、調査費用が高価となる。 ・画像の取得にはキャリブレーションが必要。
水中ドローン	・小型ROVと位置付けられる。	・機能保全調査への適用は限定される。	・20万円程度の低価格で購入できる。	・静穏域に限定される。 ・搭載カメラの解像度は、重量制限からROVに比べて見劣りがする。
ナローマルチ	・最大で256本の音響ビームを扇状に発受信し、水中部の地形を三次元的なデータとして取得する装置である。 ・測深した範囲はリアルタイムに船上のパソコンに表示されるため、データの取得状況を確認しながら調査できる。	・大水深まで可能であるが、航行できる範囲に限定される。	・面的（二次元）・空間的（三次元）データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。 ・音波を利用していることから水中の濁りや暗部の影響がなく点検が可能でなる。	・マルチビームの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数cm程度の開孔は判別困難である。 ・水面際（水面～2m程度）も適用困難。

6. 維持管理点検の見直し案

現行基準における漁港施設の各点検の位置づけを下記に示す。

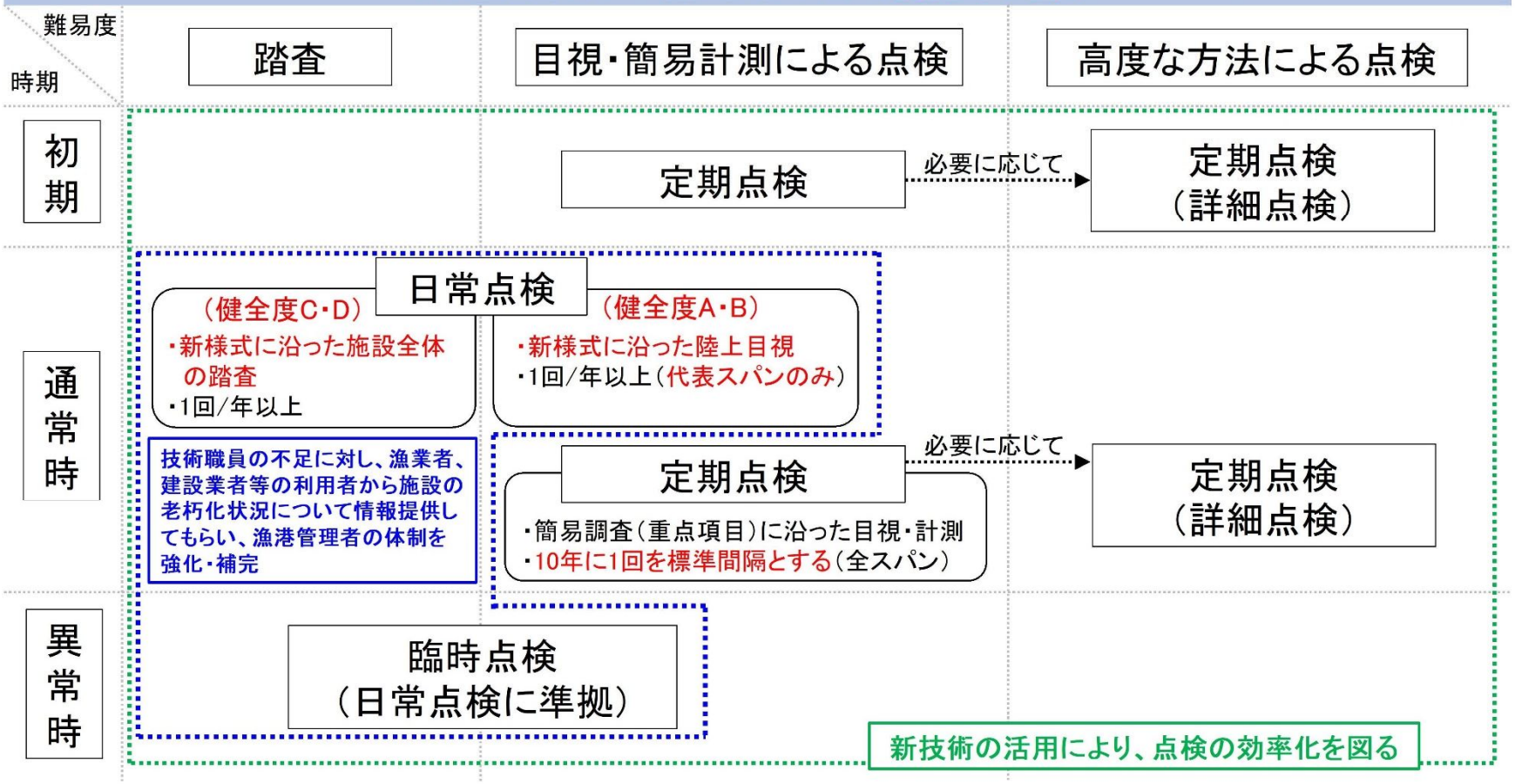
≪漁港施設の点検内容（現行基準：平成27年5月）≫



漁港施設の各点検の位置づけを下記に示す。(変更内容は下記凡例参照)

赤文字;本調査内容を踏まえた変更点
青文字;人員不足への対応策
緑文字;新技術を活用して点検の効率化

≪漁港施設の点検内容(見直し案)≫



7. 維持管理点検マニュアル（案） について

- これまでの検討結果を踏まえ、「維持管理点検マニュアル（案）」を作成した。
- 次頁以降にその内容の概要を示す。
  （1）目次構成
  （2）マニュアル（案）の記載方法及び記載内容
  （3）用語の定義
  （4）アンケート調査での意見・要望から反映した事項

（1）目次構成

本編

第１章　総論
1.1　本マニュアル（案）の目的
1.2　適用の範囲
1.3　本マニュアル（案）の構成
1.4　用語の定義
1.5　水産基盤施設ストックマネジメントの基本的な考え方
第２章．点検の概要
2.1　点検の種類と目的
2.2　点検の考え方
2.2.1　点検フロー
2.2.2　定期点検の効率化
2.2.3　日常点検の重点化
2.2.4　臨時点検と日常点検の共通化
第３章．点検の作業要領
3.1　定期点検要領
3.1.1　簡易調査（重点項目）
3.1.2　詳細調査
3.2　日常点検要領
3.2.1　日常点検と定期点検の関係
3.2.2　日常点検の点検方針
3.2.3　日常点検の現場作業について
3.3　臨時点検要領
第４章　点検結果の記録
4.1　定期点検結果の記録
4.1.1　記入様式
4.1.2　変状図の作成
4.2　日常点検結果の記録
4.2.1　記入様式
4.2.2　変状の記録
4.3　臨時点検結果の記録

参考資料

参考資料
Ａ．定期点検間隔の評価検討資料
Ｂ．点検に活用できる調査技術の事例
B.1　UAV
B.2　表面Ｐ波法による簡易機能（老朽化）診断手法
B.3　機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測
B.4　リバウンドハンマ
B.5　ナローマルチ測深機
B.6　ROV
B.7　水中ドローン
B.8　水中 3D スキャナ
B.9　垂下式カメラ
B.10　地中探査技術
B.11　センサによるモニタリング
B.12　3D レーザースキャナ
B.13　赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析
B.14　デジタルカメラによる画像解析
Ｃ．漁港施設に見られる主な損傷写真の事例
Ｄ．調査結果の記録に活用できる技術の事例
D.1　維持管理情報プラットフォーム
D.2　漁港施設の点検システム
Ｅ．日常点検記入シート及び記載例

（2）マニュアル（案）の記載方法及び記載内容

本編

- 項目ごとに、基本的考え方を枠内に示し、以降に解説を示した。
- 専門の技術力を保有していなくても使用できるように解説図や写真等を用い、わかりやすい表現とした。
- また、点検における現場作業及び結果の取りまとめ方についての留意点を示した。

参考資料

- 定期点検間隔の検討資料として、標準的な定期点検間隔10年の根拠を示した。
- 点検に活用できる調査技術として14事例、調査結果の記録に活用できる技術として2事例を示し、それぞれの技術の利点、内容、利用の際の留意点などを解説した。
- 漁港施設に見られる主な損傷写真の事例を掲載し、点検体制の強化・補完に協力いただく漁業者、建設業者等の利用者への説明に利用できる資料とした。
- 日常点検用の新様式の記入要領の参考として、健全度別に記入事例を示した。

（3）用語の定義

（1）既往文献からの抽出

- 維持管理点検における専門用語として下記の用語について定義を記載した。

（「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成27年5月改訂）」から抽出）

≪記載する用語≫

老朽化，機能保全方針，機能保全レベル，老朽化予測，老朽化度，
安全性に及ぼす影響度，健全度，簡易調査（簡易項目），簡易調査（重点項目），
詳細調査

（2）新たな用語の追加

- 日常点検において定めた「踏査」について用語の定義を記載した。

≪新たに記載する用語≫

踏査；施設の要求性能に影響を及ぼすような新たな変状箇所の発見を目的とし、
陸上目視にて施設全体の変状を俯瞰的に確認する。

（4）アンケート調査での意見・要望から反映した事項

- 「維持管理点検マニュアル（案）」の作成にあたっては、本調査で行ったアンケート結果（現状の課題及び意見・要望）を踏まえ、対応・検討する事項を下表に整理した。
- 「日常点検で携帯する資料・機材の提示」については次頁以降に検討概要を示す。

維持管理点検マニュアル（案）に反映した検討内容

定期点検の課題及び意見・要望	マニュアル（案）への対応	ﾏﾆｭｱﾙ（案）記載頁
・技術者不足	→ ・健全度毎の定期点検間隔を提示	p. 14
	・点検作業の効率化が図れる新技術の紹介	p. 24, p. 26～28 参-4～28
・取りまとめに時間がかかる （定量的でない表現や規定されていない事項への対応）	→ ・点検記録の取りまとめ時の留意点を提示	p. 35～39
	・時系列変化の把握のための写真撮影方法の提示	p. 23
・変状図の作成方法について	→ ・変状図の作成方法の提示	p. 38
	・変状図の重ね合わせの効用を提示	p. 39
・データの保管方法について	→ データ管理に活用できる「維持管理情報プラットフォーム」の紹介	p. 37, p. 40 参-58, 59
日常点検の課題及び意見・要望	**マニュアル（案）への対応**	**ﾏﾆｭｱﾙ（案）記載頁**
・技術者不足	→ 専門技術者以外でも点検可能なマニュアルの作成	p. 30, p. 31
	・日常点検で携帯する資料・機材の提示	p. 32
	・日常点検で留意する視点の提示	p. 33
・取りまとめに時間がかかる	→ ・新様式の検討	p. 19, p. 40 参-63～69
	・漁港施設の点検システムの活用	p. 20 参-60, 61
	・定期点検成果の活用（携帯資料）	p. 35, p. 41

日常点検で携帯する資料・機材の提示

- これまで日常点検時に携帯する資料は「様式-4～様式-8及び変状図」と多岐にわたっていた。
- 日常点検に持参する資料を簡素化するため、定期点検にて作成する「様式４」を準用した改良様式（様式-4'）を作成し、日常点検を効率的に実施するために必要な項目を追加する。

日常点検に準備する資料の集約

【これまでの携帯資料一覧】

≪準備する資料≫

様式No.（資料名）	
様式-4	スパン割りの記載された平面図
様式-5	対象施設の変状内容と変状のあるスパンNO. （簡易調査（簡易項目））
様式-6	対象施設の変状写真 （簡易調査（簡易項目））

≪必要に応じて≫

様式No.（資料名）	
様式-7	各スパンの変状内容 （簡易調査（重点項目））
様式-8	各スパンの変状写真 （簡易調査（重点項目））
—	変状図

集約

【改良（案）】

≪準備する資料≫

様式No.（資料名）	
様式-4'	スパン割りの記載された変状図 （各スパンの最大老朽化度を表記） （定期点検時に抽出した「代表スパンの変状写真」 を添付）

日常点検で携帯する資料・機材の提示

● 日常点検の実施にあたっては、下記に示す資料・機材を準備する。

日常点検に準備する資料・機材

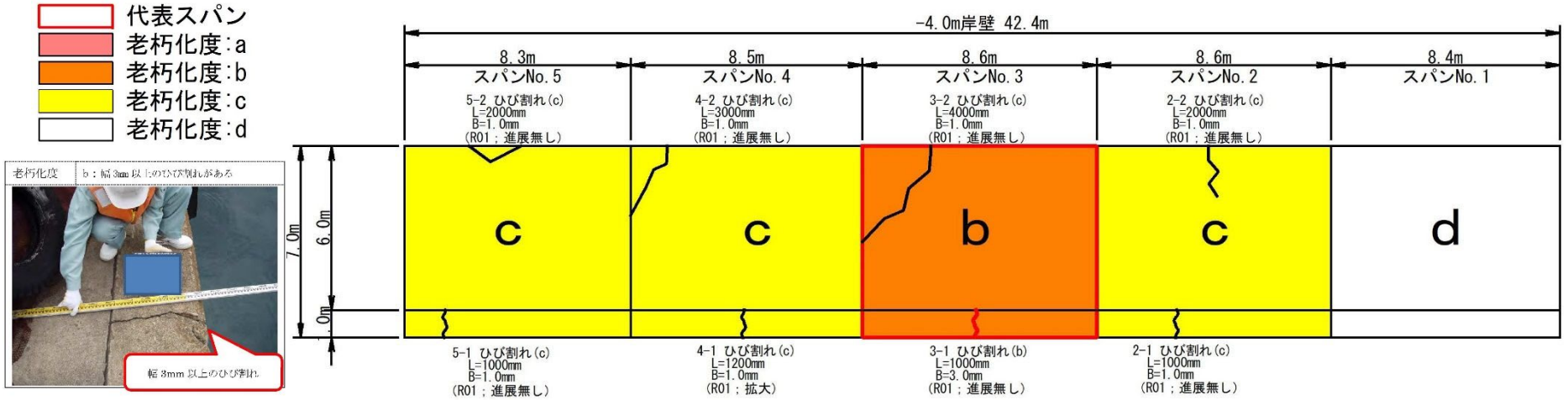
≪準備する資料≫

様式No.（資料名）		内　容
様式-4'	スパン割りの記載された変状図 （各スパンの最大老朽化度を記載） （代表スパンの変状写真を添付）	施設のスパン割・変状箇所を現地で確認するために必要な資料であり、定期点検時に「各スパンの最大老朽化度」及び「代表スパンの変状写真」を示している。
—	前年に実施した日常点検記録	老朽化の進行状況を確認する。
—	日常点検の新様式	記入用紙として持参

≪準備する機材≫

機材名	内　容
筆記用具、デジカメ （必要に応じてコンベックス）	変状箇所のメモ、写真撮影を行う。 （計測が必要な箇所があれば簡易的に計測を行う）

≪様式-4'（改良（案））≫



代表スパン（No.3）の変状写真

別添資料　４－２－５. 第2回検討会　議事要旨

1 第２回「水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）」の作成に関する検討会 議事要旨

2 開催概要

2.1 日時：令和２年１月１７日（金）　13:30～15:30

2.2 場所：エッサム神田１号館 602 会議室

2.3 参加者：下表

委　員

（敬称略）

区分	氏名	所属	職　名	備　考
委　員	◎横田　弘	北海道大学大学院工学研究院 北方圏環境政策工学部門	教授	
	笠井　哲郎	東海大学　工学部　土木工学科	教授	
	橋本　康史	長崎県 水産部	漁港漁場課長	

◎委員長

水 産 庁

（敬称略）

区分	氏名	所属	職　名	備　考
水産庁	浅川　典敬	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	課長	
	山﨑　将志	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	課長補佐	
	中瀬　聡	水産庁　漁港漁場整備部　整備課	係長	

事 務 局

区分	氏名	所属	職　名	備　考
漁村総研	林　浩志	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	次長	
	尾崎　幸生	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	主任研究員	
	桑原　正博	一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所 第１調査研究部	専門技術員	
水工研	三上　信雄	水産研究・教育機構水産工学研究所 水産土木工学部	主幹研究員	

水産庁整備課　浅川課長による開会挨拶

検討会の開催状況

3 議事内容

3.1 議事（１）：定期点検について

- 事務局より、点検の見直し方針及び定期点検の実施間隔の検討内容の説明を行った。
- 検討の着眼点及び「標準間隔 10 年」については各委員に了解を得た。
- 各委員からの意見を以下に示す。

主な意見（検討委員の意見）	発言者
２巡目の定期点検結果を含めた検討については徐々に老朽化の進行が速くなるイメージがある。（折れ線や２次曲線のイメージ） 本資料では直線となっているが、その予測方法は妥当か？	笠井委員
健全度Bの点検間隔の最長間隔5年の根拠について	橋本委員
点検間隔を密（5年）とする主要施設の定義について	橋本委員

3.2 議事（２）：日常点検について

- 事務局より、日常点検の効率化検討の内容説明を行った。
- 検討の着眼点・点検内容の重点化及び日常点検の新様式については各委員に了解を得た。
- 各委員からの意見を以下に示す。

主な意見（検討委員の意見）	発言者
日常点検結果をどのように判断するのか？	横田委員長 橋本委員

3.3 議事（３）：技術者不足への対応について

- 事務局より、技術者不足への対応の検討内容の説明を行った。
- 利用者との協力体制の構築及び点検に活用できる調査技術について各委員の了解を得た。
- 各委員からの意見を以下に示す。

主な意見（検討委員の意見）	発言者
漁業者・建設業者等の利用者からの報告はあくまでも情報提供であり、「日常点検」にならない旨を明記すべき。	橋本委員
報告内容を細かく設定しているが、電話連絡のみ等の簡便な方法でないと協力いただけないのでは？	橋本委員
変状報告があった場合は漁港管理者が現地で確認するべき。	橋本委員
参考資料の写真例だと計測している状況であるため、利用者への説明として勘違いされるのではないか？	横田委員長
情報提供として「漁港施設の点検システム」が活用できるのでないか。	笠井委員
ドローンでのひび割れ判定は技術的にまだ難しい印象がある。	笠井委員 橋本委員

3.4 議事（４）：点検内容の見直し（案）について

- 事務局より、日常点検の効率化検討の内容説明を行った。
- 本検討における点検内容の見直し（案）について各委員の了解を得た。
- 各委員からの意見を以下に示す。

主な意見（検討委員の意見）	発言者
日常点検における「利用者との協力体制」の表現を修正する必要がある。 （情報提供ではなく、日常点検を代替すると見えてしまう）	笠井委員

3.5 議事（５）：マニュアル（案）の記載事項について

- 事務局より、日常点検の効率化検討の内容説明を行った。
- 各委員からの意見を以下に示す。

主な意見（検討委員の意見）	発言者
既存のガイドラインに対する本マニュアル（案）の位置づけについて （本マニュアル（案）の適用範囲（遵守すべき内容）について明確化する必要がある）	横田委員長 橋本委員
道路施設の取り扱いについて（本マニュアル（案）に対象施設として記載が無い）	橋本委員
水域施設の取り扱いについて（本マニュアル（案）に定期点検間隔の明示が無い）	橋本委員
踏査の定義における「俯瞰的」の記載は妥当か？ （「変状の有無を確認する」程度で良いのでは？）	横田委員長
目次構成としては点検内容毎の章立ての方が分かりやすいのではないか？ （第３章 定期点検、第４章 日常点検、第５章 臨時点検等）	横田委員長
本マニュアル（案）のポイントをまとめた概要版を作成してはどうか？	橋本委員

3.6 その他（連絡事項）

- 本日のご指摘を踏まえ、改めて修正を行い、マニュアル（案）を取りまとめていく。
- 検討会としては今回が最後になるため、修正内容については事務局より各委員に資料を提示し、ご確認いただくものとする。

以上

別添資料　４－２－６.

水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）

水産基盤施設の維持管理点検マニュアル（案）

令和２年４月

水産庁 漁港漁場整備部 整備課

目　次

第１章　総論 ····· 1
1.1　本マニュアル（案）の目的 ····· 1
1.2　適用の範囲 ····· 2
1.3　本マニュアル（案）の構成 ····· 3
1.4　用語の定義 ····· 4
1.5　水産基盤施設ストックマネジメントの基本的な考え方 ····· 5
1.5.1　戦略的な維持管理 ····· 5
1.5.1　機能保全レベルの設定 ····· 6
第２章. 点検の概要 ····· 8
2.1　点検の種類と目的 ····· 8
2.2　点検の考え方 ····· 10
2.2.1　点検フロー ····· 10
2.2.2　定期点検の効率化 ····· 11
2.2.3　日常点検の重点化 ····· 19
2.2.4　臨時点検と日常点検の共通化 ····· 21
第３章. 定期点検 ····· 22
3.1　点検要領 ····· 22
3.1.1　簡易調査（重点項目） ····· 22
3.1.2　詳細調査 ····· 25
3.2　点検結果の記録 ····· 29
3.2.1　記入様式 ····· 29
3.2.2　変状図の作成 ····· 32
第４章　日常点検 ····· 34
4.1　点検要領 ····· 34
4.1.1　日常点検と定期点検の関係 ····· 34
4.1.2　日常点検の点検方針 ····· 35
4.1.3　日常点検の現場作業について ····· 39
4.2　日常点検結果の記録 ····· 41
4.2.1　記入様式 ····· 41
4.2.2　変状の記録 ····· 42
第５章　臨時点検 ····· 43
5.1　臨時点検要領 ····· 43
5.2　臨時点検結果の記録 ····· 44

参考資料

Ａ．定期点検間隔の評価検討資料 ····· 参-1
Ｂ．点検に活用できる調査技術の事例 ····· 参-4
B.1　UAV ····· 参-4
B.2　表面 P 波法による簡易機能（老朽化）診断手法 ····· 参-7
B.3　機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測 ····· 参-9
B.4　リバウンドハンマ ····· 参-11
B.5　ナローマルチ測深機 ····· 参-12
B.6　ROV ····· 参-14
B.7　水中ドローン ····· 参-16
B.8　水中 3D スキャナ ····· 参-17
B.9　垂下式カメラ ····· 参-19
B.10　地中探査技術 ····· 参-20
B.11　センサによるモニタリング ····· 参-22
B.12　3D レーザースキャナ ····· 参-24
B.13　赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析 ····· 参-25
B.14　デジタルカメラによる画像解析 ····· 参-27
Ｃ．漁港施設に見られる主な損傷写真の事例 ····· 参-29
Ｄ．調査結果の記録に活用できる技術の事例 ····· 参-58
D.1　維持管理情報プラットフォーム ····· 参-58
D.2　漁港施設の点検システム ····· 参-60
Ｅ．日常点検記入シート及び記載例 ····· 参-62

第１章　総論

1.1　本マニュアル（案）の目的

漁港施設等の管理者は機能保全計画において施設の定期的な点検計画を定めており、点検結果に基づき機能保全計画の見直しを行うことになっている。定期的な点検では、前回の点検による老朽化箇所の進展状況を効率的に把握することと、新たに発生した老朽化を確実に発見することが必要となる。点検によってこれらの老朽化の状況を把握するためには、効率性と確実性がトレードオフとなることから、その解消に向けた点検要領をマニュアル（案）として作成した。

我が国には約 2,800 の漁港があり、その漁港施設の多くは高度経済成長期に建設され、建設後 30 年以上経過しており、老朽化の進行による機能低下が懸念されている。このような状況を踏まえ、水産庁では平成 20 年度に水産物供給基盤機能保全事業を創設し、漁港施設の機能診断、機能保全計画書の作成及び保全工事を効率的且つ効果的に実施し、漁港施設の機能の長寿命化対策を推進している。また、機能保全計画の指針である「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成 27 年 5 月改訂）」の中では、漁港等の機能の重要性を踏まえ、5 年～10 年の間隔で定期点検を行い、その結果や機能保全対策の実施を踏まえ、更新することとしている。

機能保全事業の創設から 10 年が経過し、初期に策定された機能保全計画は 2 巡目の定期点検及び機能保全計画の見直しの時期を迎えている。また、会計検査院の「平成 27 年度決算報告」において漁港施設の機能保全計画に基づいた維持管理（機能保全対策工事、点検結果の記録・保管等）が適正に行われていない指摘（平成 28 年 10 月 28 日付け 28 検第 626 号）を受けており、機能保全計画に基づいた維持管理が確実に実施されるために確実性・効率性の向上が求められている。

漁港管理者の多くは、厳しい財政状況下で技術職員が減少している状況にあり、漁港施設の点検作業においては一層の効率化が求められる。しかし、点検作業の効率化は点検の的確性・確実性（老朽化の進展把握・新たな老朽化の発見）とトレードオフとなることから、その解消に向けた検討が求められる。

なお、本マニュアル（案）は水産基盤施設の標準的な維持管理点検の要領を示したものであり、漁港管理者においては、管理する水産基盤施設の状況に応じた点検要領を定めて管理してもよい。

1.2　適用の範囲

計画的な維持管理・更新などの取組を実施する必要性が認められる施設に適用する。

【解説】

本マニュアル（案）は、安全性、経済性及び重要性の観点から、計画的な維持管理・更新等の取組を実施する必要性が認められる施設に適用する。（表-1.1 参照）

表-1.1　適用の範囲となる施設

対象施設	対象範囲
外郭施設	防波堤、防砂堤、防潮堤、導流堤、護岸、突堤
係留施設	岸壁、物揚場、係船杭、桟橋、浮桟橋、船揚場
水域施設	航路、泊地、サンドポケット
漁港施設用地	護岸及び人工地盤
増殖場	消波施設等及び中間育成施設
養殖場	消波施設等及び区画施設

なお、輸送施設（道路、橋梁及びトンネル）の点検については、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成 27 年 5 月改訂）」の考え方に準拠しつつ、表-1.2 に示す図書等を参考として適切に維持管理を実施する。

表-1.2　輸送施設が参考とする主な図書

施設名		文献名	発刊元	発行年
輸送施設	道路	舗装の調査要領(案)	国土交通省 国道・防災課	平成25年2月
	橋梁	道路橋定期点検要領	国土交通省道路局	平成31年2月
	トンネル	道路トンネル定期点検要領・ 記録様式作成にあたっての参考資料	国土交通省道路局 国道・技術課	平成31年3月

1.3　本マニュアル（案）の構成

本マニュアル（案）は、点検の手順に従い、定期点検（第 3 章）、日常点検（第 4 章）、臨時点検（第 5 章）の順で構成する。

【解説】

点検の手順に従い、本マニュアル（案）の構成を図-1.1 に示す。

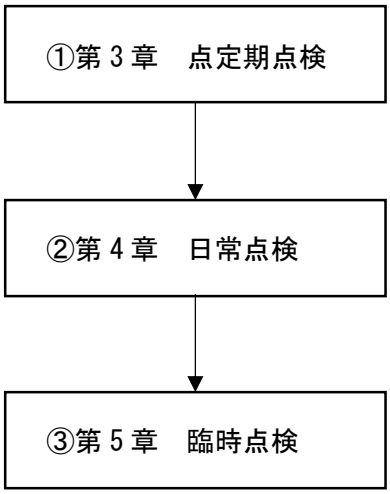


図-1.1　点検の手順と本マニュアル（案）の構成

1.4　用語の定義

本マニュアル（案）では、次のとおり用語を定義する。

- **老朽化**：経年変化等の要因で発生した「移動」、「沈下」、「劣化」や「損傷」により施設や部材の性能が低下すること。
- **機能保全方針**：対象とする施設の機能保全における基本的な考え方。
- **機能保全レベル**：機能保全方針において設定する維持管理の水準。
- **老朽化予測**：施設の構造型式や老朽化の程度と進行速度を踏まえ、老朽化が所要の機能保全レベルを下回る時期の推定（進行予測）等を行うこと。
- **老朽化度**：部材の性能低下の程度を表す指標。なお、本手引きでは、a､b､c､d の 4 段階で評価することを基本とする。
- **安全性に及ぼす影響度**：部材の老朽化が施設の安全性に及ぼす影響度合を表す指標。なお、本マニュアル（案）では、Ⅰ､Ⅱ､Ⅲの 3 段階で評価することを基本とする。
- **健全度**：施設としての総体的な性能低下の程度を老朽化度等から総合的に評価する指標。なお、本マニュアル（案）では、施設ごとに A､B､C､D の 4 段階で評価することを基本とする。
- **簡易調査（簡易項目）**：目視により老朽化の有無を確認する調査。
- **簡易調査（重点項目）**：目視または簡易値計測により老朽化の規模や程度を確認する調査。
- **詳細調査**：健全度の評価結果の検証、老朽化の要因の特定や老朽化予測に必要なデータを収集するために実施する調査。
- **踏査**：施設の要求性能に影響を及ぼすような新たな変状箇所の発見を目的とし、陸上目視にて施設全体の変状の有無を確認する。

1.5　水産基盤施設ストックマネジメントの基本的な考え方

水産基盤施設の機能を効果的かつ効率的に保全していくため、点検や維持管理・更新等の機能保全対策を計画的に実施することとし、下記資料を参照するものとする。

・水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂

【解説】

1.5.1　戦略的な維持管理

水産基盤施設の管理者等は、原則、供用期間中に施設の性能が要求性能を下回ることがないよう適切に施設を維持管理しなければならない。

管理者等は、施設の有効活用やコスト縮減の視点も踏まえ、水産基盤施設を対象とするストックマネジメント（水産基盤施設ストックマネジメント）を導入することにより、計画的に維持管理・更新等を実施し、施設の長寿命化に努めることが重要である。

そのためには、これまでの「事後保全」中心の維持管理から「予防保全」を積極的に取り入れた戦略的な維持管理への転換が必要である。

事後保全と予防保全の相違点を図-1.2 に示す。

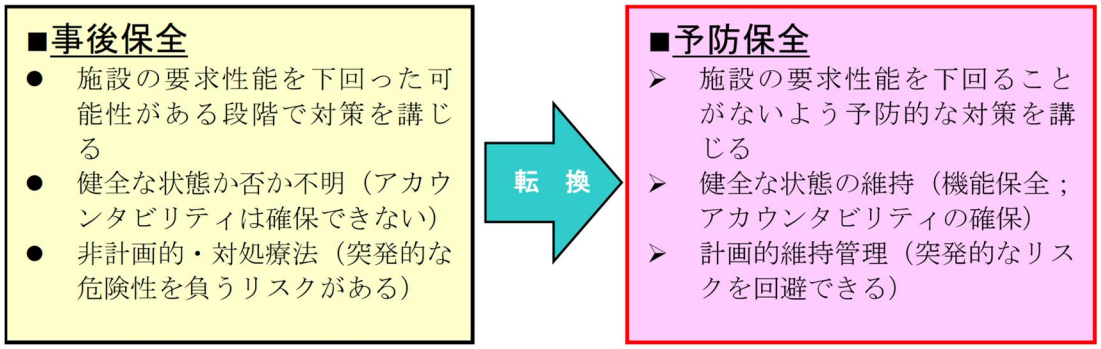


図-1.2　事後保全と予防保全の相違点

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂、p9

1.5.2　機能保全レベルの設定

機能保全レベルとは、水産基盤施設の管理水準を示すものであり、対象とする漁港の役割、施設の重要度や施設が老朽化した場合の漁業活動への支障等を勘案し、管理者等が施設毎に設定することを基本とする。機能保全レベルの代表的なタイプを表-1.2 及び図-1.3 に例示する。

タイプ 1～3 は、予防保全の考え方に基づく機能保全レベルで、施設の性能低下が要求性能を下回ることがないよう早期の段階で予防的な対策を講じるものである。施設本体の機能保全レベルは、タイプ 1～3 のいずれかを原則とする。

本マニュアル（案）では、「機能保全計画に基づき、老朽化度が著しい重要な施設について緊急的に老朽化対策を行う」という漁港漁場整備計画の目標を踏まえ、施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度 A（要求性能を下回る可能性がある状態)」になる前の変化を見逃さず、「健全度 B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態)」段階で発見し、予防保全対策を講じることを基本的考え方とし、最も適用が多いタイプ 3 の維持管理水準での対応を原則とする。ただし、管理者の判断によりタイプ 1 及び 2 を設定することを妨げるものではない。

なお、タイプ 4 は、事後保全の考え方に基づくものであり、漁業活動上著しい支障がなく、事後保全がコスト的にも優位である附帯施設等に限り設定することができる。

表-1.2　機能保全レベルの概要

タイプ	設定の考え方[注)]	適用の例
1	健全度Ｄの範囲で維持管理。	日常管理が困難な位置にあり、非常に重要度が高い施設、または老朽化が一定程度進行した場合に第３者や社会への影響の大きい施設。
2	健全度Ｃを下回らない範囲で維持管理。	陸揚げ岸壁等、老朽化が一定程度進行した状態では日常の漁業活動への支障が大きい施設。
3	健全度Ｂを下回らない範囲で維持管理。	休憩岸壁等、老朽化が一定程度進行した状態でも日常の漁業活動への支障が少ない施設。
4	健全度Ａの段階で維持管理。	附帯施設等、老朽化が進行し要求性能を下回った可能性がある状態でも日常の漁業活動への著しい支障がない施設。 ただし、附帯施設等であっても施設の利用者の安全の確保を勘案し、タイプ 1～3 の適用の要否を検討することが必要。

注）健全度「A,B,C または D」の内容については、表-1.3 を参照。

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂、p16

表-1.3　健全度における施設の状態

健全度	施設の状態
A	施設の主要部に著しい老朽化が発生しており、施設の性能が要求性能を下回る可能性のある状態。
B	施設の主要部に老朽化が発生し性能の低下が認められ、予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態。
C	軽微な老朽化は発生しているものの施設の性能に関わる老朽化は認められず、性能を保持している状態。
D	施設に老朽化は認められず、十分な性能を保持している状態。（当面、性能の低下の可能性がない状態）

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂、p24

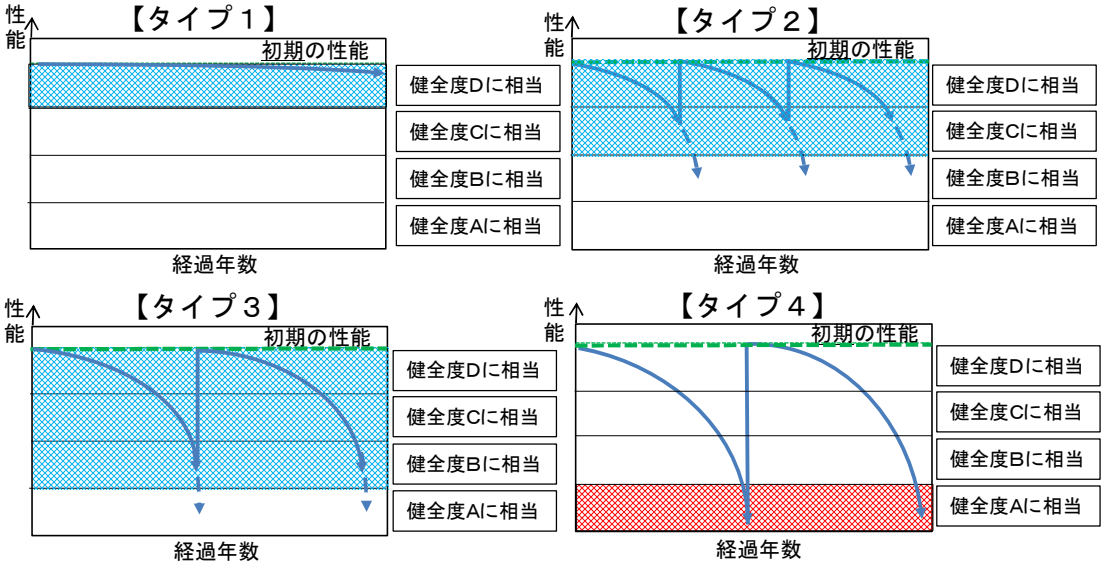


図-1.3　機能保全レベルと性能低下の程度のイメージ

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂、p16

第２章　点検の概要

2.1　点検の種類と目的

点検は定期点検、日常点検、臨時点検にわけられ、適切に確実に実施するものとする。

【解説】

機能保全計画を策定した水産基盤施設については 1 年に 1 回以上の日常点検、標準間隔 10 年に 1 回の定期点検を基本とした維持管理点検を行うものとする。日常点検は、「老朽化の進行状況の確認、新たな老朽化箇所の発見」を目的としている。（臨時点検は地震、台風災害等の事案発生時に施設の変状や損傷の有無等を把握することを目的とし、日常点検の様式により行う）定期点検は「現行の機能補保全計画書の見直し」を目的とし、老朽化の程度の把握・健全度の評価を行うための定量的な点検を行う。

各点検の目的、内容、実施範囲、実施時期、使用する様式等について表-2.1 に示す。

表-2.1　点検の種類と実施内容

定期点検	目的	現行の機能保全計画書の見直し
	内容	簡易調査（重点項目）を実施
	実施範囲	全スパンを対象
	実施時期	【健全度C・Dの施設】 ・10年；標準間隔 ・施設の重要度や構造型式を踏まえ、5年・10年（標準間隔）・20年から設定する。 【健全度A・Bの施設】 ・適宜設定する。 （日常点検で老朽化の進行を把握し、状況に応じて次回の定期点検を早める）
	様式	簡易調査（重点項目）の様式（老朽化度abcd判定）を使用。
	備考	必要に応じて詳細調査を実施
日常点検	目的	老朽化の進行確認、新たな老朽化の進行箇所の発見
	内容	代表的な老朽化の進行・新たな老朽化箇所の発見を目的とした踏査及び陸上目視 【健全度A・Bの施設】 ・代表スパンを選定し、写真撮影と状況の記録 ・踏査を行い新たに発見した変状の写真撮影と状況の記録 【健全度C・Dの施設】 ・踏査を行い新たに発見した変状の写真撮影と状況の記録
	実施範囲	全施設を対象
	実施時期	概ね1年に1回以上
	様式	見直しした点検内容に沿った日常点検の新様式を使用する。 ・起点終点写真 ・変状写真（代表的な変状） ・変状の位置を示すスパン番号 「漁港施設の点検システム」の活用も考えられる。
	備考	漁港施設の利用頻度の高い漁業者に加え、建設業者等の利用者に施設の変状について情報提供してもらう協力体制を構築する。
臨時点検	目的	高波浪、地震、船舶の衝突等が発生した場合、施設の変状の有無の把握
	内容	全施設について、日常点検と同様の点検を実施
	実施範囲	全施設を対象
	実施時期	事案発生後可能な限り速やかに実施。
	様式	点検結果を踏まえ、日常点検において示されている様式で点検記録を作成する。
	備考	－

2.2　点検の考え方

日常点検を概ね 1 年に 1 回以上着実に実施することで、漁港施設の変状の進行状況を確実に把握するものとする。これにより定期点検の点検間隔を延ばすことが可能となり、定期点検の効率化に繋がる。

【解説】

2.2.1　点検フロー

定期点検、日常点検、臨時点検の流れを図-2.1 に示す。

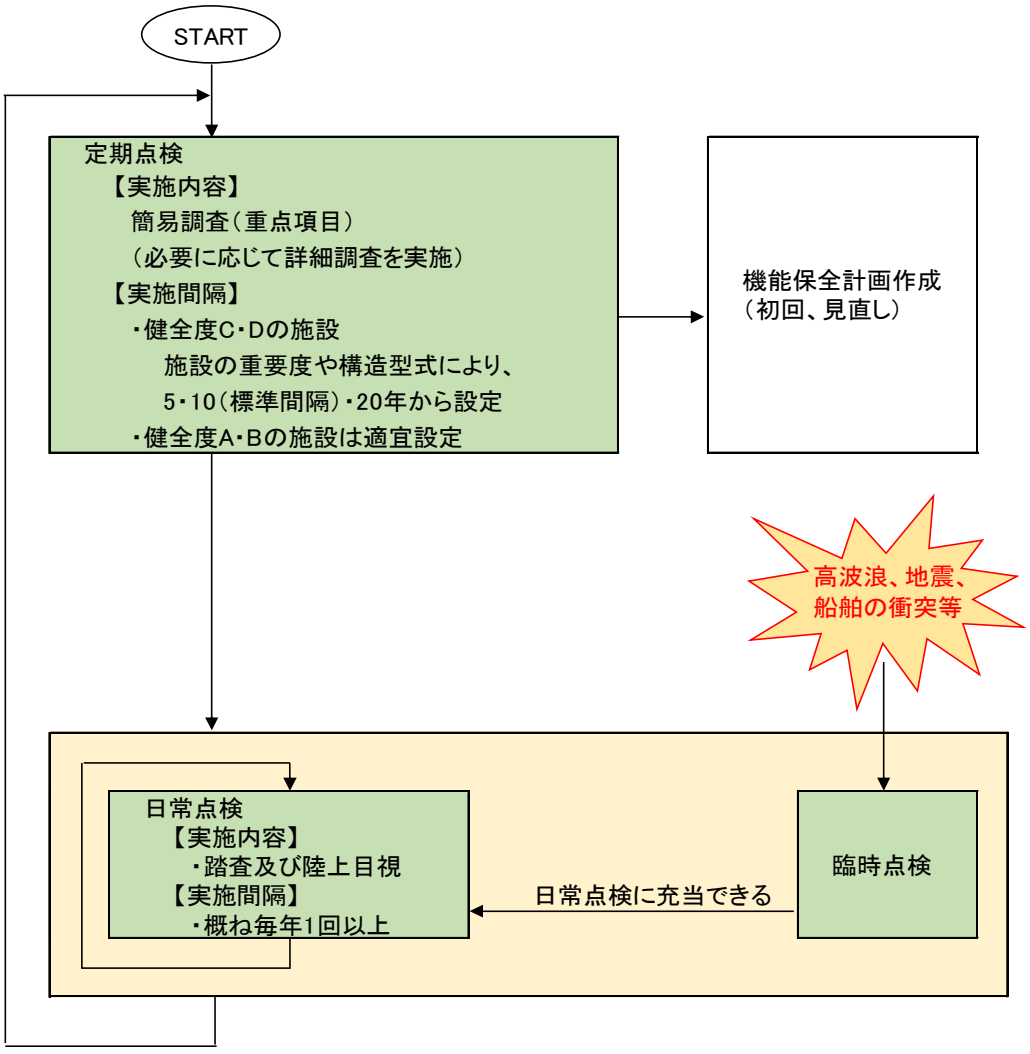


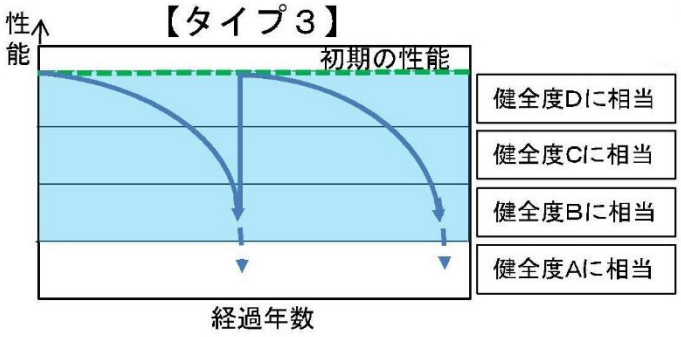
図-2.1　点検フロー図

2.2.2　定期点検の効率化

定期点検は現行の機能保全計画を見直しするために行うものであり、次のような考え方で実施する。

(1) 定期点検における着眼点

対象施設の健全度が D→C→B→A へと進行する状況については定期点検で確認することになる。ここで、施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度 A（要求性能を下回る可能性がある状態)」になる前の変化を見逃さず、「健全度 B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態)」段階で発見し、予防保全対策を講じることが重要であり、図-2.2 に示すタイプ 3 の維持管理水準での対応を原則とする。



図－2.2　機能保全レベルと性能低下の程度のイメージ

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月、p16

(2) 定期点検の実施内容

定期点検として従来は簡易調査（簡易項目）と簡易調査（重点項目）に分類され、簡易調査（簡易項目）は、簡易調査（重点項目）が必要な箇所を選定（スクリーニング）するために実施してきた。しかし実状としては、これらを一括して実施することが多いことから、定期点検は簡易調査（重点項目）に集約し、全施設全スパンを調査対象とする。調査結果の記録は、簡易調査（重点項目）の様式を使用するものとする。

(3) 定期点検間隔の見直し

① 検討の考え方

定期点検は、健全度 A に移行する前に実施する（健全度 B の期間に予防保全を実施する）ことが重要であり、健全度 B で推移する期間に着目し、施設の健全度別に定期点検の間隔を区分する。

健全度 A の施設は既に要求性能を下回る状態にあるため、すでに機能保全工事等の対策を検討済みの段階であると想定した。

健全度 B の施設では、定期点検結果から健全度 A となる時期を推定し、その前に定期点検を行うように定める。日常点検では老朽化の進行を把握し、状況に応じて次回の定期点検を早めることも考えられ、老朽化を検知した場合には、健全度 A に移行する前に予防保全を実施するものとする。

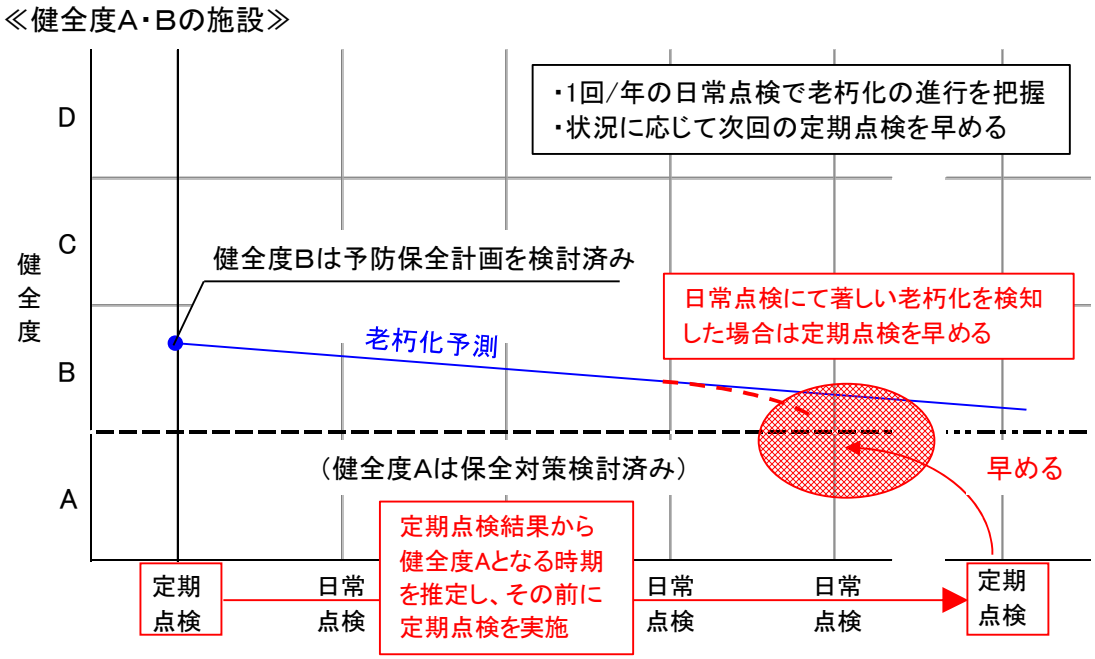


図-2.3　健全度Ａ・Ｂの施設の維持管理方法

健全度Ｃ・Ｄの施設は、日常・定期点検により老朽化の進行を確認し、健全度Ａに移行しないうちに予防保全計画を検討する。施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度Ａ（要求性能を下回る可能性がある状態）」になる前の変化を確実に把握することが重要となる。健全度Ｃから健全度Ａへの変化を見逃さないこと（健全度Ｂで推移する期間）に着目し、老朽化度・健全度の進展状況を整理・分析を行い、健全度Ｂで推移する期間から健全度Ｃ・Ｄの施設の定期点検間隔は標準間隔を10年とした。（本マニュアル（案）p.参-1～3参照）

機能保全対策工事により健全度Ｄに更新された施設については、補修した箇所や隣接箇所等を日常点検にて注視することとする。（点検間隔は健全度Ｄとして取り扱う）

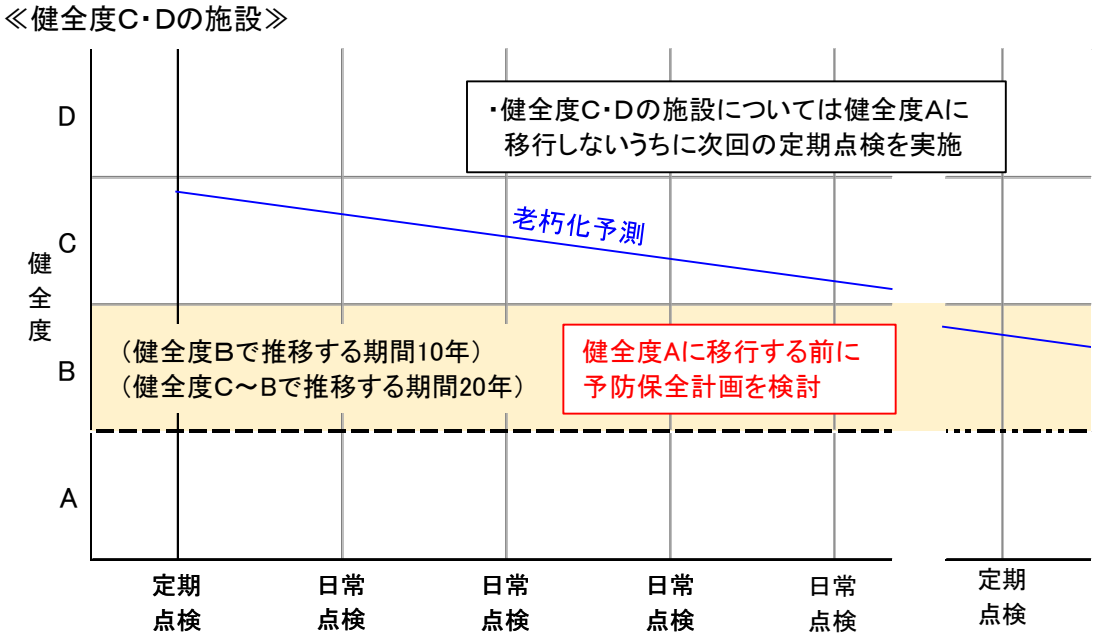


図-2.4　健全度Ｃ・Ｄの施設の維持管理方法

なお、水域施設については機能保全計画策定時に漂砂解析を行い、維持浚渫、サンドポケット、砂防堤等の対策を各漁港で設定している。そのため、日常点検時のヒアリングにて堆砂状況等を確認し、変状が確認された場合は定期点検（水深計測等）を行うものとした。よって、水域施設については定期点検間隔を明示しない。

② 定期点検間隔の設定

定期点検間隔は 10 年を標準とした上で、漁港の重要度や構造型式・健全度に合わせて、5～20 年の範囲で定期点検間隔を設定する（表-2.2 参照）。定期点検間隔として 10 年を標準間隔としても、健全度 C・D の施設が健全度 A に移行する可能性は低く、健全度 B の期間に予防保全の検討を行うことが出来る。定期点検の標準間隔を「10 年」と設定し、施設の重要度や構造形式を踏まえた点検間隔の目安とする。なお、健全度 A の施設は、「施設の主要部に著しい老朽化が発生しており、施設の性能が要求性能を下回る可能性のある状態」であり、次回の点検を待たずに早急に対策工を実施するものであり、点検間隔は示さない。

- 健全度 B の施設は、「予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態」であり、健全度 A に移行する前に対策工の実施が求められる。よって、老朽化予測に基づき、定期点検時期を設定するものとする。ただし、老朽化の進行予測速度が遅く定期点検時期が 5 年以上後になる場合は、前述の健全度 B で推移する期間（標準期間 10 年）の半分の 5 年を、健全度 B における定期点検間隔の目安とする。
- 防災拠点・流通拠点漁港の主要施設（耐震化、耐津波化を図る岸壁及び外郭施設）はその重要度から定期点検間隔を 5 年とする。
- 矢板・杭式等鋼構造物で肉厚調査を実施した場合、腐食速度を算定し、次回の点検まで（10 年後）の期間について機能を維持出来ることを確認する。
- 直前の定期点検で肉厚調査を実施していない矢板・杭式等鋼構造物では、腐食速度の算定が出来ないため、危険側を考慮し、定期点検間隔を 5 年とする。
- 新設（健全度 D）の矢板・杭式等鋼構造物については、防食機能が設計通りに発揮されていることを確認した上で、定期点検間隔を標準の 10 年とする。

なお、水域施設については、日常点検において堆砂状況や利用上支障がないか漁業者等の利用者にヒアリングにより確認するものとし、変状が確認された場合は速やかに水深計測等の定期点検を行うものとする。

表-2.2　定期点検間隔の設定

区分			定期点検間隔	設定根拠
構造形式	健全度	前回の定期点検内容		
全ての構造形式	健全度B	—	A判定となる前（最長間隔5年）	老朽化の予測検討を行い適宜設定する。ただし、定期点検の最長間隔は5年とする。
重力式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		5年	災害時の拠点確保、被災後の水産業の早期回復の観点から選定
	健全度C	—	10年	健全度Bで推移する期間「11.1～17.7年」より、10年と設定（本マニュアル（案）p.参-3参照）
	健全度D	—	20年	健全度B、Cで推移する期間「22.1～35.4年」より、20年と設定（本マニュアル（案）p.参-3参照）
矢板・杭式	防災拠点・流通拠点漁港の主要施設		5年	災害時の拠点確保、被災後の水産業の早期回復の観点から選定
	健全度C・D	肉厚調査を実施していない場合	5年	腐食速度が把握出来ないため、点検間隔を密とする
		肉厚調査を実施した場合	10年	ただし、肉厚調査結果から腐食速度を算定し、次回の点検が10年後（標準間隔）でも支障ないことを確認する
	健全度D（新設のみ）	—	10年	塗覆防食工法の耐用年数（20～30年程度）の半分を目安に設定

定期点検の流れの一例を図-2.5 に示す。点検間隔の検討資料を参考資料-A に示す。

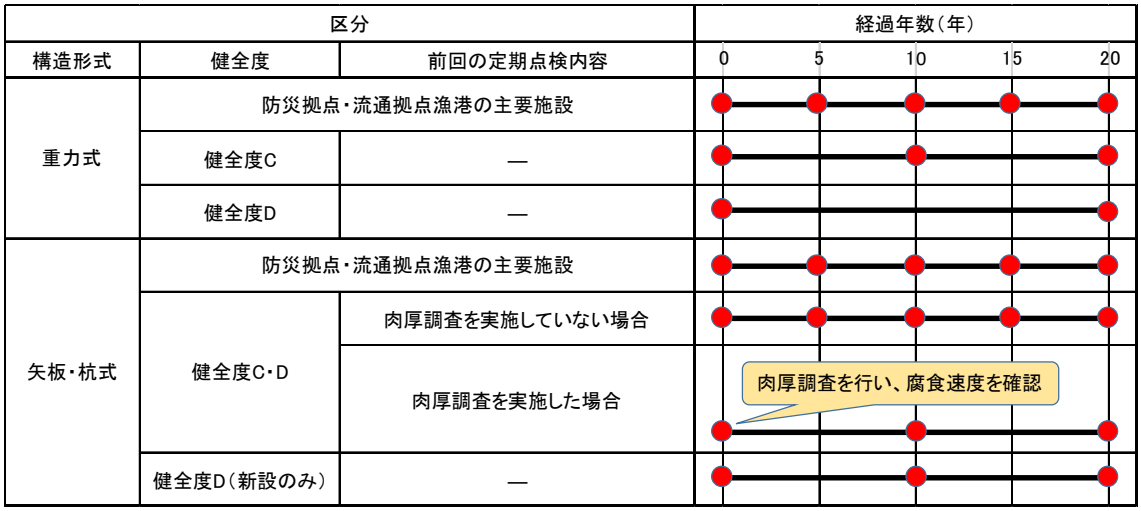


図-2.5　定期点検の流れ

従来は 5 年または 10 年に 1 回の頻度で全施設を点検していたが、本マニュアル（案）では施設毎に点検時期が不規則になるため、予定時期に確実に点検が実施されるように留意する必要がある。

ｉ）重要度が高い漁港（防災拠点漁港・流通拠点漁港）

漁港漁場整備長期計画（H29年～33年度）では、整備目標として、防災拠点漁港および流通拠点漁港のうち、地震・津波に対する主要施設の安全性が確保された漁港の割合を、計画終了時に30%とする整備目標を掲げている。

また、水産庁は平成26年以降、漁港管理者である関係都道府県等に対し、流通拠点漁港及び防災拠点漁港にかかる災害時の応急体制の充実を図るため、漁港に精通した建設業団体等との防災協定の締結について技術的助言を行っている。

このように防災拠点漁港および流通拠点漁港は、大規模自然災害に備えた対応力強化が重点課題となっており、重要度の高い漁港であると位置付けられる。

・防災拠点漁港：大規模な地震等が発生した場合に、被災直後の緊急物資、避難者の海上輸送を行い、また、各公共施設が復旧する間、物資の輸送等を行い得る漁港であって、地域防災計画等において位置づけのある漁港である。
・流通拠点漁港：各都道府県が定めた圏域計画に基づき、水産物の流通の拠点となる漁港である。

防災拠点漁港および流通拠点漁港では、防波堤や岸壁等の耐震・耐津波・耐浪化対策を推進して機能強化を図るとしている。また、漁港・漁場の施設の設計参考図書（2015 年

版）には下記の枠囲みのような記述がある。漁港管理者が防災拠点漁港および流通拠点漁港の機能保全計画を策定する場合には、これを参考にして、耐震性能・耐津波性能の強化を行う主要な施設を選定・明示し、必要に応じて対象施設を追加しても良いものとする。

2.2.5　耐震性能・耐津波性能の強化を行う施設

(1)　耐震強化型の岸壁

耐震性能・耐津波性能の強化を行う施設のうち、岸壁については、耐震強化型として、下表に示すとおり「耐震強化岸壁」「耐震強化岸壁に準じる岸壁：及び「その他の耐震性能を強化する岸壁」に区分される。

「耐震強化岸壁」は、防災拠点漁港において、震災直後の緊急物資や避難者の海上輸送などを考慮し、特に通常の岸壁よりも耐震性を強化した岸壁として位置づけられている。

従来の設計（性能照査）においては、レベル 2 地震動を対象としつつも、地震応答解析から設計震度を算定する震度法が用いられていた。しかし、東日本大震災による大規模災害を受け、耐震強化岸壁については、液状化しないことが明らかな場合を除き、レベル 2 地震動による変形解析を行い、変位量が許容値を満足することを照査する手法を取り入れている。

また、「耐震強化岸壁に準じる岸壁」として、特定第 3 種漁港及び特定第 3 種以外の漁港であっても、被災することによって広範囲に渡る経済活動に著しい影響を及ぼす恐れのある水産物生産・流通拠点漁港における主要な陸揚岸壁が位置づけられるとしており、要求性能及び性能規定については「耐震強化岸壁」に準じることとしている。

上記以外の水産物生産・流通拠点漁港については、通常の岸壁における要求性能及び性能規定を適用するが、設計震度については、レベル 1 地震動に加え「発生頻度の高い津波」を発生させる地震動による設計震度について比較検証する必要がある。

区分	対象漁港及び対象施設
耐震強化岸壁	防災拠点漁港において、震災直後の緊急物資や避難者の海上輸送などを考慮し、特に通常の岸壁よりも耐震性を強化した岸壁
耐震強化岸壁に準じる岸壁	特定第 3 種漁港及び特定第 3 種以外の漁港であっても、被災することによって広範囲に渡る経済活動に著しい影響を及ぼす恐れのある水産物生産・流通拠点漁港における主要な陸揚岸壁
その他の耐震性能を強化する岸壁	上記以外の水産物生産・流通拠点漁港における主要な陸揚岸壁

(2)　耐震性能・耐津波性能の強化を行う外郭施設

耐震性能・耐津波性能の強化を行う外郭施設については、上表に示す岸壁前面の泊地や航路の安全な利用を確保するために必要な主要な防波堤及び海岸保全施設（防潮堤）と組み合わせた総合的な防災対策が不可欠な防波堤が対象である。

出典：漁港・漁場の施設設計参考図書、2015 年版、pp. 9～10

ⅱ）矢板・杭式等鋼構造物のうち、直前の定期点検において肉厚調査を実施していない施設

矢板・杭式等鋼構造物の肉厚を測定して、平均腐食速度が設計値以下であることを確認することで、耐用年数内での鋼材の肉厚を確保できる予測が可能となる。しかし肉厚調査をしていない場合には、腐食環境によっては耐用年数内での肉厚確保が難しい可能性もあり、標準間隔より短い間隔で定期点検が必要とした。

ⅲ）直前の定期点検で健全度評価がDの施設（新設施設及び更新・改良施設も含む）

健全度Dの施設は健全度Cを経て健全度Bに至るので、健全度B、Cで進行する全体期間（最短で22.1～35.4年（平均27.9年））を考慮して、点検間隔を20年に長くすることは問題ないと考えられる（p参-2　表-A.2参照）。

ただし、矢板・杭式等鋼構造物が健全度Dの場合には、定期点検間隔を延ばすことなく、標準間隔の10年で定期点検を行うこととする。矢板・杭式等鋼構造物の防食工法としては、表-2.3に示す対策工法が適用されているが、被覆防食工法の耐用年数は最短で20年程度となっている。漁港による腐食環境の相違もあることから、耐用年数の半分程度となる標準間隔の10年で定期点検を行って、防食機能が設計通りに機能を発揮していることを確認しておくことが重要と考えられる。

表-2.3　鋼構造物対策工法事例一覧表（防食鋼材）

工法の名称	主な変状	対策工法に要求される効果	適用範囲		耐用年数
			水上部	水中部	
A 電気防食工法					
A-1 電気防食工法(流電陽極方式)	腐食	老朽化速度の抑制	×	○	10～50年
A-2 電気防食工法(外部電源方式)	腐食	老朽化速度の抑制	×	○	20年
B 被覆防食工法					
B-1 塗装工法(エポキシ樹脂塗装)	腐食	老朽化要因の遮断	○	×	20年程度
B-2 有機ライニング工法	腐食	老朽化要因の遮断	○	○	20年程度
重防食被覆					
超厚膜形被覆					
水中硬化形被覆					
B-3 ペトロラタムライニング工法	腐食	老朽化要因の遮断	○	○	30年程度
B-4 無機ライニング工法	腐食	老朽化要因の遮断	○	○	30年程度
モルタル被覆					
コンクリート被覆					
電着被覆					

出典：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成27年5月、p参考5-5

(4) 詳細調査

簡易調査（重点項目）の調査結果を受けて対策工を検討するにあたり、潜水目視、コンクリートの塩化物イオン濃度測定または圧縮強度試験等、健全度の評価結果の検証、老朽化要因の特定や老朽化予測のために追加調査が必要な場合に、詳細調査を実施する。

詳細調査の実施の要否、詳細調査項目は、対象施設の状況や簡易調査結果により、管理者等が判断することを基本とする。

2.2.3　日常点検の重点化

日常点検では、日常管理計画に基づき必要な点検を実施し、施設状態の把握に努める必要がある。老朽化の進行確認、新たな老朽化の発見のために、全施設について実施する。日常点検等の結果は、その後の定期点検で行う機能診断の基礎的な情報として重要であり、適切に情報管理する必要がある。

近年、漁港施設の機能保全を確実に進めていく上で漁港管理者の人的不足が課題となっており、日常点検の重点化は急務となっている。本来の目的を損なうことなく重点化を図るため、次のような考え方で実施する。

(1) 調査内容の明確化

健全度A・Bの施設においては、代表スパンのモニタリングと踏査を実施する。モニタリングによる「老朽化の進行状況の確認」については、機能保全計画策定時に実施した定期点検結果から最も老朽化の進行が顕著である代表スパンを選定し、そのスパンの老朽化の進行状況を把握するものとする。また、「新たな老朽化箇所の発見」を達成するためには全スパンでの踏査を行い、健全度判定に影響する「老朽化度aまたはb判定」に相当する変状の発生の有無を確認することとする。代表スパンのモニタリングと全スパンでの踏査を組み合わせることで、老朽化の進行の把握と新たな老朽化の変状の発見を見逃さないような点検内容とする。

健全度C・Dの施設においては、全スパンでの踏査を行い、健全度判定に影響する「老朽化度aまたはb判定」に相当する変状の発生の有無を確認することとする。

(2) 日常点検の新様式の検討

従来の基準では、簡易調査（簡易項目）に使用する様式5および様式6を利用しているが、本マニュアル（案）においては、日常点検専用の新様式を用いることとする。なお、新様式は次の考え方に基づいて作成している。

- 調査位置の類似した施設を、できるだけ同一の様式に集約して、様式の種類および構成を簡略化した。この場合、施設別（外郭施設、係船施設、浮体施設、船揚場、航路・泊地）に集約した。
- 日常点検で用いられる従来の基準の様式5（点検者・日時・変状状況等）、様式6（変状写真）を1枚の様式にまとめ簡略化した。

(3) 漁港施設の点検システムの活用

「漁港施設の点検システム」は、スマートフォンを利用し、写真を中心とする施設の現況データを撮影、入力、伝達、蓄積したデータベースを作成して、そのデータを利用できるシステムであり、漁港管理者が本格運用に向けて導入検討を進めているシステムである。

この「漁港施設の点検システム」に登録した点検データは本マニュアル（案）で定めた日常点検の新様式に準拠したスタイルで出力可能である（図-2.6 参照）。この出力機能を活用することで「点検記録の取りまとめ」の負担軽減を図ることができる。

図-2.6　漁港施設の点検システムのイメージ

参考資料：奥野正洋・長野晋平・田原正之・長野章・不動雅之・野神巧一：スマートフォンを活用した漁港施設点検システムの構築と運用，水産工学 Vol.55, No.2, pp.149-153, 2018.

(4) 漁業者、建設業者等からの情報入手

漁港施設の利用頻度の高い漁業者に加え、建設業者等の利用者に施設の変状について、情報提供してもらう協力体制を構築する。

その情報提供により漁港管理者の体制を補完することで、漁港管理者の負担軽減を図ることができる。

2.2.4　臨時点検と日常点検の共通化

臨時点検は、台風または地震による新たな老朽化の発生の有無、応急措置の要否の確認のために実施するものである。(「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」参照)　また、臨時点検を実施した場合には、これを日常点検に相当するものとして、日常点検を省略することができる。

なお、調査結果の記入シートは日常点検と同一の様式を用いることとする。

第３章　定期点検

3.1　点検要領

定期点検では、簡易調査（重点項目）を実施することとし、下記基準に示す調査手順によるものとする。点検間隔については 5～20 年に見直す。定期点検の作業要領については下記基準を参照するものとする。

・水産基盤施設機能保全計画策定の手引き、平成 27 年 5 月改訂

・水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂

【解説】

3.1.1　簡易調査（重点項目）

定期点検で実施する簡易調査（重点項目）は全施設全スパンを対象とし、部材の老朽化度を評価するために実施する。目視（陸上及び海上）調査またはレッド等による簡易な水深計測等から、老朽化度評価基準に基づき部材ごとの老朽化度を評価する。

（1）点検の準備

直前の定期点検時に作成された様式 4、7、8 及び変状図、その後の日常点検時に作成された資料等を携行することが望ましい。

・様式 4（スパン割りの記載された平面図）

施設のスパン割を現地で確認するために必要な資料である。

・様式 7（スパンごとの変状の最大寸法と判定結果）

変状図と合わせて変状の種類、寸法を確認し、変状の老朽化の進展と新たな変状の発見に見落としのないようにする。

・様式 8（変状写真）

変状の写真は変状の進行の有無を視覚的に確認するための重要なデータである。

・変状図

変状の位置、寸法、形状等を記載した資料である。

・日常点検時の記入シート

日常点検の中で記録された変状の進展や新たな変状の位置を確認して、調査過程で見落としのないようにする。

・カメラ、筆記具、コンベックス、クラックスケール、スタッフ、巻き尺、ポール等

(2) 点検の留意点

わかりやすい記録を心がけることを念頭に、作業を進めるにあたっては次のような点に留意することが望ましい。

- 変状の時系列変化が確認できるように、撮影場所は初回と同じ位置で撮影することが望ましい（写真-3.1 参照）。　なお、新しい撮影アングルの変状写真が必要な場合には、追加として撮影する。
- 既往調査結果の変状位置が実際と合致していることを確認しながら点検を進め、当該施設の全スパン数がスパン割りと一致していることも合わせて確認しておく。

＜被災後 172 日経過＞

＜被災後 738 日経過＞

＜被災後 762 日経過＞

写真-3.1　時系列変化の把握（東日本大震災での被災箇所）

(3) 簡易調査（重点項目）への新技術の適用

従来ひび割れ幅の計測は、クラックスケールまたはコンベックスで直接計測していたが、最近はUAVで撮影した画像処理から、広い範囲の変状（ひび割れ、欠損等）を把握し、ひび割れ幅を求める方法が実用化に向けて研究されている。ただし、この方法によるひび割れ幅は表面の位置であり判定に影響する。幅の広いひび割れを特定した後には、現地踏査によるひび割れ幅の精査が必要になる。

定期点検で活用できるひび割れ調査技術の概要、適用範囲等の比較表を表-3.1 に示す。UAV画像を活用した解析については、参考資料-Bを参照。

表-3.1　ひび割れ調査技術の概要

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
UAV	・UAVを用いて上空から広域の写真撮影を行い、画像を分析して変状の寸法を求める。	・現行航空法では、人または物件（第三者の建物、自動車など）との間に30m以上の距離を確保できる空間に限定される。 ・地方航空局の許可・承認が必要である。	・変状の配置、形状等が一括で確認できるため、現場でのスケッチ作業が省力化できる。 ・現場でのひび割れ幅の計測作業が省力化できる。	・分解能の関係から、幅10mmのひび割れに対しては高度20m、幅3mmには高度5m以下が必要。 ・得られるひび割れ幅は表面幅であり、目視調査による確認が必要である。
表面P波法による簡易機能（老朽化）診断手法	・コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）を把握できる。	コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）の把握に限定される。	・ハンマーとセンサーを用いるだけの簡単な操作で、構造物の状態を把握できる。	・コンクリートのひび割れ幅の計測はできない。
クラックスケールまたはコンベックス	・調査員が直接測定する。	・構造物に近接できる範囲に限定される。	・計測結果をそのまま成果として採用できる。	・危険な場所への立ち入りは、作業の安全面からできない。 ・沖合の施設については通船の手配が必要となる。

3.1.2　詳細調査

(1) 詳細調査の内容

詳細調査としては次のような調査があり、健全度結果の検証、老朽化要因の特定や老朽化予測のために実施する。

① コンクリートの圧縮強度試験

コンクリート構造物の老朽化に関連した物理特性の変化は圧縮強度に深く関連している。そのため、コンクリート構造物を診断する上で強度を把握することは極めて重要である。よってコンクリートに変状が多く老朽化が進行している場合には、圧縮強度試験の実施が望ましい。

② 鋼材の肉厚測定

鋼構造物は厳しい腐食環境下に置かれており、腐食の進行を把握しておくことは、維持管理の上で重要である。鋼矢板や鋼管杭の腐食速度が設計値以下となっているか、肉厚がどれだけ余裕代として残っているか、定期点検時には調査しておくことが望ましい。

③ 外郭施設、係留施設等の本体工、基礎工の潜水目視調査

日常管理では陸上目視に限定されるため、水中での施設の老朽化の進展を確認するためには欠かせない調査である。定期点検時に潜水目視調査を実施することが望ましい。

④ 岸壁エプロンなどの空洞化調査

岸壁エプロンや堤体と背後地盤の境界部に水たまりが発生する、堤体目地の下端に裏込・裏埋材の堆積が見られる状態が発生すると、エプロン下の裏込・裏埋材の吸出しが懸念される。吸出しによりエプロン下に空洞が生じる可能性があり、エプロン上の車両の安全通行に支障をきたすことになり、調査の実施が望ましい。

⑤ 塩化物イオン濃度試験

コンクリート構造物の老朽化が進行すると、打込み直後に強アルカリ性を示していたコンクリートは、中性化が進んで内在する鋼材の発錆、かぶりコンクリートのひび割れの問題が発生してくる。よって老朽化が進行しているコンクリートでは、圧縮強度試験と合わせて実施することが望ましい。

⑥ 防食効果の残存期間の確認

鋼構造物の電気防食工を施している場合、鋼構造物の防食状態を把握する必要があり、定期点検時での調査が望ましい。

詳細調査には、局部的な破壊を伴う方法や非破壊試験機器を用いる方法があり、状況に応じ適切な方法を選択する必要がある。また、老朽化要因は構造物により異なることに加え、老朽化の現象が同じであっても要因が異なることがある。詳細調査の実施においては、これらに関する十分な知識と経験が求められることに留意する必要がある。

(2) 詳細調査への新技術の適用

① コンクリート圧縮強度試験

コンクリート圧縮強度試験については、コア採取による室内強度試験が従来より行われてきているが、コア採取のために施設を削孔して開孔部は充填する必要があり、試験コストや作業時間の面で不利である。これに対して、非破壊試験法として反発度法を用いたリバウンドハンマが採用されるようになったが精度的に問題があり、最近では機械インピーダンス法を用いた機器による計測も行われている。

詳細調査で活用できるコンクリート圧縮強度試験に関する調査技術の概要、適用範囲等の比較表を表-3.2 に示す。各調査技術の内容については、参考資料-B を参照。

表-3.2　コンクリート圧縮強度試験技術の概要

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
機械インピーダンス法による簡易圧縮強度の計測	・コンクリートの圧縮強度の推定、コンクリート構造物における表面の劣化度合い及び表面近傍の浮き・剥離を測定する。 ・ハンマーでコンクリートを打撃した場合の押す時間と押し戻される時間の打撃応答波形から機械インピーダンス値を算出し解析する。	・平らな場所を選定し、カキや藻類等の付着物がある場所、粗骨材の露出が著しい場所は避ける必要がある。	・比較的簡便で迅速に測定ができ、多点での連続計測や一定の精度が得られる。 ・構造物を削孔しない非破壊試験である。	・ハンマ打撃によって得られる各指標値はコンクリートの表層50mm程度の情報であり、これより深いコンクリート内部の調査には適用できない。
リバウンドハンマ	・一定のエネルギーでコンクリート表面を打撃したときに、ハンマー内のインパクトプランジャーの跳ね返り高さとコンクリート強度の相関から強度を推定する。	・反発度から圧縮強度を求める換算式として提案式を用いる場合、精度が落ちる可能性がある。	・構造物を削孔しない非破壊試験である。	・反発度から圧縮強度を求める換算式は、事前に反発度と圧縮強度の関係を実験的に求める方法によることが望ましい。
コア採取による室内強度試験	・コアを採取して供試体を作成し、試験機で圧縮試験を行う。	・コア抜きによる削孔、開口部の充填ができる構造物に限定される。	強度試験を実施することで、強度を換算なしに直接求められる。	・試験コストが割高で、コア取得から室内試験の終了まで作業時間がかかる。

② 水中調査技術

水中調査では潜水士による目視調査が従来から行われてきているが、海象条件に左右され、水中作業には危険性も伴う。こうした中で水中部の調査の効率化を図る技術が実用化されている。

ナローマルチ測深機は扇状に発振する音波によって三次元的な測量を可能とし、3D スキャナはナローマルチ測深機で対応できない桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所などでの 3D 計測を可能とするものである。また、ROV は有線または無線の遠隔操作により 200m 以上の大水深にまで潜行できる潜水探査機であり、最近では小型で安価に購入できる ROV が限定的ではあるが実用化され、水中ドローンと呼ばれている。また、消波ブロック被覆式防波堤の堤体海側側面のように、潜水士が進入できない閉空間での調査向けに陸上から水中カメラを垂下する方法等も使われている。

詳細調査で活用できる水中調査技術の概要、適用範囲等の比較表を表-3.3 に示す。各調査技術の内容については、参考資料-B を参照。

表-3.3　水中調査技術の概要

調査技術名	概要	適用範囲	利点	欠点
潜水士	・潜水士が、通常ではスキューバによる潜水目視を行う。	・通常スキューバでは水深30m程度まで潜水でき、すべての点検業務に対応できる。	・目視結果をそのまま成果として採用できる。	・安全作業のためには、作業条件を厳しく管理する必要がある。 ・安全管理を高めると、作業効率は落ち、コストも高くなる。
陸上からの水中カメラの垂下	・コンパクトボディのカメラにオプションである耐圧防水ハウジングを装着することで水中撮影が可能となるカメラである。	・スタッフの先端に取り付ける形で使用し、長さ5～7mの範囲で使用できる。	・被覆消波ブロックと堤体の間隙に垂下することで、堤体壁面の状況を確認できる。	・カメラの撮影幅を考慮して、小刻みに垂下、撮影、引上を繰り返すことから、手間がかかる。
水中3Dスキャナ	・船舶への艤装も可能であるが、ソナーを三脚に据えて海底に固定して計測することが可能である。 ・360度の範囲をスキャンできる。	・水面際から水深15m程度まで計測可能。	・濁水や視界ゼロでも計測が可能である。 ・マルチビーム等の船上艤装型計測機器では取得が困難な桟橋下部、閉所、オーバーハングした場所等での3D計測が可能である。	・水中3Dスキャナの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数cm程度の開孔は判別困難である。
ROV	・ハイビジョンカメラ、LED照明、深度センサーや距離センサーなどの装備品を軽量フレーム構造に納め、三軸スラスターを搭載しスムーズな動作が可能である。	・コスト面からは、大水深かつ延長の長い調査の場合に向いている。 ・観測機器は広く普及していない。	・海底地盤の洗堀、水中の消波ブロックや根固ブロックの散乱など、ROVにより局部的な変状を含め潜水作業を伴わずに把握することが可能となる。	・操作には熟練を要し、調査費用が高価となる。 ・画像の取得にはキャリブレーションが必要。
水中ドローン	・小型ROVと位置付けられる。	・機能保全調査への適用は限定される。	・20万円程度の低価格で購入できる。	・静穏域に限定される。 ・搭載カメラの解像度は、重量制限からROVに比べて見劣りがする。
ナローマルチ	・最大で256本の音響ビームを扇状に発受信し、水中部の地形を三次元的なデータとして取得する装置である。 ・測深した範囲はリアルタイムに船上のパソコンに表示されるため、データの取得状況を確認しながら調査できる。	・大水深まで可能であるが、航行できる範囲に限定される。	・面的（二次元）・空間的（三次元）データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。 ・音波を利用していることから水中の濁りや暗部の影響がなく点検が可能でなる。	・マルチビームの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数cm程度の開孔は判別困難である。 ・水面際（水面～2m程度）も適用困難。

3.2　点検結果の記録

定期点検については、「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」の様式を用いて記録するものとする。なお、変状図については CAD で作成した平面図、側面図上に記載し、変状の位置と形状が把握しやすいように整理するものとする。また、調査結果の記録保存に「維持管理情報プラットフォーム」や「漁港施設の点検システム」の活用も有効である。

【解説】

3.2.1　記入様式

(1) 記入様式の区分

定期点検で実施する簡易調査（重点項目）の調査結果は、「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」から下記の様式を用いて記録するものとする。

・(様式 1) 鋼構造物諸元等、コンクリート構造物諸元等、道路諸元等
・(様式 2) 一般図等
・(様式 3) 現地写真
・(様式 4’) スパン割図
・(様式 7’) 重点項目
・(様式 8’) 重点項目写真
・(様式 9’) 老朽化度・健全度の評価

これに加えて、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成 27 年 2 月改訂)」から引用して、次の様式を用いて記録する。

・(様式) 附帯施設（p 巻末 1-13）
・(様式) 被覆工の評価基準（p 巻末 2-1）(断面に被覆工のある場合)

なお、簡易調査（簡易項目）の調査を簡易調査（重点項目）に含めて実施するため、(様式 5) 簡易項目、(様式 6) 簡易項目写真については、使用しない。また、様式 7､9 については判定基準を細分化した様式 7’､9’の 2 タイプの様式があるが、本マニュアル（案）では様式 7’､9’に限定するものとする。

また、様式 4’については、従来スパン割りのみ示していた様式 4 に対し、日常点検における携帯資料として利用するために、図-3.2 に示すような代表的な変状、各スパンの最大老朽化度、及び代表スパンの変状写真を記載する様式としてまとめることとする。さらに、従来は 5 年または 10 年に 1 回の頻度で全施設を点検していたが、本マニュアル（案）では施設毎に点検時期が不規則になるため、見落としがないように次回の定期点検時期（令和●年▲月目途までに実施）を明示するものとする。

(2) 留意事項

様式の選定については、次の点に留意することが望ましい。

- 様式 7’、9’は施設別に様式が異なっているが、いずれの場合にも附帯施設がある場合には、各様式のシートの中に附帯施設の様式を繋げて利用する。
- 様式は施設の機能ではなく、施設の名称で選定する。すなわち防波堤や護岸でも係船設備を配置した施設がよく見られるが、本来の防波堤や護岸の様式に附帯施設の様式を追加した形で作成する。
- 1 施設の中に 2 種類以上の構造型式が含まれる場合、それぞれの該当する様式を使用する。
- 鋼構造物の施設の様式 7’、9’の中の調査項目「鋼材」の欄にある下記の記載に誤りがあることに注意する。

  （誤）鋼材の腐食、亀裂、損傷（防食工を施している場合）

  （正）鋼材の腐食、亀裂、損傷（防食工を施していない場合）

また、表-3.4 に示す様式 7’への記載にあたっては、各スパンでの計測寸法には最大値を記載する。ひび割れは最大幅(B)のうち最長(L)のひび割れを、欠損については最大体積(縦×横×深)の欠損を記載する。

表-3.4　計測寸法(最大値)の記入要領（重力式護岸の様式 7’）

水産基盤施設簡易調査（重点項目）　【様式7-4’】

【調査結果記入シート：スパン毎に作成】

調査年月日：平成　年　月　日　天候：

漁　港　名	○○漁港	構造形式		調査者所属	調査者氏名	
施　設　名	○○防波堤	調査を実施した全範囲	No.　～No.	スパンNo.	No. 2

【調査結果記入欄】
各項目に対して、該当する老朽化度をチェックする。

対象施設	調査項目	調査方法		老朽化度の判断基準	判定結果	計測寸法（最大値）
				隣接するスパンとの間に20cm以上のずれがある。		
重力式護岸（航路護岸 泊地護岸 区画施設）	本体工	コンクリートの劣化、損傷（無筋の場合）	目視 ・ひび割れ、損傷、欠損 ・劣化の兆候など	d		変状なし。		
				a		性能に影響を及ぼす程度の欠損がある。		L= B= S= 0.5m×1.0m（深 0.2m）
				b1		部材背面に達する幅1cm以上のひび割れがある。		
						大規模（10%以上）の欠損がある。		
				b2		幅1cm以上のひび割れがあるが、部材背面までは達していない。		
					レ	小規模（10%未満）の欠損がある。		
				c		幅1cm未満のひび割れがある。		
				d		変状なし。		
	上部工	コンクリートの劣化、損傷（RCの場合）	目視 ・ひび割れ、剥離、損傷 ・鉄筋露出 ・劣化の兆候など	a		護岸の性能を損なうような損傷がある。		L= 3.0m B= 3.0mm S=
				b1		複数方向に幅3mm程度より大きいひび割れがある。		
						10%以上の範囲で鉄筋が露出している。		
				b2		複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。		
						10%未満の範囲で鉄筋が露出している。		
				c	レ	一方向に幅3mm程度のひび割れがある。		
						局所的に鉄筋が露出している。		
				d		変状なし。		
						貫通ひび割れから土砂が流出している兆候がある。		

(3) ICT 技術の活用

定期点検結果の記録には、「維持管理情報プラットフォーム」や「漁港施設の点検システム」の活用が有効である。点検結果は長期間にわたって使用され種々の関係者が利用することから、常に利用しやすい状態で継続的に記録保存することが必要である。これにより定期点検を実施する際に、既往の定期点検結果および日常点検結果等を一括して把握し利用することが可能となり、効率的な調査を実施することができる。技術の内容については参考資料-D を参照。

3.2.2　変状図の作成

(1) 作成要領

様式とは別に、変状の分布を示す変状図を作成する。定期点検後に続く日常点検ではこの変状図を基本に変状の進展等を確認するので、正確なわかりやすい変状図を作成することが望ましい。変状図の作成における留意点は次のとおり。

・変状図の作成においては、平面図と側面図を上下に並べて、各図での変状の位置の対応がわかるようにする。特に防波堤等では側面図には港外側と港内側があることから、3種類の図面を並べることになる。その場合、図-3.1 に示すような表示にすることが望ましい。この場合、港外側側面図は上下が逆になるが、変状の分布を平面図と見比べる場合に対応がわかりやすくなる。

・変状図では、調査位置である上部工と本体工の区分、変状の寸法と判定がわかるように明示する。

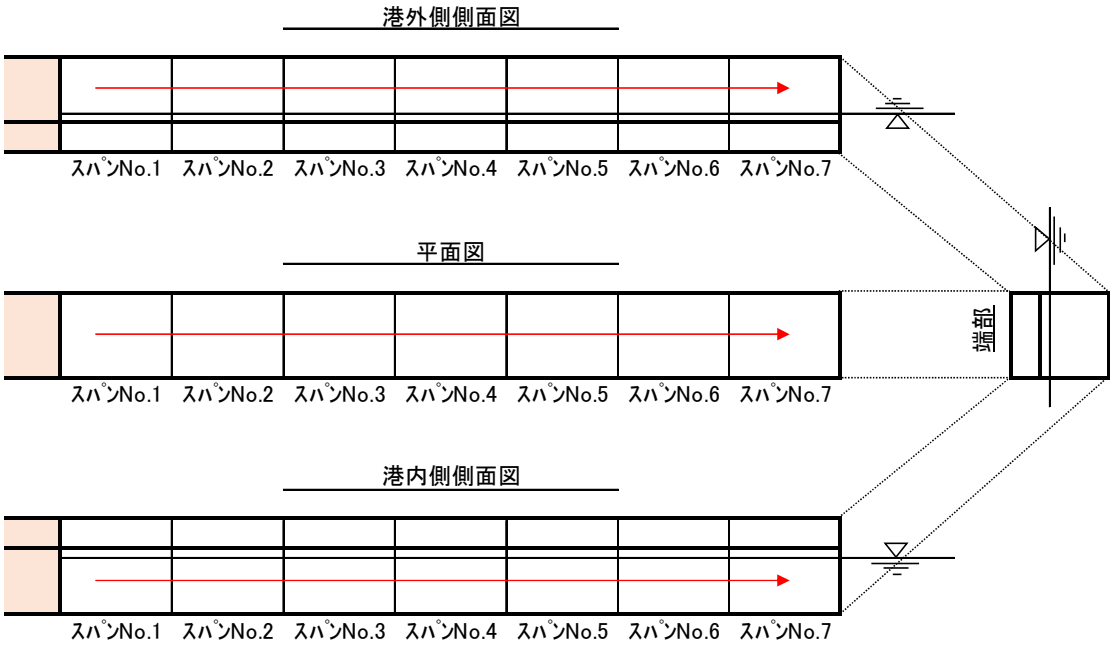
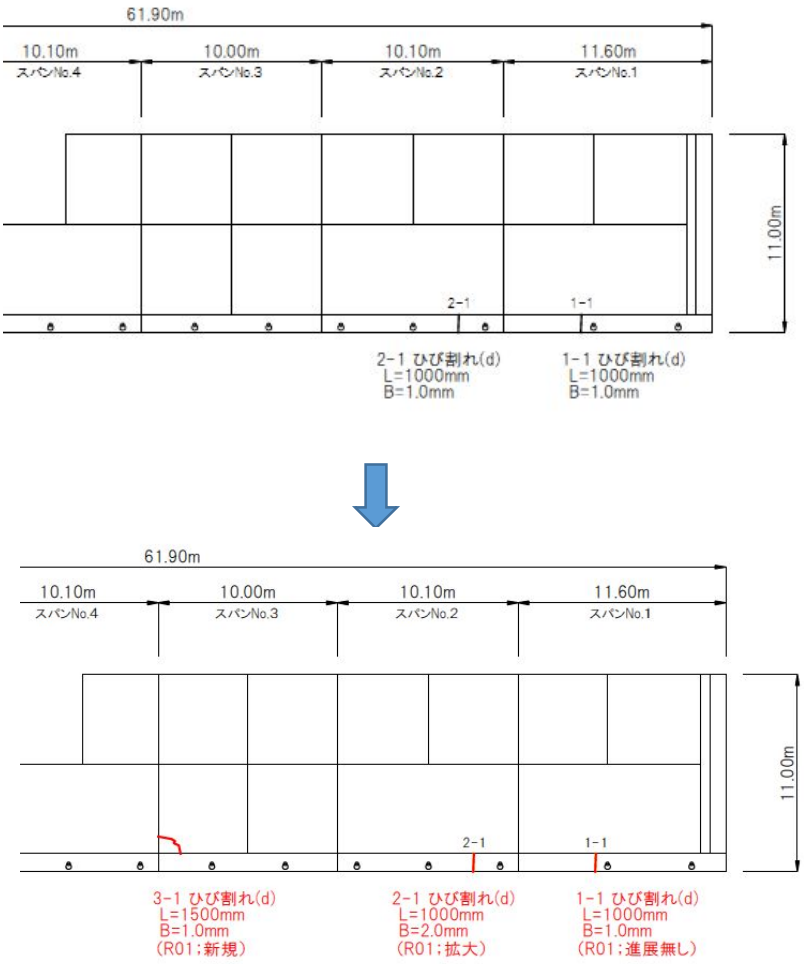


図-3.1　平面図と側面図の配置例

(2) 既往変状図と作成した変状図の重ね合わせ

正確なわかりやすい変状図を作成するにあたり、既往の変状図の上に新たな定期点検結果の変状図を CAD 図上で重ね合わせることで、次のようなチェックをすることができる。

- 既往の変状を黒色、新たな定期点検結果の変状を赤色で表示することで、新たな変状の位置が明瞭となる。
- 新たな定期点検結果においては、その調査年度及び既往結果と比較した変状の進展状況（新規・進展なし・拡大等）を変状規模の下に記載する（図-3.2 参照）。
- 既往の定期点検あるいは日常点検結果との不整合な箇所が発見でき、再調査すべき変状が明らかとなる。例えば、変状の形状や寸法が小型化する、ひび割れ幅が細くなるなど、変状の正常な変化と考えにくいケースでは、正しい変状の評価に支障となるので再確認が必要である。



(b)新規の定期点検結果（護岸平面図）

図-3.2　定期点検時における変状図の作成

第４章　日常点検

4.1　点検要領

日常点検については全施設を調査対象とするが、施設の健全度を考慮して調査スパンを抽出することで、日常点検の重点化を図るものとする。

【解説】

4.1.1　日常点検と定期点検の関係

日常点検は全施設を対象に年 1 回以上実施する。定量的な調査は定期点検で確認するため、日常点検では新たな老朽化の発見、および既往の変状の中から代表的な変状の老朽化の進行状況の把握による調査内容の重点化を図るものとする。

4.1.2　日常点検の点検方針

(1)　日常点検の対象箇所

日常点検は全施設を対象に、陸上目視で可能な範囲をすべて対象とする。

(2)　日常点検の対象箇所の絞り込み

日常点検では全施設を対象にするが、「点検作業」の重点化を図るため、施設の健全度ごとに、次のような考え方で、最新の定期点検の結果より、点検時に特に注目するスパンを抽出するものとする。定期点検間隔の検討からは、10 年程度の期間内では健全度の大きな変化はないものと推察されており、機能保全上の支障はないものと考える。

①健全度 A または B の施設

a または b 判定の老朽化の進行状況の把握は、施設の安全性確保に特に重要である。a または b 判定の変状の中から、施設の機能低下に最も影響があるスパン（最も大きい変状（ひび割れ、欠損、段差等）のあるスパン）を代表スパンとして選定し、スパン写真の撮影と状況（変状の種類・老朽化の所見）を様式に記載する。

新たな老朽化の変状を発見するための踏査を行い、実施記録として起点終点写真を様式に記録する。踏査により、新たな老朽化の変状（老朽化度 a または b 相当）スパンを発見した場合は、様式に追加で記載する。代表スパンと同様な変状スパンが増え、健全度の評価を改める必要があれば、機能保全対策工事や次回の定期点検を早めるなどの対応をする。

②健全度 C または D の施設

新たな老朽化の変状を発見するための踏査を行い、実施記録として起点終点写真を様式に記録する。踏査により、新たな老朽化の変状（a または b 判定相当）スパンを発見した場合は、様式に追加で記載する。健全度判定に影響する「老朽化度 a または b」相当の変状の割合・箇所数が多くなった場合は、様式下欄の「その他特記事項」に記載し、次回の定期点検を早めるなどの対応をする。

③日常点検の着眼点（例）

漁港管理者が実施する日常点検のポイントとして、日常点検における着眼点（例）を表-4.1に示す。係留施設の点検時に必要な視点（例）を図-4.1に示す。また、漁港施設に見られる主な損傷写真の事例を構造物別に参考資料-Cに示す。

表-4.1　日常点検における着眼点（例）

対象施設	内　容
外郭施設 （防波堤・護岸）	天端の沈下、法線のずれはないか。
	上部工の損傷はないか。
	消波工の移動、散乱、沈下はないか。
	船舶等の衝突を受けた形跡あるいは報告はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
係留施設 （岸壁・物揚場）	法線の大きなずれや目地の大きな段差はないか。
	エプロン舗装に沈下、陥没の予兆がないか。
	排水溝（本体・蓋）に異常はないか。
	船舶等の衝突を受けた形跡あるいは報告はないか。
	防舷材・係船柱（係船環）等の付帯設備に異常はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
泊地・航路	航行に支障となる浅瀬・堆砂はないか。
	利用上の支障についての報告はないか。
照明施設	電球切れ等の不具合はないか。

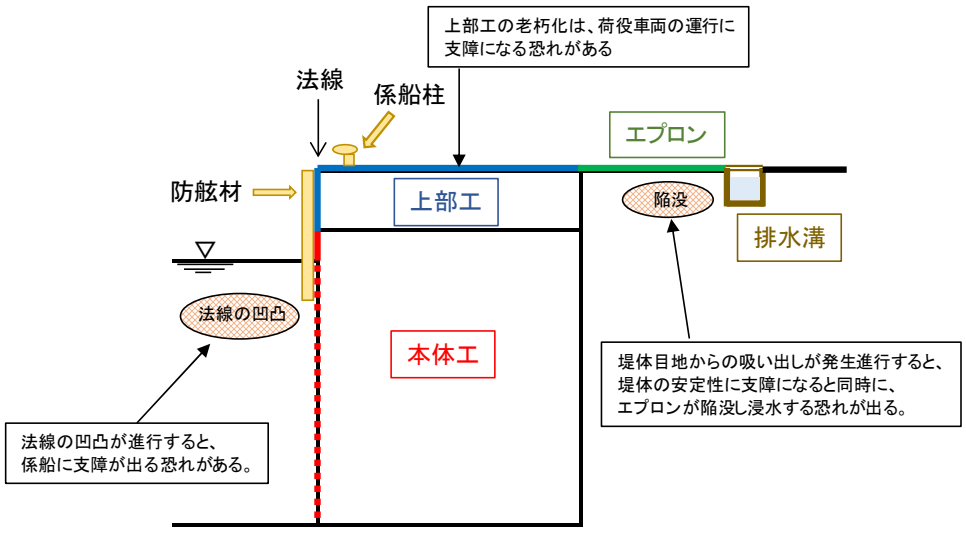


図-4.1　係留施設の点検時に必要な視点（例）

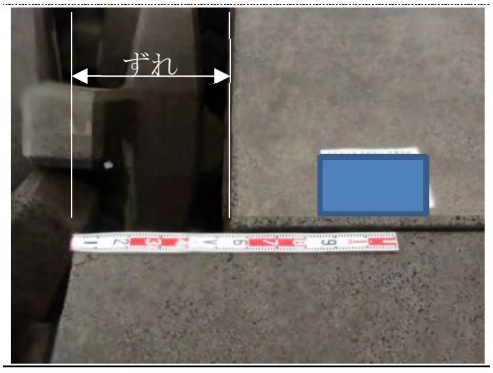
(3) 漁業者、建設業者等との協力体制の構築

漁港施設は日常的に水産物の陸揚げに利用されているため、利用者（漁業者等）が身近にいる施設である。また、漁港を作業船の基地港としていたり、工事現場として利用している建設業者も身近にいる場合が多い。漁港施設の利用頻度の高い漁業者に加え、建設業者等の利用者に施設の変状について情報提供してもらう協力体制を構築することが望ましい。

利用者からの報告（電話連絡など）はあくまでも情報提供であり、この情報提供の記録のみで日常点検にはならない。よって、情報提供のあった場合には、漁港管理者は現場で変状を確認する必要がある。

例えば、表-4.1 の外郭施設の項目にある「天端の沈下、法線のずれはないか」という着眼点については、次のような要領で、協力者への説明を行う。

・変状のイメージを写真で説明する。
（写真-4.1（本マニュアル（案）参考資料-C から抜粋）参照）
ただし、スタッフ等で計測する必要はなく、連絡を受けた漁港管理者が現地に出向き、必要な計測を実施する。
・日常点検における着眼点（例）を参考に確認すべき内容を説明する。
・確認・発見した変状についての報告内容（変状の種類、当該施設名と概略位置）及び報告方法等を具体的に説明する。
・漁港管理者が「漁港施設の点検システム」を導入している場合は、その点検システムの活用方法を説明することで、情報提供の有効な手段となる。
・この他、陸上からの日常点検ではできない「海上から見た漁港施設（特に外郭施設）の変状」の情報提供を漁業者等の利用者に呼び掛けておく。



(a) 隣接堤体との法線のずれ

(b) 隣接堤体との段差（沈下）

写真-4.1　ずれと段差の写真例

(4) UAV の活用

UAV を用いると、短時間で広域に渡る写真撮影が可能となる。また、カメラの画角や解像度、UAV の飛行高度の設定により、俯瞰撮影から詳細な視認までを行うことができる。

特に、人の立ち入りが困難な消波工や天端幅の狭い護岸、胸壁、陸から隔てられた沖防波堤、海底地形や水中の消波ブロックの配置状況等における点検を安全かつ効率的に行うことが可能である。表-4.2 に UAV の活用が有効な対象施設と適用性の例を示す。

表-4.2　UAV の活用が有効な対象施設と適用性の例

対象施設		UAV の適用性
外郭施設	防波堤、護岸、防潮堤、水門、閘門等	長延長の施設全体の老朽化若しくは被災箇所を俯瞰的及び局部的に調査することが出来る。 陸から隔てられた箇所や高所など人の立ち入りが困難な箇所での点検が可能となる。
増殖場	消波施設等	
養殖場	消波施設等	
係留施設	岸壁、物揚場、船揚場等	施設全体の老朽化若しくは被災箇所を俯瞰的及び局部的に調査することが出来る。
水域施設	航路、泊地、サンドポケット等	地形変化に伴う港内埋没等の状況変化の把握が出来る。

出典：無人航空機（UAV）を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、p8

4.1.3　日常点検の現場作業について

直前に実施された定期点検結果または日常点検結果の記録のうち、次の資料を携行することが望ましい。

(1) 点検の準備

日常点検の実施にあたっては、次のような資料を準備し、調査器材を携行する必要がある。

・様式 4’（従来はスパン割りの記載された平面図であったが、本マニュアル（案）では、施設のスパン割・変状箇所を、日常点検時に現地で確認するための資料として利用できるように、記載内容を広げている。定期点検時の成果品として作成される。(図-4.2 参照))。

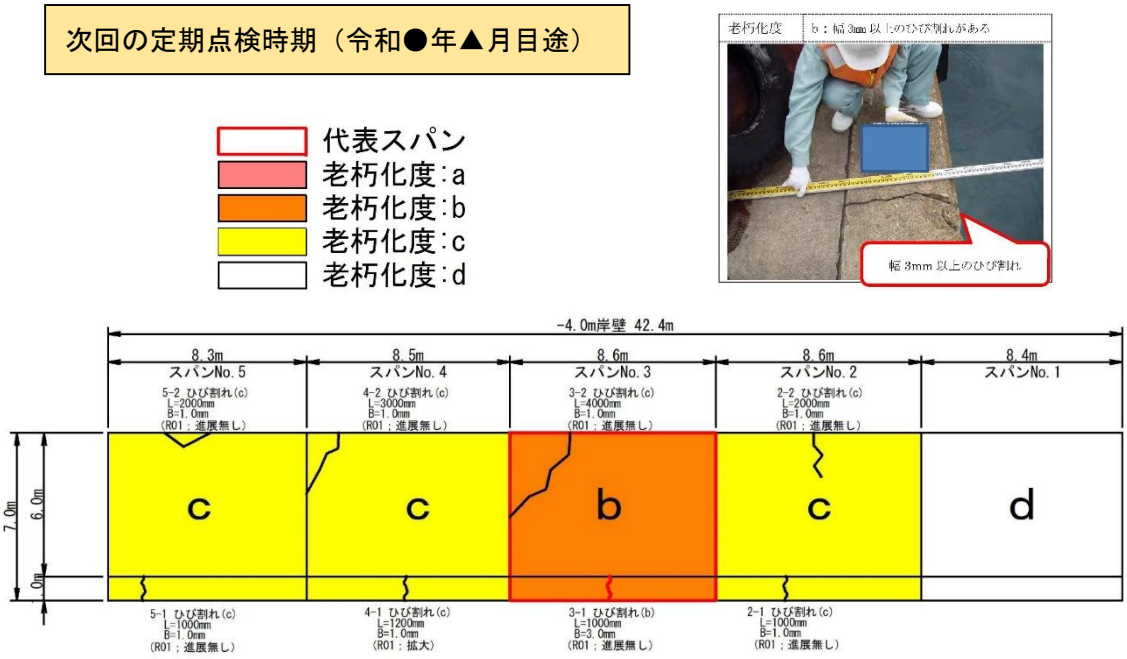


図-4.2　様式 4’（様式 4 の改良案）

・前年に実施した日常点検記録

変状の進行があるかどうか、新たな変状なのかを判断するために必要な既往の変状の記録が記されている。

・日常点検の新様式

記入様式として持参する。

・カメラ、筆記用具、必要に応じてコンベックス

変状箇所のメモ、写真撮影を行う。計測が必要な箇所があれば簡易的に計測を行う。

(2) 点検の留意点

次のような点に留意することが望ましい。

・変状の進行の有無がわかりやすいように、変状写真の撮影では、アングルを既往写真と極力同じにする必要がある。

・変状位置が実際と合致していることを確認しながら点検を進め、当該施設の全スパン数がスパン割りと一致していることも合わせて確認しておく。

・a または b 判定の変状が水中部に位置する場合、その変状が陸上部にまで影響が及んでいないか、進行具合について陸上部から全体を俯瞰した形で観察を行う。(図-4.3 参照)。

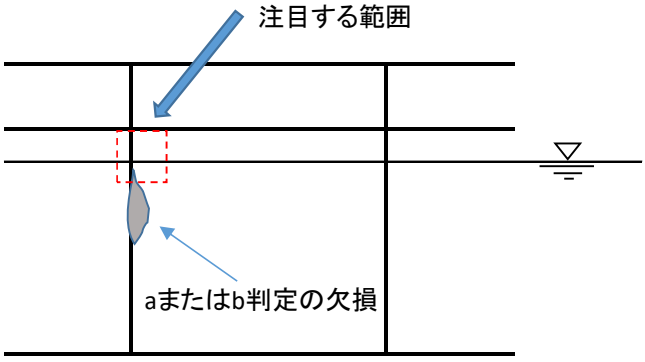


図-4.3　水中部に a または b 判定の変状がある場合の視点

(3)　漁業者、建設業者等などからのヒアリング

陸上目視に加えて、漁協などの利用者から次のようなヒアリングを行い、利用状況の不具合の把握に努める。

・泊地や航路の堆砂等の兆候

・照明施設および排水施設の不具合

・その他（急激な老朽化の進行・新たな変状の発見等）

4.2　日常点検結果の記録

日常点検の記録は簡易調査（簡易項目）の様式ではなく、本マニュアル（案）にある新様式を用いることとする。また、調査結果の記録保存に「維持管理情報プラットフォーム」や「漁港施設の点検システム」を活用することができる。

【解説】

4.2.1　記入様式

(1) 新様式への記入

日常点検の結果は日常点検用の新様式を用いて記録する。「水産基盤施設機能保全計画策定の手引き」掲載の（様式 5）簡易項目、（様式 6）簡易項目写真に記入する内容に準じている。新様式の記入内容は次の通りである。

日常点検用の新様式及び記入例を参考資料-E に示す。

① 直近の定期点検実施日と当時の施設の健全度

② 施設の基本事項

③ 調査員の所属と氏名

④ 調査対象スパンでの代表的な変状の記録

- 老朽化……種類を（　）書きし、既往調査で既にあった場合には、当時の判定を記す。既往調査にない新しい変状の場合には、相当する判定結果を記す。
- 調査位置……「上部工」等と記す。堤体の嵩上げをする場合、上部工が 2 段になる場合もあるので注意する。
- スパン番号
- 所見……老朽化の進行状況を記す。新規発見であれば（新規発見）と記す。
- 変状写真……判定 a または b の変状を中心に代表写真を掲載する。ただし添付箇所が不足する場合には適宜シートをコピーし追加する。全景写真は最初に貼付する。

⑤ その他特記事項……漁業者、建設業者などからの施設の老朽化に関する情報提供の内容等を記す。

(2) ICT 技術の活用

日常点検についても、「維持管理情報プラットフォーム」や「漁港施設の点検システム」の活用が有効である。特に「漁港施設の点検システム」については日常点検時にスマートフォンを利用して漁港施設の点検結果を共有化することにより、施設の維持管理の対策等の迅速化を図ることができ、新様式に準拠したスタイルで出力することも可能である。

4.2.2　変状の記録

日常点検では直近の定期点検時に作成されている変状図を基本に、老朽化の進展や新たな老朽化の発生を確認するものとする。

日常点検時に持参・準備する様式 4’（図-4.4 参照）に現地で確認した老朽化の進展や新たな老朽化の発生を記録し、手書きの場合はスキャンしたものを電子データとして保存する。紙媒体との併用が望ましい。

点検記録は担当者が交代した際にもわかるように保管し、次回の定期点検時の留意点として漏れがなく引き継げるように留意することが望ましい。

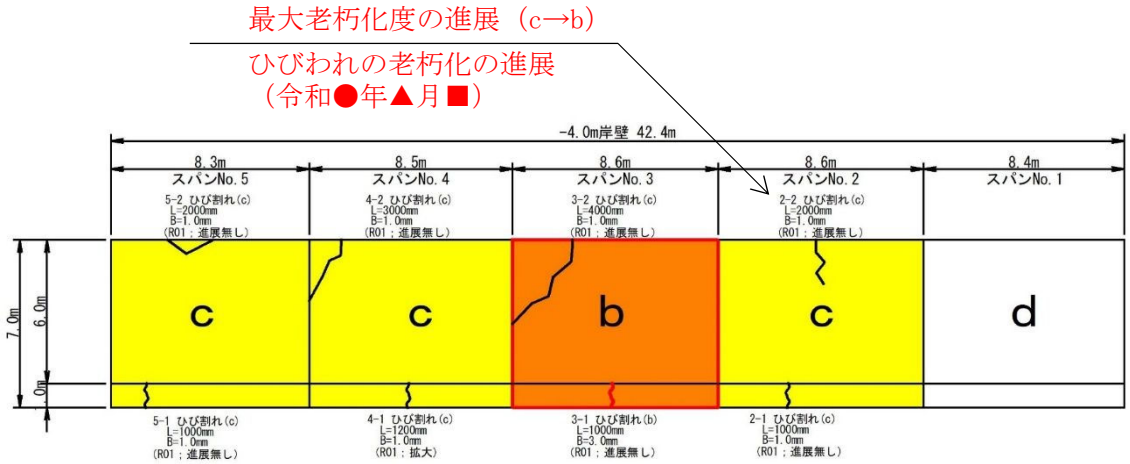


図-4.4　様式 4’のスパン別最大老朽化度の図中への点検結果の記録要領

第５章　臨時点検

5.1　臨時点検要領

**　臨時点検は、高波浪、地震、船舶の衝突等が発生した場合、施設の変状の有無の把握のため実施する点検であり、日常点検に準じて行うものとする。**

【解説】

　日常点検に準じて実施するものとし、臨時点検はその後予定されている日常点検に置き換えることができる。

5.2　臨時点検結果の記録

臨時点検の記録は、日常点検に準じて行うものとする。

【解説】

日常点検に準じて実施するものとし、臨時点検はその後予定されている日常点検に置き換えることができる。

参考資料

Ａ．定期点検間隔の評価検討資料 ····· 参-1
Ｂ．点検に活用できる調査技術の事例 ····· 参-3
B.1　UAV ····· 参-3
B.2　表面 P 波法による簡易機能（老朽化）診断手法 ····· 参-6
B.3　機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測 ····· 参-8
B.4　リバウンドハンマ ····· 参-10
B.5　ナローマルチ測深機 ····· 参-11
B.6　ROV ····· 参-13
B.7　水中ドローン ····· 参-14
B.8　水中 3D スキャナ ····· 参-16
B.9　垂下式カメラ ····· 参-18
B.10　地中探査技術 ····· 参-19
B.11　センサによるモニタリング ····· 参-21
B.12　3D レーザースキャナ ····· 参-23
B.13　赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析 ····· 参-24
B.14　デジタルカメラによる画像解析 ····· 参-26
Ｃ．漁港施設に見られる主な損傷写真の事例 ····· 参-28
Ｄ．調査結果の記録に活用できる技術の事例 ····· 参-57
D.1　維持管理情報プラットフォーム ····· 参-57
D.2　漁港施設の点検システム ····· 参-59
Ｅ．日常点検記入シート及び記載例 ····· 参-61

Ａ．定期点検間隔の評価検討資料

(1)　老朽化の検討手法

対象施設の健全度が D→C→B→A へと進行する状況については定期点検で確認することになる。ここで、施設の安全性及び求められる機能を確保するためには、「健全度 A（要求性能を下回る可能性がある状態)」になる前の変化を見逃さないことが重要となる。「健全度 B（予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態)」は予防保全対策を計画的に検討する段階であるため、本検討では**健全度 C から健全度 A への変化を見逃さないこと（健全度 B で推移する期間）**に着目することとした。

検討手法としては、全国の漁港での初回の定期点検に関する機能保全計画データベースをもとに、施設全体の健全度（A～D）の老朽化予測線により健全度の進行状況を整理・分析した。

(2)　収集資料

機能保全計画データベースには全国 39 都道府県の 1,860 漁港で実施された初回の機能保全計画に関する情報が網羅されており、検討に必要な下記のデータがある。

（施設名、建設年、構造種別、施設全体の健全度、計画書策定年 等）

漁港施設を主な構造型式ごとに集計するにあたり、検討に必要なデータが欠落または不明確な施設を除外した。その結果、18,171 施設を検討対象とした。

漁港施設の構造型式別の健全度の割合を表-A.1 に示す。

表-A.1　漁港施設の構造型式別の健全度の割合

施設区分 / 健全度	防波堤				護岸				係留施設						合計	
	重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		重力式		矢板式、鋼製		船揚場			
A	594	9%	150	23%	13	3%	5	11%	503	8%	339	20%	180	8%	1,784	9.8%
B	1,887	27%	166	26%	46	12%	15	33%	2,170	35%	569	34%	411	18%	5,264	29.0%
C	3,384	49%	274	42%	201	53%	20	43%	2,757	45%	632	38%	1,409	60%	8,677	47.8%
D	1,051	15%	60	9%	120	32%	6	13%	726	12%	138	8%	345	15%	2,446	13.5%
合計	6,916	100%	650	100%	380	100%	46	100%	6,156	100%	1,678	100%	2,345	100%	18,171	100.0%
												総数	18,171	－		

(3) 検討結果

健全度 B 評価で進行する期間についての検討結果を表-A.2 に示す。その結果、健全度 B で推移する期間は、11.1～17.7 年（平均 14 年）であった。

この結果から点検間隔の標準期間を 10 年と設定しても施設の安全性に支障が出る老朽化を見逃す可能性は小さいと考えられる。よって、定期点検の標準的な間隔としては「10 年」とする。

表-A.2　健全度 B 評価で進行する期間についての検討結果一覧表

手法／進行期間 ／施設／主要な構造型式		劣化予測線			
		健全度B		健全度B,C	
		平均(年)	最短(年)	平均(年)	最短(年)
防波堤	重力式防波堤	22.3	15.2	44.7	30.4
	矢板式、杭式防波堤	15.9	11.4	31.9	22.9
護岸	重力式護岸	27.4	16.7	54.7	33.5
	矢板式護岸	17.2	12.2	34.4	24.3
係留施設	重力式係船岸、PC・RC製浮体式係船岸	19.2	13.4	38.3	26.9
	矢板式・桟橋式係船岸、鋼製浮体式係船岸	15.0	11.1	30.0	22.1
	船揚場	26.3	17.7	52.6	35.4

Ｂ．点検に活用できる調査技術の事例

B.1　UAV

【活用の利点】

・UAV の利用により、短時間で広域に渡る写真撮影が可能となる。また、カメラの画角や解像度、UAV の飛行高度の設定により、俯瞰撮影から詳細な視認までを行うことができる。特に人の立入が困難な消波工や天端幅の狭い護岸、胸壁、陸から隔てられた沖防波堤、水中の消波ブロックの配置状況等における点検を安全かつ効率的に行うことができる。

・漁港施設の点検は調査員によって行われているが、転倒・落水の危険を伴う点検箇所、ゴミや植生に加え雨や雪等による変状の見落とし、調査員による老朽化度判定のバラつき等を軽減することができる。

【技術内容】

・一般的な UAV の仕様は下記の通り。

UAV の仕様

名称	機種 A	機種 B
外観		
重量(g)	3,400	1,380
体格寸法(mm)	559	350
最大速度(m/s)	18	20
最大飛行時間(min	15	28
最大解像度	4,608×3,456	4,000×3,000

出典：無人航空機(UAV)を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、p11

【利用する際の留意事項】

・判定 c の判断に必要なひび割れ幅の要求精度は施設、調査項目によって異なり、分解能の関係から幅 10㎜ のクラックに対しては高度 20m、幅 3㎜ のクラックに対しては機種によっては高度 5m 以下での撮影が必要となる。

・撮影した複数の画像はオーバーラップさせ、マッチングしやすいように人工構造物の撮影を含むよう配慮する。

・現行航空法では、人または物件（第三者の建物、自動車など）との間に 30m 以上の距離を保って飛行させなければならない。これによらず飛行させる場合には地方航空局の許可・承認が必要である。

【操作手順】

・空撮の活用では、外郭施設・係留施設が主な対象施設となる。

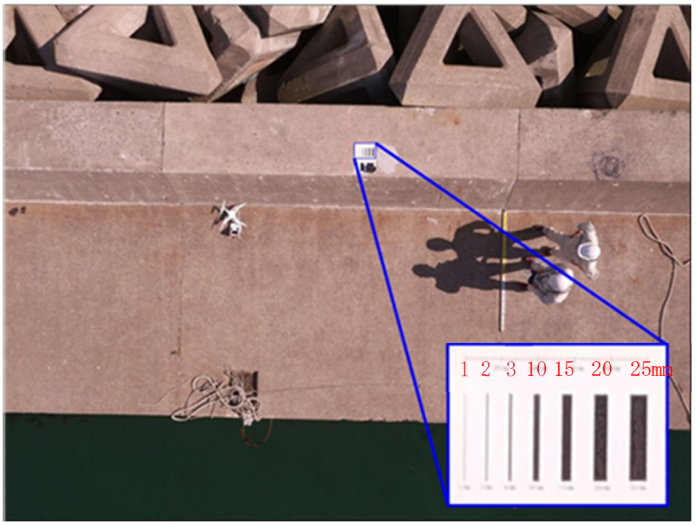
・対象とする変状は、施設全体の移動、上部工・本体工におけるひび割れ・欠損、消波工の沈下等である。

・クラック抽出能力の精度を予め、キャリブレーションにより把握しておく必要がある。予め計測したクラックとクラックスケールを空撮して行う。

・飛行高度を低くすることは、点検の精度が高くなる反面、点検の効率性が低下する。そのため、10m 以上の飛行高度で施設全体の変状の有無を確認し、変状があると判断される

UAV　（名称：DJI　Inspire1　V2.0）

UAV による調査状況



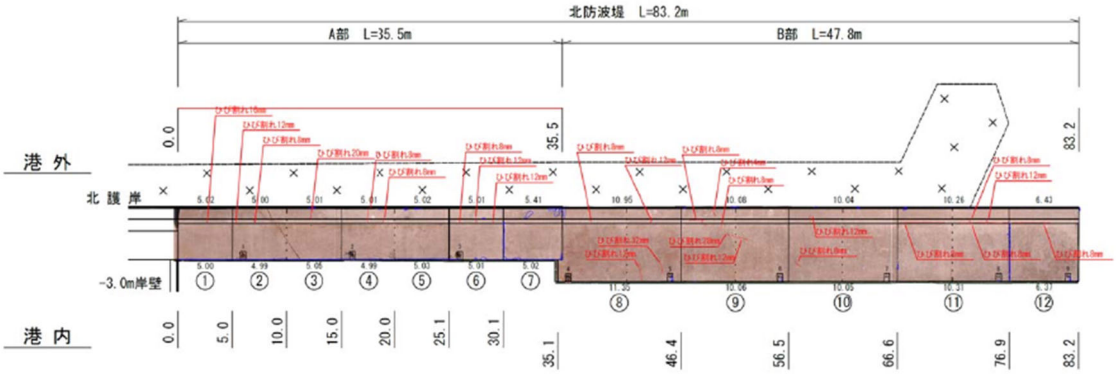
カメラキャリブレーションの実施状況（飛行高度 10m，クラック幅 2mm を視認.）

出典：無人航空機(UAV)を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、p17,27

箇所において 5m 程度の低空飛行による撮影、もしくは人員の踏査による写真撮影を行う等が現実的な対応方法となる。

・スパン毎に撮影した写真を既往施設平面図と重ね合わせ、各施設におけるクラック・欠損の抽出を行う。

・空撮による防波堤の点検事例を下図に示す。



UAV 撮影画像解析

出典：無人航空機(UAV)を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、p21

【参考資料】

・無人航空機（UAV）を活用した水産基盤施設の点検の手引き、平成 31 年 3 月、水産庁漁港漁場整備部整備課

【機種価格】

・機種　　：PHANTOM4　PRO　V2.0

・メーカー：DJI

・価格　　：20 万円程度

B.2　表面 P 波法による簡易機能（老朽化）診断手法

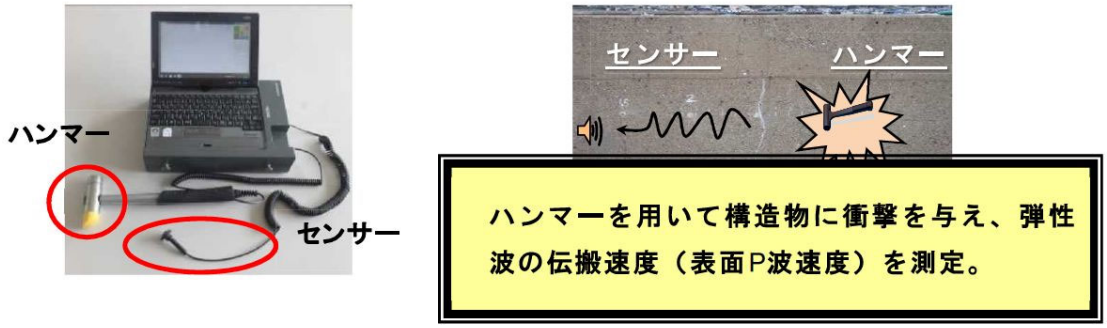
【技術の利点】

・ハンマーとセンサーを用いるのみで、コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）を把握できる。

【技術内容】

・表面 P 波法は衝撃弾性波法の一つで、ハンマーの打撃によってコンクリート表面に弾性波を発生させ、コンクリート表面に設置したセンサーにより、その弾性波を受信する手法である。

・この弾性波の速度が規定値以下になることで、圧縮強度の低下、ひび割れの進展、空洞の発生が疑われることになる。



衝撃弾性波法（表面 P 波法）による計測

出典：漁港施設における表面 P 波法による簡易機能（老朽化）診断手法適用マニュアル(案)、平成 28 年 4 月、p4

【利用する際の留意点】

・ハンマーで衝撃を与える箇所とセンサーの設置箇所の距離は、0.2m 以上 9m 以内とする。

・測定はコンクリート構造物の同一平面内において行うものとする。

・潮位によって海面下となる場所は避け、コンクリート表面が乾いていることを確認する。

・打撃点と受信点は、可能な限り、ひび割れ、表面劣化、剥離などの老朽化、変状から離れた平らな場所を選定する。また、付着物のある場所、粗骨材の露出が著しい場所は避けて選定する。

・実施箇所近傍に鉄筋がある場合、測定における測線は、鉄筋に近接する平行な測線を避け、測線と鉄筋がなす角度を 45 度となるようにする。

【作業手順】

・研磨剤やグラインダー等でコンクリート表面を削って位置出しをする。

・入力点と受信点の間隔を測定し記録する。

・測定機器による計測を実施する。入力点、受信点で弾性波（表面 P 波）の立ち上がりが捉えられている場合、5 回計測して保存する。

・測定器付属の分析用ソフト、あるいは PC へデータを移した後、データ処理を行う。

・コンクリートの設計基準強度に対する表面 P 波速度が基準値を下回る場合、コンクリート構造物の状態（圧縮強度、ひび割れ深さ、内部空隙）に問題のある可能性があることがわかる。

【参考資料】

・漁港施設における表面 P 波法による簡易機能（老朽化）診断手法適用マニュアル(案)、平成 28 年 4 月、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産工学研究所

B.3　機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測

【技術の利点】

・コンクリートの圧縮強度を比較的簡便で迅速に測定ができ、多点での連続計測や一定の精度が確保できる。

・施設本体からコアを採取する必要がなく、試験コストや作業時間の面で有利である。

・簡易なリバウンドハンマによる反発度法も一般的に用いられているが、精度が低く、適用範囲が限定される等の課題がある。

【技術内容】

・コンクリートの圧縮強度は、構造体の耐久性に関する指標として重要である。

・ハンマーでコンクリートを打撃したときのハンマーがコンクリート表面を押している時間と、コンクリートの弾性変形によりハンマーが押し戻される時間の打撃応答波形から機械インピーダンス値を算出する方法である。この値を測定・解析することで、コンクリートの圧縮強度の推定、コンクリート構造物における表面の劣化度度合いおよび表面近傍の浮き・剥離を測定するものである。

インパルスハンマーと
測定装置の例（例：CTS）

測定状況

出典：漁港施設における機械インピーダンス法を用いたコンクリート強度推定運用マニュアル(案)、平成 28 年 4 月、p3

【利用する際の留意点】

・ハンマ打撃によって得られる各指標値はコンクリートの表層 50㎜程度の情報であり、これより深いコンクリート内部の調査には適用できない。

・平らな場所を選定し、カキや藻類等の付着物がある場所、粗骨材の露出が著しい場所は可能な限り避ける。

【作業手順】

・5cm×5cm メッシュをチョーキング等して、測定位置出しをする。

・表面を研磨材やグラインダー等で削って測定を実施する。

・25 点のメッシュの中を、垂直に打撃する。

・データ取得は測定機器付属のソフトによって行い、SD カードを抜き出し PC の EXCEL 上で処理をする。

【参考資料】

・漁港施設における機械インピーダンス法を用いたコンクリート強度推定運用マニュアル(案)、平成 28 年 4 月、国立研究開発法人推算研究・教育機構水産工学研究所

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：コンクリートテスター（CTS-02）

登録 NO.　：HK-060013-V

（注）2017 年掲載終了

【従来技術とのコスト比較】

・従来技術：リバウンドハンマ

・作業量による比較は下表の通り。

・CTS はコンクリート表面の研磨の必要性がないため、測定時間は 54%短縮。データは PC で一括処理を行うため、84%短縮

・金額ベースでは、1 日当たりの作業量でコスト算出すると、CTS は 59.4%のコストカット。

	リバウンドハンマ	CTS	短縮率
測定点数	1,500点/日	3,250点/日	54%
データ整理時間	1,000点/日	6,375点/日	84%

出典：日東建設株式会社 HP

B.4　リバウンドハンマ

【技術の利点】

コンクリート表面をリバウンドハンマーによって打撃し、その反発度から圧縮強度を推定する方法を反発度法という。反発度法はコア採取に比べると構造物を破壊することなく簡易に測定ができるため

・詳細調査を実施する前の予備調査
・コア採取が困難な場合
・多くの箇所の強度推定が必要な場合
・コンクリート材齢に伴う強度増進を確認したい場合

等に用いられる。

シュミットハンマ

出典：株式会社アクトファクトリーHP

【技術内容】

リバウンドハンマーにより一定のエネルギーでコンクリート表面を打撃したときに、リバウンドハンマー内のインパクトプランジャの跳ね返り高さ（反発度）とコンクリートの硬さ（ブルネル硬度）およびコンクリートの強度には相関がある。そのため、反発度からコンクリートの強度を推定することができる。

【利用する際の留意点】

・反発度から圧縮強度を求める換算式は、事前に反発度と圧縮強度の関係を実験的に求める方法が望ましい。事前にコアを採取し圧縮強度を測定するのが困難な場合は、各団体より提案されている換算式を用いて圧縮強度を推定することもできる。
・精度的には、機械インピーダンスによる簡易圧縮強度の計測より落ちる。

【作業手順】

・表面が平坦で縁部から 50㎜ 以上離れた位置を選択する。
・ただし、部材厚さが 100㎜ 以下の場所、部材幅が 150㎜ 以下の箇所、浮きやひび割れ･剥離がある場所は選定しない。
・表面の凹凸、塗膜、付着物がある場合は取り除く。
・ 1 箇所の測定では互いに 25～50㎜ の間隔を持った 9 点について測定する。偏差が平均の 20%以上の値は採用しない。
・打撃は測定器を測定面に対して垂直に配置し、ゆっくり壁面に押しつけて測定する。
・必要に応じて、「コンクリート材齢」「コンクリート表面の湿潤状態」「コンクリートの応力状態」「コンクリート表面の中性化」による補正を行う。

【参考資料】

https://ga40077.com/concrete-diagnosis/strength-estimation-repulsion

B.5　ナローマルチ測深機

【活用の利点】

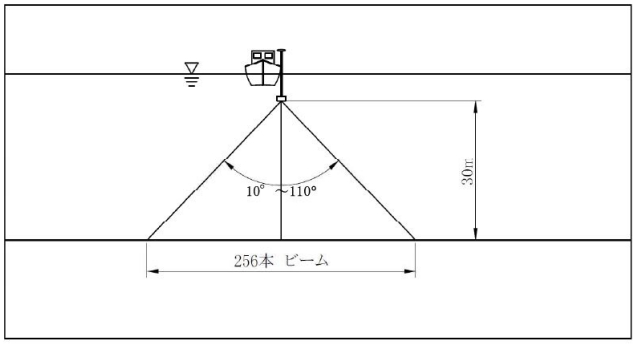
・マルチビームの活用により、短時間で広域にわたる三次元データが取得可能となる。面的（二次元）・空間的（三次元）データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。

・音波を利用していることから水中の濁りや暗部の影響がなく、潜水作業を伴わない海上作業によることで安全かつ効率的な点検が可能となる。

【技術内容】

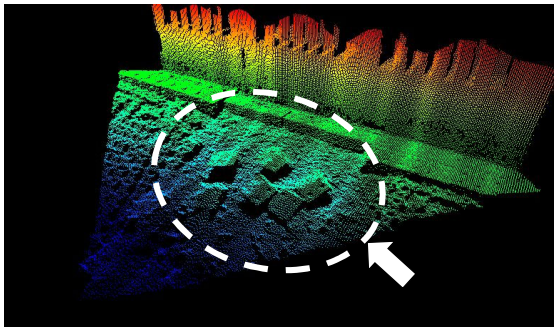
・マルチビーム測深機は、最大で 256 本の音響ビームを扇状に発受信し、水中部の地形等を三次元データとして取得する装置である。測深範囲はリアルタイムに船上のパソコン画面に表示されるため、データの取得状況を確認しながら調査できる。

・漁港施設の機能診断のうち、潜水目視調査に係る老朽化度の評価基準の判定に用いる技術であり、対象施設は重力式、矢板式または杭式の防波堤、護岸、係船岸および水域施設である。

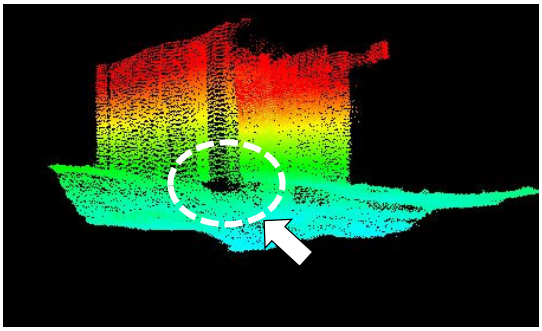


測深イメージ

出展：マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）、平成 31 年 4 月、p5



被覆工の移動、散乱（散乱：b 判定、流出：a 判定）



本体工の損傷（欠損：b 判定）

出展：センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）～マルチビームの活用～、平成 31 年 3 月

【利用する際の留意点】

・評価基準の判定すべてに対応可能ではなく、現場条件（調査対象の水深、面積等）によっても得られる効果が異なるため、それらを考慮して適用を検討する必要がある。

・マルチビームの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数 cm 程度の開孔は判別困難である。また、水面際（水面～2m）についても適用困難である。

・費用面においては、点検面積が 10,000 ㎡未満の場合、マルチビームより従来の潜水作業の方が安価となるため留意が必要である。以下に点検面積 10,000 ㎡の一例を示す。

例）防波堤：延長 500m×水深 10m×2 面（港内側＋港外側）

【操作手順】

計測前（艤装、準備）

・使用船舶へ機器の取り付け等（艤装）を行い、GNSS テスト、喫水確認、パッチテスト、温速度計測を行う。

計測中

・水深の約 2 倍を目安に測線間隔を設定し計測する。

・船速は 2～3 ノットを目安に、できるだけ低速度で計測する。

・計測回数は 1 回を基本とするが、現場状況に応じ複数回計測することで点群密度を大きくし変状の詳細を把握することが望ましい。

計測後（データ処理、解析）

・取得データを抽出し、ノイズ除去処理を行う。

・点群データを回転させ、さまざまな方向から俯瞰することで変状箇所の抽出を行う。

【参考資料】

・センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）～マルチビームの活用～、平成 31 年 3 月、水産庁漁港漁場整備部整備課

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：マルチビームソナーシステム（水域の迅速な面的測深技術）

登録 NO.　：CBK-130005-VE

B.6　ROV

【活用の利点】

・海底地盤の洗堀、水中の消波ブロックや根固ブロックの散乱など、ROV により局部的な変状を含め潜水作業を伴わずに把握することが可能となる。

・桟橋上部工の下面は水面との距離が小さく潮待ちによる調査が強いられるが、ROV の利用により調査員または潜水士が直接目視調査をすることなく、遠隔で調査を実施することが可能となる。(次頁参照)

【技術内容】

・水深 50m の静水域仕様から水深 2,000m 仕様まで幅広い機種がある。ハイビジョンカメラ、LED 照明、深度センサーや距離センサーなどの装備品を軽量フレーム構造に納め、三軸スラスターを搭載しスムーズな動作が可能である。

・港湾調査で実績のある水深 100m 対応の ROV の仕様を右図に示す。

本体　　コントローラー

使用水深	50m
外形寸法	W280×H310×L380mm
重量	気中約15kg
カメラ	チルト機構
スラスタ	水平2基・垂直1基、横1基
ランプ	高輝度LED ランプ2灯
オプション	水中計測システム(ラインレーザ式) 気中天井カメラユニット 落下物回収スクレーパ

ROV（水深 50m 仕様）

出典：広和株式会社 HP

【利用する際の留意点】

ROV の欠点としては、キャリブレーションが必要なことが挙げられ、さらに操作には相当な熟練が必要であり、流れの強い領域（2knot 以上）では操作が不能となる。

【操作手順】

・作業船は、調査対象区域上またはその潮下側に係留する。

・調査時の潮流には常に留意し、作業船の位置がずれた場合には、補正もしくは再度投錨するなどして、作業船の位置を調整する。

・船上から ROV を垂下し、カメラのモニター映像を見て、調査対象構造物を調査する。

・撮影後、ROV を浮上させ回収する。

港湾構造物の前肢端部の状態

出典：国土交通省総合政策局 HP

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：水中点検ロボット(アクジャスター搭載型 ROV)　(水中での姿勢制御が可能となったロボット「ディアグ」)

登録 NO.　：KTK-150011-VR

コスト比較：

・条件：港湾構造物を水中から点検を行う。

・従来技術－潜水士による水中構造物の点検……389,413 円、2.5 日

・新技術……337,862 円、2 日

特殊用途として、桟橋上部工の下面の調査に使われる ROV を以下に示す。進入波による動揺で、陸上のモニターでの確認が容易ではなく、静穏な時間帯に限定される。

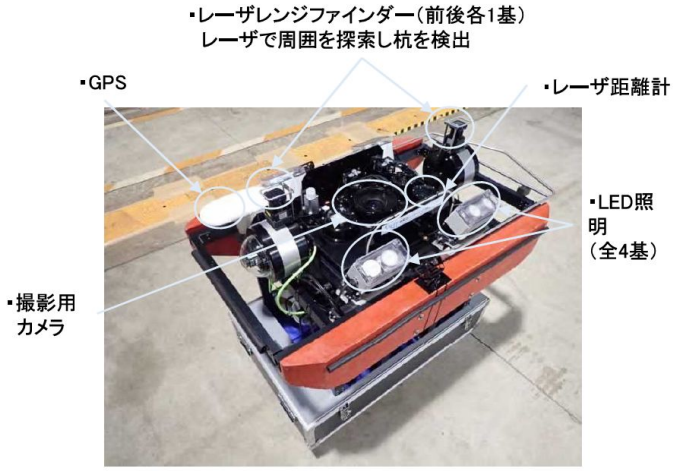
【桟橋上部工下面の点検診断ロボット（ROV)】

特徴：①GPS 利用不可の桟橋下でも測位可能

②陸上から作業中の位置を把握可能

③狭い空間や夜間でも点検作業可能

④撮影画像には位置情報を付帯し、汎用ソフトにて 3D 化が可能。



ROV の外観

ROV による撮影状況

出典：港湾構造物のライフサイクルマネジメントの高度化のための点検診断および性能評価に関する技術開発　http://www.jisf.or.jp/info/event/dobokushinpo/documents/3_dobokushinpo23.pdf

B.7　水中ドローン

【技術の利点】

・小型 ROV の位置づけであり、低価格で購入が可能である。

・安価な ROV で、ホビー用途としての購入者が多いようであるが、調査用としても利用され始めている。

【技術内容】

・前後左右上下の動きが可能である。

・100m 程度の有線で作動する。

・一例の水中ドローンの仕様を示す。

PowerRay の仕様

サイズ	465×270×126mm
重さ	3.8kg(気中)
動作環境温度	0～40℃
最大深度	30m
最大前進速度	1.5m/s(静水中)
最長動作時間(静水中)	4h（低速)、1.5h（中速)、0.5h（高速)
充電時間	2.5h
スクリュー	3個(水平2機、垂直1機)

出典：PowerVision 社 HP

【利用する際の留意点】

・耐圧性能とそれに比例する推進力が海洋向けではなく、湖沼等の目的が限定され、搭載カメラの解像度も他の ROV と比較すると見劣りするものである。

・現時点では、水中ドローンには利用場所の制限や申請手続きなど、規制はほとんど存在しない。

【操作手順】

・スマートフォンやタブレットに専用アプリをダウンロードすれば、簡単に水中の撮影が始められる。

【機種価格】

・機種　　：パワーレイ

・メーカー：POWER VISION

・価格　　：20 万円程度

B.8　水中３Ｄスキャナ

【活用の利点】

・水中 3D スキャナの活用により、短時間で広域にわたる三次元データが取得可能となる。面的（二次元）・空間的（三次元）データの定量性の高いデータを補完的に記録・保存（蓄積）することで、より客観的に老朽化の進展状況を把握することが可能となる。

・音波を利用していることから水中の濁りや暗部の影響がなく、潜水作業を伴わない海上作業によることで安全かつ効率的な点検が可能となる。

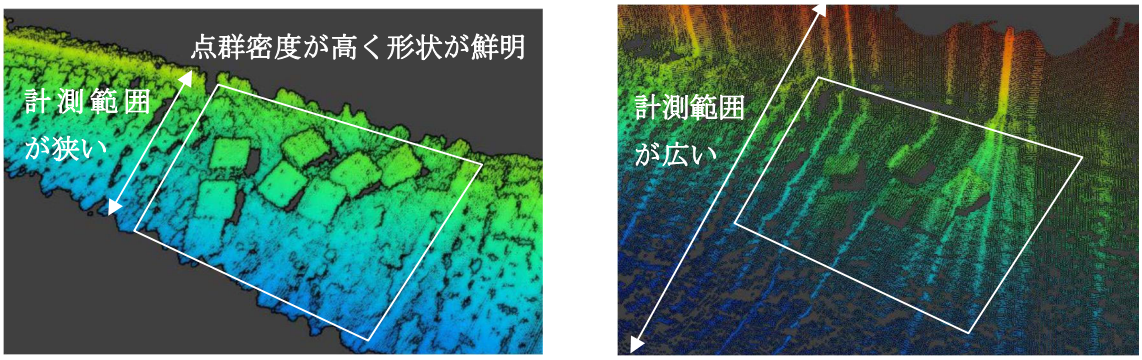
【技術内容】

・マルチビーム同様、漁港施設の機能診断のうち、潜水目視調査に係る老朽化度の評価基準の判定に用いる技術であり、対象施設は重力式、矢板式または杭式の防波堤、護岸、係船岸および水域施設である。

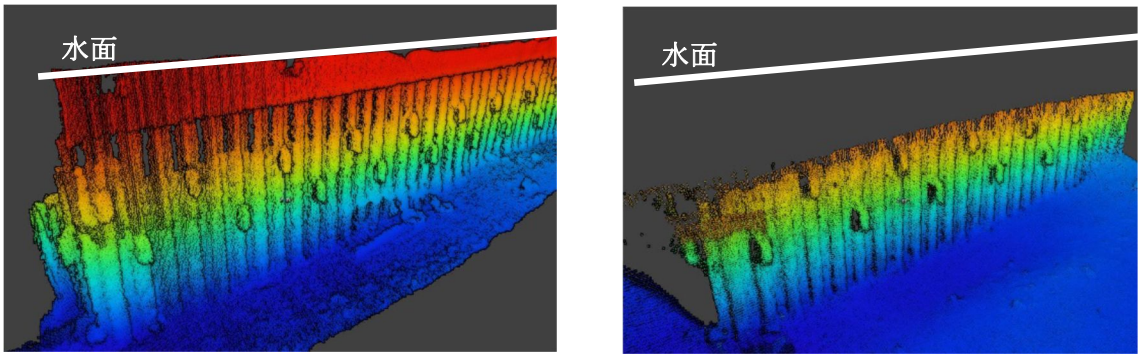
・計測方法はマルチビーム同様船舶に艤装する移動式に加え、三脚に据える固定式がある。

・マルチビームより周波数が高く、ソナーヘッドが上下左右に 360 度回転できる。

・マルチビームより広域な計測はできないが、詳細な点群データの取得ができるため鮮明な画像により変状把握が容易となるうえ、船上艤装型計測機器では取得が困難な水中構造物の側面水際部や隅角部、桟橋下部、閉所等の場所での計測が可能である。



被覆工の移動、散乱の計測データ（左：水中 3D スキャナ、右：マルチビーム）



水面際の計測データ（左：水中 3D スキャナ、右：マルチビーム）

出展：センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）～水中 3D スキャナの活用～、令和 2 年 3 月（予定）

【利用する際の留意点】

・評価基準の判定すべてに対応可能ではなく、現場条件（調査対象の水深、面積等）によっても得られる効果が異なるため、それらを考慮して適用を検討する必要がある。

・水中 3D スキャナの機器分解能からコンクリートのひび割れや鋼矢板の数 cm 程度の開孔は判別困難である。

・計測可能水深はマルチビーム約 400mに対し水中 3D スキャナ約 15mと浅い。

【操作手順】

計測前（艤装、準備）

・移動式は使用船舶へ機器の取り付け等（艤装）を行い、GNSS テスト、喫水確認、パッチテスト、温速度計測を行う。固定式は三脚へ機器の取り付け等を行い、三脚に固定したロープで対象箇所へ降下させ固定する。

計測中（移動式）

・水深の約 2 倍を目安に測線間隔を設定し計測する。

・船速は 2～3 ノットを目安に、できるだけ低速度で計測する。

・計測回数は 1 回を基本とするが、現場状況に応じ複数回計測することで点群密度を大きくし変状の詳細を把握することが望ましい。

計測中（固定式）

・ソナーを回転させ対象方向に向けて計測する。

計測後（データ処理、解析）

・取得データを抽出し、ノイズ除去処理を行う。

・点群データを回転させ、さまざまな方向から俯瞰することで変状箇所の抽出を行う。

【参考資料】

・センシング技術を活用した漁港施設の点検の手引き（案）～水中 3D スキャナの活用～、令和 2 年 3 月（予定）、水産庁漁港漁場整備部整備課

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：水中 3D スキャナによる水中構造物の形状把握システム「i-UVS(Intelligent-Underwater Visualization System)」（音響機器による水中構造物、底面形状等の計測及び高密度 3D 点群モデルを作成する技術）

登録 NO.　：KT-180031-A

B.9　垂下式カメラ

【技術の利点】

・被覆消波ブロックと堤体の間隙に垂下することで、堤体壁面の状況を確認できる。

・多種多様であるが、高画質かつ小型・安価な機種として、例えばGoProが挙げられる。

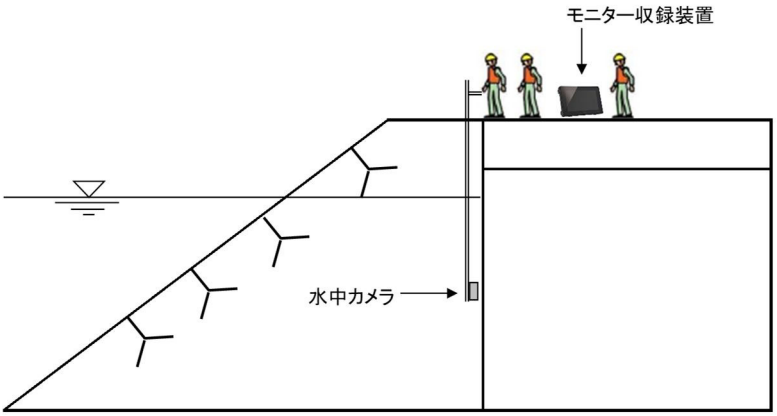
【技術内容】

・小型デジタルカメラにオプションである耐圧防水ハウジングを装着することによって水中撮影が可能となるカメラである。

・カメラ本体サイズは、59×40.5mm、重さ73～88ｇのコンパクトボディである。

【操作手順】

操作方法のイメージと目地欠損の撮影例を下記に示す。



操作方法のイメージ

【機種価格】

・機種　　：HERO　8

・メーカー：GoPro

・価格　　：5万円程度

B.10　地中探査技術

【技術の利点】

下記の調査技術として、実用化が進んでいる。

・路面下の空洞の検出

・鉄筋位置の確認

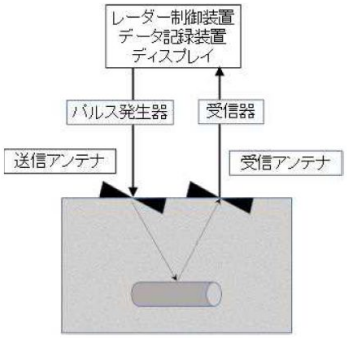
【技術内容】

・電波を地面や構造物に輻射面を向けて発射し、内部からの反射波を計測（周波数ごとの時間、強度、波形）することで、埋設物の検知や内部構造物を計測する手法である。

・レーダー装置を移動させながら計測することで、送受信アンテナと目標物との相対距離が変わるので、レーダー波形に目標物の形状を捉えることができる。

・地中レーダー機器としては、カートタイプ、ハンディタイプ、車載・牽引タイプがあり、漁港施設のエプロン下の空洞調査ではカートタイプが、鉄筋探査用としてはハンディタイプが使用される。

地中レーダー機器（カートタイプ）



地中レーダ装置の原理図

形状：17.5H×15.4W×23.2L

重量：1.5kg

地中レーダー機器（ハンディタイプ）

出典：地中レーダー技術に関する調査検討会報告書、平成 29 年 3 月、p4、p6、p69

【利用する際の留意点】

・入射波と反射波の時間差を求めて地中での電磁波の伝播速度から探査場所の深さを求めるため、土の比誘電率の設定が重要である。

【作業手順】

係船岸エプロンでの空洞調査を例に示す。

・現地調査及び図面調査により、地中レーダーの測線計画の立案と測線上に存在する埋設物の位置確認を行う。

・地中レーダーで概略探査を行う測線をエプロン上にマーキングする。

・一次調査として、地中レーダーで法線方向の探査を実施する。測線間隔を 1.0m とし、全面を調査し、空洞の可能性のある箇所を決定する。

・空洞の可能性のある箇所について、間隔を細かくメッシュ状に測線を取り、二次調査（詳細調査）を実施する。空洞の広がりや位置を特定する。

【参考資料】

・地中レーダー技術に関する調査検討会報告書、平成 29 年 3 月、地中レーダー技術に関する調査会

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称： コンクリート構造物内の埋設物非破壊探査装置（埋設物の位置検出性能改善により、コンクリート構造物の埋設物探査を容易にした非破壊探査装置）

登録 NO.　：KT-150040-VE

●技術名称：護岸背面・空洞可視化システム（高精度 GPR による表面に凹凸があるコンクリート護岸背面の空洞化領域可視化法）

登録 NO.　：TH-140018-VR

B.11　センサによるモニタリング

【技術の利点】

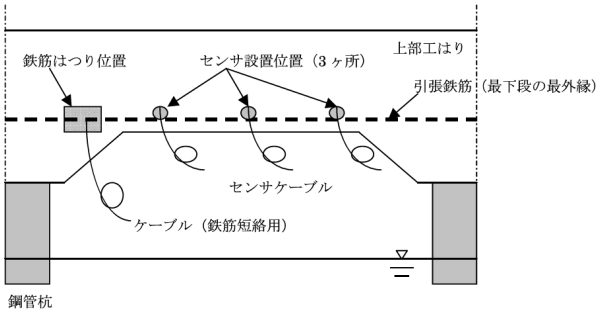
構造物の劣化・損傷を予防・抑制するためには、現状の構造物の状態を把握、確認することが大事になる。そのためには定期的な点検やモニタリングが必要となるが、点検目視の困難な箇所での点検に有効となるのがセンサによるモニタリングである。

【技術内容】

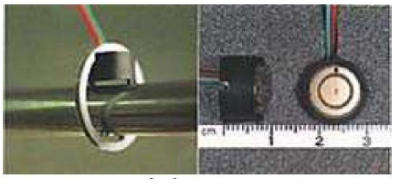
活用されているモニタリング技術に次のような事例がある。・

①桟橋上部工の腐食モニタリング

建設後 25 年が経過した鋼管杭式横桟橋の健全な梁の鉄筋近傍に、ドリル削孔してセンサを埋込み、7 年間のモニタリングを実施している。5 年後に自然電位が基準値を外れる変化を示し、目視調査の結果、錆汁の滲出が認められ有効性が確認されている。



センサー埋設方法



腐食センサー

出典：社会インフラにおけるモニタリング技術の活用に向けた取り組み事例 1-12

http://www.mlit.go.jp/common/001016268.pdf

【参考資料】

・桟橋上部工コンクリートにおける鉄筋腐食モニタリング実証実験、平成 22 年 9 月、土木学会第 65 回年次学術講演会

・例えば、岡崎慎一郎ほか、埋設型センサによる桟橋上部工 RC 部材の鉄筋腐食モニタリングに関する研究、港湾空港技術研究所資料、No.1294、2014、

②ペトロラタム被覆用防食効果判定センサ

【技術の利点】

・現状では被覆防止工の防食効果の確認は、カバーを外して目視調査する方法しかない。

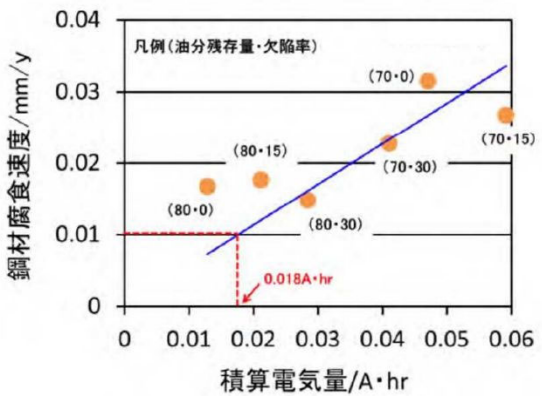
・センサの取付により、開放点検が不要で遠隔監視が可能となり、新設・既設を問わず設置が可能とされる。

【技術内容】

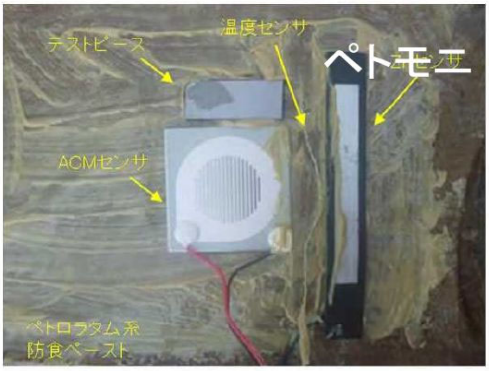
・防食効果の有無判断の閾値として、積算電流量≧0.015A･hr を採用できることが提案されている。

被覆工の外観

被覆工の除去



積算電気量と鋼材腐食速度の関係



センサー「ペトモニ」

出典：港湾構造物のライフサイクルマネジメントの高度化のための点検診断および性能評価に関する技術開発　http://www.jisf.or.jp/info/event/dobokushinpo/documents/3_dobokushinpo23.pdf

B.12　3D レーザースキャナ

【技術の利点】

・計測ユニットを車両に搭載することで、コンクリート表面の情報を連続的に記録する検査方法として実用化されている。

・同一形状が連続するようなコンクリート構造物の外観調査において、おもにトンネル覆工コンクリートや舗装路面を対象に適用される。

・3D レーザースキャナとマルチビームの計測結果から、陸・海の一元的な3 次元化が可能となる。これにより、災害現場の迅速な現況把握や、3D-CAD との連携による3 次元モデルの構成を容易とし、維持管理システムおよびGIS での活用や、CIM(Construction Information Modeling)への連携が可能となる。

【技術内容】

・対象物に触れることなく、スキャナから照射されたレーザーによって構造物等の3 次元空間位置情報（空間の点群データ）を瞬時に取得し、災害現場の現況把握、土量・面積・断面計算、完成予想図（パース・アニメーション）の作成ができる。

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：3D レーザースキャナを用いた変状・損傷計測システム（短時間、省スペース作業、低コストによる高精度で効率的な計測資料作成技術）

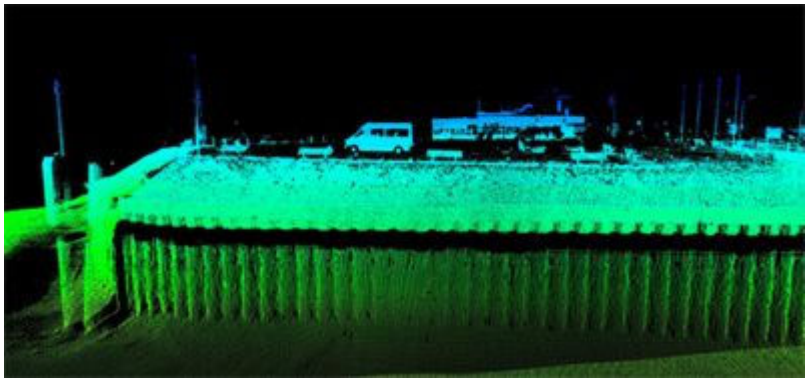
登録 NO.　：QS-160004-A

コスト比較：

・条件：トンネル延長 500m

・従来技術－プリズムを用いたトータルステーションによる計測……316,436 円、5 日

・新技術……198,100 円、3 日



（出典）株式会社アルファ水工コンサルタンツ HP

海（マルチビーム）・陸（3D レーザースキャナ）一体計測

B.13　赤外線を用いた浮き・剥離の画像解析

【技術の利点】

・非破壊検査であり、迅速に大面積の測定ができる。

【技術の内容】

・赤外線法は、コンクリート中の変状と健全な部分とで熱の伝導が異なることを利用して、表面温度の分布状況から浮きや剥離の箇所を調べることができる。

【利用する際の留意点】

・測定精度および適用限界が気象条件に左右される。
・表面の光沢や汚れによる生じる温度差を欠陥と誤認することがある。
・検出深度は、構造物表面から 50㎜ 程度が限界である。
・欠陥の深さや空隙の厚さの推定は難しい。

【作業手順】

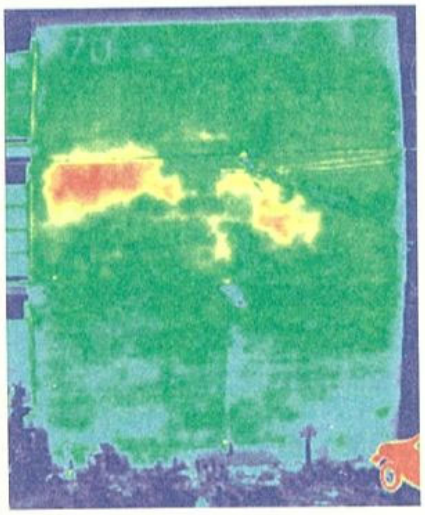
・対象物にできるだけ正対した位置から、適切な距離をおいて測定する。

【参考資料】

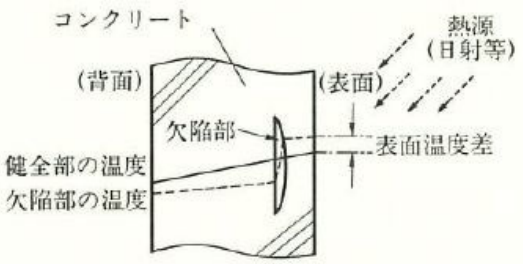
・港湾の施設の維持管理技術マニュアル（改訂版）、平成 30 年 7 月、一般財団法人沿岸技術研究センター
・コンクリート診断技術’19［基礎編］、2019、pp..136～138、

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称：赤外線調査トータルサポートシステム Ｊシステム　（赤外線法を用いたコンクリート構造物診断システム）
登録 NO.：SK-110019-VE
コスト比較：
・条件：第三者被害防止を目的としたコンクリート橋梁のうき・剥離の点検 9,000m2
桁下高さ：10m　　調査対象面積：30 橋×300m2/橋
・従来技術－打音法による橋梁点検……7,339,200 円　84 日
・新技術……3,319,950 円　53 日



モルタル浮き部の調査事例



欠陥検出の原理図

出典：コンクリート診断技術’19［基礎編］、2019、pp..136～138

B.14　デジタルカメラによる画像解析

【技術の利点】

・デジタル画像は、CAD 等の編集や加工が可能なデータとして保存される。

・これによりコンクリート表面部の劣化状態をデータベース化することが可能となり、電子ファイル管理への発展性を持つ。

・望遠目視ができることは、経済性、安全面でも有利である。

【技術の内容】

・目視調査に置き換わる方法として、デジタル画像を用いてその劣化状態を判断する方法である。

デジタルカメラによる点検調査で使用するシステム

撮影機材	デジタルカメラ	―
撮影装置	全方位カメラ	移動しながらの撮影からパノラマ展開画像が生成できる。
	自動撮影雲台	設定した撮影範囲内を所定のラップ率で連続的に撮影し、膨大な画像は専用ソフトにより1枚に合成できる。
	UAV	デジタルカメラを搭載して上空から撮影する。
画像処理および資料制作機材	PCおよびソフトウェア	コンクリート表面画像からひび割れ等を認識する画像診断支援ソフトやCADソフトを使用することにより、変状図作成の効率化が図れる。

撮影条件の違いによる撮影装置

出典：コンクリート診断技術’19［基礎編］、2019、p109

【利用する際の留意点】

・コンクリート表面の 0.2mm 幅のひび割れをデジタル画像（172 万画素）で認識するためには、撮影範囲の 1 短辺長を約 2.5m 以下とする必要がある。

・コンクリート表面の汚れが少ない状態で調査する。

【作業手順】

・撮影した画像から画像診断支援ソフトのあおり機能、合成機能、ひび割れ特徴化機能を使用して、デジタル画像を作成する。

・上記画像から変状部分をスケッチして、画像診断支援ソフトを用いて変状図を作成する。このソフトには、以下のような機能を有している。

収差補正機能、あおり補正機能、画像合成機能、座標機能、トレース機能、簡易計測機能

【参考資料】

・コンクリート診断技術’19［基礎編］、2019、pp..108～112、

【関連技術の NETIS 登録】

●技術名称： HIVIDAS(ヒビダス) （画像診断によるコンクリートの浮き・はく離、ひび割れ調査)

登録 NO. ： KT-130041-V

コスト比較：

・条件： 調査規模:トンネル 625m(覆工面周長 16m、覆工面積 10,000m2)

・従来技術－調査員による直接目視やハンマー打撃による打音作図して解析・・・・・・ 3,800,000 円、61 日

・新技術・・・・・・2,915,000 円、50 日

C．漁港施設に見られる主な損傷写真の事例

以下に、施設別に見られる主な損傷写真を、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、平成 27 年 5 月改訂」の「参考資料-1-2」から転載する。ただし、写真で示す計測作業は、漁港利用者から情報提供を受けた漁港管理者が、現地へ出向き実施するものであり、漁港利用者はあくまで電話連絡などの情報提供のみである。

(1)　重力式防波堤に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

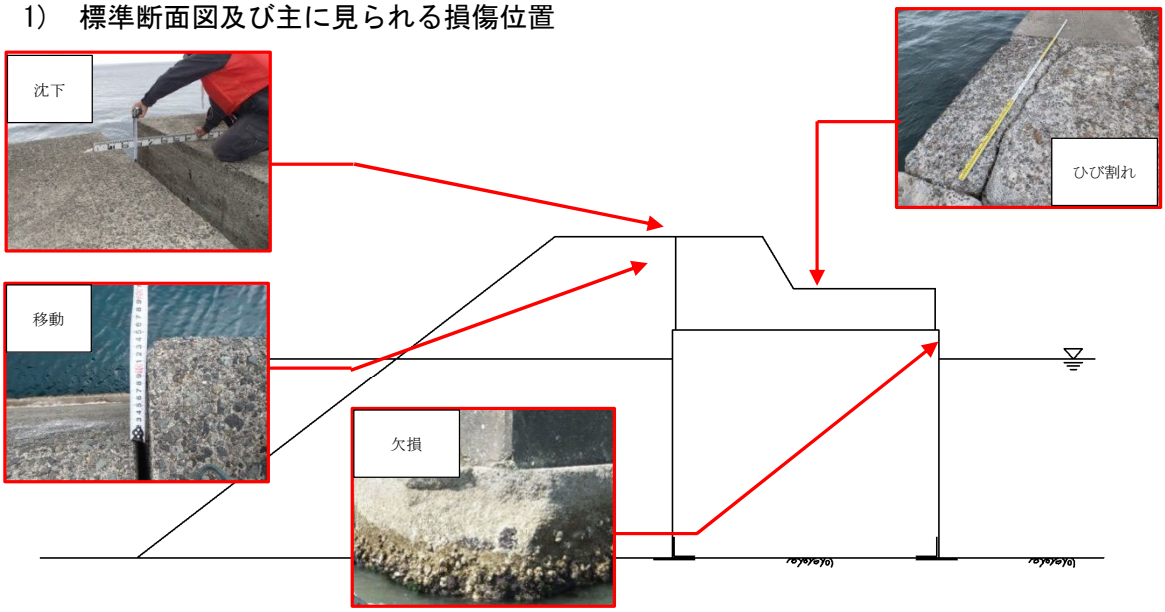
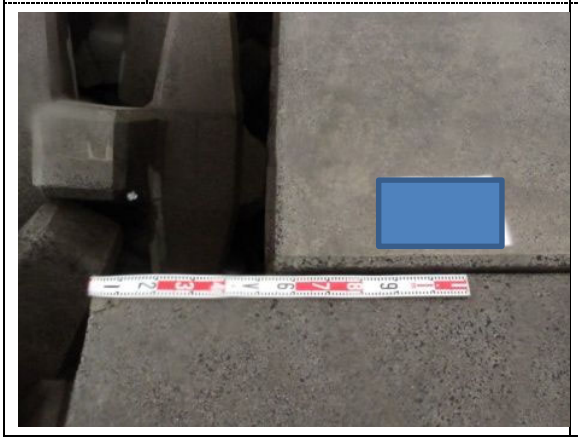
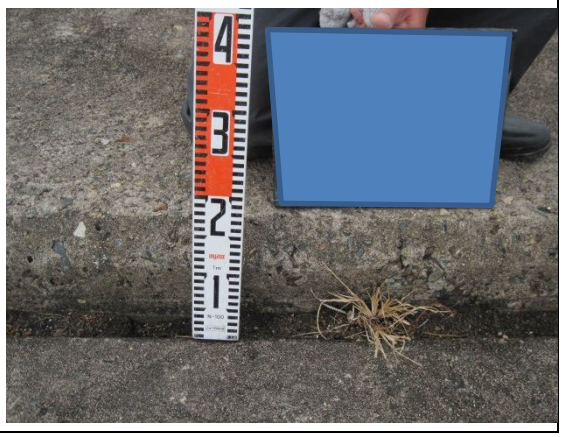


図-参 1-2.1　重力式防波堤標準断面図

2)　調査位置ごとの変状事例

①重力式防波堤【施設全体】における変状事例

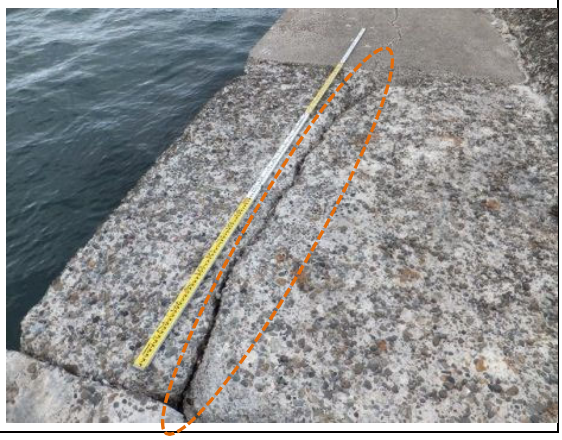
調査項目	移動	調査項目	移動
変状	水平移動量	変状	水平移動量
老朽化度	b：隣接ケーソンとの間に側壁厚程度(50cm 程度 40cm～50cm)のずれがある	老朽化度	c：小規模な移動がある
			

調査項目	沈下	調査項目	沈下
変状	目地ずれ、段差	変状	目地ずれ、段差
老朽化度	b:隣接ケーソンとの間に数十 cm の段差がある	老朽化度	b:隣接ケーソンとの間に数十 cm の段差がある
			

調査項目	沈下	調査項目	沈下
変状	目地ずれ、段差	変状	目地ずれ、段差
老朽化度	c：隣接ケーソンとの間に数 cm の段差がある	老朽化度	c：隣接ケーソンとの間に数 cm の段差がある

②重力式防波堤【上部工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	a：防波堤の性能に影響を及ぼす程度の欠損がある	老朽化度	a：防波堤の性能に影響を及ぼす程度の欠損がある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：幅 1cm 以上のひび割れがある	老朽化度	b：幅 1cm 以上のひび割れがある
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：小規模の欠損がある	老朽化度	c：幅 1cm 未満のひび割れがある

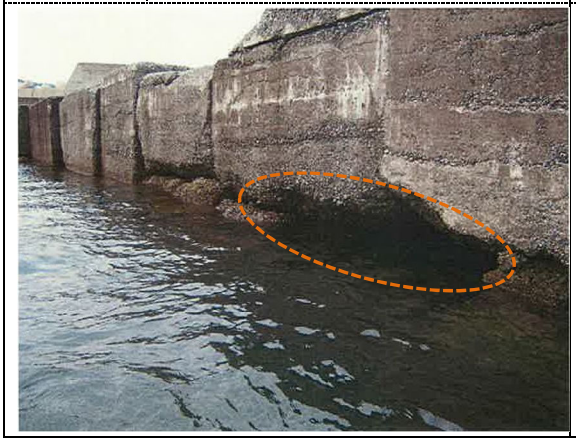
調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 1cm 未満のひび割れがある	老朽化度	c：幅 1cm 未満のひび割れがある

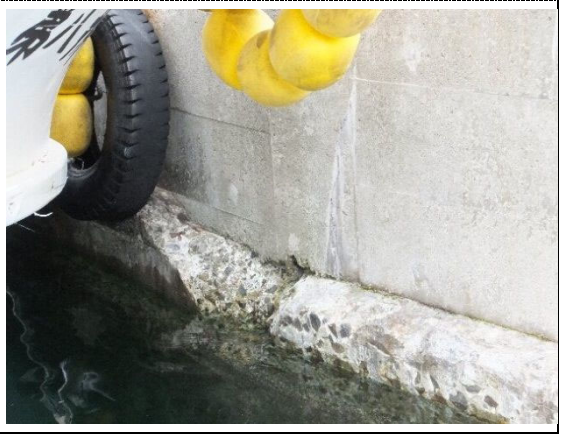
③重力式防波堤【本体工】における変状事例

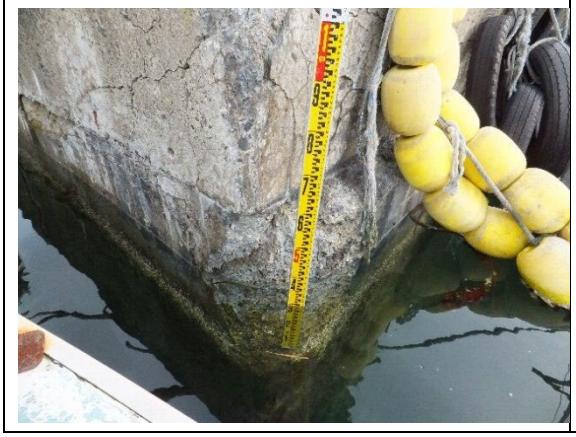
調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	a：中詰材等が流出するような穴開き、ひび割れ、欠損がある	老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している	老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している	老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：小規模な欠損がある	老朽化度	b：小規模な欠損がある
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：小規模な欠損がある	老朽化度	b：小規模な欠損がある
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、欠損、劣化の兆候など
老朽化度	b：小規模な欠損がある	老朽化度	b：小規模な欠損がある
			

(2)　矢板式防波堤に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

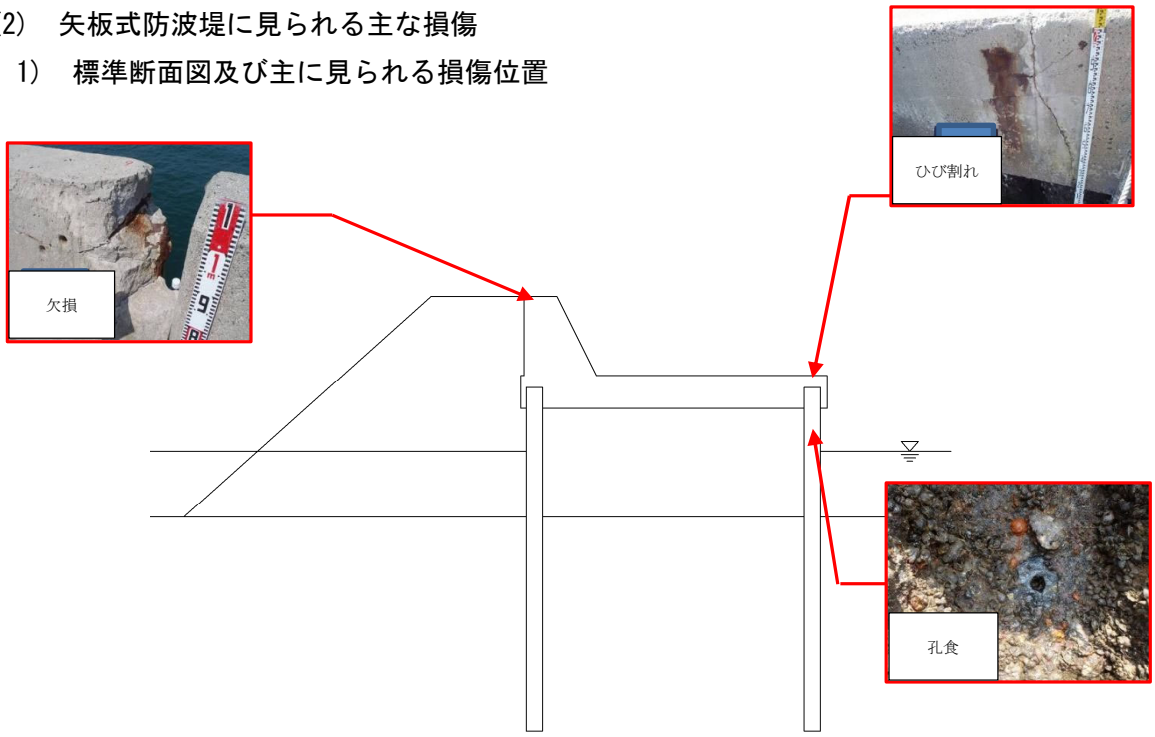
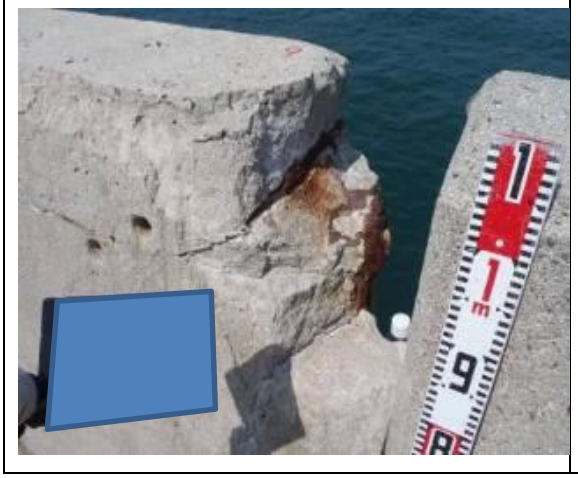
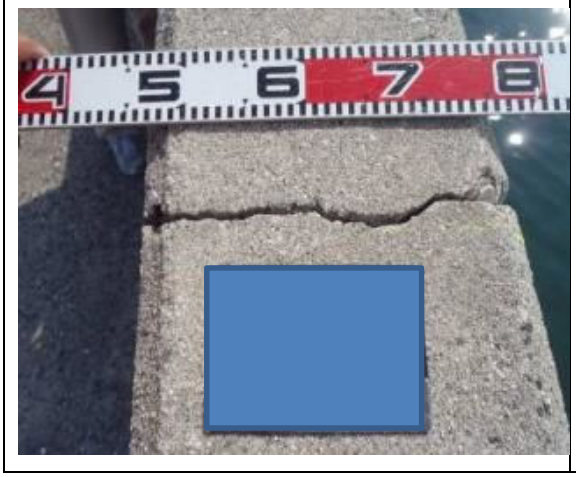
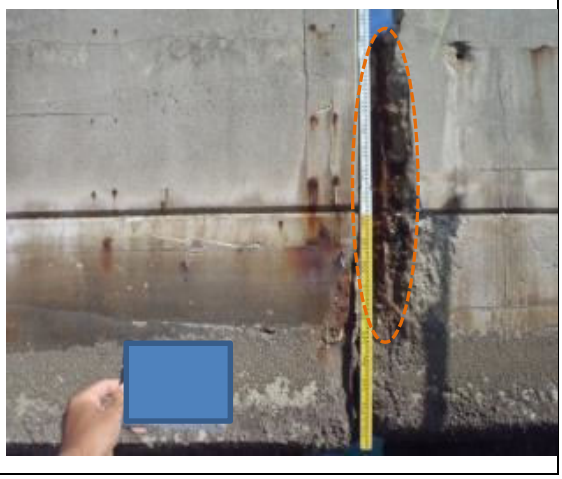


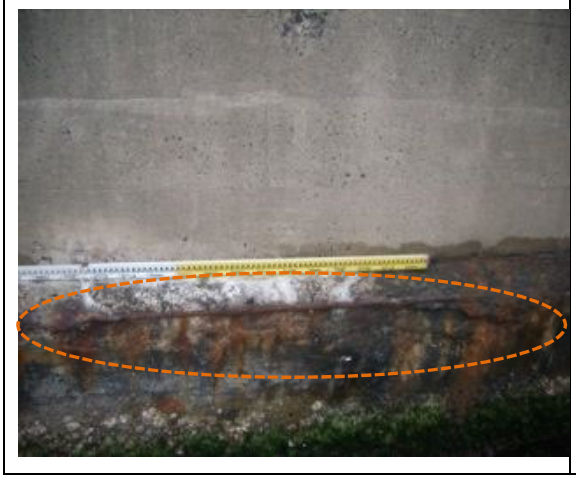
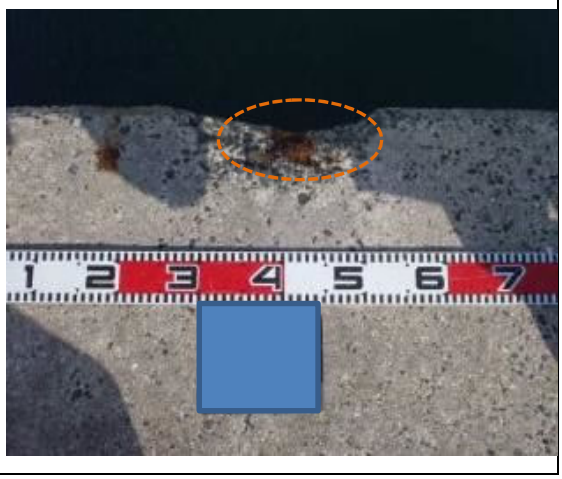
図-参 1-2.2　矢板式防波堤標準断面図

2)　調査位置ごとの変状事例

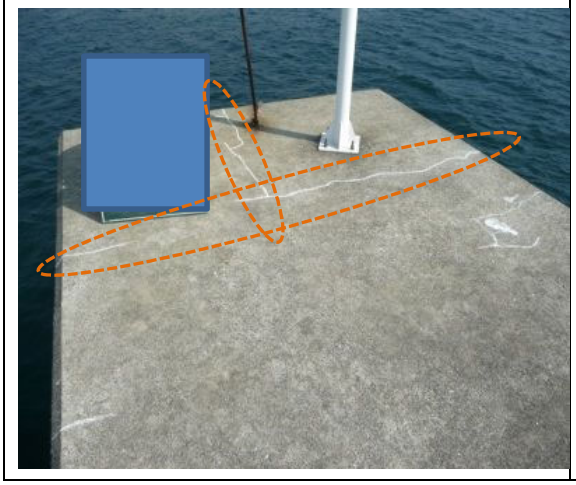
①矢板式防波堤【上部工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	a：防波堤の性能を損なうような損傷がある	老朽化度	b：幅 3㎜ 以上のひび割れがある
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：幅 3㎜ 以上のひび割れがある	老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している	老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、欠損、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している	老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れが見られる	老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れが見られる
			

②矢板式防波堤【鋼矢板等】における変状事例

調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷	調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷、継手の腐食状況	変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷、継手の腐食状況
老朽化度	a：腐食による開孔や変形、その他の著しい損傷がある	老朽化度	b：全体的に発錆がある

調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷	調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷、継手の腐食状況	変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷、継手の腐食状況
老朽化度	b：L.W.L 付近に孔食がある	老朽化度	c：部分的に発錆がある

(3)　重力式護岸に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

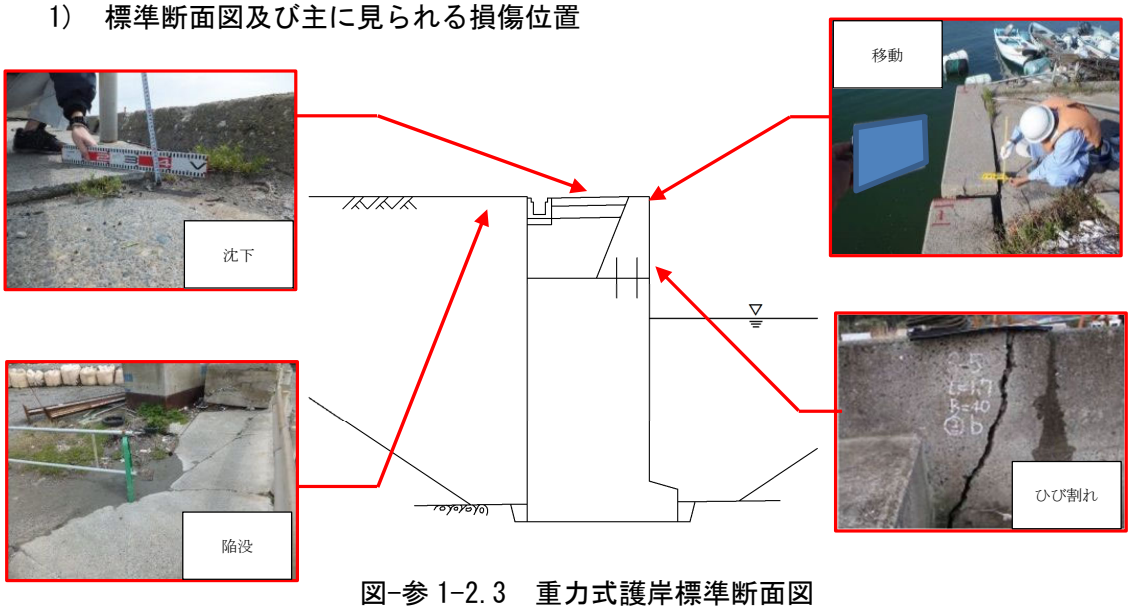
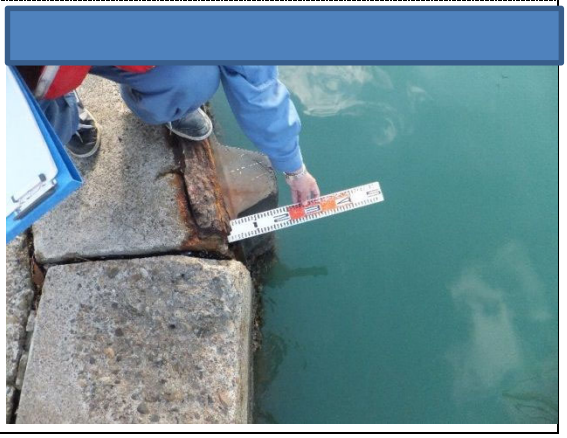


図-参 1-2.3　重力式護岸標準断面図

2)　調査位置ごとの変状事例

①重力式護岸【施設全体】における変状事例

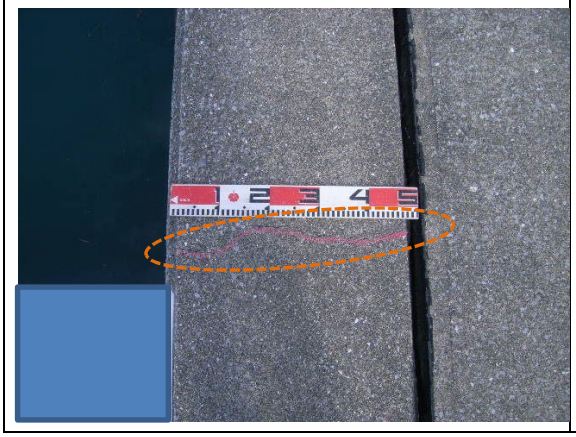
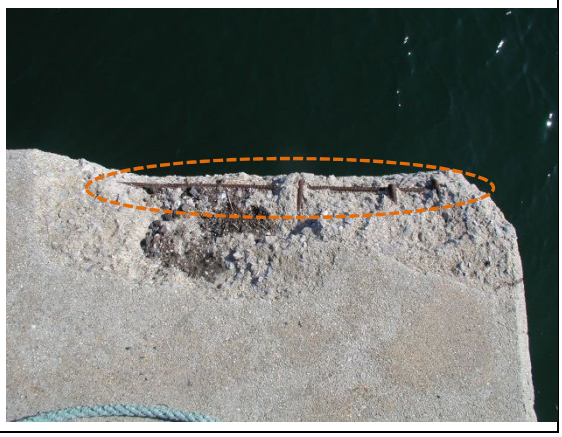
調査項目	移動	調査項目	移動
変状	移動量	変状	移動量
老朽化度	b：法線の変状が見られる	老朽化度	b：隣接するスパンとの間に 10cm～20cm 程度のずれがある

調査項目	移動	調査項目	移動
変状	移動量	変状	移動量
老朽化度	c：上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に 10cm 未満のずれがある	老朽化度	c：上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に 10cm 未満のずれがある
			

調査項目	沈下	調査項目	沈下
変状	護岸の沈下	変状	護岸の沈下
老朽化度	c：隣接するスパンとの間に数 cm 程度の段差がある	老朽化度	c：隣接するスパンとの間に数 cm 程度の段差がある

②重力式護岸【上部工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：複数方向に幅 3mm 程度のひび割れがある	老朽化度	c：一方向に幅 3mm 程度のひび割れがある

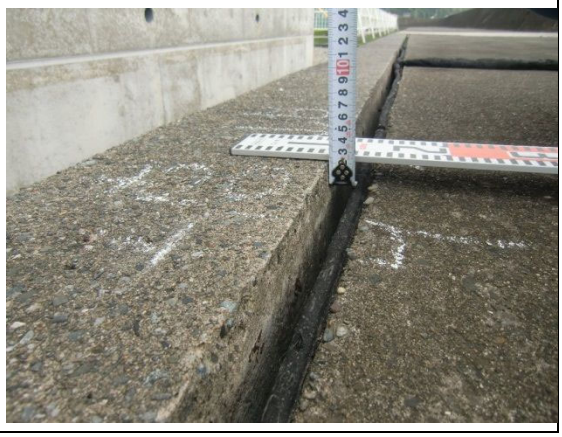
調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：一方向に幅 3mm 程度のひび割れがある	老朽化度	c：局所的に鉄筋が露出している
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、劣化の兆候など
老朽化度	a：貫通ひび割れから土砂が流出している	老朽化度	b：部材表面に対して面積比で 10%未満の欠損がある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(無筋)
変状	ひび割れ、損傷、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、損傷、劣化の兆候など
老朽化度	c：貫通ひび割れはあるが土砂が流出している兆候はない	老朽化度	c：貫通ひび割れはあるが土砂が流出している兆候はない

③重力式護岸【護岸の背後、または本体】における変状事例

調査項目	陥没、吸出し	調査項目	陥没、吸出し
変状	沈下、陥没、目地ずれ等が起きている箇所、護岸背後の状況	変状	沈下、陥没、目地ずれ等が起きている箇所、護岸背後の状況
老朽化度	a：護岸の背後の土砂が流出している	老朽化度	a：護岸の背後の地盤が陥没している

調査項目	陥没、吸出し	調査項目	陥没、吸出し
変状	沈下、陥没、目地ずれ等が起きている箇所、護岸背後の状況	変状	沈下、陥没、目地ずれ等が起きている箇所、護岸背後の状況
老朽化度	b：目地に顕著な開き、ずれがある	老朽化度	c：目地に軽微な開き、ずれがある
			

(4)　重力式係船岸に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

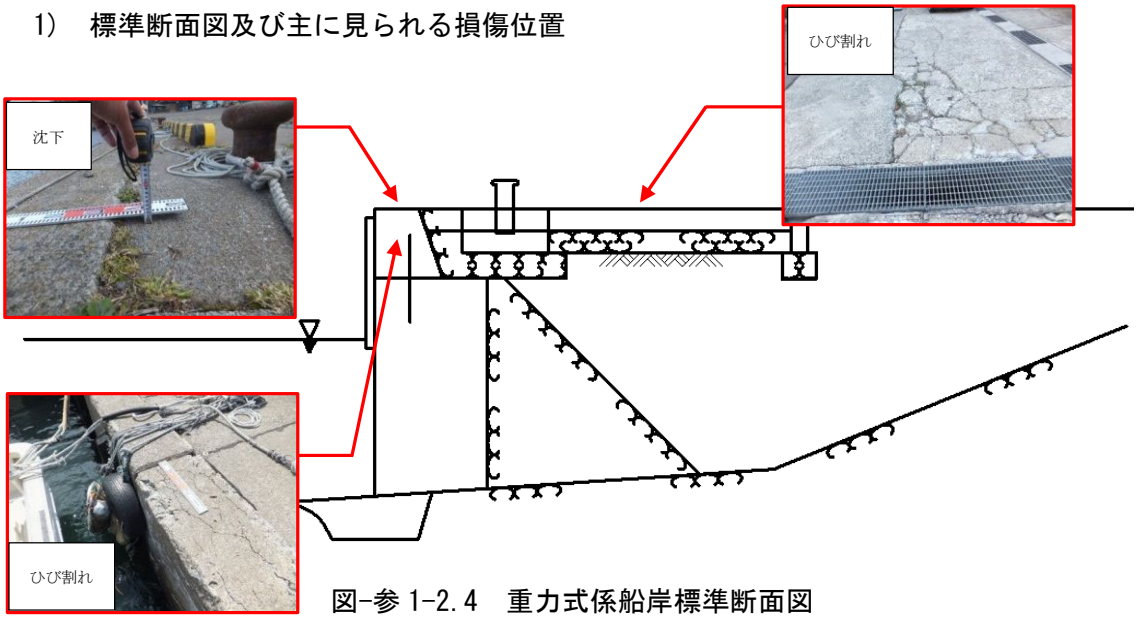
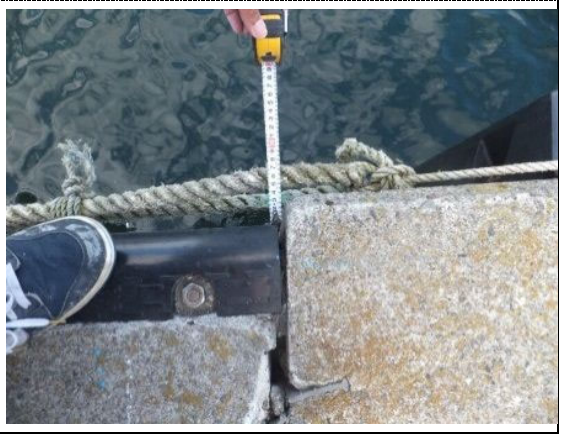


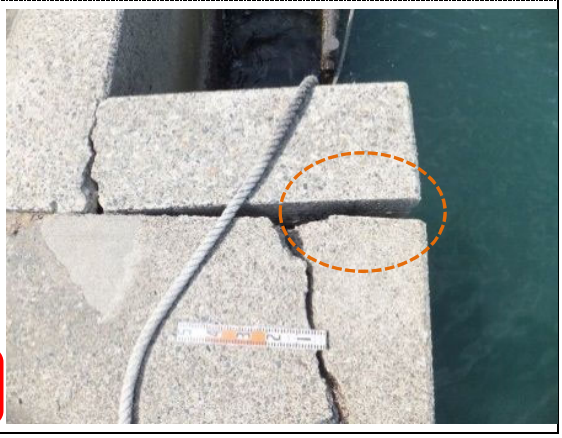
図-参 1-2.4　重力式係船岸標準断面図

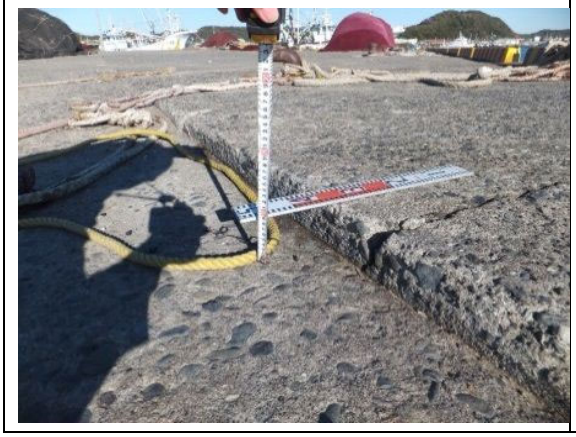
2)調査位置ごとの変状事例

①重力式係船岸【岸壁法線】における変状事例

調査項目	凹凸出入り	調査項目	凹凸出入り
変状	移動量	変状	移動量
老朽化度	b：隣接するスパンとの間に 10～20cm 程度の凹凸がある	老朽化度	c：上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に 10cm 未満の凹凸がある
			

②重力式係船岸【エプロン】における変状事例

調査項目	沈下、陥没	調査項目	沈下、陥没
変状	－	変状	－
老朽化度	a：重力式本体背後の土砂が流出している	老朽化度	b：重力式本体目地(上部工含む)に顕著な開き、ずれがある
			

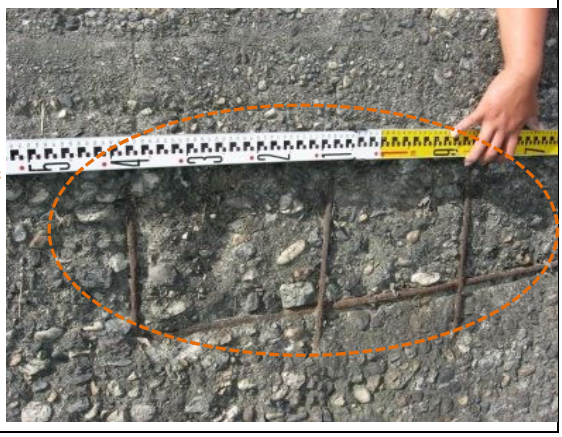
調査項目	沈下、陥没	調査項目	沈下、陥没
変状	－	変状	－
老朽化度	b：エプロンに 3cm 以上の沈下(段差)がある	老朽化度	c：重力式本体目地(上部工含む)に軽微な開き、ずれがある
			

調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷
変状	―	変状	―
老朽化度	a：コンクリート舗装でひび割れが 2m/m² 以上である	老朽化度	a：車両の通行や歩行に支障があるひび割れや損傷が見られる

調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷
変状	―	変状	―
老朽化度	b：コンクリート舗装でひび割れが 0.5～2m/m² である	老朽化度	c：若干のひび割れが見られる

③重力式係船岸【上部工】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：幅 3㎜ 以上のひび割れがある	老朽化度	b：幅 3㎜ 以上のひび割れがある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	b：幅 3㎜ 以上のひび割れがある	老朽化度	b：広範囲に亘り鉄筋が露出している
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れがある	老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れがある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷	調査項目	コンクリートの劣化、損傷
変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など	変状	ひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、劣化の兆候など
老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れがある	老朽化度	c：幅 3㎜ 未満のひび割れがある

(5)　浮体式係船岸に見られる主な損傷

1)　標準断面図及び主に見られる損傷位置

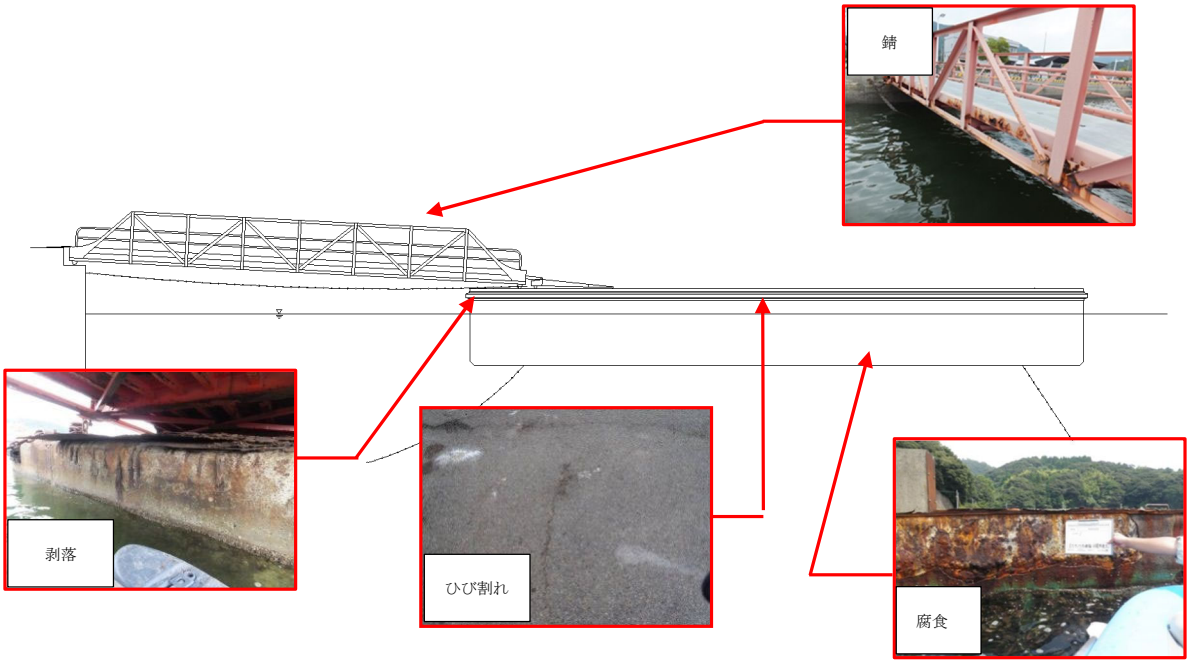
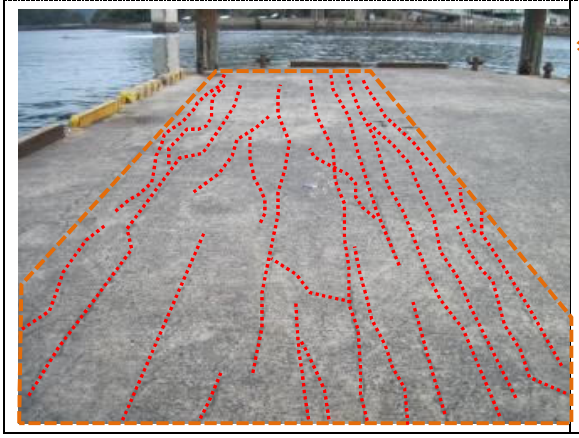
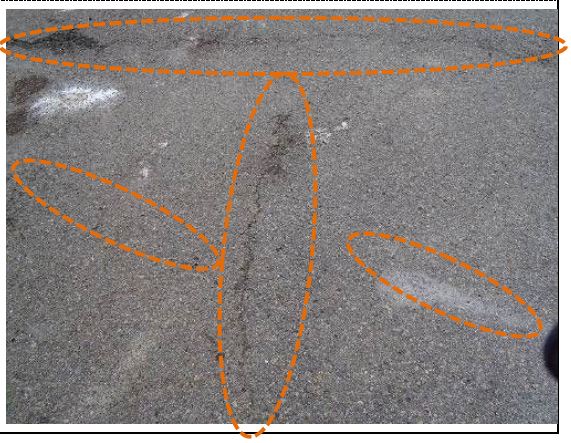
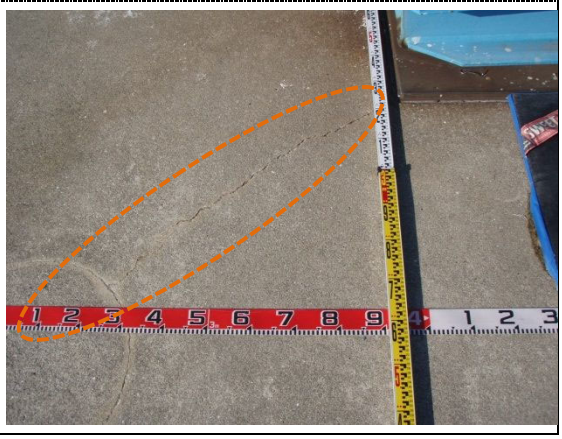


図-参 1-2.5　浮体式係船岸標準断面図

2)　調査位置ごとの変状事例

①浮体式係船岸【エプロン】における変状事例

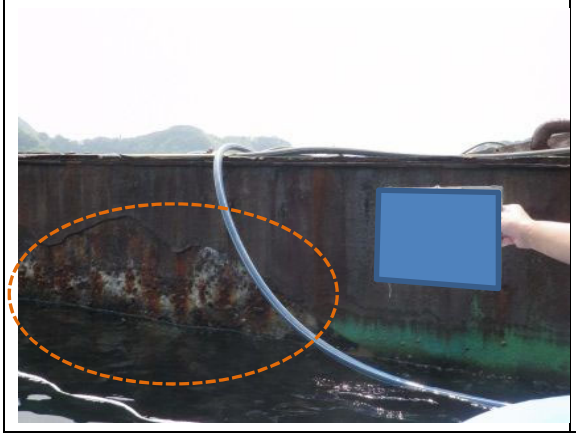
調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷
変状	コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凹凸、段差	変状	コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凹凸、段差
老朽化度	a：コンクリート舗装でひび割れが 2m/m² 以上である	老朽化度	b：アスファルト舗装でひび割れ率が 20～30%以上である
			

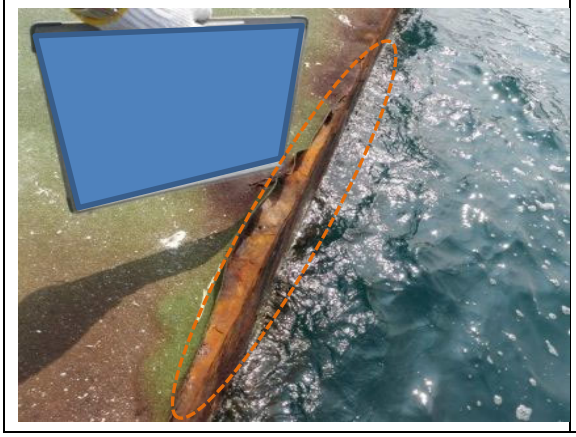
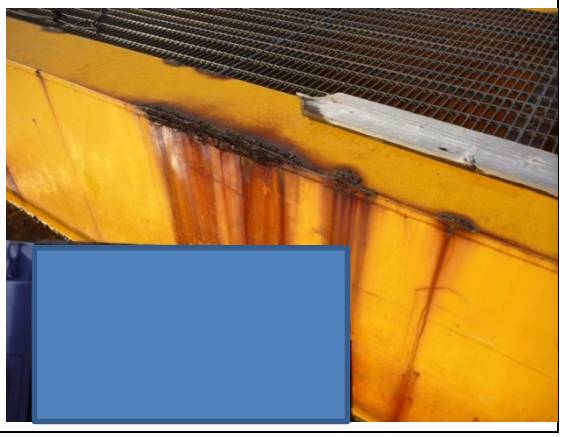
調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	調査項目	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷
変状	コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凹凸、段差	変状	コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凹凸、段差
老朽化度	c：若干のひび割れが見られる	老朽化度	c：若干のひび割れが見られる
			

②浮体式係船岸【ポンツーン内部】における変状事例

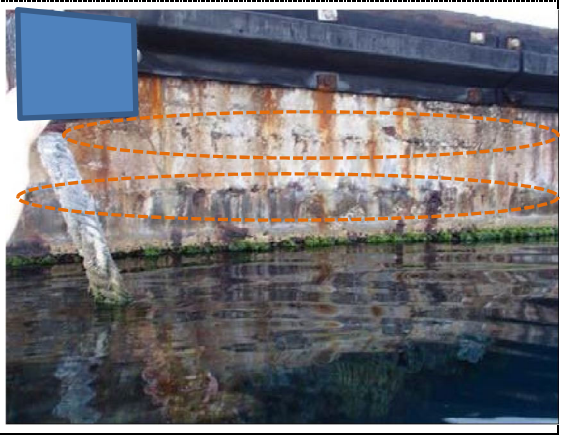
調査項目	本体の亀裂、損傷
変状	浸水状況
老朽化度	a：ひび割れ、亀裂、損傷による浸水が見られる

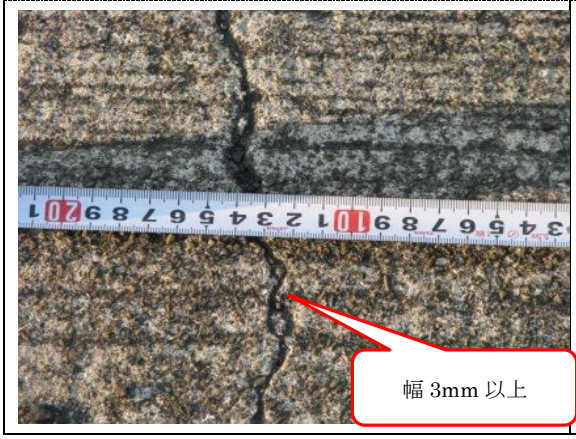
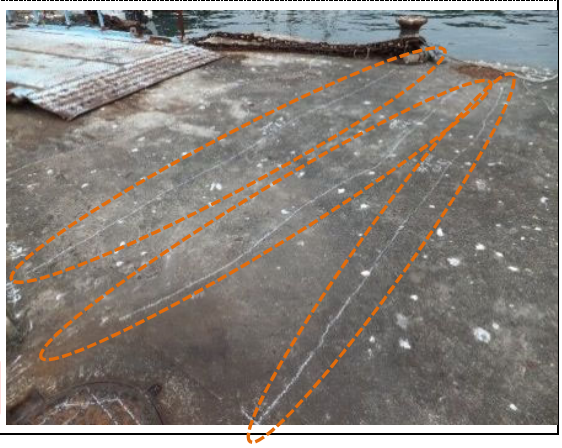
③浮体式係船岸【ポンツーン外部(鋼製、RC/PC 製)】における変状事例

調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷	調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷の状況	変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷の状況
老朽化度	a：腐食による開孔や変形、その他の著しい損傷がある	老朽化度	a：腐食による開孔や変形、その他の著しい損傷がある
			

調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷	調査項目	鋼材の腐食、亀裂、損傷
変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷の状況	変状	穴あきの有無、鋼材の腐食、表面の傷の状況
老朽化度	b：全体に発錆がある	老朽化度	c：部分的に発錆がある
			

④浮体式係船岸【ポンツーン外部(鋼製、RC/PC 製)】における変状事例

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況	変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況
老朽化度	a：かぶりの剥離がある	老朽化度	a：錆汁が広範囲に発生している
			

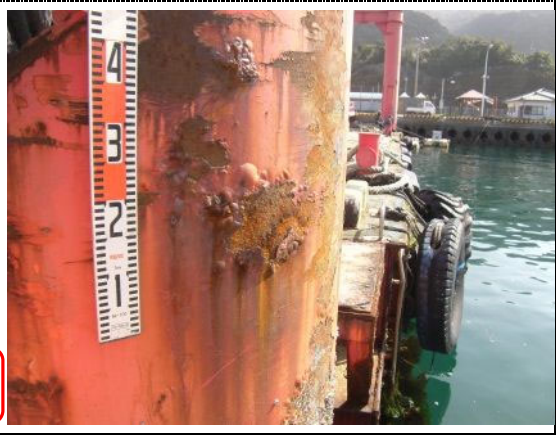
調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況	変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況
老朽化度	a：幅 3mm 以上の鉄筋に沿ったひび割れがある	老朽化度	b：幅 3mm 未満の鉄筋に沿ったひび割れがある
			

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況	変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況
老朽化度	b：錆汁が部分的に発生している	老朽化度	c：軽微なひび割れがある

調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)	調査項目	コンクリートの劣化、損傷(RC)
変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況	変状	ひび割れの発生方向、本数、長さと幅、かぶりの剥離状況、錆汁の発生状況、鉄筋の腐食状況
老朽化度	c：軽微なひび割れがある	老朽化度	c：錆汁が発生している

⑤浮体式係船岸【係留杭・係留チェーン】における変状事例

調査項目	摩耗、塗装、腐食	調査項目	摩耗、塗装、腐食
変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断	変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断
老朽化度	a：係留杭に変形、著しい摩耗、開孔がある	老朽化度	b：係留杭に軽微な摩耗や孔食がある

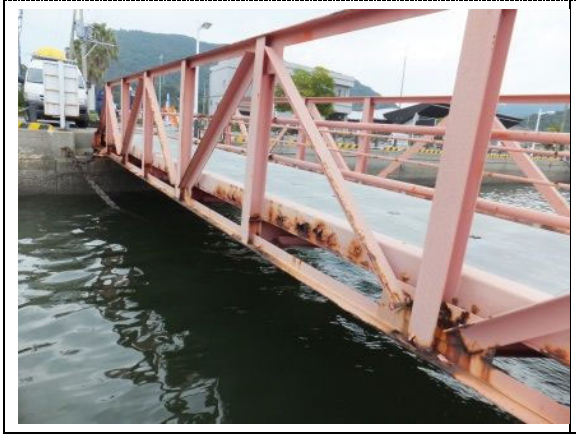


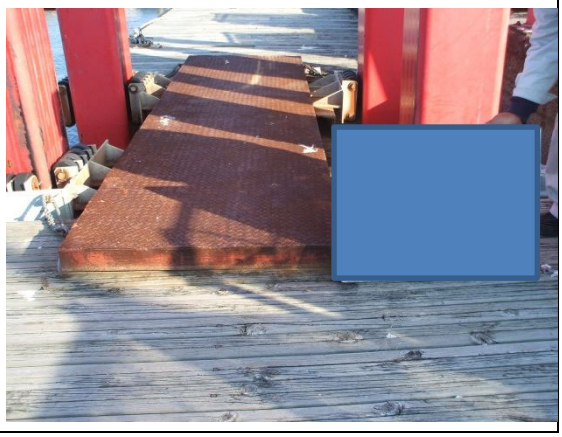
調査項目	摩耗、塗装、腐食	調査項目	摩耗、塗装、腐食
変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断	変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断
老朽化度	b：係留杭に軽微な摩耗や孔食がある	老朽化度	c：被覆材に軽微な損傷が見られる

調査項目	摩耗、塗装、腐食	調査項目	摩耗、塗装、腐食
変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断	変状	係留杭の状態、係留チェーンの破断
老朽化度	c：被覆材に軽微な損傷が見られる	老朽化度	c：被覆材に軽微な損傷が見られる

⑥浮体式係船岸【連絡橋・渡橋】における変状事例

調査項目	安定性、損傷、腐食	調査項目	安定性、損傷、腐食
変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装	変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装
老朽化度	a：連絡橋が不安定でポンツーンへの移動が困難である	老朽化度	a：連絡橋が不安定でポンツーンへの移動が困難である

調査項目	安定性、損傷、腐食	調査項目	安定性、損傷、腐食
変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装	変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装
老朽化度	c：塗装の剥離や錆が見られる	老朽化度	c：塗装の剥離や錆が見られる
			

調査項目	安定性、損傷、腐食	調査項目	安定性、損傷、腐食
変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装	変状	移動の安定性、錆、傷の有無、塗装
老朽化度	c：塗装の剥離や錆が見られる	老朽化度	c：塗装の剥離や錆が見られる
			

Ｄ．調査結果の記録に活用できる技術の事例

D.1　維持管理情報プラットフォーム

【活用の利点】

・点検記録を記録・保存することは、老朽化の進展状況等を効率的に把握でき、以降の機能保全計画の見直しの際にも必要不可欠となる。

・スパン割図・変状図等の図面データや写真データ及び簡易調査（重点項目）、日常管理点検の記録・保存について、維持管理情報プラットフォームで一括管理が可能となる。

・必要なときに必要な情報を取り出すことが容易となり、作業の効率化を図れる。

【システムの構成】

・GIS（地理情報システム）やGPS（全地球測位システム）と、漁港台帳や日常点検結果等を連動させた漁港施設の維持管理情報プラットフォームのシステムを構築したものである。漁港管理者に対する技術的支援の一環として、維持管理に係わる情報の蓄積・更新の適正化やそれらのデータの利活用の促進を目的としている。

・システムの構成を次に示す。

①基本部分（データベース機能）

１）　施設現況調書にかかる情報

２）　施設機能診断結果にかかる情報

３）　機能保全対策にかかる情報

４）　上記に関係する資料（図面、設計関係資料、調査記録等）

５）　日常・臨時・定期の各種点検データの格納・参照・分析

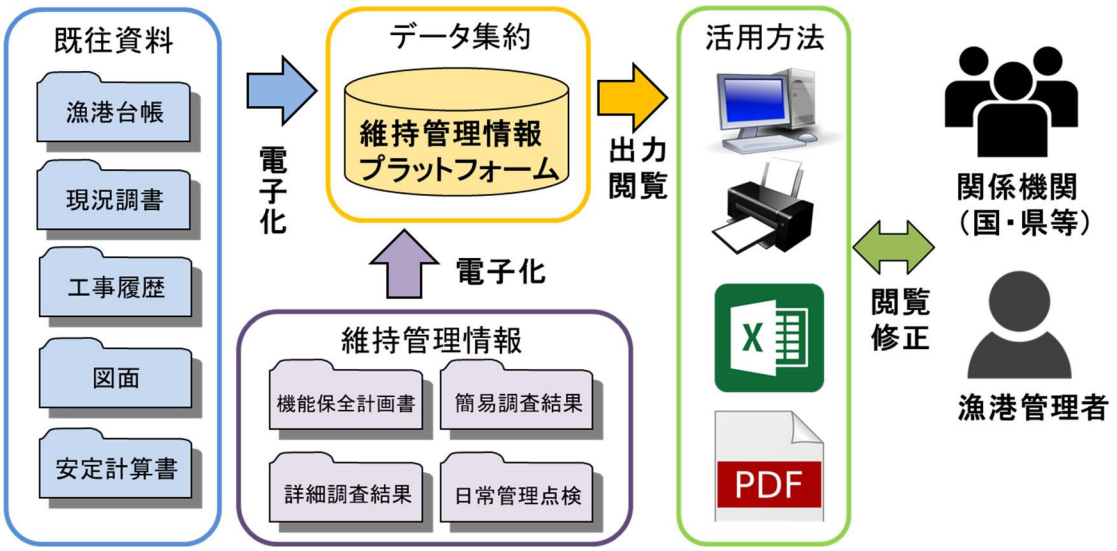
②拡張部分（各種分析機能）

１）　対策コストにかかる分析機能

２）　老朽化予測機能

３）　登録情報の共有化機能

【システムの概念図】



「漁港施設の維持管理情報プラットフォーム」の概念図

出典：平成 30 年度調査　調査研究論文集　NO.29　pp..7-12（一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所）

【参考資料】

・平成 30 年度調査　調査研究論文集　NO.29　pp..7-12（一般財団法人　漁港漁場漁村総合研究所）

・漁港施設維持管理情報プラットフォーム操作説明書、http;//www.jific.or.jp/?p=922

D.2　漁港施設の点検システム

【活用の利点】

・現地で容易に点検情報の登録が行えるため、点検作業の負担を低減することが出来る。

・日常点検の記録を適切に保全でき、蓄積された登録データの利活用を一元管理の下で行える（維持管理情報プラットフォームとの連携も可能）。

【システムの構成】

・漁港施設に関して、スマホを利用し、写真を中心とする施設の現況データを撮影、入力、伝達、蓄積したデータベースを作成して、そのデータを利用できるシステムである。

システムの構成を次に示す。

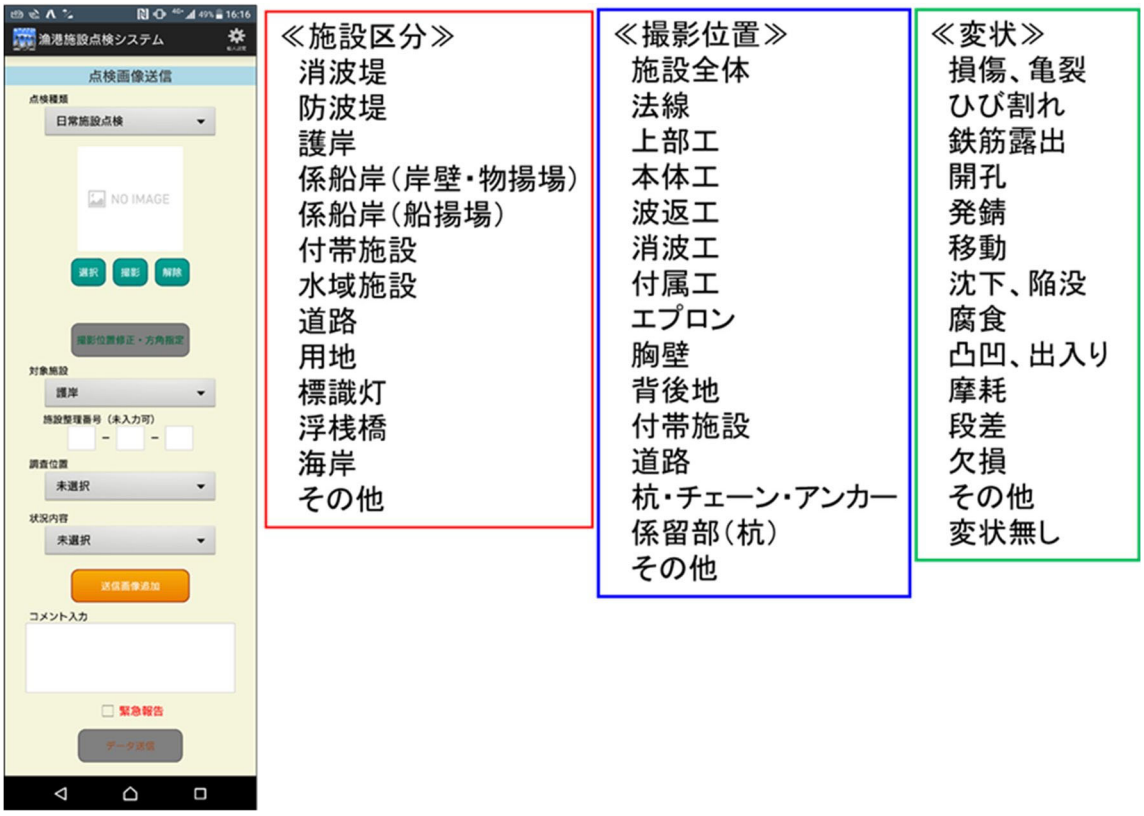
点検システムのイメージ

【システムの使い方】

・施設の点検者が点検結果を、スマホを利用して写真と必要事項を入力し、サーバに送信すると、漁港施設の管理者にデータの保管場所の URL を記入したメールが届く。その URL を開くと点検結果を閲覧できる。

・データは保管され、検索システムにより時間経過による変化や指定日時の状況閲覧などの処理ができる。

【漁港施設の点検システムでの選択肢】



【参考資料】

・奥野正洋・長野晋平・田原正之・長野章・不動雅之・野神巧一：スマートフォンを活用した漁港施設点検システムの構築と運用，水産工学 Vol. 55, No. 2, pp. 149-153, 2018.

Ｅ．日常点検記入シート及び記載例

新たに作成する日常点検記入シート及び記載例を次に示す。

（様式集）

・外郭施設（重力式・矢板式・杭式）

・係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）

・外郭・係船施設（浮体式）

・船揚場

・航路・泊地

（記載例）

・外郭施設（重力式・矢板式・杭式）健全度Ａ・Ｂの記入例

・係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）健全度Ｃ・Ｄの記入例

水産基盤施設日常点検記入シート【①外郭施設(重力式・矢板式・杭式)】

調査結果記入シート:健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日:平成　　年　　月　　日(健全度　)

調査年月日:令和　　年　　月　　日 天候: 晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。(例:☑)

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類		有無	状況(スパンNO.)
重力式防波堤 重力式護岸	施設全体	☐	移動	水平移動	☐	
		☐	沈下	目地のずれ、段差	☐	
	本体工	☐	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷		☐	
矢板式防波堤 杭式防波堤 矢板式護岸	施設法線	☐	凹凸、出入り		☐	
	矢板・杭	☐	腐食・亀裂・損傷等		☐	
共通	上部工	☐	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化、損傷		☐	
	消波工	☐	移動・沈下、損傷・亀裂		☐	
護岸の場合	背後地	☐	陥没、吸出し		☐	
附帯施設	防舷材	☐	損傷、変形、腐食、破損等		☐	
	係船柱・係船環	☐	損傷、変形、腐食、破損等		☐	
	車止め	☐	損傷、変形、腐食、破損等		☐	
	照明設備	☐	損傷、変形、腐食、破損等		☐	
	排水設備	☐	損傷、変形、腐食、破損等		☐	
	階段・梯子	☐	損傷、変形、腐食、破損等		☐	

【変状写真掲載欄】

老朽化:(　　)	写真NO.1
調査位置:　　(スパンNO.　)	
所見:	
撮影年月日: 令和　　年　　月　　日	

老朽化:(　　)	写真NO.2
調査位置:　　(スパンNO.　)	
所見:	
撮影年月日: 令和　　年　　月　　日	

老朽化:(　　)	写真NO.3
調査位置:　　(スパンNO.　)	
所見:	
撮影年月日: 令和　　年　　月　　日	

老朽化:(　　)	写真NO.4
調査位置:　　(スパンNO.　)	
所見:	
撮影年月日: 令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

水産基盤施設日常点検記入シート 【②係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成　　年　　月　　日（健全度　　）

調査年月日：令和　　年　　月　　日　天候：晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☑）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNO.）
重力式係船岸 矢板式係船岸 桟橋式係船岸	岸壁（桟橋）法線	□	凹凸、出入り	□	
	エプロン	□	沈下・陥没	□	
		□	ｺﾝｸﾘｰﾄ、舗装等の劣化・損傷	□	
	上部工	□	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化・損傷	□	
	本体工（重力式の場合）	□	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化・損傷	□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等	□	
	渡版（注）	□	損傷・塗装	□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	

（注）「渡版」は「桟橋式係船岸」に限定

【変状写真掲載欄】

老朽化：（　　）	写真NO.1
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.2
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.3
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

水産基盤施設日常点検記入シート【③外郭・係船施設（浮体式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成　　年　　月　　日（健全度　　）

調査年月日：令和　　年　　月　　日　天候：晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☑）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNO.）
浮防波堤 浮体式係船岸	エプロン	□	ｺﾝｸﾘｰﾄ、舗装等の劣化・損傷	□	
	ポンツーン外部（鋼製）	□	鋼材の腐食	□	
	ポンツーン外部（RC/PC製）	□	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化・損傷	□	
	係留施設	□	摩耗・塗装・腐食	□	
	連絡橋・渡橋（注）	□	安全性・損傷・腐食	□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	

（注）「連絡橋・渡橋」は「浮体式係船岸」に限定

【変状写真掲載欄】

老朽化：（　　）	写真NO.1
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.2
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.3
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

水産基盤施設日常点検記入シート【④船揚場】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成　　年　　月　　日（健全度　）

調査年月日：令和　　年　　月　　日 天候：晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☑）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNO.）
船揚場	船置場斜路部	□	凹凸・出入り	□	
			沈下・陥没	□	
			ｺﾝｸﾘｰﾄ・ｱｽﾌｧﾙﾄの劣化・損傷	□	
	前面壁	□	ｺﾝｸﾘｰﾄの劣化・損傷	□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	

【変状写真掲載欄】

老朽化：（　　）	写真NO.1
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.2
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.3
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：　　（スパンNO.　）	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

水産基盤施設日常点検記入シート【⑤航路・泊地】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成　　年　　月　　日（健全度　　）

調査年月日：令和　　年　　月　　日 天候：晴　曇　雨

漁港名		構造型式		調査者所属		調査者氏名	
施設名		調査を実施した範囲					

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：☑）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNO.）
航路・泊地	水面	□	流木等漂流物	□	
	水深	□	水深不足による利用上の支障	□	

【変状写真掲載欄】

老朽化：（　　）	写真NO.1
調査位置：	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.2
調査位置：	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.3
調査位置：	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

老朽化：（　　）	写真NO.4
調査位置：	
所見：	
撮影年月日：令和　　年　　月　　日	

【その他特記事項】

健全度A・Bの記入例

水産基盤施設 日常点検記入シート【①外郭施設（重力式・矢板式・杭式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成

直近の定期点検実施日：平成〇年〇月〇日（健全度B）

調査年月日：令和 ● 年 ● 月 ● 日　天候：晴 (曇) 雨

漁港名	▲▲漁港	構造型式	重力式防波堤	調査者所属	◆◆建設事務所	調査者氏名	水産　太郎
施設名	■■防波堤	調査を実施した範囲	施設全体（スパンNo.1～No.20）				

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：■）

【調査結果記入欄】

対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類		有無	状況（スパンNo.）
重力式防波堤 重力式護岸	施設全体	■	移動	水平移動	■	水平移動(NO.12)
		■	沈下	目地のずれ、段差	□	
	本体工	■	コンクリートの劣化、損傷		□	
矢板式防波堤 杭式防波堤 矢板式護岸	施設法線	□	凹凸、出入り		□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等		□	
共通	上部工	■	コンクリートの劣化、損傷		■	ひび割れ(NO.10)
	消波工	□	移動・沈下、損傷・亀裂		□	
護岸の場合	背後地	□	陥没、吸出し		□	
附帯施設	防舷材	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	係船柱・係船環	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	照明設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	
	階段・梯子	□	損傷、変形、腐食、破損等		□	

【変状写真掲載欄】

老朽化：　写真NO.1

調査位置：起点からの撮影　（スパンNO.　）

所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない

撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：　写真NO.2

調査位置：終点からの撮影　（スパンNO.　）

所見：前回点検からの進行や新たな変状は見られない

撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

踏査を行い、起終点から施設の写真を撮影する

老朽化：（ひび割れ）定期点検時b判定　写真NO.3

調査位置：上部工　（スパンNO. 10 ）

所見：幅の広いひび割れがあるが、前回と大きな差異は認められない。

撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

老朽化：（水平移動） 定期点検時b判定　写真NO.4

調査位置：施設全体　（スパンNO. 12 ）

所見：大きな水平移動があるが、前回と大きな差異は認められない。

撮影年月日：令和 ◎年 ◎月 ◎日

代表スパンを選定し、スパン写真とその状況を記載する。

【その他特記事項】

スパンNo.15辺りの港内側に堆砂が進んでいて、干潮時には波の条件によっては船底がこすることがある。（漁業者ヒアリング）

利用者に聞き取りを行い、利用上支障がないか確認する。

健全度C・Dの記入例　水産基盤施設　日常点検記入シート【②係船施設（重力式・矢板式・桟橋式）】

調査結果記入シート：健全度の評価単位で作成　　直近の定期点検実施日：平成〇年〇月〇日（健全度C）

調査年月日：　令和　●　年　●　月　●　日　　天候：（晴）　曇　　雨

漁港名	▲▲漁港	構造型式	重力式	調査者所属	◆◆建設事務所	調査者氏名	水産　太郎
施設名	■■物揚場	調査を実施した範囲	施設全体（スパンNO.1～NO.32）				

【調査結果記入欄】

各項目に対して、該当する欄をチェックする。（例：■）

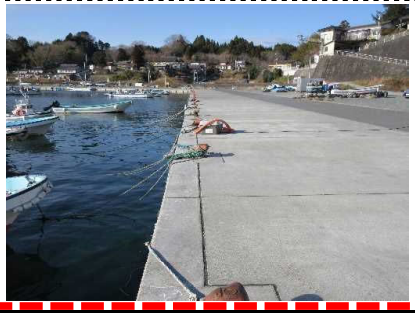
対象施設	調査位置	該当	老朽化の種類	有無	状況（スパンNo.）
重力式係船岸 矢板式係船岸 桟橋式係船岸	岸壁（桟橋）法線	■	凹凸、出入り	□	
	エプロン	■	沈下・陥没	□	
		■	コンクリート、舗装等の劣化・損傷	□	
	上部工	■	コンクリートの劣化・損傷	□	
	本体工（重力式の場合）	■	コンクリートの劣化・損傷	□	
	矢板・杭	□	腐食・亀裂・損傷等	□	
	渡版（注）	□	損傷・塗装	□	
附帯施設	防舷材	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	係船柱・係船環	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	車止め	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	照明設備	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	排水設備	□	損傷、変形、腐食、破損等	□	
	階段・梯子	■	損傷、変形、腐食、破損等	□	

（注）「渡版」は「桟橋式係船岸」に限定

踏査を行い、起終点から施設の写真を撮影する

【変状写真掲載欄】

老朽化：　写真NO.1
調査位置：　起点から撮影　（スパンNO.　）
所見：　前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：　令和　◎年　◎月　◎日



老朽化：　写真NO.2
調査位置：　終点から撮影　（スパンNO.　）
所見：　前回点検からの進行や新たな変状は見られない
撮影年月日：　令和　◎年　◎月　◎日

老朽化：　段差（沈下）　b判定相当　写真NO.3
調査位置：　エプロン　（スパンNO.　15　）
所見：　段差（沈下）がある。【新規発見】
撮影年月日：　令和　×年　×月　×日

老朽化：（　　）　写真NO.4
調査位置：　（スパンNO.　）
所見：
撮影年月日：　令和　年　月　日

新たな変状を発見した場合は様式に記載する

利用者に聞き取りを行い、利用上支障がないか確認する。

【その他特記事項】
スパンNo.8にある照明の灯りが消えている。（漁業者ヒアリング）

a．課題名

平成 31 年度水産基盤整備調査委託事業「漁港漁場施設の長寿命化対策検討調査」のうち、漁港施設等の長寿命化対策費用等の検討

b．実施機関及び担当者

［一般社団法人 水産土木建設技術センター］
松本 力
完山 暢
藤田孝康
谷口 尚

c．ねらい

漁港施設等のインフラ老朽化が進む中、維持管理・更新費の増大が懸念されており、戦略的な長寿命化対策の推進が課題となっている。また、近年地方自治体では、技術者不足が深刻化しており漁港施設等のインフラ維持管理の対応に苦慮している状況である。

新経済・財政再生計画の骨太の方針に基づいた改革工程表 2018 では、2020 年度末までに長寿命化効果を含めた維持管理・更新費の見通しを公表すること、および個別施設計画の策定を支援し策定率 100%を目指すことが示されたところである。

漁港施設においては、過年度までに整理された対策費用の推計に加え、新たに策定完了された機能保全計画書の追加収集・データ更新を行い、改めてコスト縮減効果の分析を行うとともに、将来の長寿命化対策費用等を推計した。加えて漁港施設等の個別施設計画の策定率が低い施設管理者への支援策として、技術者が少ない管理者が個別施設計画の策定を出来るだけ効率的に実施出来るよう、支援ツールを作成した。

ｄ．方法

５．漁港施設等の長寿命化対策費用等の検討

５－１　長寿命化対策費用の推計

平成 30 年度末までに策定、変更された機能保全計画書を追加して、漁港施設の老朽化の現状を整理するとともに、今後 30 年の費用推計の算出、およびストックマネジメントによるコスト縮減効果（今後 50 年）を分析した。

（１）機能保全計画書の収集

①　機能保全計画書の追加収集

全国の漁港管理者を対象として、平成 30 年度末までに策定された機能保全計画書を収集・分析した。漁港施設の老朽化現状は、現状、および複数のシナリオ（対策を実施しないケース、対策を実施したケース、老朽化度を考慮したケース等）ごとに整理した。また、これらの機能保全計画書のデータは、機能保全計画書データベースに追加した。

②　機能保全計画書データベースの基本構成

機能保全計画書データベースの基本構成は、表 d-5-1-1 のとおりである。なお、対象施設における構造形式の分類は、表 d-5-1-2 のとおり設定した。

表 d-5-1-1　機能保全計画書データベースの基本構成

都道府県	漁港名	漁港番号	旧漁港名	旧番号	流通拠点／生産拠点	施設分類	種類	施設名称	構造形式	施設の現状		数量				建設年又は取得の年		建設価格	附帯施設								
										新設・更新	補修・改良	対象延長（m）	現在の総延長（m）	基数（基）	延べ面積（㎡）	自（年）	至（年）	（千円）	防風設備	漂流防止施設	防雪設備	防暑設備	清浄海水導入施設	鳥獣等進入防止施設	魚類移送施設	汚水浄化施設

機能保全計画										諸元(単位の入力)				計画書データ(施設単位の入力)									対策費と対策時期		対策費年度		
																	変状ランク合計								対策費（百万円）		
策定状況	健全度	対策ｺｽﾄ（百万円）	対策工法	更新ｺｽﾄ（百万円）	更新工法	機能保全工事の実施（～H29.3）	次期長計(H29～33)中の保全工事見込み	過年度調査の備考欄に記載のあった特記事項	水産土木備考欄	次期長計対象	防災拠点	管理者	計画書策定年度	保全対策要否	劣化部材(附帯除く)	部材影響度	a	b	c	d	全ｽﾊﾟﾝ数【自動】	健全度【自動】	現在価値化を除去した対策費（百万円）【自動】	計画書で現在価値化しているY/N	2009	～	2076
																									H21	～	H88

表 d-5-1-2　構造形式の区分

施設	施設種類	構造形式			本体工の構造等に着目した分類
（漁港施設） 外郭施設、 輸送施設、 漁港施設用地、 水域施設 （漁場施設） 増殖場、 養殖場、 着底基質、 海水交流施設	（外郭施設） 防波堤、 防砂堤、 防潮堤、 導流堤、 防波護岸、 堤防、 突堤、 胸壁 （輸送施設） 道路護岸 （漁港施設用地） 用地護岸 （水域施設） 航路護岸、 泊地(根固工、 法止工等)、 防砂潜堤 （増殖場 ・養殖場） 消波堤、 潜堤、 離岸堤、 防水堤	直立堤	消波工付き		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｺﾝｸﾘｰﾄ単塊式、ﾌﾞﾛｯｸ積式)
					鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｾﾙﾗｰﾌﾞﾛｯｸ式、ｹｰｿﾝ式、L型ﾌﾞﾛｯｸ式)
					鋼構造(鋼製函式)
			消波工なし		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｺﾝｸﾘｰﾄ単塊式、ﾌﾞﾛｯｸ積式)
					鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｾﾙﾗｰﾌﾞﾛｯｸ式、ｹｰｿﾝ式、L型ﾌﾞﾛｯｸ式)
					鋼構造(鋼製函式)
		傾斜堤 （潜堤）	透過式		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(捨ﾌﾞﾛｯｸ[全断面]式)
					石積造(捨石[全断面]式)
			不透過式		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(捨ﾌﾞﾛｯｸ[中詰]式)
					石積造(捨石[中詰]式)
		混成堤	消波工付き		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｺﾝｸﾘｰﾄ単塊式、ﾌﾞﾛｯｸ積式)
					鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｾﾙﾗｰﾌﾞﾛｯｸ式、ｹｰｿﾝ式、L型ﾌﾞﾛｯｸ式)
					鋼構造(鋼製函式)
			消波工なし		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｺﾝｸﾘｰﾄ単塊式、ﾌﾞﾛｯｸ積式)
					鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｾﾙﾗｰﾌﾞﾛｯｸ式、ｹｰｿﾝ式、L型ﾌﾞﾛｯｸ式)
					鋼構造(鋼製函式)
		その他	矢板式		鋼構造
			杭式・ｶｰﾃﾝ式		鋼構造
			浮体式		鋼構造
					鉄筋コンクリート構造
					ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽｺﾝｸﾘｰﾄ構造
		その他			複合した構造形式、或いは上記分類に該当しない施設
	水門				—
	閘門				—
係留施設	岸壁、 物揚げ場、 桟橋、 浮桟橋、 取付護岸	重力式	直立消波式		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造
			その他		無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｺﾝｸﾘｰﾄ単塊式、ﾌﾞﾛｯｸ積式)
					鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造(ｾﾙﾗｰ式、ｹｰｿﾝ式、L型ﾌﾞﾛｯｸ式)
		矢板式			鋼構造
		桟橋式			鋼構造
		階段式			無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造
		浮体式			鋼構造
					鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造
					ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽｺﾝｸﾘｰﾄ構造
	船揚場				斜路式
					吊上げ方式
	係船浮標				—
	係船くい				—
	その他				複合した構造形式、或いは上記分類に該当しない施設
輸送施設	道路				ｱｽﾌｧﾙﾄ舗装
					ｺﾝｸﾘｰﾄ舗装
					複合した構造形式、或いは上記分類に該当しない施設
	橋梁				桁橋
					ｱｰﾁ橋
					斜張橋
					吊橋
					ﾄﾗｽ橋
					複合した構造形式、或いは上記分類に該当しない施設
漁港施設用地等	（漁港施設用地） 人工地盤				鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造
					鉄骨鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造
	（機能施設） 漁港浄化施設、廃油処理施設、荷さばき所				鋼構造
					複合した構造形式、或いは上記分類に該当しない施設

（２）コスト縮減効果の検討

前項（１）で収集・更新されたデータベースを用いて、今後 30 年の費用推計の算出、およびストックマネジメントによるコスト縮減効果（今後 50 年）を分析した。

① 今後30年間の保全対策費の推計

機能保全計画DBを用いて、2019年～2048年までの全漁港（2,860漁港分）の保全対策費を推計した。

② 施設耐用年数の検討

更新時期の目安となる施設耐用年数を機能保全計画DBから推定して試算した。施設耐用年数は、機能保全計画DBの各施設の経過年数、対策の有無、対策年などから決定した施設耐用年数の平均値として試算した。

③ コスト縮減効果の考え方

機能保全計画書は、機能保全計画を策定・実行することによってライフサイクルコストの縮減効果が得られるとされる。その縮減効果は、施設更新費と保全対策費を比較し、コスト縮減額で示すこととなっている（水産基盤施設ストックマネジメントのガイドライン)。そこで、最新の機能保全計画書DBを用いて保全対策費を抽出し、2017（平成28）年度に実施された既存ストックデータから更新費を抽出し、全体のコスト縮減率を試算した。なお、本試算の対象は、外郭施設、係留施設、輸送施設、漁港施設用地等、水域施設、機能施設、増殖場および養殖場とした。

④ 維持管理費の検討

コスト縮減効果の試算に必要となる維持管理費は、水産庁に報告された2011～2013年の事業実績から試算した。

⑤ コスト縮減効果の試算

コスト縮減効果は、上記①②の検討をもとに、以下の式を用いて試算した。試算経緯を図d-5-1-2のフローに示す。

$$\text{コスト縮減率} = 1 - \frac{\text{予防保全コスト}}{\text{事後保全コスト}} = 1 - \frac{(C+M) \div P2}{(U+M) \div P1}$$

ここに、C：今後 50 年間の保全対策費※1
U：今後 50 年間の更新費※2
M：今後 50 年間の維持管理費
P1：事後保全の評価期間※3
P2：予防保全の評価期間※4

※1：保全対策費とは、各施設の機能保全計画書において示される保全対策費用であり、通常は、予防保全として実施する修繕の費用を指す。
※2：今後50年間の更新費は、各施設の耐用年数ごとに、各施設の更新費を繰り返し積み上げた費用となる。この際に適用する耐用年数は、CASE１（一律50年)、CASE2（要対策施設の耐要年数）およびCASE3（全施設の耐用年数）の3通りとした。
※3：事後保全の評価期間は、一律50年とした。
※4：予防保全の評価期間は、50年（事後保全に対して1倍）のケースと、予防保全による延命効果を考慮した100年（事後保全の2倍）のケースの計2ケースを検討した。(e.結果　4-1-2(5) コスト縮減効果の試算参照)

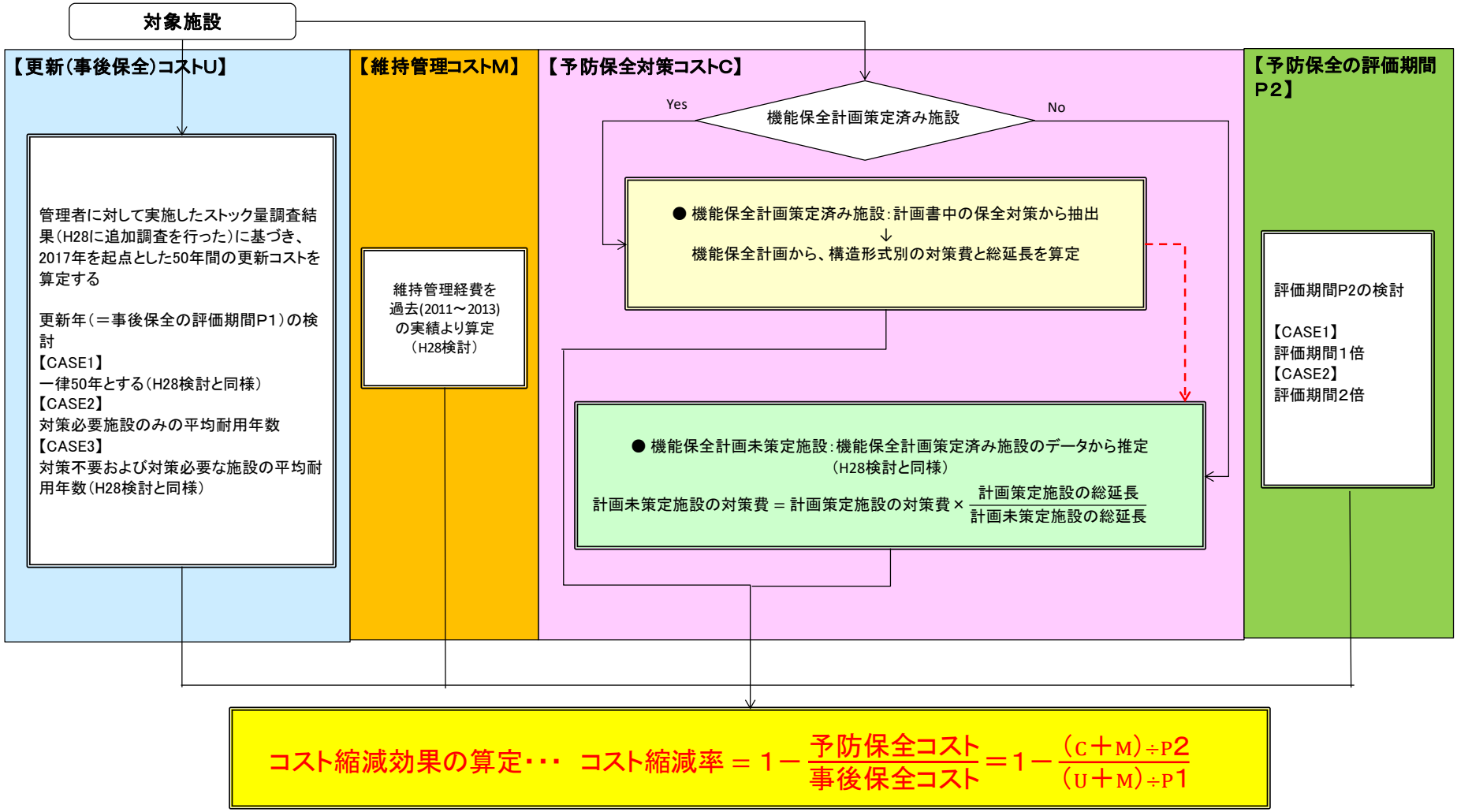


図 d-5-1-1　コスト縮減率試算フロー

５－２　個別施設計画策定支援技術の検討

漁港施設等の個別施設計画の策定率が低い施設管理者への支援策として、2018（平成 30）年度調査にて作成した優良事例集の充実を図るとともに、策定済みの機能保全計画書等から施設別の維持管理更新費の標準的な算定方法を検討し、今後、新たに機能保全対策を実施することが想定される地方公共団体等が機能保全計画書の策定を出来るだけ効率的に実施出来るよう、汎用性のあるソフトにより算定支援ツールを作成した。作成した優良事例集や算定支援ツールは施設管理者へ配布する等により普及促進を図ることを目的とする。

（１）優良事例集

平成 30 年度に作成した優良事例集は、機能保全対策についての優良事例収集を主として作成したものである。今年度は、点検、調査、維持管理等に対する新たな事例を追加収集・整理し、内容の充実を図ることとした。

（２）個別施設計画策定支援ツール

策定済みの漁港漁場施設施設の機能保全計画書から維持管理更新費の算定方法を整理し、標準的な算出方法を検討した。検討結果は、施設別に工種、規格、単位、単価等の項目別に整理し一覧で表示できるように汎用ソフト（EXCEL 等）により作成した。

（３）普及促進

策定した優良事例集や算定支援ツールの普及方法を検討・実施し促進を図る。作成した優良事例集や算定支援ツールについて、活用可能となる説明資料「手順書」作成のうえ施設管理者へ配布する等により普及促進を図ることとした。

ｅ．結果

５．漁港施設の長寿命化対策費用等の検討

５－１　長寿命化対策費用の推計

（１）機能保全計画書の収集

①　機能保全計画書の収集および入力状況

平成29年3月末時点で全国2,860漁港（平成30年3月末時点で2,823漁港）が供用されている。このうち、過年度からの累計で機能保全計画策定済み2,192漁港分の機能保全計画書を収集した。

収集した機能保全計画書のデータを分析するために、これらはエクセルシートを用いて、データベース化した。データベース化の対象は、過年度までに完了済みの1,668漁港に、収集した機能保全計画書のうち入力を完了した274漁港を加え合計1,942漁港とした。

表 e-5-1-1　機能保全計画書の収集および更新状況

年度	①計画策定済み漁港数[1)]	②計画書収集済み漁港数	③データベース更新漁港
～H29	1,896	1,809	1,231
H30	2,193	1,932 (123)	1,668 (437)
H31	2,193	2,192 (260)	1,942 (274)

※１）は水産庁より提供の数値

※表中の（　）内数値は単年度の実績

（２）コスト縮減効果の検討

更新した機能保全計画書データに基づいて、今後30年の費用推計、およびコスト縮減率（今後50年間）を再検討した結果は、以下に述べるとおりである。

①　今後30年間の保全対策費の推計

2019年度～2048年度までの30年間における全漁港（2,823漁港分）の維持管理費とした。算出方法や条件等を取りまとめた算出基準を表e-5-1-2(1)に示す。概要は以下のとおり。

【算出条件】

- ✧　推計期間は、2019～2048年度の30年間とした。
- ✧　維持管理費は、「維持費」と「補修・修繕費」の合計から推定した。
- ✧　全漁港管理者へアンケートを行い、管理者が単独費等で実施している「維持費」を分析した。
- ✧　収集した機能保全計画書からは読み取れない（未記載等）必要項目や不明等

がある場合の取り扱いについて、その算出方法（対策費や対策年度が不明確な場合など）や算出条件（計画書未策定の漁港や撤去費用の扱いなど）を検討し一定の基準を設定した。

今後30年の対策費用の推計を表e-5-1-2(2)および図e-5-1-1に示す。概要は以下のとおり。

施設全体の総額は3兆4,578億円、年平均は1,152億円と試算された。このうち、施設別では外郭施設が総額2兆5,427億円と全体総額の73%を占める。

10年ごとの推移は下記のとおり増加傾向で推移していくことが見られる。

～10年（2019～2028年）：総額 9,297億円

～20年（2029～2038年）：総額 1兆1,655億円

⇒前10年比：約1.2倍増

～30年（2039～2048年）：総額 1兆3,625億円

⇒前10年比：約1.5倍増

表e-5-1-2(1)　漁港施設（予防保全）における将来推計の算出基準（方法、条件等）

<table>
<tr><th rowspan="2">検討項目</th><th colspan="6">漁港施設　対象期間：2019～2048年（30年間）</th><th rowspan="2">備考</th></tr>
<tr><th colspan="5">算出方法</th><th>算出条件等</th></tr>
<tr><td>(1)維持費</td><td colspan="5">・直近10年間（H21年度～H30年度）の実績を漁港管理者にヒヤリングし集計したデータから、施設延長あたりの平均維持費（億円/km）を求め、それを全漁港延長に乗じて算出した。</td><td>・全漁港の施設延長は漁港台帳データを集計して算出した。</td><td>・港湾施設と漁港施設は、維持費の内訳がほぼ同様である。</td></tr>
<tr><td rowspan="7">(2)補修・修繕費</td><td rowspan="6">外郭施設、係留施設、輸送施設、漁港施設用地等</td><td rowspan="5">1）機能保全計画書において要対策とされた施設</td><td colspan="3">共通</td><td>・2019～2048年（30年間）を対象として、各施設の機能保全計画書に記載されている保全対策費を集計した。

・各施設の機能保全計画書におけるデータの状態によって
①対策費明確・対策年度明確
②対策費不明確・対策年度明確
③対策費不明確・対策年度不明確
④対策費不明確・対策年度不明確
の4パターンに分け、それぞれ以下のように集計した。</td><td rowspan="5">・機能保全計画書が策定されていない漁港（施設）は、施設数割合に基づいて推計した。

・機能保全計画書での建設年から要対策年までの年月を施設耐用年数とし、これを修繕（予防保全対策）周期とした。

・要対策年が不明である場合は、各施設種類における平均耐用年数を適用した。

・補修・修繕では、構造形式等に応じた定期的な補修・修繕を適切に実施するとした。これによって、施設が長寿命化し、推計期間（30年間）に更新が必要になることはなく、更新費は計上していない。

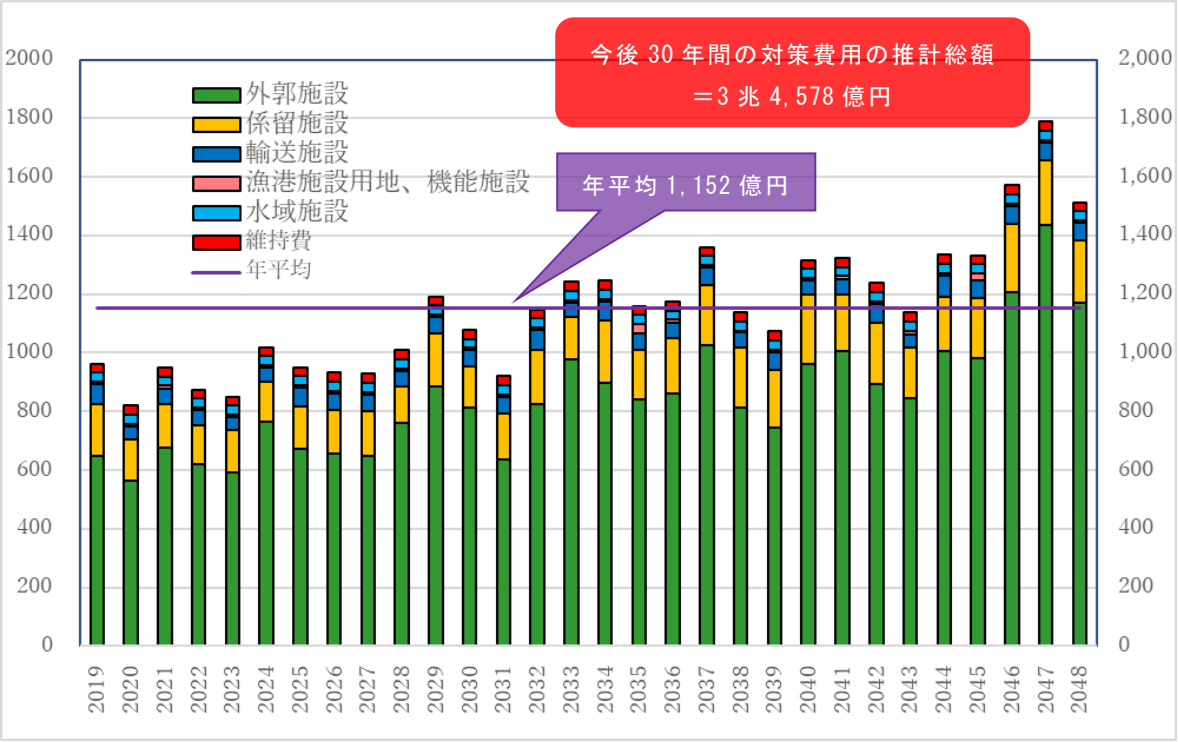
・対策による施設の撤去費用は一律対策費の10%として加算した。

・社会的割引率は適用していない。</td><td rowspan="6">・漁港施設は機能保全計画書に記載された1,669漁港、45,407施設の個々の対策費を集計した上で、施設割合で推計した。港湾施設は、施設をパターン分類し、それぞれの施設分類で補修費用と補修時期（補修間隔）を設定している。

・修繕周期の求め方は、機能保全計画書の要対策年（予測）を用いてを算出している。港湾施設は過去の修繕結果（実績）から算出している。</td></tr>
<tr><td>①</td><td>対策費明確</td><td>対策年度明確</td><td>・【要対策】かつ【対策費、対策年度とも明確】である施設について加算した（14,650施設/18,965施設(1,669漁港)、22,751施設/29,452施設(2,823漁港)）。
・機能保全計画書より、対策費と対策年度が明確に入力されている施設のデータを抽出し加算した。</td></tr>
<tr><td>②</td><td>対策費不明確</td><td>対策年度明確</td><td>・【要対策】かつ【対策費が不明確】かつ【対策年度が明確】である施設について加算した（244施設/18,965施設(1,669漁港)、379施設/29,452施設(2,823漁港)）。
・①のデータかから各施設種類の年・Kmあたりの平均対策費を算出した。
・算出した年・Kmあたりの平均対策費×施設延長(Km)×30（30年分）を対策費とし、各施設の対策年度（単年度）に加算した。</td></tr>
<tr><td>③</td><td>対策費明確</td><td>対策年度不明確</td><td>・【要対策】かつ【対策費が明確】かつ【対策年度が不明確】である施設について加算した（3,883施設/18,965施設(1,669漁港)、6,030施設/29,452施設(2,823漁港)）。
外郭、係留等の各施設種類に対いて、③に該当する施設の対策費を合計し、年あたりの平均対策費を算出して、全ての年度に加算した。</td></tr>
<tr><td>④</td><td>対策費不明確</td><td>対策年度不明確</td><td>・【要対策】かつ【対策費、対策年度とも不明確】である施設について加算した（188施設/18,965施設(1,669漁港)、292施設/29,452施設(2,823漁港)）。
・①のデータから各施設種類の年・Kmあたりの平均対策費を算出した。
・算出した年・Kmあたりの平均対策費×施設延長(Km)×その施設の年平均対策費とし、全ての年度に加算した。</td></tr>
<tr><td>2）機能保全計画書において対策不要とされた施設</td><td colspan="4">・機能保全計画書において、当面対策不要とされた施設について加算した（14,561施設/1,669漁港，28,420施設／2,823漁港）。
・対策不要施設と要対策施設の施設数の比率、および平均耐用年数の比率を算出し、それらを要対策施設の年平均対策費に乗じて算出した。
・対策不要施設の平均耐用年数については、対策不要施設の経過年数＋要対策施設の平均耐用年数と仮定した。</td><td>・機能保全計画書が策定されていない漁港（施設）は、施設数割合に基づいて推計した。</td></tr>
<tr><td>3）水域施設</td><td colspan="5">・直近10年間（H21年度～H30年度）の実績を漁港管理者にヒヤリングし集計したデータから、全漁港分の1年あたり対策費を算出した。</td></tr>
</table>

表e-5-1-2(2)　今後30年間の対策費用の推計(10年ごとの推移)

分類	全漁港の保全対策費(億円・維持費含む)				
	～10年	～20年	～30年	合計	年平均
	2019～2028	2029～2038	2039～2048		
合計	9,297.3	11,655.7	13,625.8	34,578.8	1,152.6
外郭施設	6,594.4	8,581.1	10,252.3	25,427.8	847.6
係留施設	1,457.4	1,781.7	2,066.7	5,305.8	176.9
輸送施設	545.7	569.3	579.5	1,694.6	56.5
漁港施設用地等	75.3	98.9	102.6	276.9	9.2
水域施設	316.5	316.5	316.5	949.5	31.7
維持費	308.1	308.1	308.1	924.2	30.8



図e-5-1-1　今後30年間の対策費用の推計

② 施設耐用年数の検討

更新時期の目安となる施設耐用年数を機能保全計画DBから推定して試算した。施設耐用年数は、機能保全計画DBの各施設の経過年数、対策の有無、対策年などから決定した施設耐用年数の平均値として試算した。

平均耐用年数(年)＝

$$\frac{\Sigma\,(\text{分母のうち保全対策予定施設の耐用年数}+\text{分母のうち保全対策不要かつ 50 年以上経過施設の耐用年数})}{\text{対象施設数}}$$

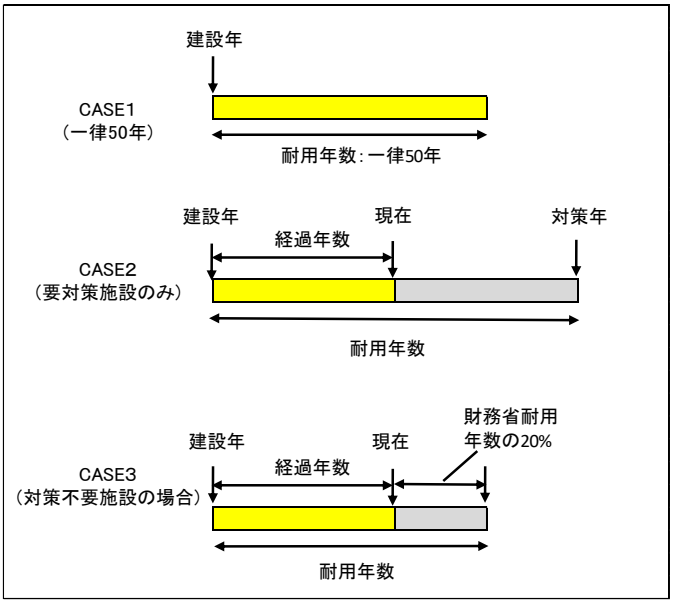
施設耐用年数は水産庁担当者と検討し、以下の3通りを比較することとした。

・耐用年数CASE1：一律に、土木構造物における一般的な耐用年数とされる50年とした。
・耐用年数CASE2：機能保全計画DBから要対策施設とされたものを抽出し、これらの平均経過年数（建設年次からの経過年数）を算出し、耐用年数とした。
・耐用年数CASE3：機能保全計画DBから対策要・不要含めた全施設の平均経過年数を算出し、耐用年数とした。

算出条件は、以下のとおりとした。

【算出条件】

- 建設年、対策の有無、対策年度が不明な施設は、除外した。
- 「保全対策予定施設」: 耐用年数＝初回対策年－建設年とした。
- 「保全対策不要かつ50年未満施設」: 耐用年数の計算から除外した。
- 「保全対策不要かつ50年以上経過施設」:
  ・除外した（耐用年数CASE2）。
  ・耐用年数＝経過年＋財務省耐用年数の20%（国税庁HP法定耐用年数の全部を経過した資産；https://www.nta.go.jp/taxanswer/hojin/5404.htm）とした（耐用年数CASE3）。



図e-5-1-2　耐用年数の概念図

全施設の耐用年数でみると、耐用年数CASE2では全体47.5年、耐用年数CASE3では全体52.7年であり、施設耐用年数として一般的に設定される50年という値に近い結果となっている。

【耐用年数CASE2と耐用年数CASE3の比較】

耐用年数CASE2は、速やかに要対策と判定され、比較的老朽化が著しい施設の平均である。一方、耐用年数CASE3は、直近の対策は不要と判定された施設も含むため、耐用年数CASE2より耐用年数が長くなる。

耐用年数CASE2は、予防保全を行わない場合の（危険よりの）年数と言える。また、減価償却を考慮される耐用年数CASE3よりも、構造形式ごとの健全度をより反映していると言えるため、これを把握しておくことは重要である。

なお、これらの耐用年数が短くなることで50年間の更新費が上昇するため、結果としてコスト縮減率（１－対策費/更新費）は大きくなる。

耐用年数CASE3は、対策不要施設も含めて考慮した値であり、対策不要施設の耐用年数を経過年＋財務省耐用年数の２割とする試算方法は減価償却の考え方に基づいている。

【施設種類による傾向】

耐用年数CASE2では、外郭施設51.5年、係留施設45.7年、輸送施設38.9年、漁港施設用地等42.6年となった。耐用年数CASE3では、外郭施設57.6年、係留施設50.0年、輸送施設40.7年、漁港施設用地等46.2年となった。いずれのCASEでも、外郭施設＞係留施設＞漁港施設用地等＞輸送施設という結果となっている。

外郭施設の方が長くなるのは、構成部材の種類が少なく、その材料の多くにコンクリートが使用されているためと考えられる。コンクリートと鋼部材という材料ごとに比較すると、耐用年数CASE2における外郭施設がコンクリート52.4年、鋼37.2年であり、コンクリートと鋼の施設比率は約６：１となった。また、係留施設ではコンクリート47.9年、鋼38.5年となり、コンクリートと鋼の施設比率は約３：１であった。さらに、耐用年数CASE3における外郭施設のコンクリート59.0年、鋼38.6年、係留施設のコンクリート52.0年、鋼39.6年となった。いずれもコンクリートの耐用年数が鋼のそれよりも長くなり、このことは実態からも妥当な結果であると言える。

輸送施設が短いのは、アスファルトの更新期間が比較的短いためであり、これも実態に合致する。

表 e-5-1-3(1)　対象施設別に健全度から設定した平均耐用年数(耐用年数 CASE2)

対象施設			全施設数	平均経過年数	該当する構造番号
全体			14,055	47.5	1～51
外郭施設	全体		6,579	51.5	1～24
	外郭(水門、閘門以外)	コンクリート	3,426	52.4	1,2,4,5,7,8,9,10,11,12,14,15,20,21
		鋼	536	37.2	3.6.13.16.17.18.19
		その他	2,607	53.3	22
	外郭(水門、閘門)		10	46.8	23,24
係留施設	全体		5,588	45.7	25～37
	係留(係船浮標、係船くい以外)	コンクリート	3,985	47.9	25,26,27,30,32,33,34,35
		鋼	1,284	38.5	28,29,31
	係留(係船浮標、係船くい、その他)		319	47.3	36～38
輸送施設	全体		1,785	38.9	39～47
	道路		1,586	39.2	39,40,41
	道路以外		199	36.6	42～47
漁港施設用地等			103	42.6	48～51

表 e-5-1-3(2)　対象施設別に健全度から設定した平均耐用年数(耐用年数 CASE3)

対象施設			全施設数	平均経過年数	該当する構造番号
全体			17,605	52.7	1～51
外郭施設	全体		8,770	57.6	1～24
	外郭(水門、閘門以外)	コンクリート	4,699	59.0	1,2,4,5,7,8,9,10,11,12,14,15,20,21
		鋼	562	38.6	3.6.13.16.17.18.19
		その他	3,497	58.7	22
	外郭(水門、閘門)		12	49.1	23,24
係留施設	全体		6,776	50.0	25～37
	係留(係船浮標、係船くい以外)	コンクリート	4,915	52.0	25,26,27,30,32,33,34,35
		鋼	1,339	39.6	28,29,31
	係留(係船浮標、係船くい、その他)		522	57.6	36～38
輸送施設	全体		1,934	40.7	39～47
	道路		1,720	41.0	39,40,41
	道路以外		214	38.4	42～47
漁港施設用地等			125	46.2	48～51

③　コスト縮減効果の考え方

コスト縮減率は、外郭施設、係留施設、輸送施設、漁港施設用地等、機能施設で試算した。なお、総保全対策費は、以下の考え方で算出した。

保全対策費(百万円)＝ストック総延長(m)×保全対策実施率×平均対策費(百万円/m)

また、個々の施設におけるコスト縮減率は、下式から算出した。

$$\text{コスト縮減率}(\%) = 100 - \frac{\text{予防保全コスト}}{\text{事後保全コスト}} \times 100 = 100 - \frac{(\mathrm{C}+\mathrm{M}) \div \mathrm{P}2}{(\mathrm{U}+\mathrm{M}) \div \mathrm{P}1} \times 100$$

ここに、C：今後 50 年間の保全対策費※1
U：今後 50 年間の更新費※2
M：今後 50 年間の維持管理費
P1：事後保全の評価期間※3
P2：予防保全の評価期間※4

※1：保全対策費とは、各施設の機能保全計画書において示される保全対策費用であり、通常は、予防保全として実施する修繕の費用を指す。
※2：今後50年間の更新費は、各施設の耐用年数ごとに、各施設の更新費を繰り返し積み上げた費用となる。この際に適用する耐用年数は、CASE１（一律50年)、CASE2（要
対策施設の耐要年数）およびCASE3（全施設の耐用年数）の3通りとした。
※3：事後保全の評価期間は、一律50年とした。
※4：予防保全の評価期間は、50年（事後保全に対して1倍）のケースと、予防保全による延命効果を考慮した100年（事後保全の2倍）のケースの計2ケースを検討した。

④　維持管理費の検討

日常点検や定期点検、附帯施設の更新などに要する維持管理費は、水産庁に報告された2011～2013年の事業実績から、それぞれの年間の施設別維持管理費を求めた。また、全体の施設延長4,885kmに対する全体の年間維持費48.22億円から、施設延長1kmあたりの年間平均維持管理費を0.00987億円（98.7万円）／km･年とした。

表e-5-1-4　構造形式別の維持管理費

分類		施設延長（km）	種類別の費用内訳（億円）
外郭施設	直立堤:消波工付き	445	4.39
	直立堤:消波工なし	930	9.18
	傾斜底:透過式	161	1.59
	傾斜底:不透過式	198	1.96
	混成堤:消波工付き	351	3.46
	混成堤:消波工なし	391	3.86
	外郭矢板式	115	1.13
	杭･カーテン式	35	0.35
	浮体式	5	0.05
	その他	400	3.95
係留施設	直立消波式	2	0.02
	その他の重力式	9	0.09
	係留矢板式	1	0.01
	桟橋式	0	0.00
	階段式	1	0.01
	浮体式	1	0.01
	船揚場	4	0.04
	その他	2	0.02
輸送施設	道路	1,717	16.94
	道路護岸	35	0.34
漁港施設用地	用地護岸	42	0.41
水域施設	航路護岸、防砂潜堤	3	0.03
漁場	消波底、潜堤等	37	0.04
合計		4,885	48.22

⑤　コスト縮減効果の試算

コスト縮減効果の試算は、水産庁「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」等の考え方を基本とした。また、他省庁（国土交通省）で用いられている試算方法を調べ、この方法を参考にした試算も併せて行った。コスト縮減効果に関する他省庁（国土交通省）の資料は、表e-5-1-6のとおりである。

前者（水産庁）と後者（国土交通省）ではＬＣＣの算定方法が異なる。

水産庁の考え方は、ＬＣＣを算出する期間を一律50年とし、50年間の事後保全費用と予防保全費用のそれぞれの合計を算出して比較した（縮減率CACE-A：評価期間1倍）。

一方、国土交通省では、ＬＣＣを算出する期間を補修によって延長される期間とするため、事後保全の評価期間と予防保全の評価期間が異なっている。そのため、事後保全費用と予防保全費用をそれぞれ年あたり費用に換算して比較してした（縮減率CACE-B：評価期間2倍）。

【算出条件】

- 機能保全計画書1,942漁港分（49,717施設）の集計値を用いて、全漁港（2,860漁港分）の保全対策費を試算した。試算方法は、機能保全計画書（1,878漁港分）における施設延長合計に対する全漁港の施設延長の割合を算出し、この割合を機能保全計画における保全対策費に乗じることで、全漁港（2,860漁港分）の保全対策費とした。
- 機能保全計画書の対策年度、および対策金額が明確なデータ（14,294施設）を集計した。対策年度、または対策金額のデータが明記されていない施設（35,423施設）は、以下のように推定することで集計した。
  - ａ．対策年度は明確なものの、金額が不明確な施設（30,148施設）は、各施設の更新費、または建設費を保全対策費とした。更新費、または建設費が記載されていない場合は、既存データから外郭、係留施設等、施設種類ごとに算出した平均保全対策費を用いた。
  - ｂ．対策年度が不明確であり、金額が明確な施設（4,649施設）は、その全額を50年で除するとことで各年度に１年あたりの保全対策費とした。
  - ｃ．対策年度が不明確であり、金額も不明確な施設（626施設）は、施設の更新費、または建設費を保全対策費とした。更新費、または建設費が記載されていない場合は、既存データから外郭、係留施設等、施設種類ごとに算出した平均保全対策費を用いた。さらに、これらの金額の全額を50年で除することで各年度に１年あたりの保全対策費とした。
- 漁港施設用地等は、機能保全計画書中で要対策とされた施設で施設面積が明記されていないものは施設延長を用いて集計した。
- 維持管理費は、水産庁に報告された事業実績から98.7万円/km･年とした。

更新した1,942漁港分の保全対策費※から今後50年間の全漁港分（2,860漁港）の保全対策費を推計した結果は、表e-5-1-5および図e-5-1-3に示すとおりである。

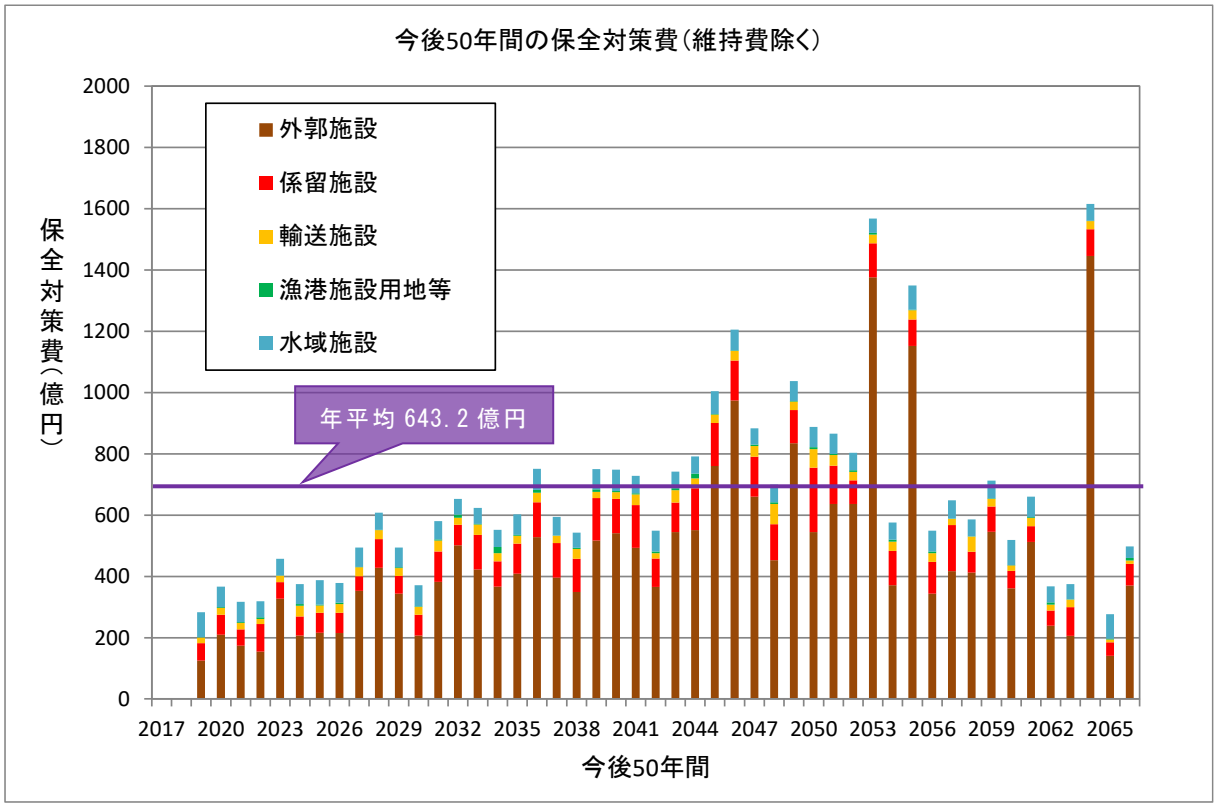
施設全体の総額は3兆2,162億円、年平均保全対策費は643.2億円と試算された。このうち、施設別では外郭施設が総額2兆3,007億円と全体総額の70％を占める。

2053年、2055年、2064年に突出した値がみられるものの、保全対策時期が集中している可能性がある。一方、この3年を除くと全体的には、2046年をピークとしており、今後、2046年までは対策費が増加傾向であり、その後、緩やかに減少に転じると推察される。

※保全対策費とは、各施設の機能保全計画書において示される保全対策費用であり、通常は、予防保全として実施する修繕費用を指す。

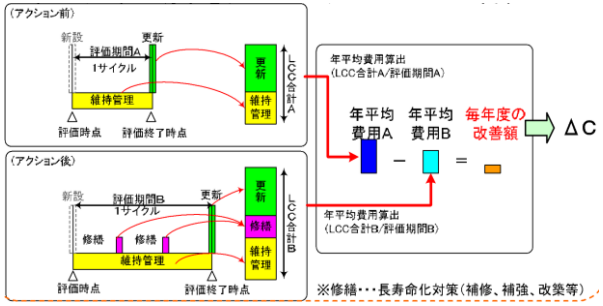
表e-5-1-5　今後50年間の全漁港分（2,860漁港）の保全対策費の推計結果

分類	全漁港に拡張した保全対策費(維持費除く) 億円						
	～10年	～20年	～30年	～40年	～50年	合計	年平均
	2019～2028	2029～2038	2039～2048	2049～2058	2059～2068		
外郭施設	2,409.7	3,905.8	5,861.6	6,725.2	4,105.1	23,007.3	460.1
係留施設	654.3	918.2	1,233.3	1,150.6	601.0	4,557.6	91.2
輸送施設	245.8	286.6	326.0	339.9	186.4	1,384.8	27.7
漁港施設用地等	27.0	55.7	57.3	35.9	30.4	206.2	4.1
水域施設	648.1	598.3	622.1	619.4	518.6	3,006.5	60.1
合計	3,984.9	5,764.6	8,100.4	8,871.0	5,441.4	32,162.4	643.2



図e-5-1-3　今後50年間の全漁港分（2,860漁港）の保全対策費の推計結果

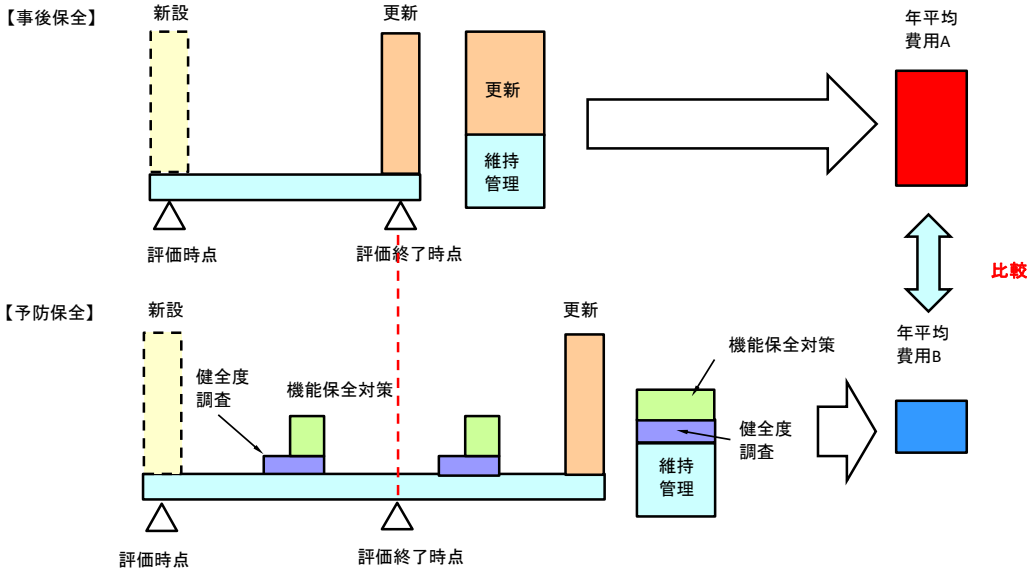
表 e-5-1-6　縮減効果に関する収集資料一覧

主催	会議名	開催年月	資料名	タイトル／項	内容　※資料から抜粋	備考
国土交通省	国道（国管理）の維持管理等に関する検討会	第1回（平成24年8月1日）～第5回（平成25年3月14日）	検討会とりまとめ（参考資料）	4.（3）維持修繕・更新費の推計（トンネルの推計方法案）／P33	推計の考え方 ・既往の点検結果から、修繕を実施するサイクルを仮定 ・近年の修繕実績を基に修繕単価を設定 ・建設からの経過年数を踏まえ、全トンネルの修繕費を推計	トンネルの「近年の修繕実績を元に修繕単価を設定する」としている。 修繕サイクル（評価期間の延長に関わる）は「トンネル全数点検結果より仮定」すると一般論的に述べている。
国土交通省	第1回社会資本メンテナンス戦略小委員会	平成24年8月29日	維持管理・更新費用の将来推計の考え方(試行版) －資料3－	⑤実態を踏まえた将来の維持管理・更新費用の推計手順（素案）／P7	直近数年の投資額（※）の平均値から推計	維持管理費を長寿命化計画の積算額ではなく、「直近数年の投資額の平均値」から推計している。
				将来推計の考え方例～道路①～　／P8	トンネルの推計 近年のトンネル修繕費の実績を基に、修繕単価を算出し、点検結果などから修繕を実施するサイクルを仮定することにより、修繕費を試算。	近年のトンネル修繕費→修繕単価を出し、修繕サイクルを仮定して修繕費を計算する。
国土交通省	社会資本の老朽化対策会議	平成25年3月21日	社会資本の維持管理・更新に関し当面構ずべき措置	別添　社会資本の維持管理・更新に関し当面構ずべき措置　工程表　／P10	○老朽化の実態等を踏まえた推計手法の検討 ・実際の施設数（建設年度別の施設数）及び過去の維持管理・更新実績に着目した将来推計の検討 ・総点検を踏まえたより詳細な施設の状況等の把握及び将来推計の見直し	実際の施設数および過去の維持管理・更新実績に着目した将来推計の検討を行うとされている。
国土交通省	第8回国土幹線道路部会	平成25年4月26日	参考資料1　論点に関する議論(更新・維持管について)関連資料	道路分科会　建議中間とりまとめ　Ⅳ：具体的施策の提案　要約版（H24.6.12）／P4	6. 持続可能で的確な維持管理・更新 (1)道路ストックの長寿命化 ・道路橋の予防保全によるライフサイクルコストの縮減 ・道路構造物の棚卸しによる将来的な維持修繕・更新費の算定 ・技術開発や技術者の育成を通じたアセットマネジメントシステムの確立 ・事業者等への啓発を行った上で、大型車両の違反通行データの活用、違反者の公表等による指導・取締りの実効性向上 (2)効率的な維持管理の実施 ・データ収集・分析による的確な維持管理レベルを設定 ・コスト縮減等の工夫と地域・利用者との協働による維持管理	既存構造物の棚卸しによる維持管理・更新費の算定に取り組むことが謳われている。
国土交通省	－	－	公共事業コスト構造改善プログラムの概要	http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/13/131220/05.pdf	※ライフサイクルコストの比較イメージ 	事後保全と予防保全の比較

以上より、コスト縮減率の試算は、以下の2ケースで行った。

縮減率CASE-A（評価期間1倍）は、図e-5-1-4(1)に示すように、新設から更新までの事後保全費の合計費用Aと、これと同時期の評価終了時点までにかかった予防保全費の合計費用Bを比較した。

一方、縮減率CASE-B（評価期間2倍）は、図e-5-1-4(2)に示すように、新設から更新までにかかった事後保全の年平均費用Aと、保全対策によって更新時期が延びた更新時点を評価終了時点とした予防保全の年平均費用Bを比較した。



図e-5-1-4(1)コスト縮減率の試算方法（縮減率CASE-A：評価期間1倍）

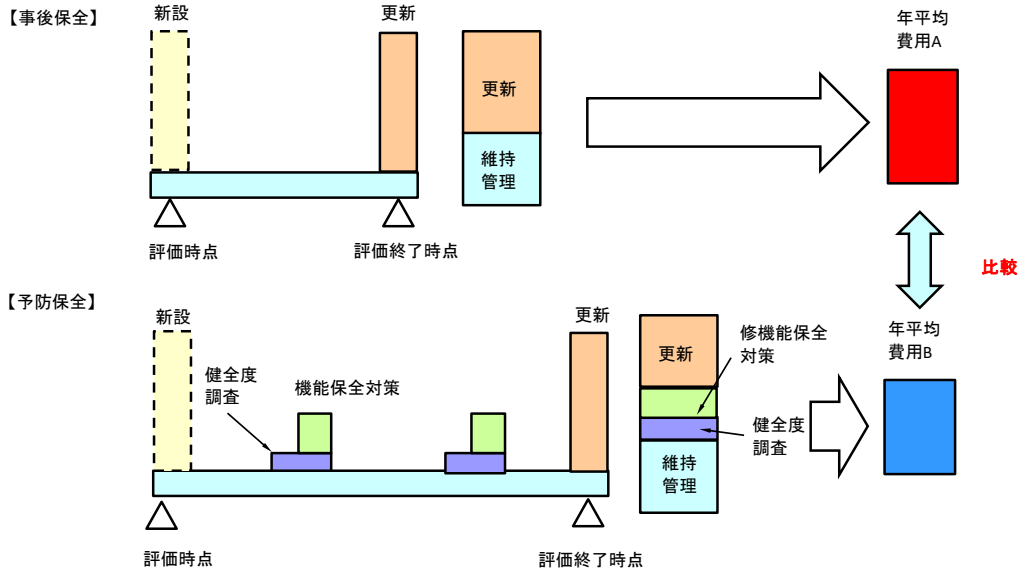


図 e-5-1-4(2)コスト縮減率の試算方法（縮減率 CASE-B：評価期間 2 倍）

縮減率 CASE-A（評価期間 1 倍）は、水産庁の方式に基づいている。

すなわち事後保全と予防保全の評価期間が同じであり、評価期間として一律 50 年（CASE1)、要対策施設のみの平均耐用年数（CASE2)、および対策不要施設も含めた平均耐用年数（CASE3）を用いる。また、予防保全の費用に施設更新費は含まない。

一方、縮減率CASE-B（評価期間2倍）は、国土交通省の方式に基づいている。

すなわち事後保全の評価期間は水産庁方式と同じ（CASE1～CASE3）であるが、予防保全によって施設寿命が伸びると想定するため、予防保全の評価期間が事後保全のそれよりも長くなる。予防保全の評価期間の具体的な延長年数は、保全対策によって初期状態に戻ると単純に仮定して、事後保全の評価期間の2倍とした。

CASE-Bにおいては、事後保全費用（維持管理費+更新費）にも予防保全費用（保全対策費＋維持管理費+更新費）にも更新費が含まれるため、評価期間が同じだと、単純に保全対策費の分だけ予防保全費用が高くなるが、予防保全の評価期間が事後保全の2倍となるため、年あたりの予防保全費用として算出すれば、年あたりの事後保全費用を下回ることになる。

縮減率CASE-AとCASE-Bの比較は、表e-5-1-7のとおりである。

表e-5-1-7　縮減率CASE-AとCASE-Bの比較（CASE1：耐用年数50年の場合）

項目	CASE-A	CASE-B
事後保全の評価期間	50年	
評価期間内の 事後保全費用	維持管理費＋更新費	
年当りの 事後保全費用･･･A	$\frac{\text{維持管理費＋更新費}}{50}$	
予防保全の評価期間	50年	100年
評価期間内の 予防保全費用	対策費＋調査費+維持管理費	対策費＋調査費+維持管理費＋更新費
年当りの 予防保全費用･･･B	$\frac{\text{対策費＋調査費＋維持管理費}}{50}$	$\frac{\text{対策費＋調査費＋維持管理費＋更新費}}{100}$
備考	水産庁　水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン　等	国土交通省HP資料「公共事業コスト構造改善プログラムの概要」等

ここでの個々の施設のコスト縮減率は、下式で算出した。

$$\text{コスト縮減率}(\%) = 100 - \frac{(\mathrm{C}+\mathrm{M}) \div \mathrm{P}2}{(\mathrm{U}+\mathrm{M}) \div \mathrm{P}1} \times 100$$

ここに、Ｃ：今後 50 年間の保全対策費※1

Ｕ：今後 50 年間の更新費※2

Ｍ：今後 50 年間の維持管理費

P1：事後保全の評価期間※3

P2：予防保全の評価期間※4

（評価期間1倍の場合はＰ2＝Ｐ1、評価期間2倍の場合はＰ2＝2×Ｐ1）

試算結果は、表e-5-1-8のとおりである。

縮減率CASE-A（評価期間1倍）では、施設全体の縮減率は、耐用年数のCASE1（耐用年数50年）で70.0%、CASE2（要対策施設のみの平均耐用年数）で71.2%、CASE3（対策不要施設も含めた平均耐用年数）で69.7%となった。

縮減率CASE-B（評価期間2倍）では、施設全体の縮減率は、耐用年数のCASE1（耐用年数50年）で35.0%、CASE2（要対策施設のみの平均耐用年数）で35.6%、CASE3（対策不要施設も含めた平均耐用年数）で34.8%となった。

施設別の傾向は、いずれのケースにおいても係留施設が最も高く、CASE1では輸送施設、CASE2とCASE3では漁港施設用地等が最も低くなった。

【縮減率CASE-AとCASE-Bの違い】

縮減率CASE-AとCASE-Bでは縮減率の値に大きな違いが見られた。これは表e-5-1-6で述べたようにCASE-Bは、更新費が含まれるために予防保全費用が上昇し、結果として縮減率が下がるためである。

【耐用年数CASE1～3の違い】

耐用年数CASE1（耐用年数50年）とCASE2（計画書ＤＢより試算した耐用年数、要対策施設のみ）およびCASE3（計画書ＤＢより試算した耐用年数、対策不要施設も含む）における縮減率の値は、縮減率CASE-A（評価期間1倍）とCASE-B（評価期間2倍）で数%の違いにとどまり、あまり相違はなかった。これは、耐用年数が短くなれば基本的に更新費は上昇する（縮減率は減少する）ものの、今回の試算では耐用年数に大きな違いがなかったためである。

耐用年数の試算方法は、実際の施工実績を考慮した検証も必要である。

【施設種類別の違い】

CASE1では、係留施設>外郭施設>漁港施設用地＞輸送施設、CASE2とCASE 3では、係留施設＞輸送施設>外郭施設>漁港施設用地の順に縮減率が高くなった。

表e-5-1-8　コスト縮減率

CASE	対象施設	機能保全対策コスト (億円)(維持費除く) C	施設延長 (km)	kmあたり 年平均維持費 (億円/km･年)	維持管理費 (億円/年) M	更新コスト (億円)(維持費含む U	事後保全の評価期間 (年) P1	予防保全の評価期間 (年) P2	コスト縮減率 CASE-A (評価期間1倍)	 CASE-B (評価期間2倍)
CASE1	外郭施設	23,007.3	3,218	0.00987	31.8	79,344.9	50	100	69.6%	34.8%
	係留施設	4,557.6	1,516	0.00987	15.0	18,955.6	50	100	73.1%	36.5%
	輸送施設	1,384.8	1,861	0.00987	18.4	5,877.5	50	100	66.1%	33.1%
	漁港施設用地等	206.2	214	0.00987	2.1	893.7	50	100	68.8%	34.4%
CASE2	外郭施設	23,007.3	3,218	0.00987	31.8	80,680.4	51.5	103	70.1%	35.0%
	係留施設	4,557.6	1,516	0.00987	15.0	19,969.9	45.7	91.4	74.6%	37.3%
	輸送施設	1,384.8	1,861	0.00987	18.4	6,967.7	38.9	77.8	72.7%	36.3%
	漁港施設用地等	206.2	214	0.00987	2.1	873.0	42.6	85.2	69.2%	34.6%
CASE3	外郭施設	23,007.3	3,218	0.00987	31.8	76,708.3	57.6	115.2	68.4%	34.2%
	係留施設	4,557.6	1,516	0.00987	15.0	19,177.5	50	100	73.4%	36.7%
	輸送施設	1,384.8	1,861	0.00987	18.4	6,696.4	40.7	81.4	71.4%	35.7%
	漁港施設用地等	206.2	214	0.00987	2.1	852.8	46.2	92.4	68.0%	34.0%

５－２　個別施設計画策定支援技術の検討

（１）優良事例集

優良事例集は、漁港施設における点検、調査、測量、維持管理について、1 頁に簡潔に整理（見える化）することで、施設管理者等の関係者が長寿命化対策検討に資する調査等を実施する際の一助とするために作成した。内容は下記に示すとおりで、それぞれ図 e-5-2-1～図 e-5-2-4 に示す。

①【点検】: UAV を活用した 3 次元計測による老朽化度評価
②【調査】: マルチビームを活用した防波堤の被災調査
③【測量】: ALB を活用したグリーンレーザによる地形測量
④【維持管理】: スマートフォンを活用した漁港点検システムによる日常管理

ＵＡＶを活用した３次元計測による老朽化度評価　～点検における海上部の事例～

〇漁港の定期点検において立ち入り困難な沖防波堤（消波堤）に対し、安全性の確保や業務の効率化、さらには精度向上を目的として、詳細かつ容易に計測可能な一般的に普及が進んでいるＵＡＶを活用した。
〇ＵＡＶにて撮影した防波堤（消波工）2枚の写真を用いて、ステレオ画像法により3次元座標の計測を行った。これにより消波工の判定基準であるブロックの断面減少程度を定量的に把握でき、効率的な老朽化度判定を可能とした。

施設の概要

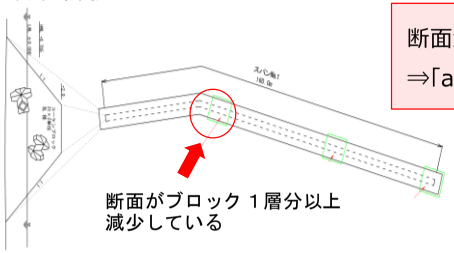
〇施設の周辺環境

・漁港の沖防波堤
・陸上からのアクセス不可
・陸上からの遠望では目視困難
・作業船の手配や立ち入り困難

従来手法による点検

〇【現地】作業船による海上目視

〇【評価】現地もしくは写真及びスケッチ等の記録をもとにした定性評価



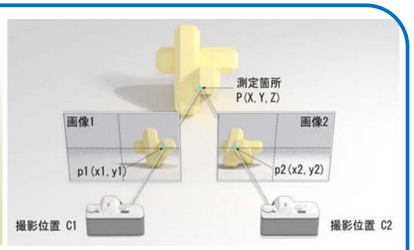
断面減少：1層分以上
⇒「a」判定：定性評価

ＵＡＶの活用（海上部）

〇ＵＡＶとステレオ画像法の概要

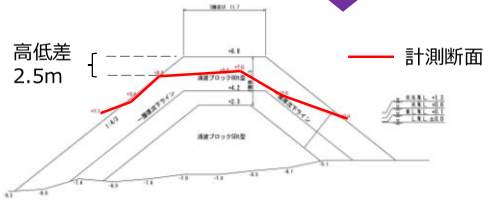
・ＵＡＶはカメラを搭載することで立ち入り困難な場所の撮影を空撮により可能とするツール

・ステレオ画像法は、右図のC1、C2の2点から撮影した2枚の画像上で測定対象がずれて写ることを利用して、画像上の位置p1、p2を計測・解析することで当該点Pの3次元座標を求める方法



〇【現地】
①標定点設置

〇【評価】
④断面図との比較による定量評価



断面減少：最大2.5m
⇒「a」判定：定量評価

ＵＡＶ活用の効果

〇精度向上
・従来は目視による定性的な点検（数十cm程度の精度）であったが、ＵＡＶ活用により数cm単位の定量的な点検が可能となった。
〇省人・省力化
・従来（海上目視）では1日当たり点検員2～3名＋船長で行っていた作業が、ＵＡＶでは点検員2名で可能となり、その分のコスト縮減にもつながっている。

マルチビームを活用した防波堤の被災調査　～調査における水中部の事例～

○台風等による防波堤の被災は変状が著しくかつ広範囲に及ぶ。そのため状況把握の調査には多大の労力と時間を要する。
○マルチビームは広域なビーム幅で均一な計測が可能であり、音響計測のため濁りや高流速、大水深等の海象条件による影響が小さい。よって、広範囲を効率かつ効果的な3次元計測が可能であり、安全性の観点からも潜水作業の負担軽減となる。近年一般的に普及が進んできた状況もあり活用事例が増えている技術である。

防波堤の被災概要

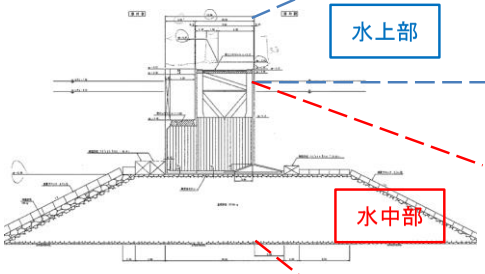
台風による風波浪、高潮の襲来

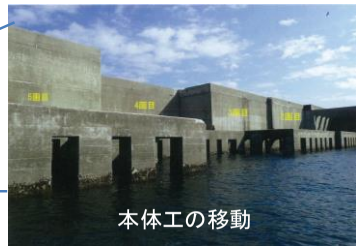
堤体の移動

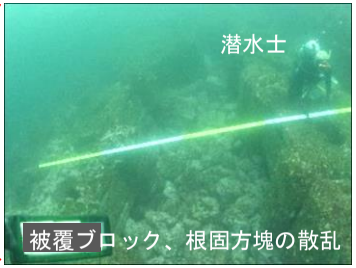
従来手法による調査

○【水上部】陸上、海上調査

・比較的容易に状況把握可能
・海象条件の影響は限定的
・複数の調査員で確認可能




本体工の移動



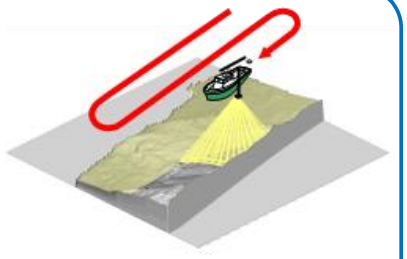
○【水中部】潜水調査

・時間と労力、費用の増大
・濁り、流速等の海象条件に左右
・少数の潜水士による確認で技量にも左右

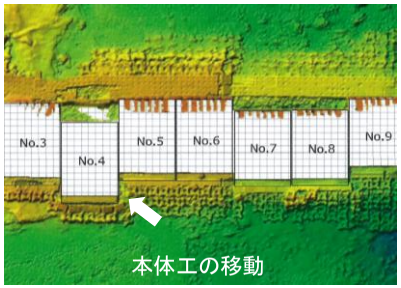
マルチビームの活用（水中部）

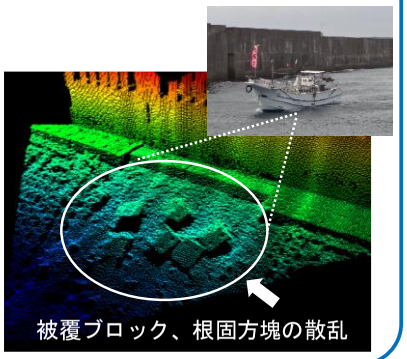
○ナローマルチビームの概要

・面的（二次元）、空間的（三次元）に海底を未測なく計測可能
・水深の3倍以上のビーム幅で広域かつ均一に計測可能
・音波を使用することで濁り、暗部の影響なく計測可能
・客観的な三次元データとして設計、施工、維持管理に活用可能


※海洋調査技術マニュアル（社）海洋調査協会より

○取得・解析データ





マルチビーム活用の効果

○工期短縮
・従来（潜水）8日掛かっていた作業が、マルチビームでは2時間程度（艤装解除含めても2日）で現地作業を完了

○マルチビーム活用によるその他の効果
・被災直後の水中部は状況が不明確なため、潜水作業では通常時より危険性が高い。一方、マルチビームでは海上作業のため潜水作業での危険性が大幅に低減されることから安全性向上への効果が高い

図 e-5-2-2　マルチビームを活用した防波堤の被災調査

ＡＬＢを活用したグリーンレーザによる地形測量　～測量における沿岸部の事例～

〇船舶が立ち入り困難な浅瀬に位置する人工リーフや離岸堤の測量等について、時間短縮や業務の効率化、さらには安全性の確保を目的として、広範囲を詳細かつ短時間に計測可能なＡＬＢを活用した。
〇ＡＬＢの活用により従来、汀線測量や縦横断測量、さらには潜水調査など複数の作業を組み合わせて行っていた測量、調査を一工程で作業可能とすることで効率化を可能とした。

施設の概要

〇施設の周辺環境

従来手法による測量

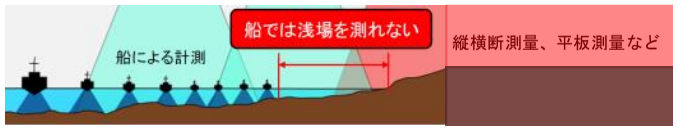
〇【現地】

・陸上部：人力もしくはレーザ測量
・海上部：ＵＡＶによる計測
・水中部（浅海）：汀線測量、潜水調査

・複数の測量、調査の組み合わせが必用
・時間と労力、費用の増大
・安全性の課題

汀線測量

潜水調査

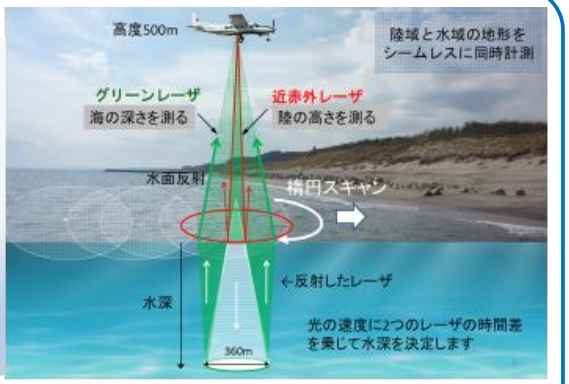


ＡＬＢの活用（沿岸部）

〇ＡＬＢ計測の概要

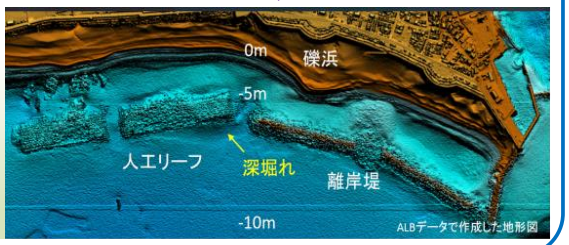
・ＡＬＢ（航空レーザ測深器）は陸部用の近赤外レーザと水部用のグリーンレーザを同時に発射して1㎡あたり陸部で10点、水部で1点の3次元データを取得し、さらに空撮もする機器

・船の立ち入り困難な浅海部を客観的な3次元データとして陸上部と同時計測するため、その後に設計、施工、維持管理に活用可能



〇【取得・解析データ】

・目視やＵＡＶでは確認困難な、水深5mの人工リーフや離岸堤の形状を鮮明に可視化。部分的な深掘れ（洗堀）も確認



ＡＬＢ活用の効果

〇工期短縮
・複数の作業工程を必要としていたが、一工程で完了できるため工期短縮につながった。また、広範囲を短時間で計測可能である。
〇ＡＬＢ活用によるその他の効果
・陸上部・海上部・水中部を一体的に同時計測が可能なため効率かつ安全性が向上した。

図 e-5-2-3　ALB を活用したグリーンレーザによる地形測量

図 e-5-2-4　スマートフォンを活用した漁港点検システムによる日常管理

スマートフォンを活用した漁港点検システムによる日常管理　～維持管理における事例～

〇漁港の日常管理として年１回の点検を行っている。管理する十数漁港は県内全域に点在し、専門職員の不足もあり点検後のデータ整理に多大な労力を費やしている。これらの負担軽減を目的に本システム活用による業務の効率化を図った。
〇従来現地で用いていたデジタルカメラから専用アプリをインストールしたスマートフォンに持ち替え、施設の老朽化状況等を撮影、記録したデータをその場で送信。データは専用サーバに蓄積、整理されるため、事務所でのデータ整理が簡略化され労力が大幅に削減された。スマートフォンや事務所でのPC操作も選択方式のため容易に取り扱えるシステムである。

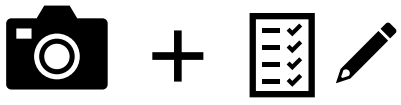
日常管理の概要

〇点検の種類
- ・日常点検
- ・臨時点検
- ・定期点検

〇目的・内容・時期等
- ・前回点検を踏まえ以下のとおり実施
- ・老朽化の進行状況の確認
- ・新たな老朽化の発見
- ・簡易調査（簡易項目）に沿った陸上目視
- ・概ね１年１回以上

従来手法による日常点検

〇【現地】
・デジタルカメラで老朽化等の撮影、野帳へコメント等を記録



〇【事務所】
・デジタルカメラのデータをPCに取り込み、様式への貼り付けおよび野帳へ記録したコメント等を入力

様式５

様式6

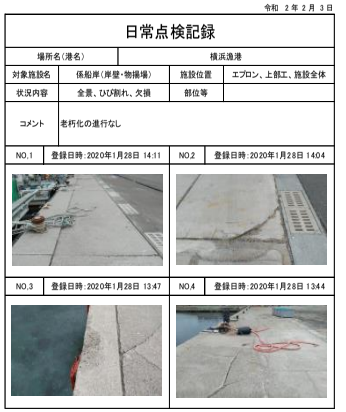
本システムの活用

〇【現地】
・スマートフォンで老朽化等を撮影、コメント入力後、送信

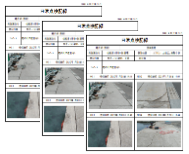
データ蓄積

サーバ

〇【事務所】
・データを受信し検索機能で必要項目を選択後、出力機能で帳票を出力



〇【管理】
・出力した帳票は、漁港単位で施設別にまとめて保管



本システム活用の効果

〇業務の効率化（時間短縮）
・従来のデータ整理では現場に掛かる２倍の時間を費やしていたが、本システム活用によりデータ整理が現場に掛かる半分の時間で可能となった。
〇 本システム活用によるその他の効果
・各漁港へ別件で立ち寄った際に、可能な範囲で撮影（送信）しておくことで、データ整理に混乱が生じず最終的な統合が可能である。

（２）個別施設計画策定支援ツール

支援ツールにおける個別施設計画作成の流れを下図に示す。

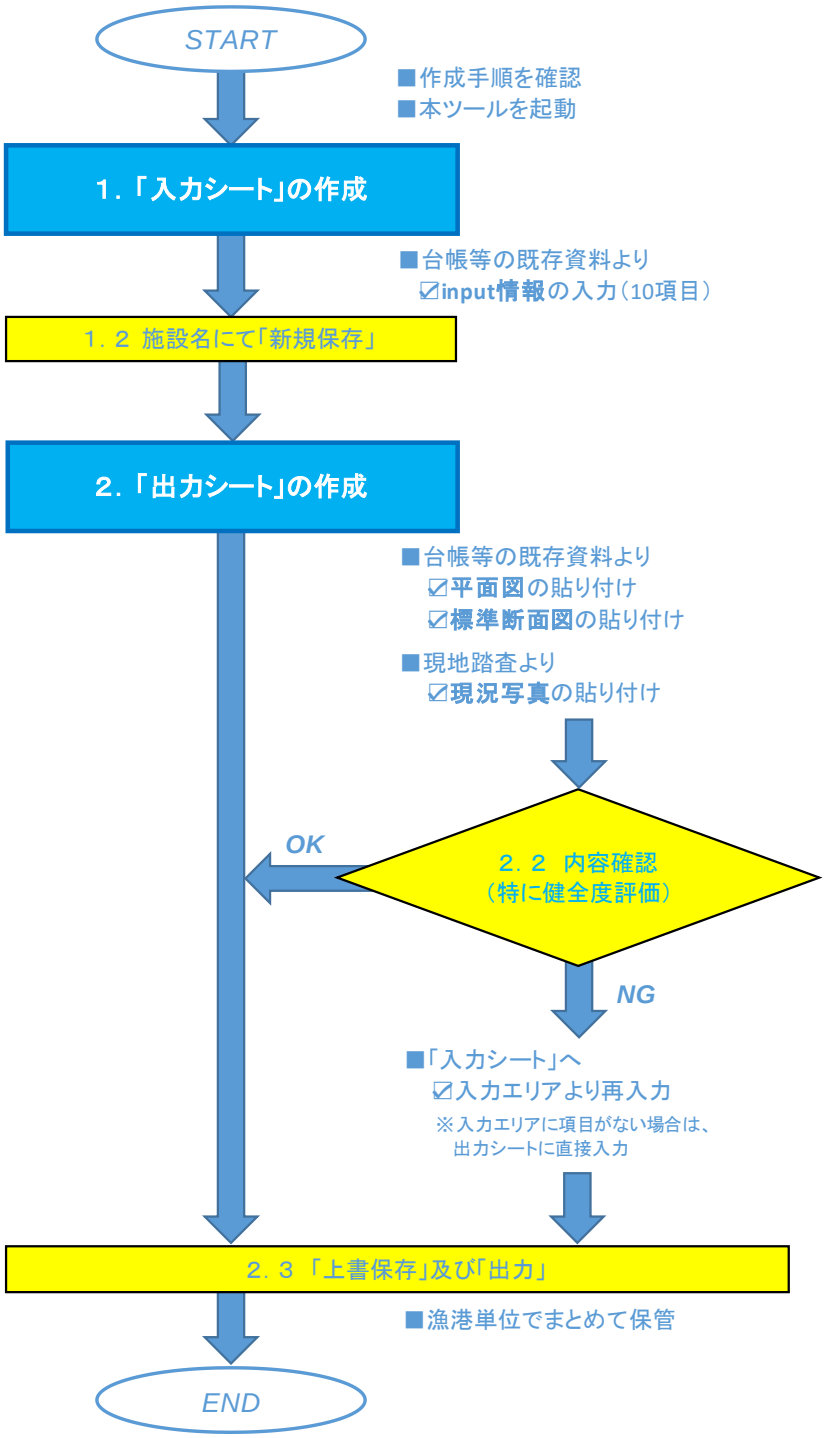


図 e-5-2-5　個別施設計画作成フロー

支援ツールは、漁港漁場施設を対象とし 49,717 施設の情報から個別施設計画に必要な項目について集計、算出したデータを基に作成した。算出対象の施設は、以下 6 種類の分類とした。

なお、水域施設については老朽化要因が構造物とは異なることから対象外とし「その他」にも含めない。また、増殖場、養殖場は、外郭施設や係留施設に該当する場合が多いため、施設種類の選択には適宜留意する必要がある。

【施設種類】

①外郭施設（コンンクリート構造）
②外郭施設（鋼構造）
③係留施設（コンクリート構造）
④係留施設（鋼構造）
⑤輸送施設（道路）
⑥その他（水域施設、漁港浄化施設、橋梁、トンネル以外）

支援ツールは、技術者が少ない管理者を対象に、個別施設計画の作成を補助することを目的として、諸元データの入力のみで算出結果の標準値が自動表示される方法で作成した。入力データおよび出力結果（自動表示または選択方式）は以下のとおり。

実際の支援ツールにおける「入力シート」を図 e-5-2-6 に示す。「入力エリア」に入力データ、「自動エリア」に出力結果、「保護エリア」に機能保全計画書を集計した算出結果を示す。

【入力データ】：8 項目

①作成年月
②施設管理者
③漁港名
④施設種類（本支援ツール用）
⑤施設名
⑥構造形式
⑦施設規模
⑧建設年次（経過年）

【出力結果】：8 項目

⑨計画期間
⑩健全度
⑪対策工法
⑫対策費用（m あたり単価を含む）
⑬対策時期
⑭延命化される年数
⑮維持管理費
⑯全体費用（上記⑫＋⑮）

データベースの分析を行い、以下のとおり標準的な出力結果を算定することとした。実際の支援ツールにおける「出力シート」を図 e-5-2-7 に示す。

【入力】		【出力】
④施設種類、⑧建設年次（経過年）	➔	⑩健全度（施設種類と経過年から標準的な健全度の目安を示す）
④施設種類、⑥構造形式、⑨健全度	➔	⑪対策工法（健全度に応じた標準的な対策工法を示す）
⑦施設規模、⑩対策工法	➔	⑫対策費用（対策工法と施設の延長から標準的な対策費用を示す）

技術者が少ない管理者が健全度を判定するため、上記で示した標準的な健全度を参考に、現場での点検を補助することを目的に、健全度判定の目安となるような写真を添付し、現地での状況の確認と最終的な判定は管理者の責任で行うこととしている。１施設当たりの個別施設計画完成のイメージを図 e-5-2-8 に示す。

入力エリア

input情報（一部自動表示）

①作成年月	西暦　　年　　月		直接入力（半角数字）
②施設管理者			直接入力（都道府県or市町村）
③漁港名称			直接入力（台帳より）
④施設種類（その1）☞	No.		保護エリア表-1（その1）よりNo.1～6を選択（プルダウン）
⑤施設種類（その2）☞			保護エリア表-1（その2）対象施設より選択（プルダウン）
⑥施設名称			直接入力（台帳より）
⑦構造形式			直接入力（台帳より）
⑧施設規模（延長）		m	直接入力（台帳より）（半角数字）
⑨建設年次	西暦　　年		直接入力（台帳より）（半角数字）
※⑨を対策年次等に置き替えした場合✓印を記入☞		✓	

⑩建設年次からの年数	0	年	自動表示
⑪健全度☞			上記④と⑩を参照し保護エリア表-2よりA～Dを選択（プルダウン）

凡例

：直接入力

：選択入力

：自動表示

☞　：プルダウン

自動エリア

施設種類（その1）と健全度から

⑫対策工法（標準）			自動表示（表-3より）

施設種類（その1）と健全度から

⑬対策費単価（m）		円	自動表示（表-4より）
⑭対策費（延長）	#VALUE!	円	自動表示

施設種類（その1）と健全度から

⑮対策時期		年	自動表示（表-5より）
⑯対策年度	#VALUE!	年	自動表示

施設種類（その1）

⑰延命化される年数	FALSE	年	自動表示（表-6より）

施設種類（その1）

⑱維持管理費（m）	FALSE	円	自動表示（表-7より）
⑲維持管理費（延長）	0	円	自動表示
⑳維持管理費（次回対策まで）	#VALUE!	円	自動表示
㉑全体費用	#VALUE!	円	自動表示

保護エリア

表-1　施設種類

No.	施設種類（その1）
1	外郭施設（Co）※1）
2	外郭施設（鋼）※2）
3	係留施設（Co）
4	係留施設（鋼）※2）
5	輸送施設（道路）
6	その他

施設種類（その2）※3）	
対象施設	対象範囲
外郭施設	防波堤、防砂堤、防潮堤、導流堤、水門、陸閘、護岸、堤防、突堤及び胸壁等
係留施設	岸壁、物揚場、係船浮標、係船杭、桟橋、浮桟橋及び船揚場
水域施設	航路、泊地及び付帯施設（サンドポケット）
輸送施設	道路、橋梁及びトンネル
漁港施設用地	護岸及び人工地盤
漁港浄化施設	公害防止のための導水施設その他の浄化施設
増殖場	消波施設等及び中間育成施設
養殖場	消波施設等及び区画施設

表-2　健全度と経過年の関係

No.	施設種類（その1）	健全度 D	C	B	A
1	外郭施設（Co）※1）	～ 15年	16年 ～ 30年	31年 ～ 50年	51年 ～
2	外郭施設（鋼）※2）	～ 10年	11年 ～ 20年	21年 ～ 35年	36年 ～
3	係留施設（Co）	～ 13年	14年 ～ 27年	28年 ～ 45年	46年 ～
4	外郭施設（鋼）※2）	～ 8年	9年 ～ 17年	18年 ～ 30年	31年 ～
5	輸送施設（道路）	～ 7年	8年 ～ 13年	14年 ～ 25年	26年 ～
6	その他	～ 15年	16年 ～ 30年	31年 ～ 50年	51年 ～

表-3　対策工法

No.	施設種類（その1）	健全度 A	B	C	D
1	外郭施設（Co）※1）	全更新	断面修復	全更新	全更新
2	外郭施設（鋼）※2）	全更新	電気防食	全更新	全更新
3	係留施設（Co）	全更新	断面修復	全更新	全更新
4	外郭施設（鋼）※2）	全更新	電気防食	全更新	全更新
5	輸送施設（道路）	全更新	ｵｰﾊﾞｰﾚｲ	全更新	全更新
6	その他	全更新	部分更新	全更新	全更新

表-4　mあたり保全対策費（50年）

No.	施設種類（その1）	健全度 A	B	C	D
1	外郭施設（Co）※1）	16,000 円/m	13,000 円/m	16,000 円/m	16,000 円/m
2	外郭施設（鋼）※2）	19,000 円/m	16,000 円/m	19,000 円/m	19,000 円/m
3	係留施設（Co）	7,000 円/m	6,000 円/m	7,000 円/m	7,000 円/m
4	外郭施設（鋼）※2）	9,000 円/m	7,000 円/m	9,000 円/m	9,000 円/m
5	輸送施設（道路）	2,000 円/m	1,000 円/m	2,000 円/m	2,000 円/m
6	その他	6,000 円/m	5,000 円/m	6,000 円/m	6,000 円/m

表-5　健全度に対する対策時期

No.	施設種類（その1）	健全度 A	B	C	D
1	外郭施設（Co）※1）	5 年以内	20 年以内	35 年以内	50 年以内
2	外郭施設（鋼）※2）	5 年以内	15 年以内	25 年以内	35 年以内
3	係留施設（Co）	5 年以内	18 年以内	32 年以内	45 年以内
4	外郭施設（鋼）※2）	5 年以内	13 年以内	22 年以内	30 年以内
5	輸送施設（道路）	5 年以内	12 年以内	18 年以内	25 年以内
6	その他	5 年以内	20 年以内	35 年以内	50 年以内

表-6　健全度Bになる年数

No.	施設種類（その1）	Bになる年数
1	外郭施設（Co）※1）	30 年
2	外郭施設（鋼）※2）	20 年
3	係留施設（Co）	27 年
4	外郭施設（鋼）※2）	17 年
5	輸送施設（道路）	13 年
6	その他	30 年

※1）（Co）：コンクリート構造物

※2）（鋼）：鋼構造物

※3）水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（H27/5月改定）P3　表-1.1より

★機能保全計画書データベースのうち、49,717施設を集計して算出されたデータを集計

表-7　その他維持管理費

No.	施設種類（その1）	その他維持管理費
1	外郭施設（Co）※1）	1,000 円/m*年
2	外郭施設（鋼）※2）	1,000 円/m*年
3	係留施設（Co）	1,000 円/m*年
4	外郭施設（鋼）※2）	1,000 円/m*年
5	輸送施設（道路）	1,000 円/m*年
6	その他	1,000 円/m*年

図 e-5-2-6　入力シート（入力エリアに直接入力または選択方式）

個別施設計画

【 0 0 】　　計画作成年月： 0 年 0 月

<table>
<tr><td rowspan="4">対象施設状況</td><td>施設種類</td><td>施設名称</td><td>構造形式</td><td colspan="3">施設規模</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>L=</td><td>0</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2">施設平面図</td><td colspan="2">施設断面図</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">★対象施設の「平面図」を貼り付け
または別途添付</td><td colspan="4">★対象施設の「標準断面図」を貼り付け
または別途添付</td></tr>
<tr><td colspan="2">計画期間</td><td colspan="5">2021年度　～　#VALUE! 年度頃
今後の日常点検・定期点検により施設の変状が確認されれば、改めて計画期間を検討する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">対策の優先順位の考え方（機能保全レベルの設定）</td><td colspan="5">当該施設は漁港機能を確保する上で不可欠な施設であるが、老朽化が一定程度進行した状態でも日常の漁業活動への支障が少ないため、機能保全レベルをタイプ3と設定する（健全度Bを下回らない範囲での維持管理レベル）。
よって、対策の優先順位は高く設定せず、日常点検等における経過観察を継続することで状況判断していくこととした。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">健全度の評価（個別施設の状態等も記述）</td><td colspan="4">健全度の評価については「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成27年5月改訂）」を参考に実施。</td><td>健全度評価</td></tr>
<tr><td>当該施設の状態を以下に記述し、現況写真を添付する。</td><td colspan="3">★対象施設の「現況写真」を貼り付けまたは別途添付
（基本、施設全景）

★自動算出した健全度評価に現地状況との不整合が見られる場合、入力シートの「⑪健全度」欄に、適切な健全度を再入力</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="4">機能保全対策</td><td>対策の概要</td><td colspan="5">対策工法：
対策延長：　0 m</td></tr>
<tr><td>長寿命化対策により延命化される年数</td><td colspan="5">FALSE</td></tr>
<tr><td>実施時期</td><td colspan="5">#VALUE!</td></tr>
<tr><td>対策費用</td><td colspan="5">全体費用：　#VALUE! 円
（初年度費用：　#VALUE! 円　）
（次回対策までの維持管理費用：　#VALUE! 円　）</td></tr>
<tr><td colspan="2">日常管理計画（点検等の取組）</td><td colspan="5">日常点検：1年に1回、定期点検：10年に1回
臨時点検：適宜（台風や地震等の事案発生時）
点検記録を保存し、各点検結果を踏まえて個別施設計画の見直しを検討する。</td></tr>
</table>

図 e-5-2-7　出力シート

（青網掛け：自動表示、赤文字：図写真貼り付け、黒文字：標準文（原則固定））

個別施設計画

【 A県 B漁港 】　　計画作成年月： 2020 年 5 月

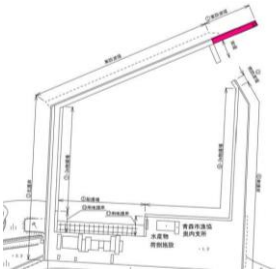
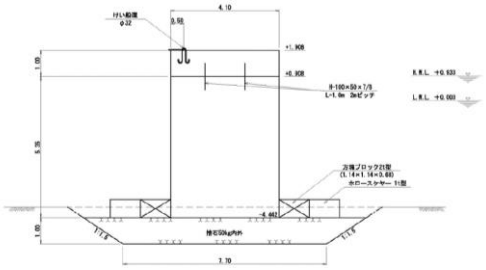
<table>
<tr><td rowspan="4">対象施設状況</td><td>施設種類</td><td>施設名称</td><td>構造形式</td><td>施設規模</td></tr>
<tr><td>外郭施設</td><td>C防波堤</td><td>コンクリート単塊式</td><td>L= 100m</td></tr>
<tr><td colspan="2">施設平面図</td><td colspan="2">施設断面図</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="2">計画期間</td><td colspan="3">2021年度　～　2039年度頃
今後の日常点検・定期点検により施設の変状が確認されれば、改めて計画期間を検討する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">対策の優先順位の考え方（機能保全レベルの設定）</td><td colspan="3">当該施設は漁港機能を確保する上で不可欠な施設であるが、老朽化が一定程度進行した状態でも日常の漁業活動への支障が少ないため、機能保全レベルをタイプ3と設定する（健全度Bを下回らない範囲での維持管理レベル）。
よって、対策の優先順位は高く設定せず、日常点検等における経過観察を継続することで状況判断していくこととした。</td></tr>
<tr><td colspan="2">健全度の評価（個別施設の状態等も記述）</td><td colspan="2">健全度の評価については「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成27年5月改訂）」を参考に実施。
当該施設の状態を以下に記述し、現況写真を添付する。
施設の主要部に老朽化が発生し性能の低下が認められ、予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態であった。
 </td><td>健全度評価
B</td></tr>
<tr><td rowspan="4">機能保全対策</td><td>対策の概要</td><td colspan="3">対策工法：　断面修復
対策延長：　100m</td></tr>
<tr><td>長寿命化対策により延命化される年数</td><td colspan="3">30年</td></tr>
<tr><td>実施時期</td><td colspan="3">2039年度</td></tr>
<tr><td>対策費用</td><td colspan="3">全体費用：　3,300,000円
（初年度費用：　1,300,000円　）
（次回対策までの維持管理費用：　2,000,000円　）</td></tr>
<tr><td colspan="2">日常管理計画（点検等の取組）</td><td colspan="3">日常点検：1年に1回、定期点検：10年に1回
臨時点検：適宜（台風や地震等の事案発生時）
点検記録を保存し、各点検結果を踏まえて個別施設計画の見直しを検討する。</td></tr>
</table>

図 e-5-2-8　完成イメージ（参考）

（３）普及促進

普及促進は、作成した優良事例集や算定支援ツールについて、活用可能となる説明資料「手順書」作成のうえ施設管理者へ配布する等により普及促進を図ることとしており、以下の手順により実施することとした。

①支援ツールの手順書を作成。
②水産庁より事務連絡を管理者である都道府県に通知。
③上記①②と併せ、都道府県へ支援ツールを配布。
④都道府県から管下の市町村へ周知、支援、指導。
⑤上記②③④には問い合わせ先として受託機関の担当者の連絡先を明記。

手順書については、資料集として巻末に添付する。

ｆ．課題

５．漁港施設等の長寿命化対策費用等の検討

５－１　長寿命化対策費用の推計

長寿命化対策費用の推計は、平成 30 年 3 月末時点で策定済みの機能保全計画書 2,192 漁港を収集し、1,942 漁港の機能保全計画書をデータベース化し算出したところである。

2020 年度末までの公表に向け、令和 2 年度（2020 年度）中に、平成 H31 年度までに完了された未収集すべての機能保全計画書を収集・データ更新し、対策費用の推計等の精度を向上させる必要がある。

５－２　個別施設計画策定支援技術の検討

支援技術としてのツールは作成、供給したものの、実際の策定作業の開始はこれからとなる。2020 年度末までに個別施設計画の策定率 100%を目指すためには、これからの普及促進活動が重要（課題）である。

資　料　集

■個別施設計画策定支援ツール「手順書」

個別施設計画策定支援ツール

～漁港漁場施設～

作成手順書

令和２年３月

水産庁漁港漁場整備部

はじめに

個別施設計画策定支援ツール（以下、本ツール）は技術者が少ない管理者（特に市町村）を対象に、個別施設計画の作成を補助することを目的としております。

本ツールは、漁港漁場施設を対象とし 49,717 施設の機能保全計画書の情報から個別施設計画に必要な項目について集計、算出したデータを基に、諸元データの入力のみで算出結果の標準値が自動表示される方法で作成しております。

自動表示された標準的な健全度を参考に、現地での状況確認と健全度判定の目安となるような写真を添付し、最終的な判定は管理者の判断（責任）で作成する流れとなっております。

本ツールが漁港漁場施設を管理する実務担当者の一助となれば幸いです。

令和 2 年 3 月
水産庁漁港漁場整備部

（本書に関するお問い合わせ）
水産庁漁港漁場整備部整備課設計班

目　次

１．本ツールの流れ　---------- 1

２．本ツールの適用範囲　---------- 2

３．入力シートの作成　---------- 3

４．出力シートの作成　---------- 6

＜参考資料＞

Ⅰ．入力シート
Ⅱ．出力シート
Ⅲ．完成イメージ

１．本ツールの流れ

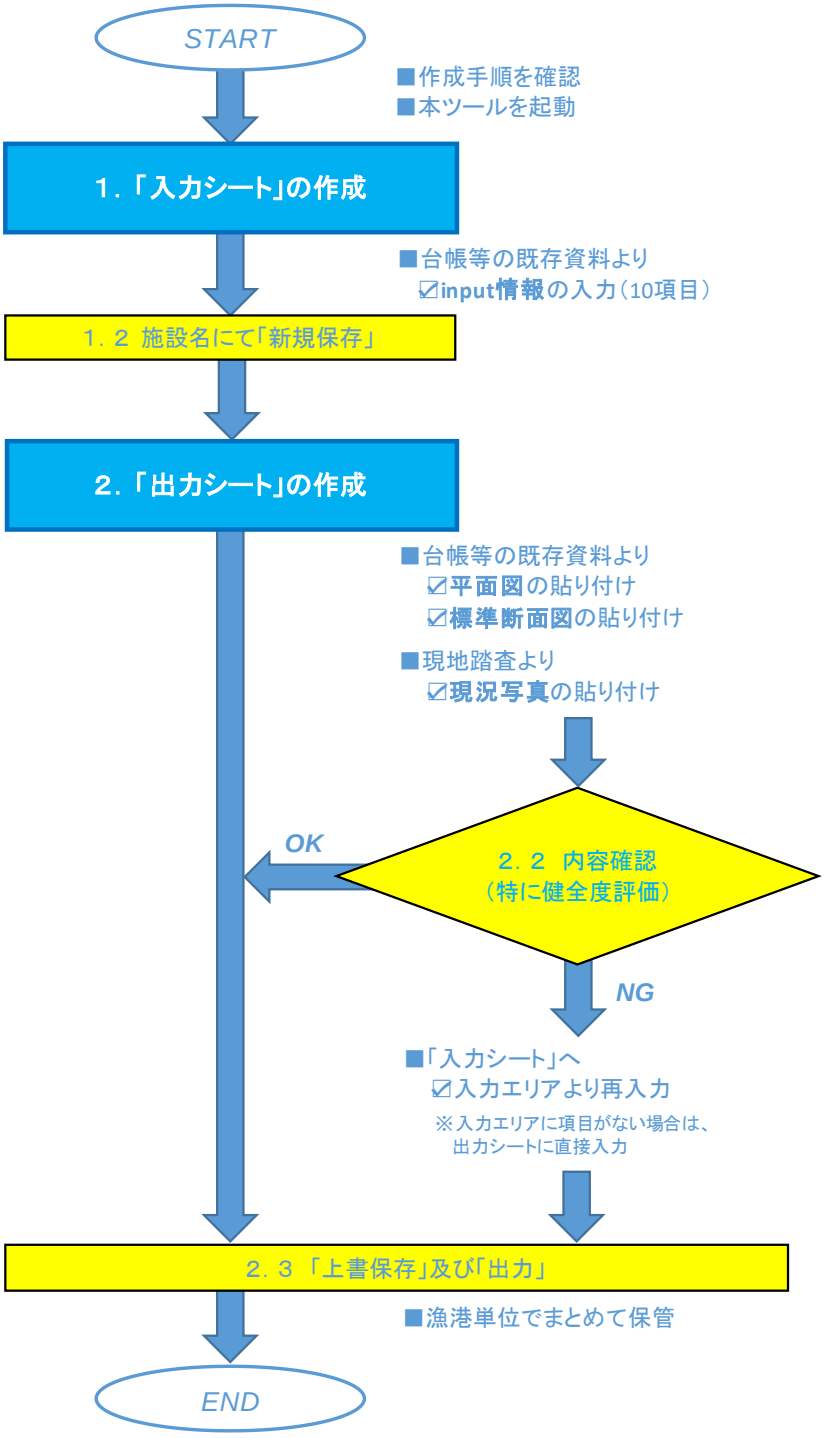


図１　本ツールによる個別施設計画作成フロー

２．本ツールの適用範囲

本ツールで適用可能な範囲は分野、施設、種類別に以下のとおりです。

（１）適用分野は、「**漁港施設**」および「**漁場施設**」となります。

（２）適用施設は、表１に示す青文字（ゴシック体）の範囲となります。（　）囲いの赤文字（明朝体）の施設は適用外となります。

表１　ガイドライン※１）に示されている対象施設

分野	対象施設	対象範囲
漁港漁場施設	**外郭施設**	**防波堤、防砂堤、防潮堤、導流堤、水門、陸閘、護岸、堤防、突堤及び胸壁等**
	係留施設	**岸壁、物揚場、係船浮標、係船杭、桟橋、浮桟橋及び船揚場**
	（水域施設）	（航路、泊地及び付帯施設（サンドポケット））
	輸送施設	**道路**、（橋梁及びトンネル）
	漁港施設用地	**護岸及び人工地盤**
	（漁港浄化施設）	（公害防止のための導水施設その他の浄化施設）
	増殖場	**消波施設等及び中間育成施設**
	養殖場	**消波施設等及び区画施設**

※１）水産基基盤施設のストックマネジメントのためのガイドライン，水産庁漁港漁場整備部，平成 27 年 5 月改定，P3　表－1．1

（３）適用種類は、本ツール用に施設を 6 種類に分類しております。表１の対象施設を以下①～⑥の 6 種類に適宜当てはめて作成してください。

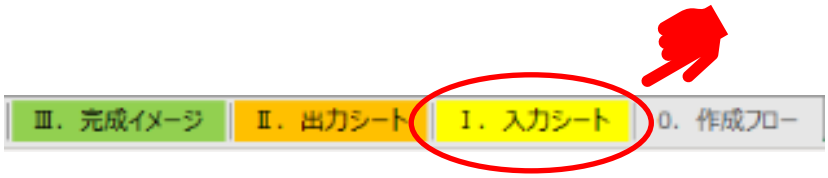
①外郭施設（コンクリート構造）
②外郭施設（鋼構造）
③係留施設（コンクリート構造）
④係留施設（鋼構造）
⑤輸送施設（道路）
⑥その他（上記①～⑤に該当しない適用範囲内の施設）

注）増殖場、養殖場は⑥その他以外の外郭施設や係留施設に該当する場合が多いため、種類の選択には適宜留意してください。

３．入力シートの作成

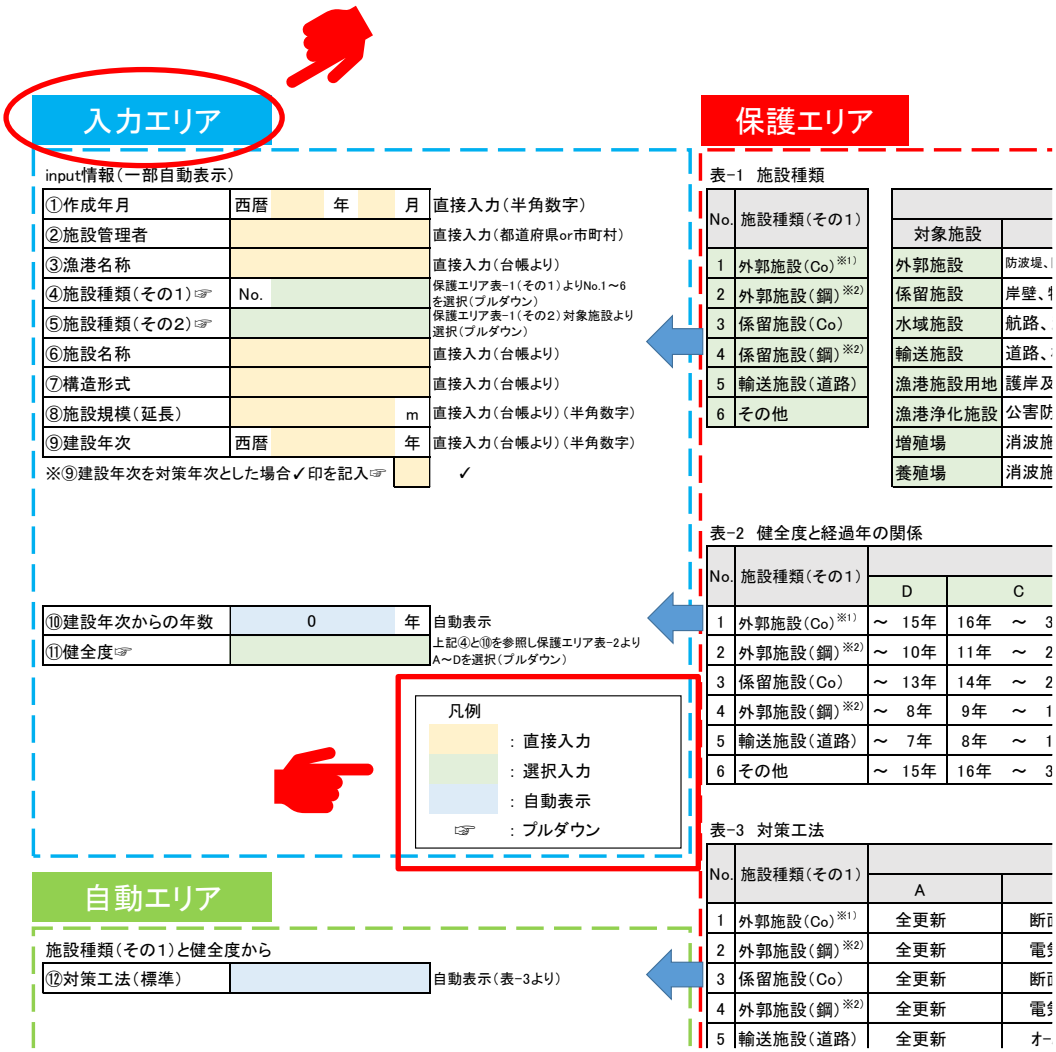
本ツールを起動し、下記の手順で作成してください。
ソフトウェアは Microsoft Excel で、対象は Excel97 以降のバージョンとなります。

（１）画面左下の「Ⅰ．入力シート」をクリックしてください。



（２）表示画面（一部抜粋）の「入力エリア」にある 10 項目を入力または選択します。
入力方法は凡例のとおりです。

注）「自動エリア」、「保護エリア」および「自動表示」のセルは、計算式や集計・算出結果となりますので入力しないでください。



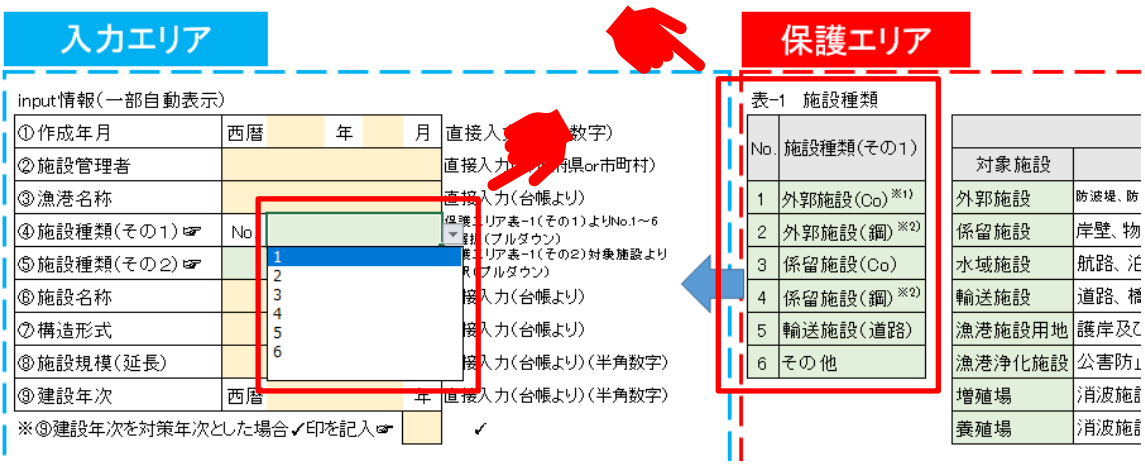
（３）入力または選択する 10 項目の内容は以下のとおりです。

①作成年月
西暦を半角数字で直接入力してください。

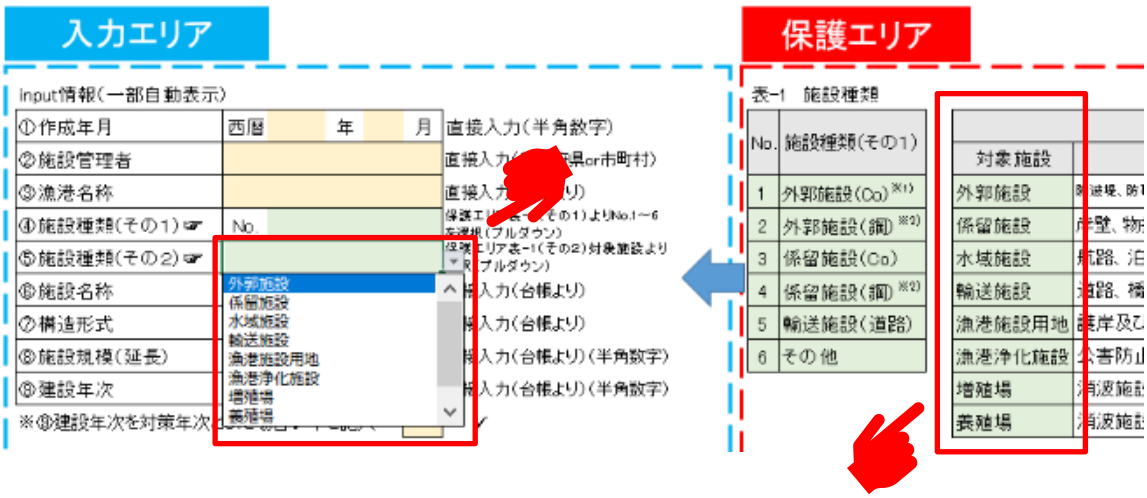
②施設管理者
都道府県または市町村の名称を直接入力してください。

③漁港名称
台帳に記載の名称を直接入力してください。

④施設種類（その１）
「保護エリア」の表－１施設種類（その１）の No.1～6 を確認し、プルダウンから選択してください。



⑤施設種類（その２）
「保護エリア」の表－１施設種類（その２）の対象施設を確認し、プルダウンから選択してください。



⑥施設名称
台帳に記載の名称を直接入力してください。

⑦構造形式
台帳に記載の形式を直接入力してください。

⑧構造形式
台帳に記載の延長を半角数字で直接入力してください。

⑨建設年次
台帳に記載の建設年次を西暦の半角数字で直接入力してください。

※機能保全対策等の履歴から施設性能が回復されたと判断できる場合、管理者の判断でその年次を建設年次と置き換え入力することも可能です。その場合は✓印をプルダウンしてください。

⑩建設年次からの年数
自動表示のため入力不要です。

⑪健全度
入力項目の④施設種類（その１）と⑩建設年次からの年数を「保護エリア」の表－２健全度と経過年の関係と照らし合わせ、プルダウンから選択してください。

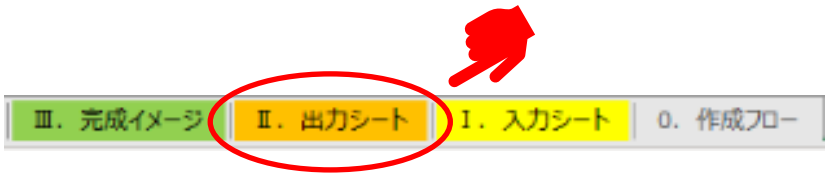
以上で「入力シート」の作業は完了です。

（３）画面左上の「ファイル」⇒「名前を付けて保存」を順にクリックし、保存場所を決定後、施設名を入力し、「保存」してください。
ただし、保存名は任意です。管理しやすい名称で保存してください。

４．出力シートの作成

完了した「入力シート」のファイルから必要な施設を起動させ、下記の手順で「出力シート」を作成してください。

（１）画面左下の「Ⅱ．出力シート」をクリックしてください。



（２）表示画面（一部抜粋）の画面左上にある「対象施設状況」および画面右中段にある「健全度評価」について作業します。

注）塗りつぶし（薄青色）部分は「入力シート」からの算出結果が自動表示されます。
入力しないでください。

個別施設計画

【 0 0 】　　計画作成年月： 0 年 0 月

	施設種類	施設名称	構造形式	施設規模
対象施設状況	0	0	0	L= 0 m

施設平面図	施設断面図
★対象施設の**「平面図」**を貼り付け または別途添付	★対象施設の**「標準断面図」**を貼り付け または別途添付

計画期間	2021年度 ～ #VALUE! 年度頃 今後の日常点検・定期点検により施設の変状が確認されれば、改めて計画期間を検討する。	
対策の優先順位の考え方（機能保全レベルの設定）	当該施設は漁港機能を確保する上で不可欠な施設であるが、老朽化が一定程度進行した状態でも日常の漁業活動への支障が少ないため、機能保全レベルをタイプ3と設定する（健全度Bを下回らない範囲での維持管理レベル）。 よって、対策の優先順位は高く設定せず、日常点検等における経過観察を継続することで状況判断していくこととした。	
健全度の評価（個別施設の状態等も記述）	健全度の評価については「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成27年5月改訂）」を参考に実施。 当該施設の状態を以下に記述し、現況写真を添付する。 ★対象施設の**「現況写真」**を貼り付けまたは別途添付（基本、施設全景） ★自動算出した健全度評価に現地状況との不整合が見られる場合、入力シートの「⑪健全度」欄に、**適切な健全度**を再入力	健全度評価 0
対策の概要	対策工法：	

（３）「対象施設状況」の作業内容は以下２項目です。

①台帳に記載の「施設平面図」を★印部分に貼り付けてください。

②台帳に記載の「施設断面図」を★印部分に貼り付けてください。

（４）「健全度評価」の作業内容は以下のとおりです。

①「入力シート」より算出された標準的な健全度評価について、現地にて状況確認し健全度判定の目安となる写真を撮影し★印部分に貼り付けてください。

②標準的な健全度と現地確認が一致する場合、（５）に進んでください。

③標準的な健全度と現地確認が一致しない場合、「入力シート」に戻り、⑪健全度の項目欄に適切な健全度をプルダウンから再選択してください。

（５）「出力シート」の全体を確認してください。

①塗りつぶし（薄青色）の自動表示（算出結果）に問題ないか「入力シート」と照らし合わせて最終確認してください。

②塗りつぶしのない標準コメントに加筆・修正が必要な場合、適宜、直接入力してください。

③自動表示部分の塗りつぶし（薄青色）を解除（塗りつぶしなし）してください。（そのままでも問題ありません。）

以上で「出力シート」の作業は完了です。

（６）画面左上の「ファイル」⇒「上書き保存」を順にクリックししてください。

（７）「出力シート」を出力（印刷）してください。適宜、漁港単位にまとめて保管するなど今後の維持管理にご活用ください。

＜参　考　資　料＞

Ⅰ．入力シート
Ⅱ．出力シート
Ⅲ．完成イメージ

Ⅰ．入力シート

入力エリア

input情報（一部自動表示）

①作成年月	西暦	年	月	直接入力（半角数字）
②施設管理者				直接入力（都道府県or市町村）
③漁港名称				直接入力（台帳より）
④施設種類（その1）☞	No.			保護エリア表-1（その1）よりNo.1～6を選択（プルダウン）
⑤施設種類（その2）☞				保護エリア表-1（その2）対象施設より選択（プルダウン）
⑥施設名称				直接入力（台帳より）
⑦構造形式				直接入力（台帳より）
⑧施設規模（延長）			m	直接入力（台帳より）（半角数字）
⑨建設年次	西暦		年	直接入力（台帳より）（半角数字）
※⑨を対策年次等に置き替えした場合✓印を記入☞			✓	

⑩建設年次からの年数	0	年	自動表示
⑪健全度☞			上記④と⑩を参照し保護エリア表-2よりA～Dを選択（プルダウン）

凡例

	：直接入力
	：選択入力
	：自動表示
☞	：プルダウン

自動エリア

施設種類（その1）と健全度から

⑫対策工法（標準）			自動表示（表-3より）

施設種類（その1）と健全度から

⑬対策費単価（m）		円	自動表示（表-4より）
⑭対策費（延長）	#VALUE!	円	自動表示

施設種類（その1）と健全度から

⑮対策時期		年	自動表示（表-5より）
⑯対策年度	#VALUE!	年	自動表示

施設種類（その1）

⑰延命化される年数	FALSE	年	自動表示（表-6より）

施設種類（その1）

⑱維持管理費（m）	FALSE	円	自動表示（表-7より）
⑲維持管理費（延長）	0	円	自動表示
⑳維持管理費（次回対策まで）	#VALUE!	円	自動表示

㉑全体費用	#VALUE!	円	自動表示

保護エリア

表-1　施設種類

No.	施設種類（その1）
1	外郭施設（Co）※1）
2	外郭施設（鋼）※2）
3	係留施設（Co）
4	係留施設（鋼）※2）
5	輸送施設（道路）
6	その他

施設種類（その2）※3）	
対象施設	対象範囲
外郭施設	防波堤、防砂堤、防潮堤、導流堤、水門、陸閘、護岸、堤防、突堤及び胸壁等
係留施設	岸壁、物揚場、係船浮標、係船杭、桟橋、浮桟橋及び船揚場
水域施設	航路、泊地及び付帯施設（サンドポケット）
輸送施設	道路、橋梁及びトンネル
漁港施設用地	護岸及び人工地盤
漁港浄化施設	公害防止のための導水施設その他の浄化施設
増殖場	消波施設等及び中間育成施設
養殖場	消波施設等及び区画施設

表-2　健全度と経過年の関係

No.	施設種類（その1）	健全度 D	C	B	A
1	外郭施設（Co）※1）	～ 15年	16年 ～ 30年	31年 ～ 50年	51年 ～
2	外郭施設（鋼）※2）	～ 10年	11年 ～ 20年	21年 ～ 35年	36年 ～
3	係留施設（Co）	～ 13年	14年 ～ 27年	28年 ～ 45年	46年 ～
4	外郭施設（鋼）※2）	～ 8年	9年 ～ 17年	18年 ～ 30年	31年 ～
5	輸送施設（道路）	～ 7年	8年 ～ 13年	14年 ～ 25年	26年 ～
6	その他	～ 15年	16年 ～ 30年	31年 ～ 50年	51年 ～

表-3　対策工法

No.	施設種類（その1）	健全度 A	B	C	D
1	外郭施設（Co）※1）	全更新	断面修復	全更新	全更新
2	外郭施設（鋼）※2）	全更新	電気防食	全更新	全更新
3	係留施設（Co）	全更新	断面修復	全更新	全更新
4	外郭施設（鋼）※2）	全更新	電気防食	全更新	全更新
5	輸送施設（道路）	全更新	ｵｰﾊﾞｰﾚｲ	全更新	全更新
6	その他	全更新	部分更新	全更新	全更新

表-4　mあたり保全対策費(50年)

No.	施設種類（その1）	健全度 A	B	C	D
1	外郭施設（Co）※1）	16,000 円/m	13,000 円/m	16,000 円/m	16,000 円/m
2	外郭施設（鋼）※2）	19,000 円/m	16,000 円/m	19,000 円/m	19,000 円/m
3	係留施設（Co）	7,000 円/m	6,000 円/m	7,000 円/m	7,000 円/m
4	外郭施設（鋼）※2）	9,000 円/m	7,000 円/m	9,000 円/m	9,000 円/m
5	輸送施設（道路）	2,000 円/m	1,000 円/m	2,000 円/m	2,000 円/m
6	その他	6,000 円/m	5,000 円/m	6,000 円/m	6,000 円/m

表-5　健全度に対する対策時期

No.	施設種類（その1）	健全度 A	B	C	D
1	外郭施設（Co）※1）	5 年以内	20 年以内	35 年以内	50 年以内
2	外郭施設（鋼）※2）	5 年以内	15 年以内	25 年以内	35 年以内
3	係留施設（Co）	5 年以内	18 年以内	32 年以内	45 年以内
4	外郭施設（鋼）※2）	5 年以内	13 年以内	22 年以内	30 年以内
5	輸送施設（道路）	5 年以内	12 年以内	18 年以内	25 年以内
6	その他	5 年以内	20 年以内	35 年以内	50 年以内

表-6　健全度Bになる年数

No.	施設種類（その1）	B になる年数
1	外郭施設（Co）※1）	30 年
2	外郭施設（鋼）※2）	20 年
3	係留施設（Co）	27 年
4	外郭施設（鋼）※2）	17 年
5	輸送施設（道路）	13 年
6	その他	30 年

※1）（Co）：コンクリート構造物
※2）（鋼）：鋼構造物
※3）水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（H27/5月改定）P3　表-1.1より

★機能保全計画書データベースのうち、49,717施設を集計して算出されたデータを集計

表-7　その他維持管理費

No.	施設種類（その1）	その他維持管理費
1	外郭施設（Co）※1）	1,000 円/m*年
2	外郭施設（鋼）※2）	1,000 円/m*年
3	係留施設（Co）	1,000 円/m*年
4	外郭施設（鋼）※2）	1,000 円/m*年
5	輸送施設（道路）	1,000 円/m*年
6	その他	1,000 円/m*年

Ⅱ．出力シート

個別施設計画

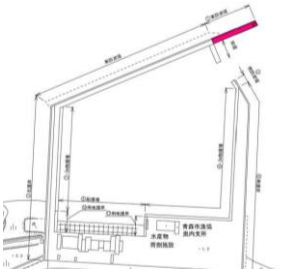
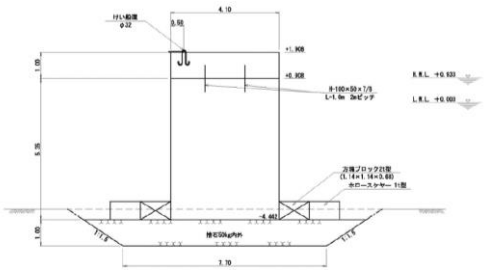
【 0 0 】　　計画作成年月： 0 年 0 月

対象施設状況	施設種類	施設名称	構造形式	施設規模
	0	0	0	L= 0 m
	施設平面図		施設断面図	
	★対象施設の「平面図」を貼り付け または別途添付		★対象施設の「標準断面図」を貼り付け または別途添付	
計画期間	2021年度　～　#VALUE! 年度頃 今後の日常点検・定期点検により施設の変状が確認されれば、改めて計画期間を検討する。			
対策の優先順位の考え方（機能保全レベルの設定）	当該施設は漁港機能を確保する上で不可欠な施設であるが、老朽化が一定程度進行した状態でも日常の漁業活動への支障が少ないため、機能保全レベルをタイプ3と設定する（健全度Bを下回らない範囲での維持管理レベル）。 よって、対策の優先順位は高く設定せず、日常点検等における経過観察を継続することで状況判断していくこととした。			
健全度の評価（個別施設の状態等も記述）	健全度の評価については「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成27年5月改訂）」を参考に実施。 当該施設の状態を以下に記述し、現況写真を添付する。	★対象施設の「現況写真」を貼り付けまたは別途添付（基本、施設全景） ★自動算出した健全度評価に現地状況との不整合が見られる場合、入力シートの「⑪健全度」欄に、適切な健全度を再入力	健全度評価	0
機能保全対策	対策の概要	対策工法： 対策延長：　0 m		
	長寿命化対策により延命化される年数	FALSE		
	実施時期	#VALUE!		
	対策費用	全体費用：　#VALUE! 円 （初年度費用：　#VALUE! 円 ） （次回対策までの維持管理費用：　#VALUE! 円 ）		
日常管理計画（点検等の取組）	日常点検：1年に1回、定期点検：10年に1回 臨時点検：適宜（台風や地震等の事案発生時） 点検記録を保存し、各点検結果を踏まえて個別施設計画の見直しを検討する。			

Ⅲ．完成イメージ

個別施設計画

【　A県 B漁港　】　　計画作成年月：　2020　年　5　月

対象施設状況	施設種類	施設名称	構造形式	施設規模
	外郭施設	C防波堤	コンクリート単塊式	L= 100m
	施設平面図		施設断面図	
				
計画期間	2021年度　～　2039年度頃 今後の日常点検・定期点検により施設の変状が確認されれば、改めて計画期間を検討する。			
対策の優先順位の考え方（機能保全レベルの設定）	当該施設は漁港機能を確保する上で不可欠な施設であるが、老朽化が一定程度進行した状態でも日常の漁業活動への支障が少ないため、機能保全レベルをタイプ3と設定する（健全度Bを下回らない範囲での維持管理レベル）。 よって、対策の優先順位は高く設定せず、日常点検等における経過観察を継続することで状況判断していくこととした。			
健全度の評価（個別施設の状態等も記述）	健全度の評価については「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン（平成27年5月改訂）」を参考に実施。 当該施設の状態を以下に記述し、現況写真を添付する。 施設の主要部に老朽化が発生し性能の低下が認められ、予防的対策を施さないと将来要求性能を下回る恐れがある状態であった。			健全度評価 B
機能保全対策 対策の概要	対策工法：　断面修復 対策延長：　100m			
機能保全対策 長寿命化対策により延命化される年数	30年			
機能保全対策 実施時期	2039年度			
機能保全対策 対策費用	全体費用：　3,300,000円 （初年度費用：　1,300,000円　） （次回対策までの維持管理費用：　2,000,000円　）			
日常管理計画（点検等の取組）	日常点検：1年に1回、定期点検：10年に1回 臨時点検：適宜（台風や地震等の事案発生時） 点検記録を保存し、各点検結果を踏まえて個別施設計画の見直しを検討する。			