

水産基盤整備調査委託事業

大水深に設置する魚礁の設計基準等の構築

のうち、中層浮魚礁回収方法の開発

社団法人マリノフォーラム 21

開発部 朝原 克具

鷺澤栄二郎

志賀 隆顕

I. 実施年度

平成 21 年度～平成 23 年度

II. 緒言

本調査は、耐用年数経過後の中層浮魚礁のシンカーまで含めた回収方法を開発することを目的としている。

中層浮魚礁は、水産基盤整備事業において平成 13 年度以後各県にて設置され、現在までに沖縄、鹿児島、宮崎、高知、長崎、和歌山県で 200 基を超える基数が設置されている。また、今後も各県で中層浮魚礁の設置が計画されている。一方、浮魚礁設置事業で設置された浮魚礁は、耐用年数 10 年の設計で、設置後 10 年を経過した浮魚礁は、海上保安部より全回収を指導されている。しかしながら、中層浮魚礁の回収方法については、浮体部が海面下に位置することやシンカーまで含めた回収実績（試験等を含め）がないことなど未知な部分が多く、確立されていないのが実情である。そこで、本調査では、安全で効率的な中層浮魚礁の回収方法を開発することとした。

III. 調査方法

(1) 既存資料の収集・整理

浮魚礁の回収に関する既存資料（表層浮魚礁、中層浮魚礁など）について収集して整理する。

(2) 中層浮魚礁の設置状況の把握

水産基盤整備事業の設計基準により設置された中層浮魚礁の設置時期、設置場所、タイプ、基数、水深、シンカー重量などについて事業実施県にアンケート調査を行い現況を把握する。

(3) 回収方法の検討

上述の既存資料及び中層浮魚礁の設置状況等から作業性、安全性、確実性、経済性などを考慮し、最適な回収方法を選定する。

(4) 回収に必要な器具・機材の設計・試作・試験

回収に必要な器具・機材について、設計・試作を行い、室内試験・現地試験などによって器具・機材の機能性・有効性・強度などを検証し、器具・機

材の開発を行う。

(5) 現地試験

本事業で開発した回収方法について、より確実な技術とするため現地海域等での検証試験を行い技術の確立を行う。

(6) 取りまとめ

本事業で得られた成果等を総合的体系的に取りまとめ、中層浮魚礁回収工事に係るガイドライン(案)と積算指針(案)を作成する。

IV. 調査結果

(1) 既存資料の収集・整理 (平成 21 年度)

中層浮魚礁の回収に関する既往知見としては、平成 10 年度～12 年度にかけて実施した「中層浮魚礁造成技術の開発研究(受託者: マリノフォーラム 21)」があり、考えられる回収方法について技術内容・費用・実現性等の比較検討を行い「一艘の船による掃海による礁体確保・巻上げ回収方法」について実海域において試験を行っている。その他の回収実績はない。

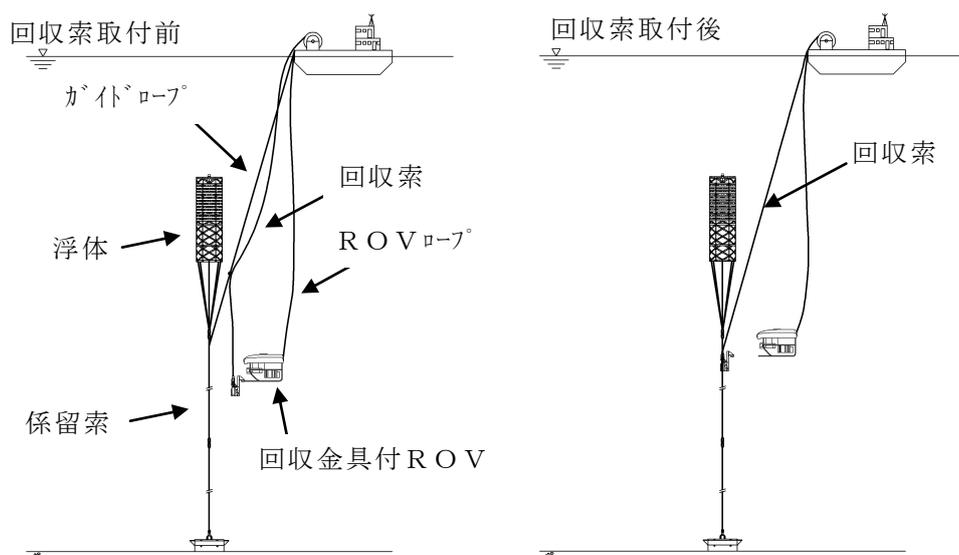
(2) 中層浮魚礁の設置状況の把握 (平成 21 年度) (平成 21 年 10 月現在)

	設置基数	回収基数	アンカー種類	回収方法
中層浮魚礁	233 基	0 基	コンクリートシンカー	—
表層型浮魚礁	38 基(現存*1)	23 基	ダンフォース、コンクリート	ウィンチ、クレーン

* 1 : 現存とは現在海上に設置されている浮魚礁を表す。

(3) 回収方法の検討 (平成 21 年度)

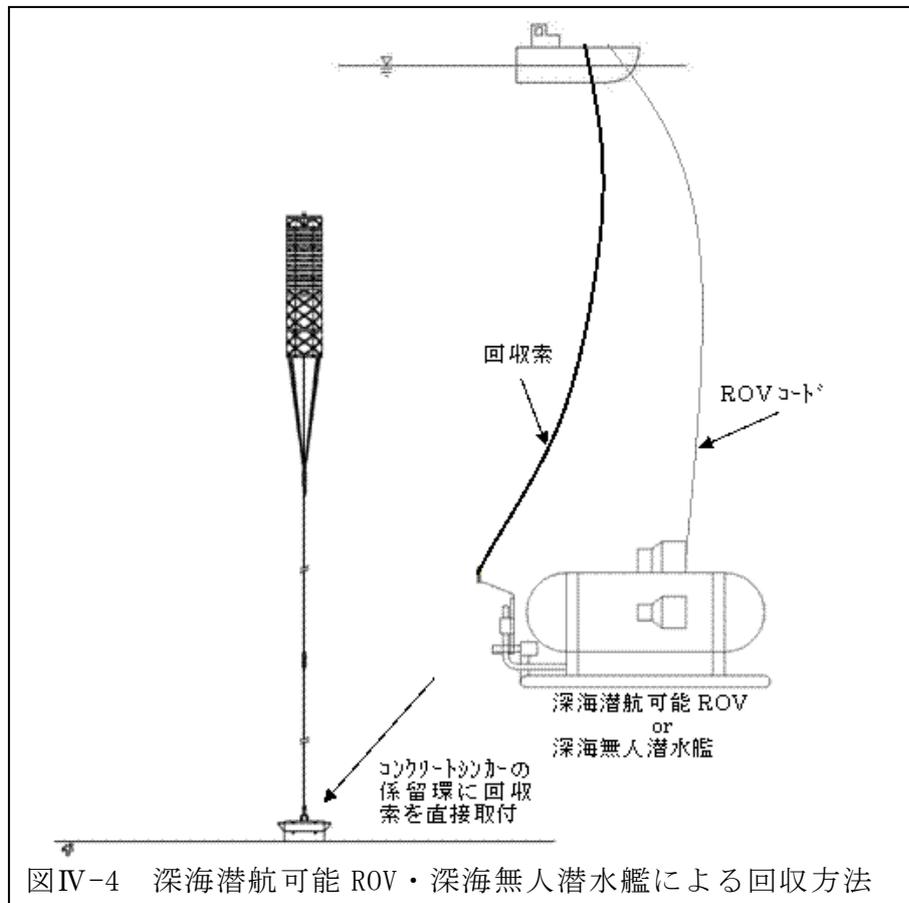
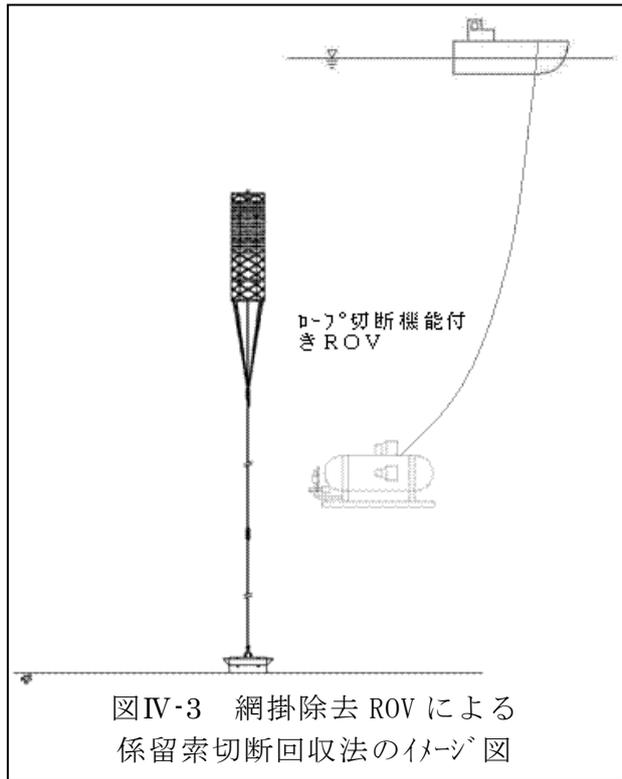
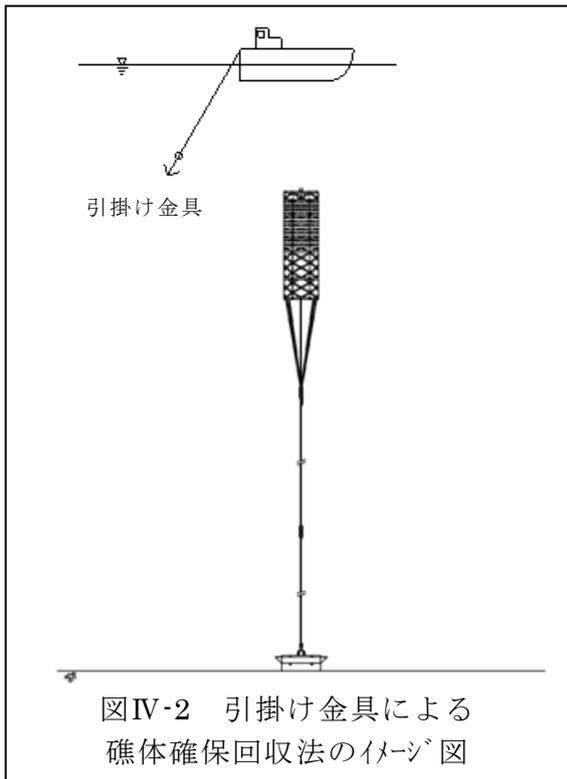
回収方法として、表IV-1 に示すようないくつかの方法が考えられたが、作業性、安全性、確実性、経済性などの観点から「ROV で回収索を係留索に取り付けて回収する方法」が最適な方法であるものとして選定した。



図IV-1 ROV で回収索を係留索に取り付ける回収方法のイメージ図

表IV-1 回収方法の比較検討

	ア)網掛除去 ROV による係留索切断回収法	イ)引掛け金具による礁体確保回収法	ウ)ROV で回収索を係留索に取付け回収する方法	エ)深海潜航可能 ROV・深海無人潜水艦による回収方法
作業方法による魚礁構造上の問題点	係留索の切断箇所深の回収は不可能。	礁体の一部に引掛け金具が掛かり、そこに張力が集中することで礁体が破壊される。	回収索を係留索上部に接続するための回収金具や係留索強度等の検討が必要。	アンカーの係留金具に回収索を接続するため魚礁構造上問題は無い。
作業上の問題点	右記イ)に同じ。ROV の能力に拠るが、流速が2ノット以上での作業が困難。	引掛け金具を確実に礁体に掛けるための機材等が必要。	左記イ)に同じ。ROV の能力に拠るが、流速が2ノット以上での作業が困難。	深海潜航可能 ROV・深海無人潜水艦の所持機関が限られるため作業時期が限定される。
安全性	切断時礁体の浮上により、作業船に衝突の危険性がある。	礁体が破壊された場合、礁体の構造体である浮力体が散乱して浮上するため危険である。	回収作業台船により回収索・係留索を徐々に回収するため、係留索の損傷等で回収中の切断が予想されるため作業台船には安全柵等を施す。	通常の安全管理をすれば問題は無い。
経済性	ROV にカッター等を配置することで比較的安価。	ROV や高価で特殊な機材を使用しないため最も安価。	ROV と回収索を連結させるための回収金具等の開発が必要であるが、比較的安価。	特殊工事(機材所持機関限定)のため高価。
その他	全回収は不可能。	場合によれば礁体破壊で終わる。	使用機材の開発により確実性が高まる。	確実性に優れている。
総合評価	×	×	◎	○



(4) 必要な器具・機材の設計・試作・試験（平成 21・22 年度）

水産基盤整備事業の設計基準に基づいて設置された中層浮魚礁の設計条件から、回収金具に必要とされる強度を算出し、回収金具の設計・試作・機能試験を行い、回収金具の開発を行った。

ア) 回収金具の開発

- ① 回収金具の把握面は溝形状とした。
- ② 把圧力を均等とするためにクサビ形状とした。
- ③ 初期把圧をバネによって行うシステムとした。
- ④ 把握面からの係留索の抜け出し防止機能を配置した。
- ⑤ 係留索ガイド機能を配置した。
- ⑥ 室内試験の結果、必要な機能と強度をクリアーした。



写真IV-1 回収金具



写真IV-2 室内試験

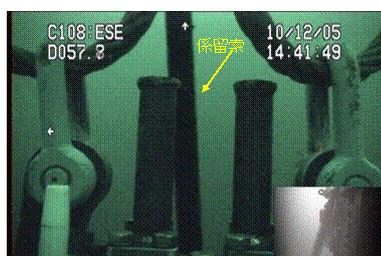
イ) 回収金具付 ROV の操作性試験

回収金具付 ROV の操作性を実海域において検証した。その結果、回収金具を取付けた ROV は必要とされる操作性を有していることが確認できた。

(5) 現地試験

ア) 現地検証試験（平成 22 年度）

選定した回収方法について、試験用ブイを実海域に設置して本回収方法の有効性を検証した。その結果、全作業工程（①浮体の確保、②ガイドロープの取付、③回収金具付 ROV による回収索と係留索の連結、④試験用ブイ(アッカー含む)の全回収)を確認できた。



写真IV-3 回収金具の把握の様子（把握直前）
（写真左：金具背面からの様子，写真右：金具側面からの様子）

イ) 実際の中層浮魚礁回収工事による検証（平成 23 年度）

平成 23 年度宮崎県水産環境整備事業中層浮魚礁回収工事（設置後 10 年経過、回収対象基数：2 基）において、本方法の実機による検証、作業時張力変動データ収集、回収物の目視観察及び回収された係留索の強度試験等を行った。その結果を以下に示す。

① 係留索の劣化調査結果

回収された主係留索及び副係留索を室内に持ち帰り、引張強度試験を実施した。供試体は主係留索の上部端末部・直線部と副係留索から採取した。

引張試験の結果、主係留索は全ての供試体が初期強度以上の強度を保持していた。また、副係留索は初期強度に対して 63%から 69%の強度を保持していた。

② 各部材の目視観察結果

回収された浮体等の目視観察結果及び付着物量を下表に示す。

目視観察の結果、浮体部の付着物状況は 2 基ともに多く、また、係留系には漁具が多数絡んでいた。

表IV-2 目視観察結果等（No.1）

	部材名	状況	付着物量	設計値
浮体部	本体ユニット (FRP)	付着物多し	上段:21kg/m ² 中段:11kg/m ² 下段:13kg/m ²	8kg/m ²
	フロート	付着物有り	3.75kg/m ²	
	レーダーレфлекター	付着物有り	—	—
	流出警報発信機	アンテナ破損	—	—
係留系	副係留索	漁具絡み有り	—	—
	上部係留索		—	—
	下部係留索	—	—	—
	アンカー	—	—	—

表IV-3 目視観察結果等（No.2）

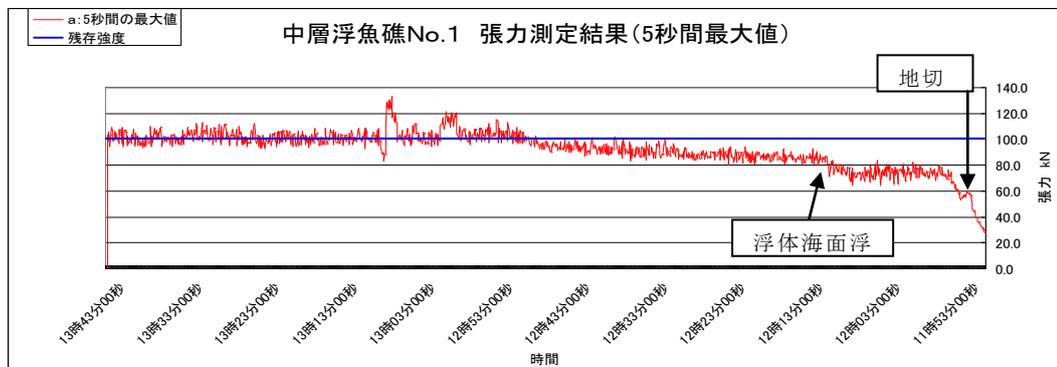
	部材名	状況	付着物量	設計値
浮体部	本体ユニット (FRP)	付着物多し	上段:27kg/m ² 中段:23kg/m ² 下段:19kg/m ²	8kg/m ²
	フロート	付着物有り	3.75kg/m ²	
	レーダーレфлекター	付着物有り	—	—
	流出警報発信機	アンテナ破損	—	—
係留系	副係留索	漁具絡み有り	—	—
	上部係留索		—	—
	下部係留索		—	—
	アンカー	破損無し	—	—



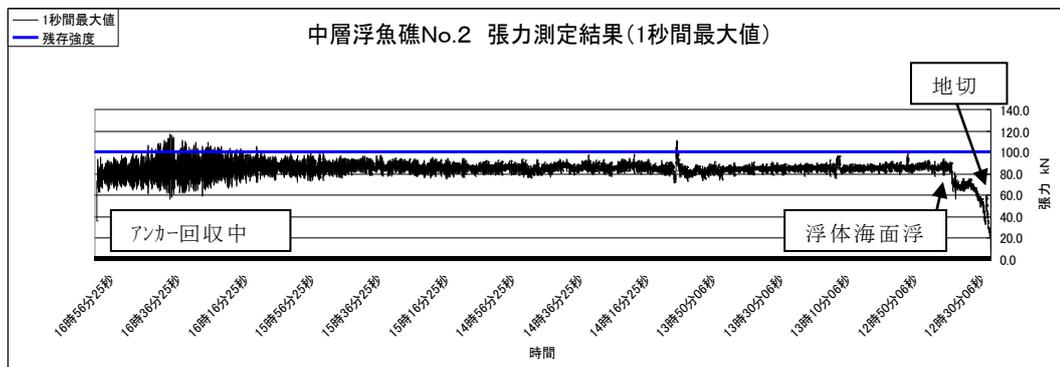
写真IV-4 回収された中層浮魚礁
 (写真左上：浮体部，写真右上：浮体天部，写真左下：浮体側面，写真右下：回収アンカー)

③ 回収作業時張力の変動

回収作業中に回収索にかかる張力について測定した結果を以下の図に示す。
 張力の変動は、アンカーが海底面から離れる時点(地切)まで徐々に上がり、
 No.1・No.2ともに 60kN 程度で海底面から離れ、回収作業中は2基ともに
 浮体が海面上に浮上するまでは 70kN程度、海面上に浮上した後は 90kN～
 100kNの範囲であった。



図IV-5 中層浮魚礁 No. 1 回収時張力測定結果



図IV-6 中層浮魚礁 No. 2 回収時張力測定結果

(6) 取りまとめ（平成 23 年度）

本事業で得られた成果等を総合的、また体系的に取りまとめて「中層型浮魚礁回収工事ガイドライン(案)」及び「中層型浮魚礁回収工事の積算指針(案)」を作成した。

V. 考察

本調査において開発された中層浮魚層回収技術によって、耐用年数が経過した中層浮魚礁を効率的に撤去することが可能となった。

今後全国に設置された 200 数基の中層浮魚礁の回収が、今回纏められた「中層型浮魚礁回収工事ガイドライン(案)」及び「中層型浮魚礁回収工事の積算指針(案)」を参考として、安全に効率的に実施されるものと考えられる。

また、中層浮魚礁の新設にあたって、耐用年数経過後の回収も含めた全般的な計画を明示することが可能となり、B/C の観点からの効果検討ができるものと考えられる。

VI. 摘要

今後の課題としては、回収中の張力変動、回収部材の劣化状況の把握及び回収作業上の課題に関する情報を収集・蓄積し、中層浮魚礁の設置・回収に関する設計指針等にフィードバックすることである。大水深に設置された構造物の耐用年数経過後の情報が乏しい中で、できるだけ知見を増やすことが求められている。

中層型浮魚礁回収工事ガイドライン(案)

平成 24 年 3 月

社 団 法 人 マ リ ノ フ ォ ー ラ ム 2 1

水 産 基 盤 整 備 調 査 委 託 事 業
大水深に設置する魚礁の設計基準等の構築のうち、
中層浮魚礁回収方法の開発検討会

はじめに

本ガイドラインは、水産基盤整備事業において設置された中層型浮魚礁の耐用年数終了後、回収作業が円滑に行われることを目的として、平成 23 年度水産基盤整備調査委託事業の一環として作成したものである。

ガイドラインでは回収要領や回収機器の規格および回収後の試験方法など全般にわたって示しており、基本的な作業は可能であろう。

今後、修正を行いながら、内容項目の補充、精度の向上を図るものとする。

平成 24 年 3 月

社 団 法 人 マ リ ノ フ ォ ー ラ ム 2 1
水 産 基 盤 整 備 調 査 委 託 事 業
大水深に設置する魚礁の設計基準等の構築のうち、
中層浮魚礁回収方法の開発検討会

目次

はじめに

第1章	中層型浮魚礁回収工事ガイドライン	1
1.	適用範囲	1
2.	回収範囲	1
3.	中層型浮魚礁の形態	2
4.	中層型浮魚礁の構造	3
第2章	回収方法	5
1.	回収作業に必要な予備知識	5
2.	回収要領	5
3.	回収索の取付方法	7
4.	作業実施の判定	7
5.	引き上げ方法	10
第3章	回収工事に使用する機器の規格	11
1.	回収索に係る張力	11
2.	回収索の規格	16
3.	回収金具の規格	16
4.	ウインチの規格	16
第4章	張力等の管理	17
第5章	船団の構成	17
第6章	工程	18
第7章	安全対策	18
第8章	廃棄物処理	19
参考1	回収後耐久性試験等を行う場合の内容案	20
参考2	回収索にかかる張力の計算方法	21
参考3	回収索にかかる張力の計算例	32
参考4	回収索巻取り用ウインチ（4.5t）の能力計算例	37

第1章 中層型浮魚礁回収工事ガイドライン

1. 適用範囲

本ガイドラインは、水産基盤整備事業で設置された中層型浮魚礁の回収工事に適用する。

【解説】

中層型浮魚礁は平成13年度から水産基盤整備事業として設置され、技術指針に基づき耐用年数10年で適正に設計されており、概ね水深500mより深い大水深に設置されている。

水産基盤整備事業で設置された中層型浮魚礁は表1-1-1に示すとおり、2タイプで、233基（平成21年水産基盤整備調査委託事業「大水深に設置する魚礁の設計基準調査のうち、中層浮魚礁回収方法の開発」報告書）が現存する。

表 1-1-1 中層型浮魚礁の設置状況（調査時期：平成21年10月15日）

設置県	構造種	事業の種類	基数	年度	水深 m	主係留 索径 mm	アンカー 種類	アンカー 空中重量t
沖縄県	剛体・ 柔体	水産基盤 整備事業	60	H13～	600～	φ20～	コンクリート シンカー	10.0～11.0
	H21			1750	φ40			
鹿児島 県	剛体	水産基盤 整備事業	32	H13～	200～	φ30～	コンクリート シンカー	9.0～12.0
				H15	1505	φ34		
高知県	剛体・ 柔体	水産基盤 整備事業	82	H13～	75～	φ30～	コンクリート シンカー	4.1～13.8
	H18			1607	φ40			
長崎県	剛体・ 柔体	水産基盤 整備事業	28	H20～	84～	φ40	コンクリート シンカー	7.4～14.9
	H21			181				
宮崎県	剛体	水産基盤 整備事業	8	H13～	546～	φ30	コンクリート シンカー	11.0～12.0
				H18	798			
和歌山 県	柔体	水産基盤 整備事業	23	H14～	1460～	φ42～	コンクリート シンカー	11.6～13.8
				H19	1830	φ48		
計			233	H13～ H21	75～ 1830	φ20～ φ48		4.1～14.9

2. 回収範囲

中層型浮魚礁の回収は、浮体からアンカーまで全てを含むものとする。

【解説】

耐用年数を経過した中層型浮魚礁は、流出事故の恐れがあり、速やかに回収する必要がある。その際、礁体、係留索、アンカー全てを回収することを原則とする。ただし、中層型浮魚礁には、礁体部、係留索部に多くの漁具が絡んでいることが多く、係留索は

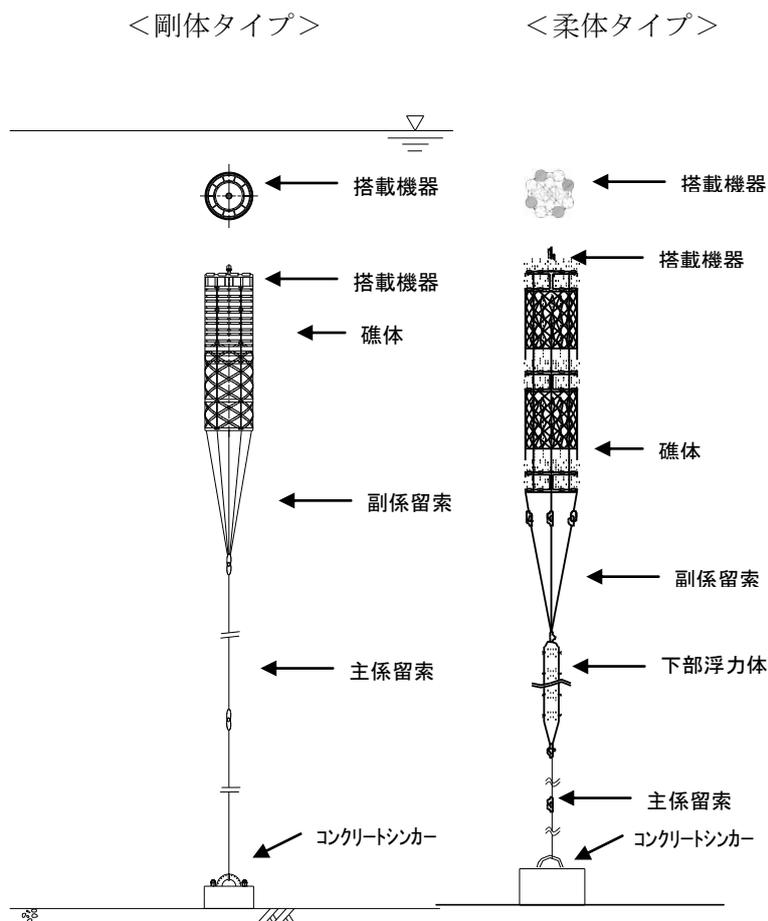
予期せぬ損傷を受けている場合がある。そのため、回収作業中の切断や、あるいは回収作業中の天候の急変などにより、事故の発生が予測される場合には、やむを得ず途中で係留索を切断することも必要である。

3. 中層型浮魚礁の形態

水産基盤整備事業で用いられる中層型浮魚礁は、礁体、副係留索、主係留索、コンクリートシンカーで構成され、礁体にはソナーレフレクター、流出警報装置（発信機側）を備え、陸上部には流出警報装置(受信側)が設置されている。

【解説】

水産基盤整備事業で設置された中層型浮魚礁は、礁体が剛構造（FRP 蛇籠）タイプのもものと、柔構造(網状)タイプのもの2タイプがある。これらの礁体は、上部水深が 20m より深く、流れがあるときはさらに沈みこんでいる。また、海面にはブイ等も取付られていない。



4. 中層型浮魚礁の構造

副係留索はワイヤ外装ポリエステルロープ、主係留索はワイヤ外装ポリアラレートロープ、主係留索下部はテトロンまたはポリプロピレンロープ、アンカー部はコンクリートシンカーを使用している。

【解説】

水産基盤整備事業により中層型浮魚礁を設置している各県に対して、実態調査を実施した。その結果を下記に示す。

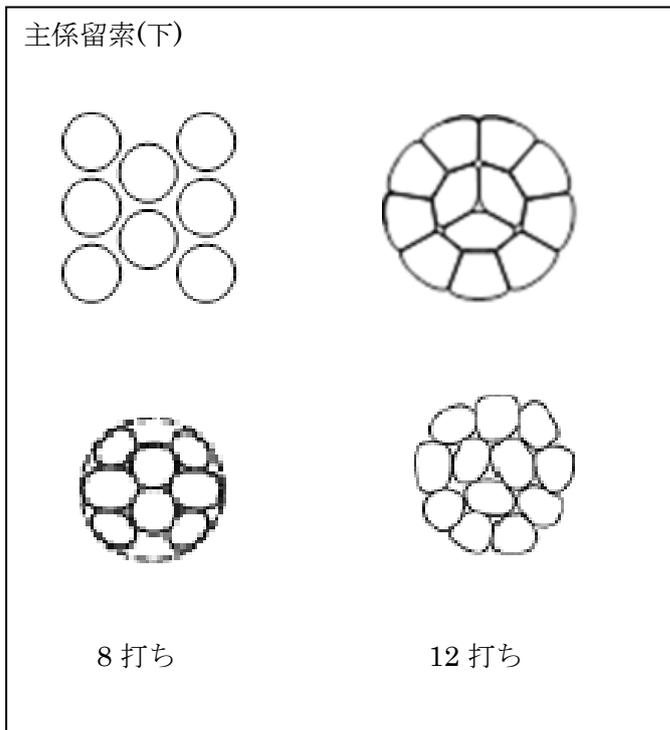
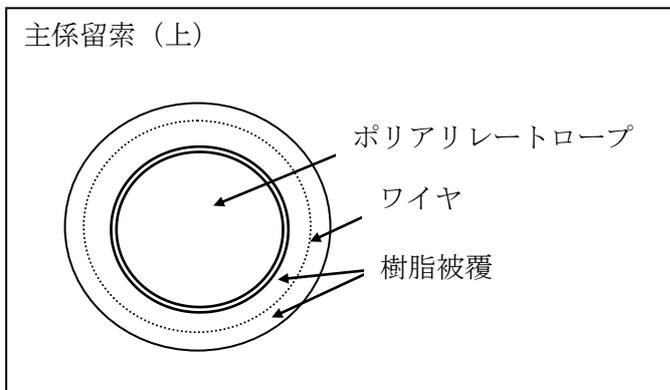
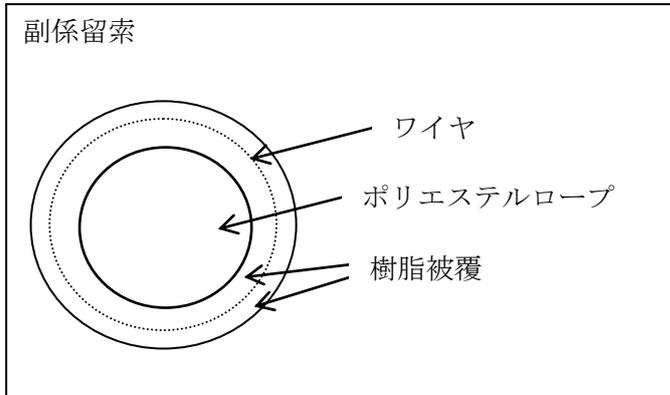
表 1-4-1 剛体タイプの主な仕様

名称	材質	係留索		長さ(重さ)	本数
		径	初期引張強度		
副係留索	ワイヤ外装ポリエステルロープ	20~30mm	40 ~ 150kN	6~8m	6本
主係留索(上)	ワイヤ外装ポリアラレートロープ	30~40mm	294~ 477kN	100~500m	1本
主係留索(下)	テトロンロープ, ポリプロピレンロープ	26~40mm	103~ 282kN	100~500m	1本
アンカー	コンクリートシンカー			8~12t	1個

表 1-4-2 柔体タイプの主な仕様

名称	材質	係留索		長さ(重さ)	本数
		径	初期引張強度		
副係留索	ワイヤ外装ポリエステルロープ	32~ 39mm	137 ~ 211kN	5m	4本/基
200m 以浅	主係留索 ワイヤ外装ポリアラレートロープ	28~ 32mm	224~ 322kN	設置水深による	1本/基
大水深	主係留索(上) ワイヤ外装ポリアラレートロープ	28~ 34mm	224~ 353kN	300m~500m	1本/基
	主係留索(下) ポリプロピレンロープ	38~ 48mm	181~ 300kN	設置水深による	1~2本/基
アンカー	コンクリートシンカー			8~13t	

<係留索の断面図>



第2章 回収方法

1. 回収作業に必要な予備知識

回収に際しては、中層型浮魚礁の特徴や構造などの知識が豊富で、かつ、回収作業と類似の作業に熟達した指導員の指導を受けなければならない。

【解説】

中層型浮魚礁の回収工事には、索類の切断事故が危惧されることから、中層型浮魚礁についての知識が豊富で、かつ、類似の回収作業に熟達した指導員の指導を受けなければならない。

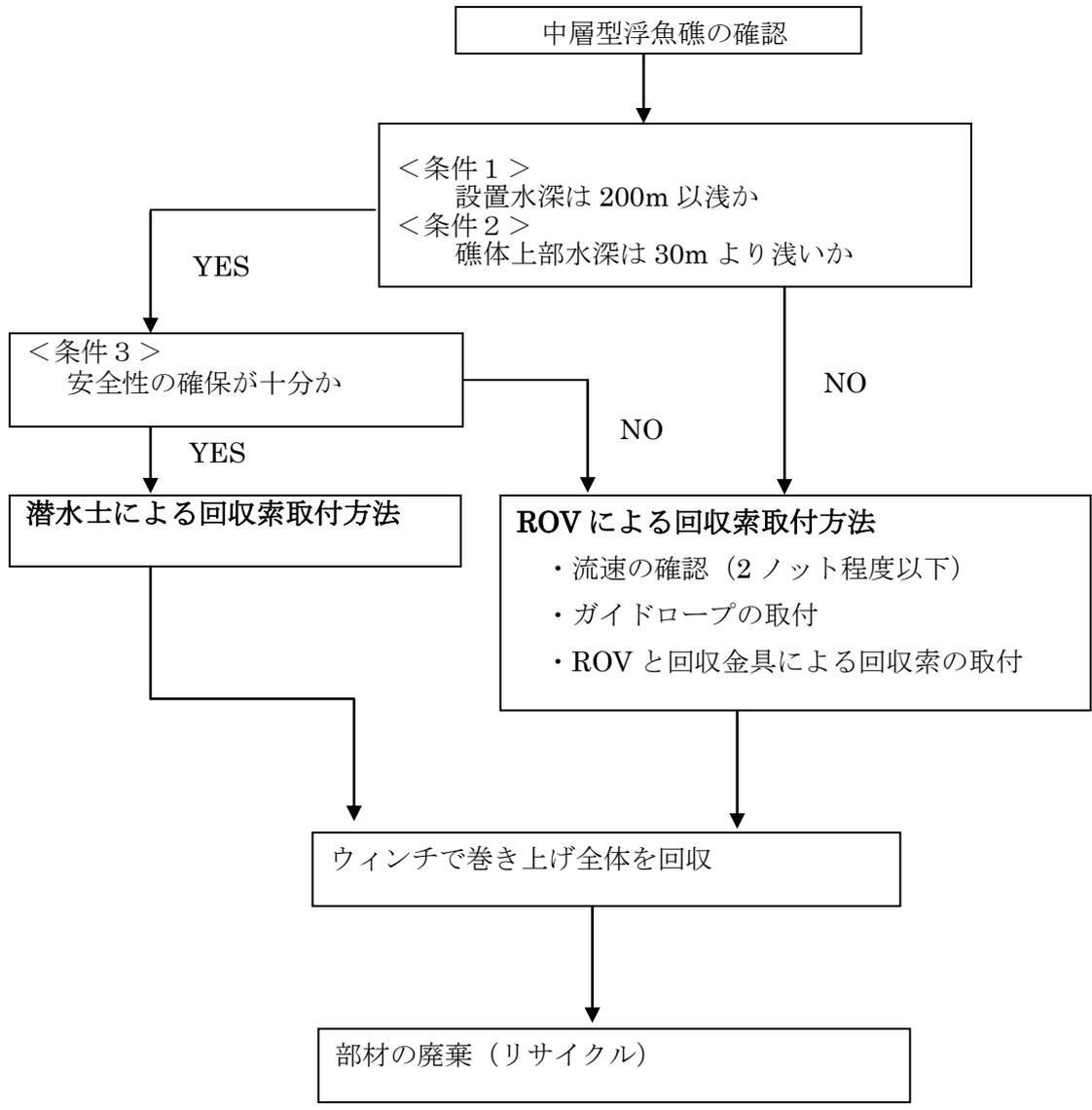
2. 回収要領

中層型浮魚礁の回収は、現存する中層型浮魚礁の係留索に、ROV 又は潜水土により回収索を取付けて、ウィンチで巻き上げる方法で行う。

※ROV：遠隔操作無人探査機 (Remotely Operated Vehicle)

【解説】

剛体タイプも柔体タイプも、礁体には直接回収索を取付けることは強度上できない。ROV を用いて回収金具と係留索を連結し、その後ウィンチで巻上げる。巻上げた後の中層型浮魚礁の部材は廃棄、またはリサイクルする。



3. 回収索の取付方法

回収索の取付方法には、「潜水士による方法」と「ROVによる方法」がある。
礁体上部の水深及び海域条件により、回収索の取付方法を決定する。

【解説】

剛体タイプも柔体タイプも、礁体に直接回収索を取付けることは強度上できないので、主係留索と副係留索の連結部を利用して回収金具を取付け、回収索を連結する。中層型浮魚礁係留索への回収索の取付は、設置水深が 200m 以浅の場合で、かつ、潜水士が潜水可能な水深帯（水深 30m）に礁体が保持されている場合は、潜水士での取付が可能となる。

しかし、サメなどの出現が予想される海域では、潜水作業の安全対策について十分検討する必要がある。

（参考）

礁体上部が水深 30m に位置している場合の主係留索と副係留索の連結部は、剛体タイプ 42m（水深 30m＋礁体長さ 7m＋副係留索長さ 5m）、柔体タイプ 52.5m（水深 30m＋礁体長さ 7.5m＋副係留索 5m＋下部浮力体 10m）である。

※ 以下 ROV による方法について記述する。

4. 作業実施の判定

回収索取付作業前には、魚群探知機などで中層型浮魚礁の確認を行い、設置地点の流速を測定して作業実施の判定を行う。

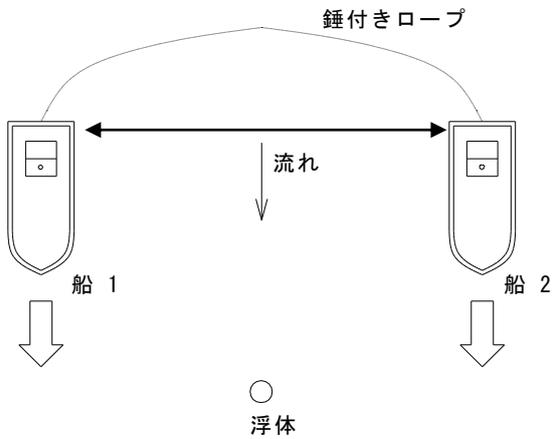
【解説】

回収索取付作業には ROV を使用する。通常の ROV の推進力は概ね 2 ノット程度であることから、現地流速が 2 ノット程度以下の場合に、回収索取付作業が可能となる。

【ROVによる方法】

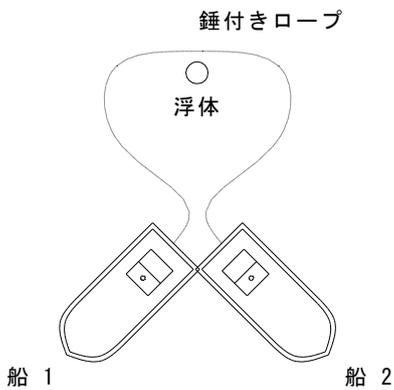
(1) ガイドロープの取付例

①



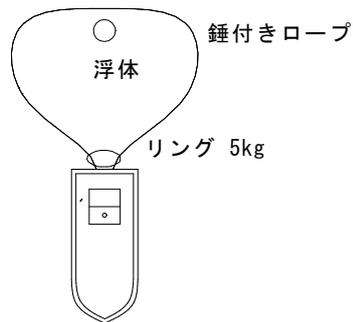
- 作業船搭載のソナー等で浮体の位置を確認。
- ロープを作業船2隻から、浮体水深1.5倍程度の水深帯に降ろし、2隻同時に浮体に向けて曳く。

②



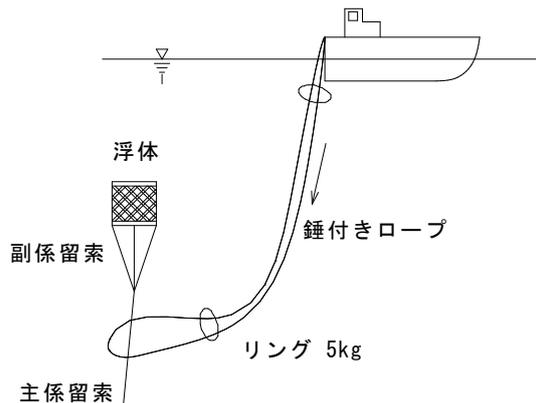
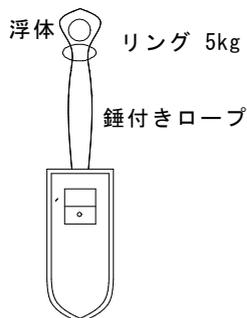
- 浮体を巻き込むように操船し、浮体下部の係留索部を巻き込む。

③



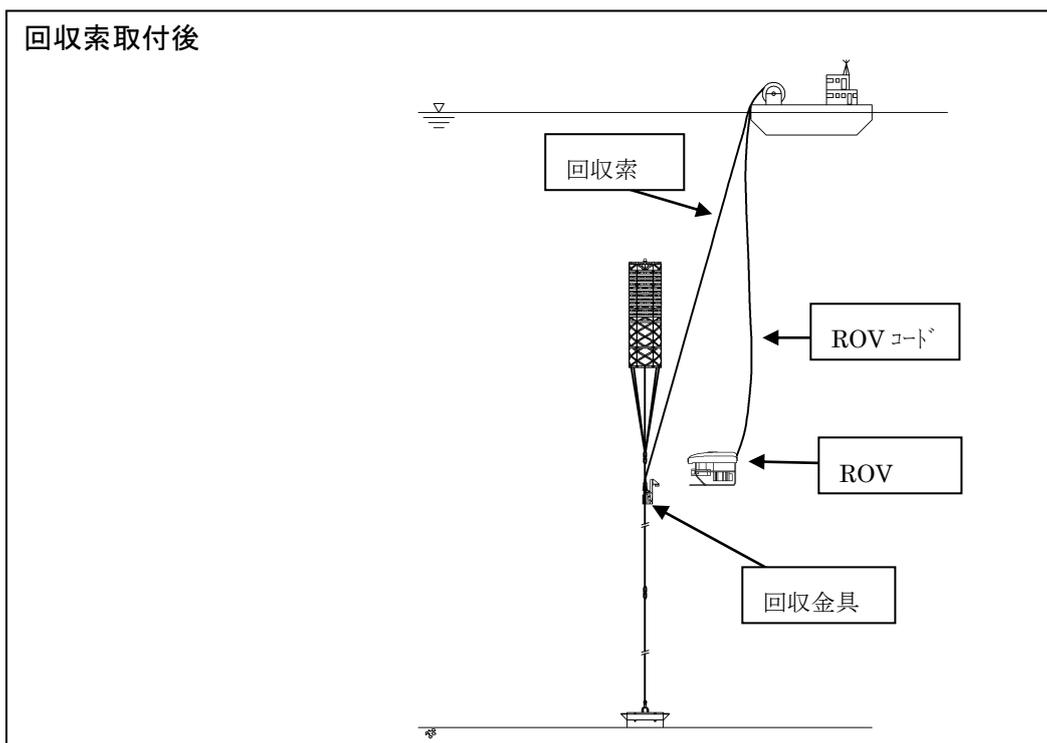
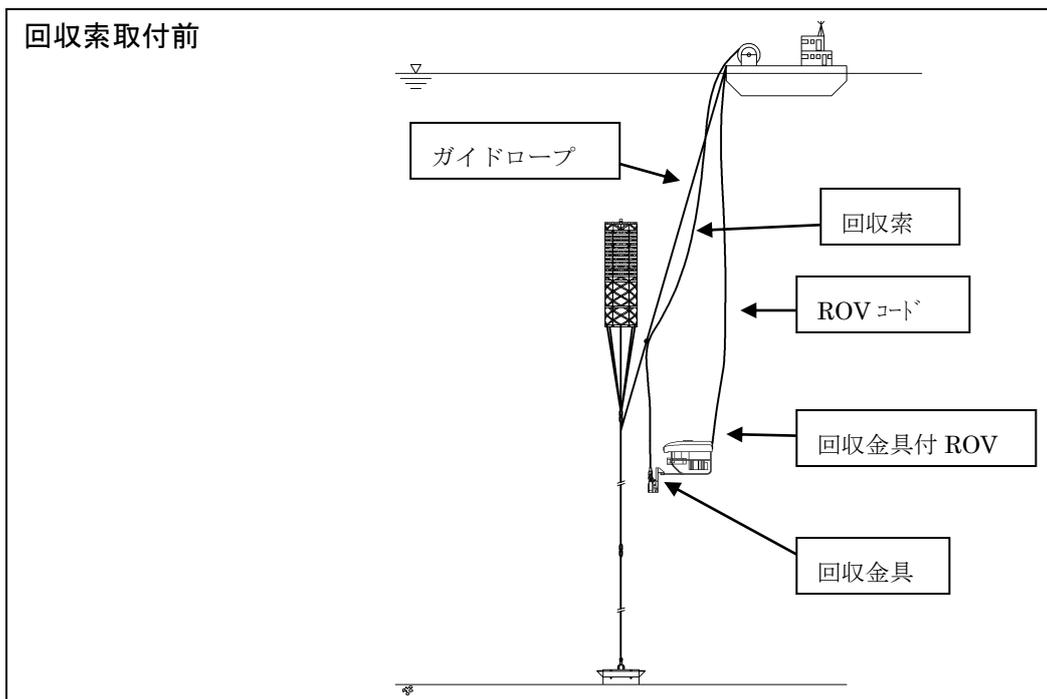
- ロープの両端を1隻にまとめ、リングを装着する。
- リングが自重で降下した後、ロープを絞りガイドロープに取付ける。

④



(2) ROVによる回収索の係留索への取付手順

- ① ガイドロープに沿って回収金具付ROVを降下させる。
- ② 主係留索上端部よりも下部にROVで回収金具を係留索に取付ける。
- ③ ROVの視認機能によって回収金具が正常に主係留索を把握し、回収索と係留索が連結したことを確認する。
- ④ 回収金具とROVを切り離し、ROVを回収する。
- ⑤ ガイドロープを回収する。
- ⑥ 回収索の取付が完了する。



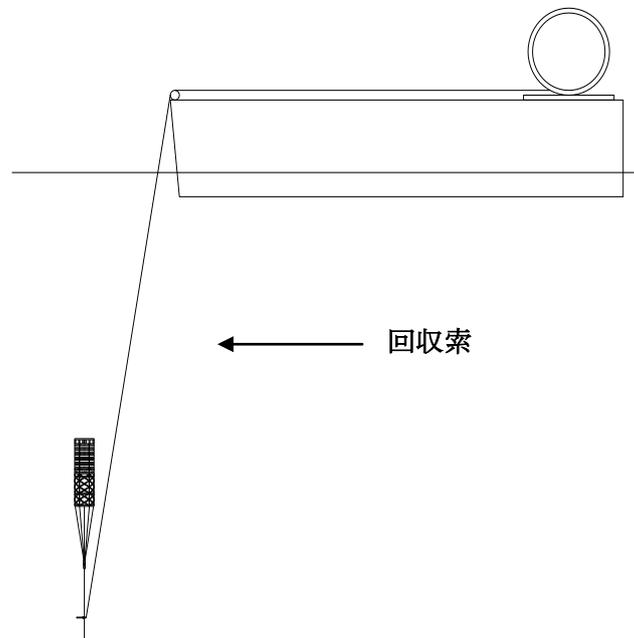
5. 引上げ方法

引上げは、ウィンチによる巻上げ方法とする。

【解説】

引上げ方法としては、クレーンで係留索を順次交互に引上げる方法と、ウィンチで巻上げる方法がある。設置水深が浅く、作業の安全性が確保できる場合には、いずれの方法でも引上げが可能である。ただし、長期間使用した浮魚礁の係留索は、予期せぬ損傷を受けていることが考えられるため、安全対策を優先し、ウィンチでの巻上げを原則とする。

【ウィンチによる巻上げ方法（概要図）】



引上げ時に特に注意すべき点

回収金具もウィンチに巻込む場合は、巻込んだ回収金具によって係留索が損傷を受けないように、保護する等の作業上の注意が必要である。

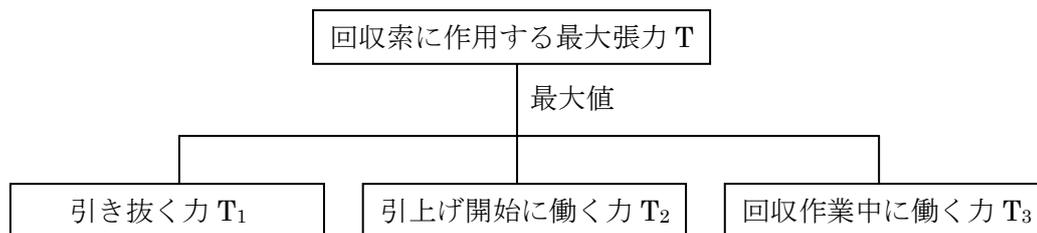
第3章 回収工事に使用する機器の規格

1. 回収索に係る張力

回収索にかかる張力は、海域条件を加味して適正に算定する。

【解説】

回収索にかかる最大張力 T は、コンクリートシンカーを海底から引き抜く力 T_1 、コンクリートシンカーの引上げ開始時に働く力 T_2 、回収作業中に働く力 T_3 のうち最も大きい値を用いる。



なお、引き抜く力 T_1 においては、設置海域の底質データやコンクリートシンカーの埋没深さなどの実測値がない場合には、表 3-1-1 の引き抜き力算定表を参考とする。

1) コンクリートシンカーを海底から引き抜く力 T_1 の算出

$$T_1 = (W_r + Ru_1 + Ru_2 + Ru_3 - P_L) / \sin \theta$$

ここに、

W_r : コンクリートシンカーの水中重量 (kN)

Ru_1 : コンクリートシンカーの上面の土塊の引上げ時の受働抵抗 (kN)

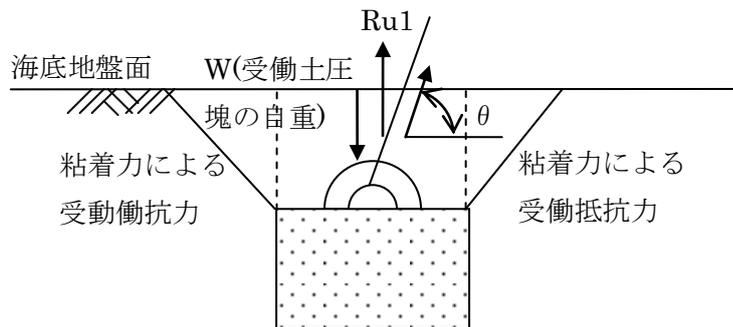
Ru_2 : コンクリートシンカー側面(周面)の摩擦力及び付着力 (kN)

Ru_3 : コンクリートシンカー底面のコンクリートシンカーと粘性土との間の付着力による抵抗及びこの部分の引上げに伴う水のサクシオン

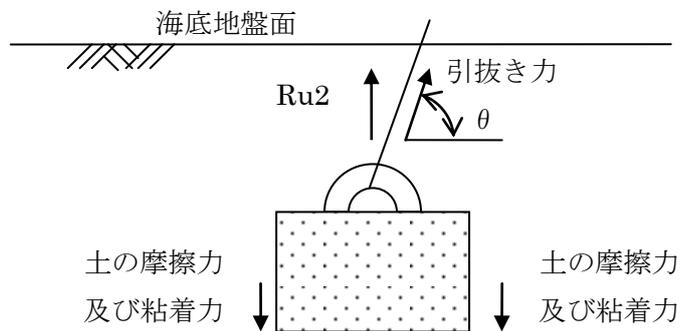
θ : 係留索回収の角度

P_L : 浮体の浮力 (kN)

① コンクリートシンカーの上面の土塊の引上げ時の受働抵抗 (Ru_1)



② コンクリートシンカー側面(周面)の摩擦力及び付着力 (Ru_2)



③ コンクリートシンカー底面のコンクリートシンカーと粘性土との間の付着力による抵抗及びこの部分の引上げに伴う水のサクシオン (Ru_3)

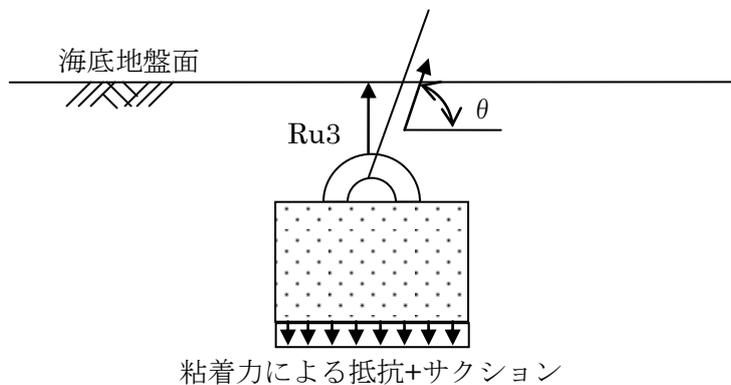


表 3-1-1 ゆるい砂質土および軟弱な粘質土の引抜き力算定表

		① ゆるい砂質土(SM)の引抜き力(kN)										
		(N値4、埋没深さ 30cm として算出)										
		コンクリートシンカー空中重量 (kN)										
		10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
コンクリートシンカー高(m)	1.0	855	931	1006	1081	1155	1229	1303	1377	1450	1523	1596
	1.2	817	890	962	1033	1105	1176	1247	1318	1388	1459	1529
	1.4	788	859	929	999	1068	1137	1206	1275	1343	1412	1480
	1.6	766	835	903	971	1039	1107	1174	1241	1308	1375	1442
	1.8	749	816	883	950	1016	1083	1149	1215	1280	1346	1412
	2.0	734	800	866	932	997	1063	1128	1193	1258	1322	1387
	2.2	722	787	852	917	982	1046	1110	1174	1238	1302	1366
	2.4	711	776	840	904	968	1032	1096	1159	1222	1285	1348
	2.6	702	766	830	893	957	1020	1083	1145	1208	1271	1333
		② 軟弱な粘質土(MS)の引抜き力(kN)										
		(粘着力 15kN/m ² 、埋没深さ 30cm として算出)										
		コンクリートシンカー空中重量 (kN)										
		10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
コンクリートシンカー高(m)	1.0	2065	2252	2439	2625	2811	2996	3180	3364	3548	3731	3914
	1.2	1606	1750	1892	2034	2176	2317	2457	2598	2737	2877	3016
	1.4	1277	1389	1500	1610	1720	1830	1939	2047	2156	2264	2371
	1.6	1028	1116	1204	1290	1377	1462	1548	1633	1717	1802	1886
	1.8	834	903	972	1040	1108	1175	1242	1309	1375	1441	1507
	2.0	678	732	786	839	892	945	997	1049	1101	1152	1203
	2.2	549	592	633	675	715	756	796	836	875	914	953
	2.4	442	474	505	537	567	597	627	657	686	716	745
	2.6	351	374	397	419	441	463	484	506	526	547	567

2) コンクリートシンカーの引上げ開始時に働く力 T_2

コンクリートシンカーを引上げ開始時、コンクリートシンカーの水中自重とコンクリートシンカー底面摩擦が同時に作用するため、引上げ力は T_2 となる。

$$T_2 = (W_r^2 + (W_r \mu)^2)^{1/2} - P_L / \sin \theta$$

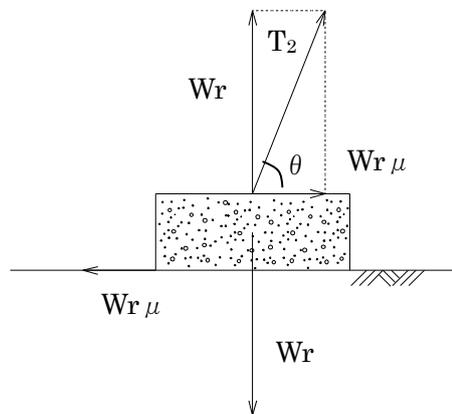
〔社〕マリノフォーラム 2 1 浮魚礁設計・施工技術基準⁽³⁾ P47

ここに、 W_r :コンクリートシンカーの水中重量(kN)

μ : コンクリートシンカーと海面基盤との摩擦係数

P_L : 浮体の浮力 (kN)

θ : 係留索回収の角度



3) 回収作業中に働く力 T_3

回収作業中、コンクリートシカーを吊下げ、風、波、流れが台船に作用するとき、コンクリートシカーによる鉛直方向の力が大きいので、直線形状として計算する。

コンクリートシカーの吊下げ力 T_3 はコンクリートシカーの水中重量 W_r と風、流れによる台船の水平方向を P_b の合力とする。

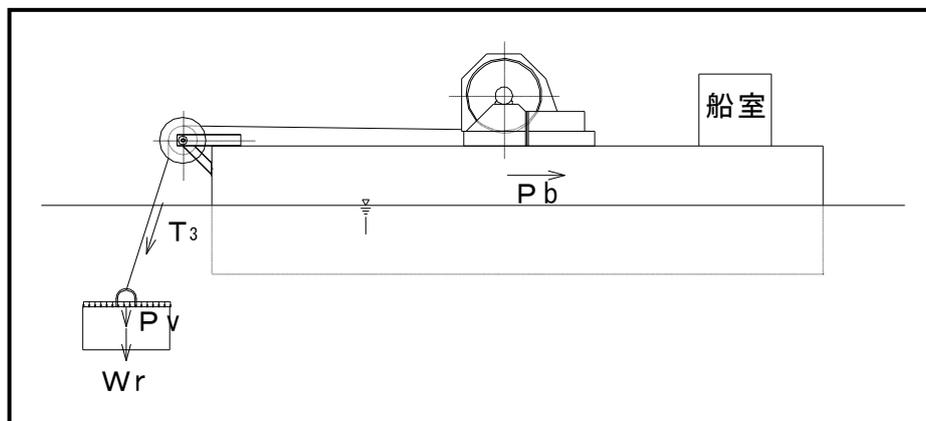
$$T_3 = ((W_r + P_v)^2 + P_b^2)^{1/2}$$

ここに、

W_r : コンクリートシカーの水中重量(kN)

P_v : 波の振幅によるコンクリートシカーの反発力(kN)

P_b : 台船への水平荷重(kN)



台船への水平荷重 P_b は台船乾舷部分への風荷重 P_z と喫水部分への流れ荷重 P_h と喫水部分への波と流れの複合力 P_F の和とする。

$$P_b = P_z + P_h + P_F$$

「設計の手引」第 11 編 3.3 表層型浮魚礁 P 686」

ここに、

P_z : 台船の乾舷部分への風加重(kN)

P_h : 台船の喫水部分への流れによる流体力(kN)

P_F : 台船の喫水部分に作用する最大流体力(kN)

2. 回収索の規格

回収工事中には回収索に大きな力が加わるため、十分な強度を持った回収索を選定する必要がある。

【解説】

回収索の規格は、以下に示す安全率を確保できる十分な強度を持ったものを選定しなければならない。

$Tk > 2.0 \times T$ とする。

Tk : 回収索の引張強度

T : 回収索にかかる最大張力

3. 回収金具の規格

係留索と回収索の連結に用いる回収金具は、回収工事中に係留索の切断が起こらないよう、工夫した金具を用いなければならない。

【解説】

回収索と係留索の連結は回収金具による。主係留索をウィンチのドラムに巻込むまでは、回収金具で係留索の一点を固定し引上げる。そのため、係留索の一点に大きな荷重がかかり、係留索の切断が危惧される。よって、係留索に取付ける回収金具の選定においては、集中荷重が生じない形状を選定する必要がある。

また、使用する回収金具については、予め回収する中層型浮魚礁の主係留索と副係留索の連結部を実寸で製作し、実際に使用する回収金具を取付け、引張試験機で想定される張力による「内層繊維への損傷、集中荷重による索の損傷、把握面からの抜け防止」機能の確認が必要である。

その際の試験荷重 Tt は

$Tt > 2.0 \times T$ とする。 T : 回収索にかかる最大張力

一方、回収金具自体の強度は、一般的な破壊荷重と同様に、破壊強度 $> 5.0 \times T$ とする。

4. ウィンチの規格

ウィンチは、回収時の係留索にかかる最大張力 T 、及び、巻取り長を加味した余裕のあるウィンチを選定する。

【解説】

中層型浮魚礁の係留索長は通常 500m 以上と長く、かつ、巻上げ途中では係留索に近づけないため、係留索全長を巻取る能力を持ったウィンチが必要となる。また、ウィンチの巻取り荷重は、最大巻数での巻取り可能荷重で算定する必要がある。

巻取り可能荷重 $PW > 1.5 \times T$ とする。

第4章 張力等の管理

回収作業中は回収索に加わる張力を管理し、事故等がないように注意しなければならない。

【解説】

回収作業中は張力管理を実施し、安全性を確保しなければならない。また、同時に回収中の係留索の外観状態を常に監視し、係留索に大きな損傷や係留索が絡んでいる場合等にも同様の処置を施し、安全性を確保しなければならない。なお、作業海域を管轄する海上保安部において、海上作業の安全確保に関する指導を受けるものとする。

(注意を要する場合)

- ① 回収作業中は係留索に作用する張力を計測し、管理基準値（係留索残存強度＝ Tq ）を超える張力がかかった場合。
- ② 係留索に大きな損傷が認められた場合。
- ③ 係留索が絡んでいる場合。

第5章 船団の構成

船団は、工事海域、施工方法及び回収基数に基づき、適正な船舶・船団構成を選択する。

【解説】

回収索の取付

① 潜水士で取付る場合

- ・潜水士船 1 隻
- ・作業船 1 隻
- ・警戒船 1 隻

② ROVで取付る場合

- ・ROV作業船 1 隻
- ・作業船 2 隻
- ・警戒船 1 隻

回収工事

- ・作業台船
- ・引き船＋非航旋回起重機船,あるいは自航旋回起重機船
- ・警戒船

第6章 工程

回収工事の工程は、余裕の持ったものとする。

【解説】

資材・機材の輸送に必要となる日数や基地港から工事場所（既設中層型浮魚礁設置位置）までの距離などは、回収工事毎に異なってくる。そのため、各工程に必要な日数を適正に把握した上で、全体工程を作成することとする。参考として、以下に中層型浮魚礁 1 基の回収工事の標準的な工程を示す。

		1基当たり																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
回収	回収索取り付け																		
	資材・機材																		
	輸送																		
	準備・片付け																		
	回収索取り付け																		
回収	回収																		
	資材・機材																		
	輸送																		
	準備・艀装																		
	浮魚礁回収																		
	浮魚礁陸揚げ・解体																		
	浮魚礁廃棄																		
	浮魚礁検査																		
	艀装解除																		
	回収施工指導																		

第7章 安全対策

中層型浮魚礁の係留索は、長期間にわたる使用により、予期せぬ損傷が考えられるので、回収工事に当たっては十分な安全対策を講じることとする。

【解説】

繊維ロープが切断した場合、ロープが跳ねることがあるので、十分注意する必要がある。

安全対策としては、ウィンチ周辺及び巻上げ柵付近には安全柵を設け、ロープ切断の際にもロープが跳ねないような対策が必要である。

また、コンクリートシンカーを台船上に引上げる方法としては、潜水士が吊りフックにクレーンからの引上げワイヤを取付けて引上げる方法と、重機によって海水面直下のコンクリートシンカーを直接掴み上げる方法などが考えられる。しかし、潜水士による方法は、係留索切断時には大事故に繋がる可能性がある。よって、潜水士での引上げワイヤの取付けは行わず、重機等を使用して台船上に引上げる方法を原則とする。

第8章 廃棄物処理

中層型浮魚礁回収後の各部材は、適正に処理しなければならない。

【解説】

設置後10年を経過した中層型浮魚礁の各部材については、表8-1-1に示すとおりと推察される。

リサイクルが可能な部材については、資源保護などの観点や処分にかかる費用などを考慮して適正な処分を行うこととする。

表 8-1-1 回収部材と廃棄・リサイクル

	部材名	材質等	回収部材の推定状況	回収後の処理	備考
浮体部	搭載機器	電子機器		廃棄	
	本体ユニット	FRP	付着物有り	廃棄	
				セメント原燃料リサイクル	リサイクル処理するためには付着物除去の必要有り
	フロート	ABS	付着物有り	廃棄	
				フロートリサイクルシステムにてリサイクル	リサイクル処理するためには付着物除去の必要有り
	網	ポリエステル	付着物有り	廃棄	
鋼材	鋼	腐食有り 付着物有り	廃棄		
			スクラップ	スクラップ引取りには付着物除去の必要有り	
係留系	副係留索	ワイヤ外装 ポリエステル	・低減による強度低下有り ・漁具絡み ・回収時損傷の可能性有り	廃棄	
	上部係留索	ワイヤ外装 ポリアリレート		廃棄	
	下部係留索	ポリプロピレン		廃棄	
		ポリエステル		廃棄	
	アンカー	コンクリート	付着物有り	廃棄	
				再生砕石リサイクル	リサイクル処理するためには付着物除去の必要有り

<参考1 回収後耐久性試験等を行う場合の内容案>

回収された中層型浮魚礁は、今後の設計に反映させるため、耐久性確認等を行う。

【解説】

(a) 付着物量測定

各部材ごとの付着物量を測定し、中層型浮魚礁全体の付着物量を算定する。

(b) 係留索の残存強度試験

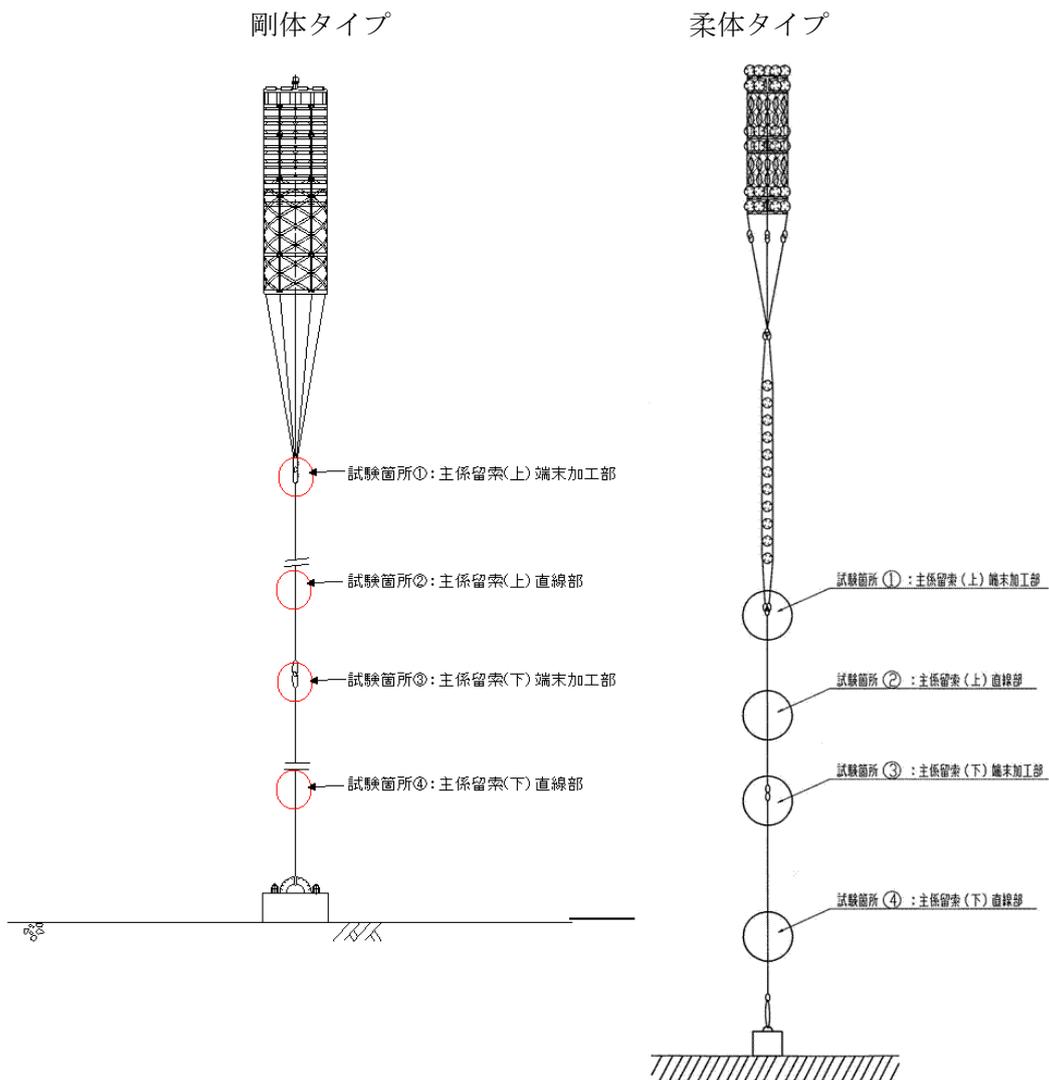
係留索について材質毎に試料を切り取り、室内にて引張り強度の測定を行う。

試料量 : 1測定につき10m切りはずし

試料数 : 各材質ごと

(c) 設計基準へのフィードバック

(a) 及び (b) で測定した結果は、水産基盤整備事業の設計基準の見直し時の重要な基礎資料となる。



<参考2 回収索にかかる張力の計算方法>

(1) コンクリートシンカーを海底から引抜く力 T_1 の算出

$$T_1 = (W_r + R_{u1} + R_{u2} + R_{u3} - P_L) / \sin \theta$$

ここに、

W_r : コンクリートシンカーの水中重量 (kN)

R_{u1} : コンクリートシンカーの上面の土塊の引上げ時の受働抵抗 (kN)

R_{u2} : コンクリートシンカー側面(周面)の摩擦力及び付着力 (kN)

R_{u3} : コンクリートシンカー底面のコンクリートシンカーと粘性土との間の付着力による抵抗及びこの部分の引上げに伴う水のサクシオン

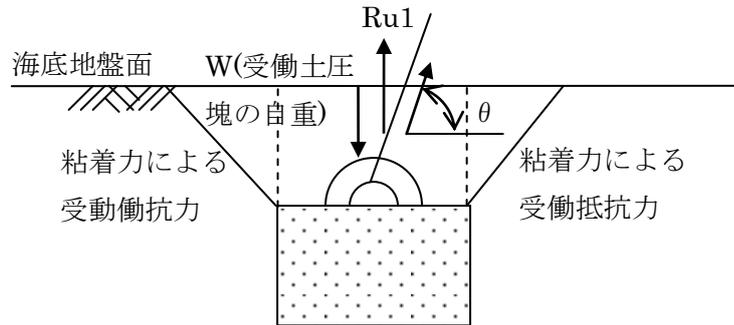
θ : 係留索回収の角度

P_L : 浮体の浮力 (kN)

なお、浮体の浮力は係留ロープの伸びを計算し、浮体が水面に出る場合は上記計算式より除く。

ここで、岩盤・礫・砂質地盤で N 値が 5~9 以上のときは、コンクリートシンカーの引抜き力は考えない。

① コンクリートシンカー上面の土塊引上げ時の受働抵抗 (Ru1)



a. 砂質土地盤の場合

$$Ru1 = \gamma' V_0 + K_0 \gamma' (a+b)d^2 \tan \phi$$

ここで、

γ' : 砂質土の水中単位体積重量(通常 $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$)

V_0 : コンクリートシンカーの鉛直上方の直方体の体積(m^3)

K_0 : 静止土圧係数

$K_0 = 1 - \sin \phi$ (Jaky の式)

a : コンクリートシンカーの正面長さ(m)

b : コンクリートシンカーの側面長さ(m)

d : コンクリートシンカーの高さ(m)

ϕ : 土の内部摩擦角

※上記式の根拠：平成 22 年度水産基盤整備調査委託事業「大水深に設置する魚礁の設計基準調査のうち、中層浮魚礁回収方法の開発事業」報告書：(社)マリノフォーラム 2 1

b. 粘質土地盤の場合

$$Ru1 = \gamma' V_0 + 2c_u(a+b)d$$

ここで、

γ' : 粘質土の水中単位体積重量(通常 $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$)

V_0 : コンクリートシンカーの鉛直上方の直方体の体積(m^3)

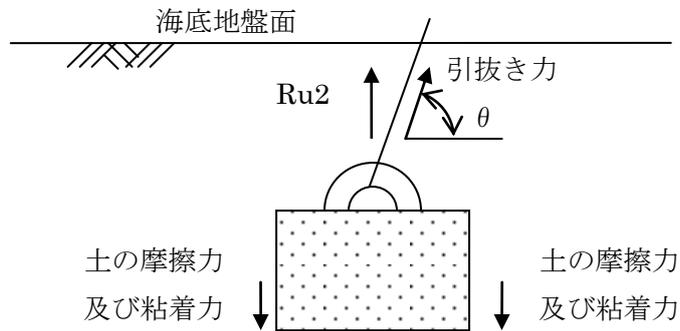
c_u : 平均粘着力(kN/m^2)

$a \cdot b$: ブロックの水平の辺の長さ(m)

d : ブロックの土中への埋没深さ(m)

※上記式の根拠：平成 22 年度水産基盤整備調査委託事業「大水深に設置する魚礁の設計基準調査のうち、中層浮魚礁回収方法の開発事業」報告書：(社)マリノフォーラム 2 1 21

② コンクリートシンカー側面(周面)の摩擦力及び付着力 (Ru2)



コンクリートシンカーの引抜き力は、設計の手引き「第4編3.4 杭の許容引抜き力」と受働土圧力で求める。

a. 砂質度地盤の場合

$$Ru2=2 \times N \times As$$

b. 粘性度地盤の場合

$$Ru2=Ca \times As$$

ここに、

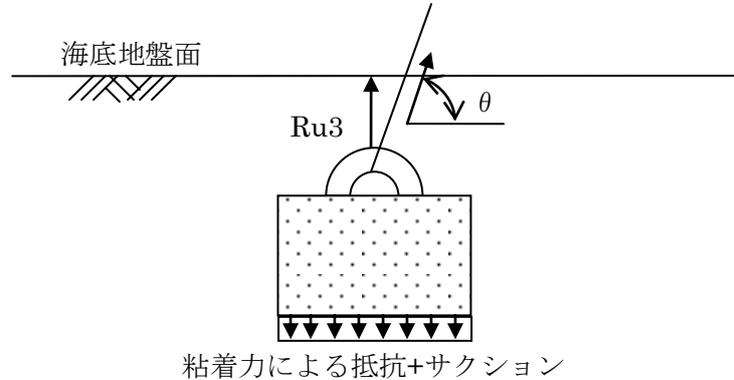
Ru2 : コンクリートシンカーの極限引抜き力(kN)

N : コンクリートシンカーの周面摩擦抵抗を考慮できる埋没長に対する平均 N 値

As : コンクリートシンカーの周面摩擦抵抗を考慮できるコンクリートシンカー周表面積(m²)

Ca : コンクリートシンカー埋没長に対する平均付着力(kN/m²)

- ③ コンクリートシンカー底面のコンクリートシンカーと、粘性土との間の付着力による抵抗及びこの部分の引上げに伴う水のサクシヨン (Ru3)



- a. 砂質土地盤の場合

$$Ru3=S$$

S : サクシヨン(kN)

$$S=3.0 \cdot a \cdot b$$

a · b : 底面積 (m²)

3.0 : 試験結果 (kN/m²)

(シンカーの海底面からの引上げ力の算定試験, 岡部(株), 平成 23 年 3 月)

- b. 粘質土地盤の場合

$$Ru3=(ca1+\Delta ca)Ad+S$$

ca1 : コンクリートシンカー設置時のコンクリートシンカー底面の付着力(kN/m²)

Δca : コンクリートシンカー自重により発生した圧密圧力の増加によるコンクリートシンカー底面の粘着力の増加(kN/m²)

$$\Delta ca=\alpha \Delta p=\alpha W_r/Ad$$

α : 粘質土地盤の圧密による強度増加率(=1/3~1/4)

Δp : コンクリートシンカー底面の圧密圧力の増分

Ad : コンクリートシンカー底面積 (m²)

S : サクシヨン(kN)

$$S=3.0 \cdot a \cdot b$$

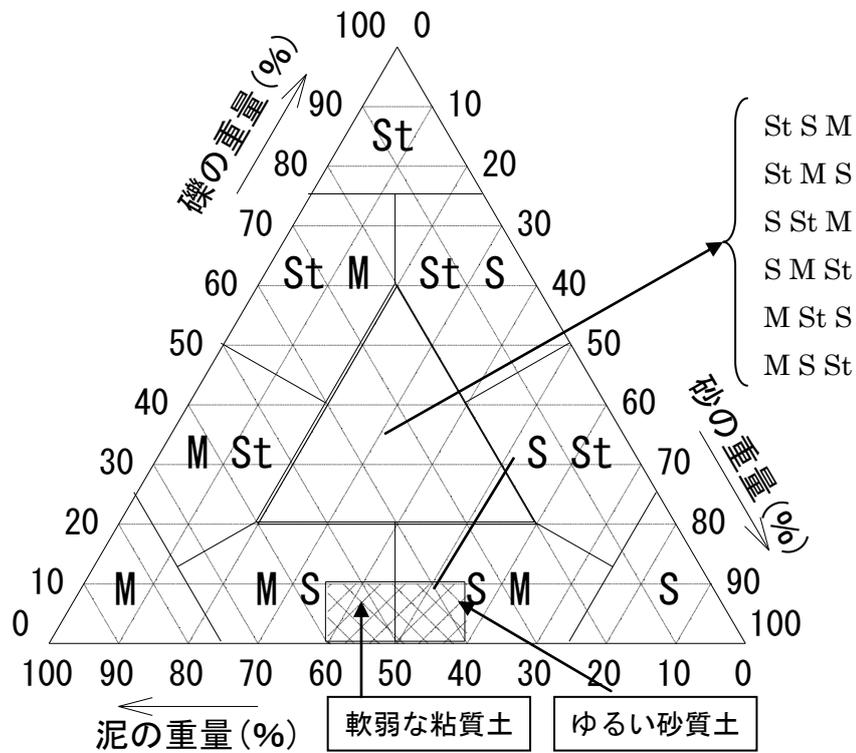
④ 底質判断資料

底質を判断する場合は、一般的には海上保安部の海図を基に判断すると考えられる。

海図では底質種別を下表のように記載している。『水路測量業務準則より』

底質名	底質記号		粒径(ミリメートル)
粘土	M	Cy	<0.002
シルト		Si	0.002~0.0625
微粒砂	S	fS	0.0625~0.125
細粒砂			0.125~0.25
中粒砂		mS	0.25~0.50
粗粒砂			0.50~1.0
極粗粒砂		cS	1.0~2.0
小礫	St	G	2.0~4.0
中礫		P	4.0~64.0
大礫		Cb	64.0~256.0
岩	R	R	>256.0

(底質分類三角ダイヤグラム)『水路測量業務準則より』



コンクリートシンカーが沈下する条件は、ゆるい砂質土・軟質弱な粘土であり、それに値する分類は上記図で示す破線部分に相当する。また、N 値の判定は下表の表が一般的である。

砂質地盤		粘土質地盤	
N 値	相対密度	N 値	コンシステンシー
<4	非常にゆるい	<2	きわめて軟弱
4~10	ゆるい	2~4	軟弱
10~30	普通	4~8	普通
30~50	密な	8~15	かたい
50<	非常に密な	15~30	きわめてかたい
		30<	固結した

粘土地盤での粘着力は下表に示す

状 態	粘着力 (kN/m ²)
きわめてかたいもの(指で押しても爪あと以外はつかない)	120
かたいもの(指で強く押し多少凹が出来る)	60
やや、やわらかいもの(指の中程度の力で貫入する)	30
やわらかいもの(指が容易に貫入する)	15
きわめてやわらかいもの(握りこぶしが容易に貫入する)	0

以上より

ゆるい砂質土(SM)の N 値は 4、軟弱な粘質土(MS)の N 値は 2、粘着力は 15 (kN/m²) で、沈下量は双方とも 30cm 程度と想定し計算を行う。

(2) コンクリートシンカーの引上げ開始時に働く力 T_2

コンクリートシンカーを引上げ開始時、コンクリートシンカーの水中自重とコンクリートシンカー底面摩擦が同時に作用するため、引上げ力は T_2 となる。

$$T_2 = (W_r^2 + (W_r \mu)^2)^{1/2} - P_L / \sin \theta$$

「マリノフォーラム 2 1 浮魚礁施工技術基準⁽³⁾ P47」

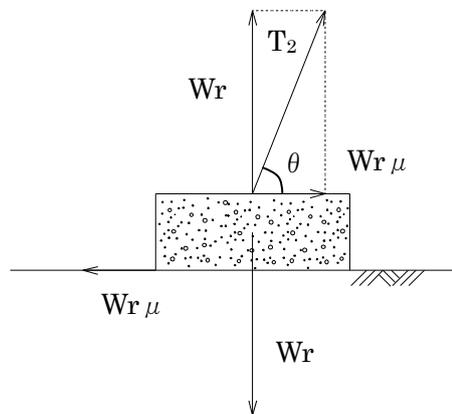
ここに、 W_r :コンクリートシンカーの水中重量(kN)

μ : コンクリートシンカーと海面基盤との摩擦係数

P_L : 浮体の浮力 (kN)

θ : 係留索回収の角度

なお、浮体の浮力は係留ロープの伸びを計算し、浮体が水面に出る場合は上記計算式より除く。



1) 回収作業中に働く力 T_3

回収作業中、コンクリートシカーを吊下げ、風、波、流れが台船に作用するとき、コンクリートシカーによる鉛直方向の力が大きいいため、直線形状として計算する。

コンクリートシカーの吊下げ力 T_3 はコンクリートシカーの水中重量 W_r と風、流れによる台船の水平方向を P_b の合力とする。

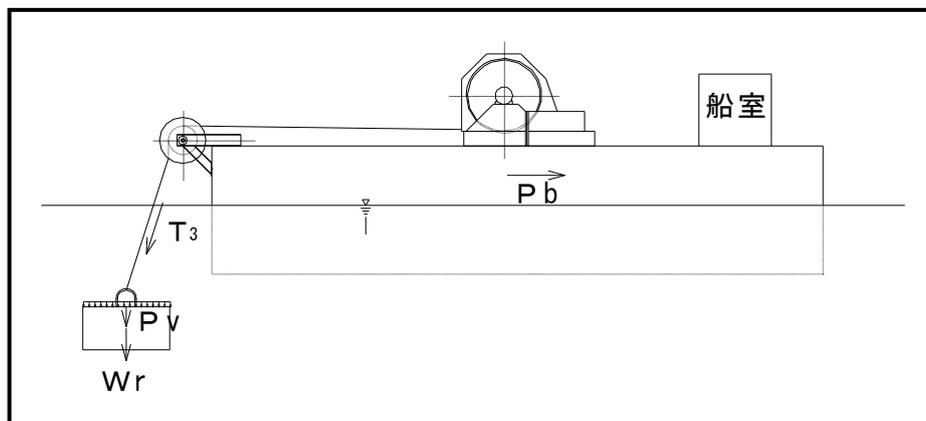
$$T_3 = ((W_r + P_v)^2 + P_b^2)^{1/2}$$

ここに、

W_r : コンクリートシカーの水中重量(kN)

P_v : 波の振幅によるコンクリートシカーの反発力(kN)

P_b : 台船への水平荷重(kN)



台船への水平荷重 P_b は台船乾舷部分への風荷重 P_z と喫水部分への流れ荷重 P_h と喫水部分への波と流れの複合力 P_F の和とする。

$$P_b = P_z + P_h + P_F$$

「設計の手引」第 11 編 3.3 表層型浮魚礁 P 686」

ここに、

P_z : 台船の乾舷部分への風加重(kN)

P_h : 台船の喫水部分への流れによる流体力(kN)

P_F : 台船の喫水部分に作用する最大流体力(kN)

① 台船乾舷部分への風力による換算流体力 P_z

$$P_z = \frac{U_{10}^2}{2g} \cdot wa \cdot C_{D2} \cdot Aw \cdot \frac{Cd \cdot A}{C_{D1} \cdot A'}$$

「設計の手引」第 11 編 3.3 表層型浮魚礁 P684

U_{10} : 海上風速(10 分間平均風速)(m/sec)、

U_{10} は(海上作業中止基準)より 15m/sec とする

ここに、

wa : 空気の単位体積重量($12.3 \times 10^{-3} \text{kN/m}^3$)

Cd : 台船巻上げ側の抗力係数

設計の手引き「第 2 編 6.3 風圧力」の表 2-6-2 の値

A : 台船巻上げ側方向の海面上射影面積(m^2)

C_{D1} : 台船巻上げ反対方向の水中抗力係数

A' : 台船巻上げ反対方向の水中射影面積(m^2)

C_{D2} : コンクリートシカの鉛直面抗力係数

Aw : コンクリートシカの鉛直射影面積 (m^2)

g : 重力加速度(9.8m/s^2)

②台船の喫水部分への流れによる定常外力 Ph

「設計の手引第 11 編 3.3 表層型浮魚礁 P 682」

$$Ph = w_0 / (2g) \cdot C_{D2} \cdot A_w \cdot (V^2 + 1/2 \cdot \beta V_m^2)$$

ここに、

w_0 : 海水の単位体積重量 (10.1kN/m³)

C_{D2} : コンクリートシカーの鉛直面抗力係数

A_w : コンクリートシカーの鉛直射影面積 (m²)

V : $V = v + v_b$ で、 v は海・潮流の流速、 v_b は吹送流速で 60 分平均風速の 3% の値とする。

$$(v_b = 0.03U_{60}) \quad (\text{m/s})$$

$$U_{60} = 0.95U_{10}$$

V_m : 有義波による海面最大流速 (m/s)

β : $V > V_m$ のとき 1

$V \leq V_m$ のとき

$$\beta = \frac{\pi - 2\alpha - \sin 2\alpha + 8(V/V_m)\sin\alpha - 4\alpha(V/V_m)^2}{\pi}$$

ここに、

$$\alpha = \cos^{-1}(V/V_m) \quad \text{設計の手引き「第 11 編 第 3 章」}$$

(図 11-3-3 参照)

③台船喫水部分に作用する最大流体力 P_F

「設計の手引第 11 編 3.3 表層型浮魚礁 P 682」

波と流れの複合力を考える必要がある。

$$P_F = P_D(\sin\theta + V/V_m)^2 - P_M \cos\theta$$

ここに、

P_D : 抗力(kN)

P_M : 質量力(kN)

V_m : 波による最大水粒子速度(m/s)

$$P_D = C_{D2} \cdot A \cdot w_0 / 2g \cdot V_m^2$$

$$P_M = C_M \cdot V \cdot w_0 / g \cdot 2\pi / T \cdot V_m$$

ここに、

C_{D2} : コンクリートシカー鉛直面の抗力係数

C_M : コンクリートシカーの重量係数

A : コンクリートシカーの鉛直面積(m²)

V : コンクリートシカーの体積(m³)

w_0 : 水の単位体積重量(10.1kN/m³)

g : 重力加速度(9.8m/s²)

V_m : 移動速度(m/s)

上式で P_F を最大にする位相 θ を求めて、そのときの P_F を最大流体力とする。
この場合の計算法は、「第 11 編 第 3 章」(2.4 安定計算) 式 11-2-11(波と流れが混在する場合の流体力)の解法を参照する。

また、回収時の波高 $H=1.5\text{m}$ (海上作業中止基準) 波の周期は $T=5.0\text{sec}$
(社団法人マリノフォーラム 21 技術施工指針) とする。

④ 波の振幅によるコンクリートシカートの反発力 P_v

「設計の手引 第 11 編 2.4 沈設魚礁の安定計算 P 678」の水平方向の考え方を鉛直方向に変更して考える

台船は波形勾配による持ち上げ力が働くことになり、 $1/2T(\text{sec})$ の間に波高 $H(\text{m})$ だけ持ち上げられる。よって、垂直方向にかかる力 $P_h(\text{kN})$ は

$$P_v = \omega_0 / 2g \cdot C_D \cdot A \cdot v^2$$

$$v = H / (1/2T)$$

ここに、

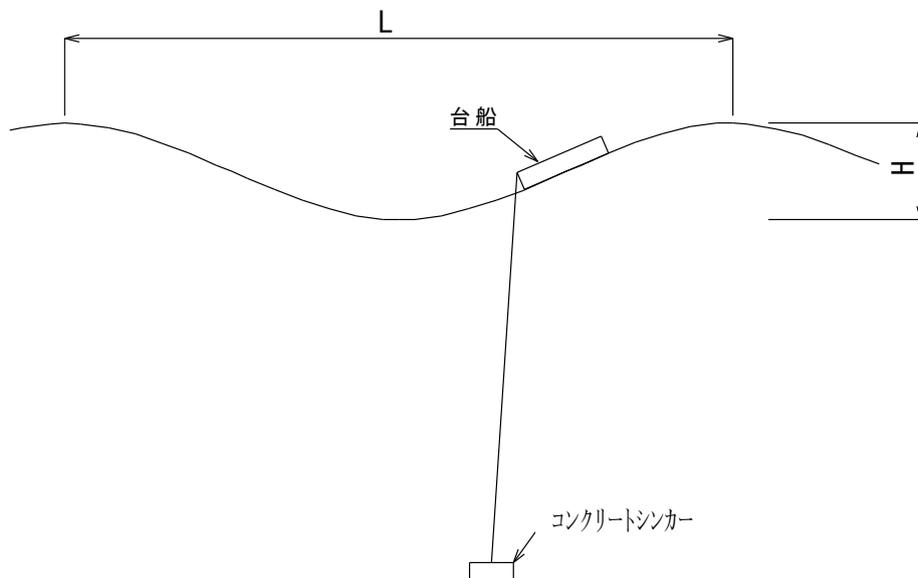
C_D : コンクリートシカートの水平抗力係数

A : コンクリートシカートの水平射影面積(m^2)

ω_0 : 水の単位体積重量($10.1\text{kN}/\text{m}^3$)

g : 重力加速度($9.8\text{m}/\text{s}^2$)

v : コンクリートシカートの移動速度(m/s)



<参考3 回収索にかかる張力の計算例>

回収索に作用する最大張力の算定条件（鹿児島県奄美海域）

底質	ゆるい砂質土	4	N 値
	軟弱な粘質土	15	(kN/m ²) 粘着力
土の内部摩擦角	ゆるい砂質土	25	(°)
	軟弱な粘質土	10	(°)
水中の土の単位体積重量	ゆるい砂質土	10	(kN/m ³)
	軟弱な粘質土	7	(kN/m ³)
沈下量		30	(cm)
気象条件	海面流速	1.028	m
	海上風速	9.81	m/sec
	波高	1.50	m
	周期	5.00	s
浮体	浮力	32.00	(kN)
	余剰浮力(付着物無し)	24.02	(kN)
	余剰浮力(付着物有り)	18.17	(kN)
コンクリートシンカー	寸法	幅 2.3m×長さ 2.3m×高さ 1.0m	
現状把握で最大	体積	5.29	(m ³)
	空中重量	119.40	(kN)
	水中重量	64.60	(kN)
	平面射影面積	5.29	(m ²)
	側面射影面積	2.30	(m ²)
	平面抗力係数	1.12	
	側面抗力係数	1.07	
作業台船	寸法	幅 16.0m×長さ 50.0m×高さ 5.0m	
	喫水高さ	2.00	(m)
	乾水高さ	3.00	(m)
	正面射影面積	32.00	(m) 喫水部
	正面射影面積	48.00	(m) 乾水部
	喫水部抗力係数	1.20	水流
	乾水部抗力係数	1.50	気流

a) コンクリートシンカーを海底から引き抜く力T1

$$T1 = (Wr + Ru1 + Ru2 + Ru3) / \sin \theta - P_L$$

ここに、

Wr : コンクリートシンカーの水中重量(kN)

Ru1 : コンクリートシンカーの上面の土塊の引き上げ時の受働抵抗(kN)

Ru2 : コンクリートシンカー側面(周面)の摩擦力及び付着力(kN)

Ru3 : コンクリートシンカー底面のコンクリートシンカーと粘性土との間の付着力による抵抗及びこの部分の引き上げに伴う水のサクシオン

θ : 係留索回収の角度

P_L : 浮体の浮力(kN)

a-1) 地中からの引き抜き力

■ (1) コンクリートシンカー側面(周面)の摩擦力及び付着力

①. ゆるい砂質土の場合

$$Ru2 = 2N \cdot As$$

ここに、

N : N値

As : コンクリートシンカーの周表面積(m²)

$$Ru2 = 2 \times 4 \times (8.6 \times 0.30) = 20.64 \text{ (kN)}$$

②. 軟弱な粘質土の場合

$$Ru2 = Ca \cdot As$$

ここに、

Ca : 粘着力 (kN/m²)

$$Ru2 = 15 \times (8.6 \times 0.30) = 38.7 \text{ (kN)}$$

■ (2) コンクリートシンカー底面の粘性土との間の付着力による抵抗及びこの部分の引き上げに伴う水のサクシオン

①. ゆるい砂質土地盤の場合

$$Ru3 = S$$

ここに、

S : サクシオン(kN)

$$S = 3.0 \cdot a \cdot b$$

a・b : 底面積(m²)

3.0 : 試験結果(kN/m²)

$$Ru3 = S = 3.0 \times 2.3 \times 2.3 = 15.9 \text{ (kN)}$$

②. 軟弱な粘質土地盤の場合

$$Ru3=(ca1+\Delta ca)Ad+S$$

ここに、

- ca1 : コンクリートシンカー設置時のコンクリートシンカー底面の付着力(kN/m²)
Δca : コンクリートシンカー自重により発生した圧密圧力の増加によるコンクリートシンカー底面の粘着力の増加(kN/m²)
Δca=α Δp=α Wr/Ad
α : 粘質土地盤の圧密による強度増加率(=1/3~1/4)
Δp : コンクリートシンカー底面の圧密圧力の増分
Ad : コンクリートシンカー底面積(m²)
S : サクシヨン(kN)

$$Ru3=(15+1/4\times 64.58/(2.3\times 2.3))\times (2.3\times 2.3)+15.8=36.15 \text{ (kN)}$$

a-2) コンクリートシンカーの引き抜き力T1

①. ゆるい砂質土の場合(引上げ角度垂直)

$$T1=(64.58+20.64+13.8-18.17)/\sin(90^\circ)=80.85 \text{ (kN)}$$

②. 軟弱な粘質土の場合(引上げ角度垂直)

$$T1=(64.58+38.7+36.15-18.17)/\sin(90^\circ)=121.26 \text{ (kN)}$$

b) コンクリートシンカーの引上げ開始時に働く力T2

$$T_2=(Wr^2+(Wr\mu)^2)^{1/2}-PL/\sin\theta$$

ここに、

- Wr : コンクリートシンカーの水中重量(kN) 64.58 (kN)
μ : コンクリートシンカーと海面基盤との摩擦係数 砂質土 0.6
PL : 浮体の浮力(kN) 18.17 (kN)

$$T2=(64.58^2+(64.58\times 0.6)^2)^{1/2}-18.17/\sin(90^\circ)=57.14 \text{ (kN)}$$

c) 回収作業時に働く力 T_3

$$T_3 = ((Wr + Pv)^2 + Pb^2)^{1/2}$$

$$Pb = Pz + Ph + Pf$$

ここに、

- Wr : コンクリートシンカーの水中重量(kN) 64.58 (kN)
- Pv : 波の振幅によるコンクリートシンカーの反発力(kN)
- Pb : 台船への水平荷重(kN)
- Pz : 台船の乾舷部分への風力による換算流体力(kN)
- Ph : 台船の喫水部分への流れによる流体力(kN)
- Pf : 台船の喫水部分に作用する最大流体力(kN)

c-1) 台船乾舷部分への風力による換算流体力 Pz

$$Pz = \frac{U_{10}^2}{2g} wa \cdot C_{Dz} \cdot Aw \quad \frac{Cd \cdot A}{C_{D1} \cdot A'}$$

ここに、

- U_{10} : 海上風速(10分間平均風速)(m/sec)
- wa : 空気の単位体積重量 (12.3×10^{-3} kN/m³)
- C_{D1} : 台船巻上げ反対方向の喫水抗力係数
- C_{Dz} : アンカーの側面抗力係数
- Cd : 台船巻上げ側の乾水抗力係数
- A : 台船巻上げ側の乾水正面射影面積 (m²)
- A' : 台船巻上げ反対方向の喫水正面射影面積 (m²)
- Aw : アンカーの側面射影面積 (m²)
- g : 重力加速度 9.8(m/s²)

$$Pz = \frac{9.1^2}{2 \times 9.8} \times 12.3 \times 10^{-3} \times 1.07 \times 2.30 \times \frac{1.50 \times 48.0}{1.20 \times 32.0}$$

$$= 0.24 \text{ (kN)}$$

c-2) 台船の喫水部分への流による定常外力 Ph

$$Ph = w_0 / (2g) \cdot Cd \cdot Aw \cdot (V^2 + 1/2 \cdot \beta V_m^2)$$

ここに、

- w₀ : 海水の単位体積重量(10.1 kN/m³)
- Cd : コンクリートシンカーの側面抗力係数
- Aw : コンクリートシンカーの側面射影面積 (m²)
- V : $V = v + v_b$ で、vは海・潮流の流速、v_bは吹送流速で60分平均風速の3%の値とする。 $V = 0.25 + 0.03 \times 0.95 \times 9.1 = 0.509$ (m/s)
- V_m : 有義波による海面最大流速 (m/s)
- $V_m = \pi \cdot (H/T) = \pi \cdot (1.5/5.0) = 0.393$ (m/s)
- $V > V_m$ のため $\beta = 1$

$$Ph = 10.1 / (2 \times 9.8) \times 1.07 \times 2.3 \times (0.509^2 + 1/2 \times 1 \times 0.393^2) = 0.426 \text{ (kN)}$$

c-3) 台船喫水部分に作用する最大流体力 P_F

$$P_F = P_D (\sin \theta + V/V_m)^2 - P_M \cos \theta$$

$$P_D = C_d \cdot A_w \cdot w_0 / 2g \cdot V_m^2$$

$$P_M = C_M \cdot V_c \cdot w_0 / g \cdot 2\pi / T \cdot V_m$$

ここに、

P_D : 抗力(kN)

P_M : 質量力(kN)

V : $V = v + v_b$ で、 v は海・潮流の流速、 v_b は吹送流速で60分平均風速の3%の値とする。 $V = 0.514 + 0.03 \cdot 0.95 \cdot 9.1 = 0.509$ (m/s)

V_m : 波による最大水粒子速度(m/s) 0.393 (m/s)

C_d : コンクリートシンカーの側面抗力係数

C_M : コンクリートシンカーの質量係数 $CMA+1 = 2.0$

A_w : コンクリートシンカーの側面射影面積(m²)

V_c : コンクリートシンカーの体積(m³)

$$S^4 + 2\alpha S^3 + (\alpha^2 + \beta^2 - 1)S^2 - 2\alpha S - \alpha^2 = 0$$

$$\text{ただし、 } P_M / (2P_D) = \beta, V / V_m = \alpha, \sin \theta = S$$

$$P_D = 1.07 \times 2.3 \times 10.1 / 2g \times 0.393^2 = 0.196 \text{ (kN)}$$

$$P_M = 2.0 \times 5.29 \times 10.1 / g \times 2\pi / 5 \times 0.393 = 2.243 \text{ (kN)}$$

$$\beta = 12.9009445322449 / (2 \times 1.12532695512245) = 5.732$$

$$\alpha = 0.509 / 0.393 = 1.295$$

$$\text{よって、 } S = \sin \theta = 0.262 \quad \cos \theta = -0.965$$

$$P_F = 0.196 \times (0.262 + 0.509 / 0.393)^2 - 2.243 \times (-0.965) = 2.640 \text{ (kN)}$$

c-4) 波の振幅によるコンクリートシンカーの反発力 P_v

$$P_v = w_0 / 2g \cdot C_d \cdot A \cdot v^2$$

$$v = H / (1/2T)$$

ここに、

C_d : コンクリートシンカーの平面抗力係数 1.12

A : コンクリートシンカーの平面射影面積 5.29 (m²)

v : コンクリートシンカーの鉛直移動速(m/s)

H : 波高 1.5 (m)

T : 周期 5.0 (s)

$$v = 1.5 / (1/2 \times 5) = 0.60 \text{ (m/s)}$$

$$P_v = 10.1 / 2g \times 1.12 \times 5.29 \times 0.60^2 = 1.099 \text{ (kN)}$$

c-5) 回収作業時に働く力 T_3

$$T_3 = ((W_r + P_v)^2 + P_b^2)^{1/2}$$

$$P_b = P_z + P_h + P_f$$

$$P_b = 0.652 + 0.426 + 0.900 = 1.978 \text{ (kN)}$$

$$T_3 = ((64.58 + 1.099)^2 + 1.978^2)^{1/2} = 65.71 \text{ (kN)}$$

＜参考4 回収索巻取り用ウィンチ（45 t）の能力計算例＞

ウィンチの巻取り能力は、巻取る索の径が大きくなるとともに、また、巻取り長さが増えるとともに減少するため、回収索巻取り用ウィンチは余裕のあるものを使用しなければならない。

下表に標準的な45 t ウィンチの能力計算例を示す。

単位：kN

巻取主係留索の径 mm 巻取り長さ m	20	24	28	32	36	40	44	48
500	441	441	431	425	420	414	389	382
1,000	441	424	416	394	385	363	354	330
1,500	421	400	389	367	344	334	312	303
2,000	411	389	367	344	322	311	289	279
2,500	401	369	346	324	311	289	270	250
3,000	383	360	336	314	292	272	252	241

※ ロープ速度：11.8 m / min 固定速度で計算
 ロープ速度を遅くすれば、ロープ張力は上がります。

中層型浮魚礁回収工事の積算指針(案)

平成 24 年 3 月

社 団 法 人 マ リ ノ フ ォ ー ラ ム 2 1

水 産 基 盤 整 備 調 査 委 託 事 業
大水深に設置する魚礁の設計基準等の構築のうち、
中層浮魚礁回収方法の開発検討会

まえがき

水産基盤整備事業において中層型浮魚礁の設置事業がスタートして10年を超え、事業開始初期に設置した施設は耐用年数を迎え、回収・更新の時期に至っている。

本書（「中層型浮魚礁回収工事の積算」）は、回収工事費積算の基本的な考え方を示したもので、別途作成する「中層型浮魚礁回収工事ガイドライン」と併せて使用するものとする。

回収工事の形態としては、既設の魚礁を回収して新しい礁体に更新する場合と礁体を撤去するだけの場合とがあり、本書ではこの二つの形態について回収工事費の積算方法の考え方を示した。

回収工事では、特殊機材や器具を使用した特殊作業となるが、施工実績が少なく、工事費の積算に供することのできる公表された積算資料が得られない状況から、必然的に実績のある業者の見積りに頼らざるを得ないところがある。

従って、設計業務においては、各回収工事の仕様書に基づいて、その内容を精査し正確な積算になるよう留意することが必要である。

平成24年3月

社団法人マリノフォーラム 21
水産基盤整備調査委託事業
大水深に設置する魚礁の設計基準等の構築のうち、
中層浮魚礁回収方法の開発検討会

中層型浮魚礁回収工事の積算について

内容目次

第 I 章 総則	I-1
1 節 総 則	I-1
1. 目 的	I-1
2. 適用範囲	I-1
2 節 積算の通則	I-1
1. 積算の通則	I-1
2. 請負工事費の構成	I-2
3. 請負工事費の費目	I-4
4. 工事施工手順	I-5
5. 標準工程と船団構成	I-17
第 II 章 原価の積算	II-1
1. 総 説	II-1
2. 一般事項	II-1
第 III 章 浮魚礁回収の施工歩掛	III-1
1. 適用範囲	III-1
2. 総括表	III-1
3. 施工にかかる標準的数量	III-2
4. 標準的な作業時間及び台船の選定	III-7
<参考 1 標準工程表>	1
<参考 2 台船上の回収工事に必要なスペース及び配置例>	2

第 I 章 総則

1 節 総 則

1. 目 的

本書（「中層型浮魚礁回収工事の積算について」）は、水産基盤整備事業にかかる「中層型浮魚礁回収工事」の工事価格を算出する資料として作成したものである。

2. 適用範囲

中層型浮魚礁回収工事にかかる回収工事（回収部材の処分を含む。）に適用する。
なお、以下「中層型浮魚礁」を「浮魚礁」という。

2 節 積算の通則

1. 積算の通則

- (1) 回収工事については、施工実績が少なく、一概に工法を決めかねるところもある。
そのため、積算においては、各工事の設計図書、仕様書、契約書等により、「工法」、「工程」、「使用機材」等を的確に把握し、本書により行うものとする。
- (2) 積算に使用する作業時間は、原則として昼間 1 日あたり 8 時間とする。ただし、作業条件等により時間外就業が適当と認められるときは、この限りではない。
- (3) 特記なき単価は下記による。
 - ① 労務単価は「公共工事設計労務単価」による。
 - ② 資材単価はできるだけ公表された資料によるものとし、「建設物価」（建設物価調査会）、「積算資料」（経済調査会）等で明らかなものはこれによる。
 - ③ 船舶および機械器具等損料は「船舶および機器器具等の損料算定基準」による。
 - ④ 市場単価は「土木施工単価」（経済調査会）および「土木コスト情報」（建設物価調査会）等による。
- (4) 本書に記述のない細部については、それぞれ下記基準を参考とすること。
 - (資料 1) [工場製作にかかる部分]
「運輸省港湾土木請負工事積算基準」の第 2 部「船舶および機械製造修理請負工事積算基準」（以下「船舶基準」という。）
 - (資料 2) [回収工事にかかる部分]
同基準第 1 部「港湾土木請負工事積算基準」（以下「港湾土木基準」という。）

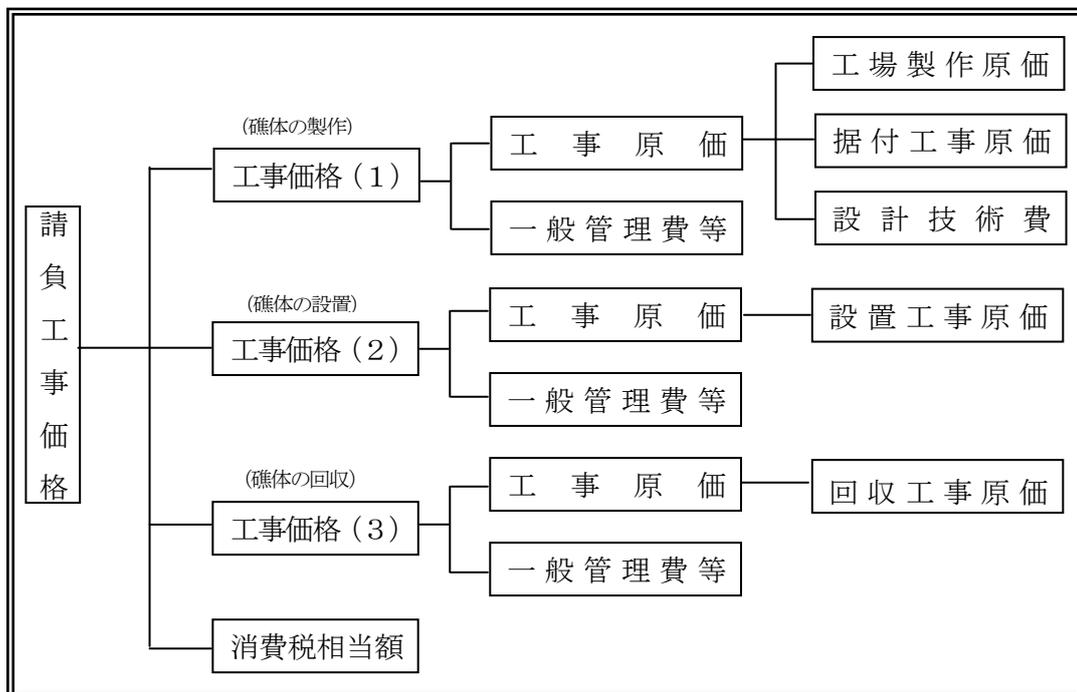
2. 請負工事費の構成

回収工事は、回収工事を伴う浮魚礁設置工事として実施する場合と、回収工事単独で実施する場合とがある。

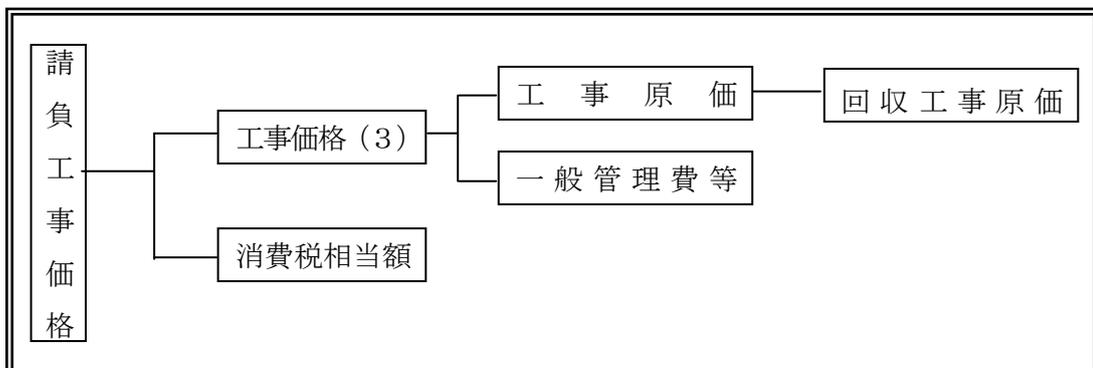
回収工事を伴う浮魚礁設置工事では、設置工事に関する工事価格(1)・工事価格(2)に回収工事の工事価格(3)を合併し、これに消費税相当額を加えて請負工事価格とする。

なお、工事価格(1)と工事価格(2)については、(社)マリノフォーラム21「中層型浮魚礁積算マニュアル」平成13年3月：MF21技術資料No.47 2001(以下「積算マニュアルNo.47」という。)を参照する。

1) 回収工事を伴う浮魚礁設置工事の場合

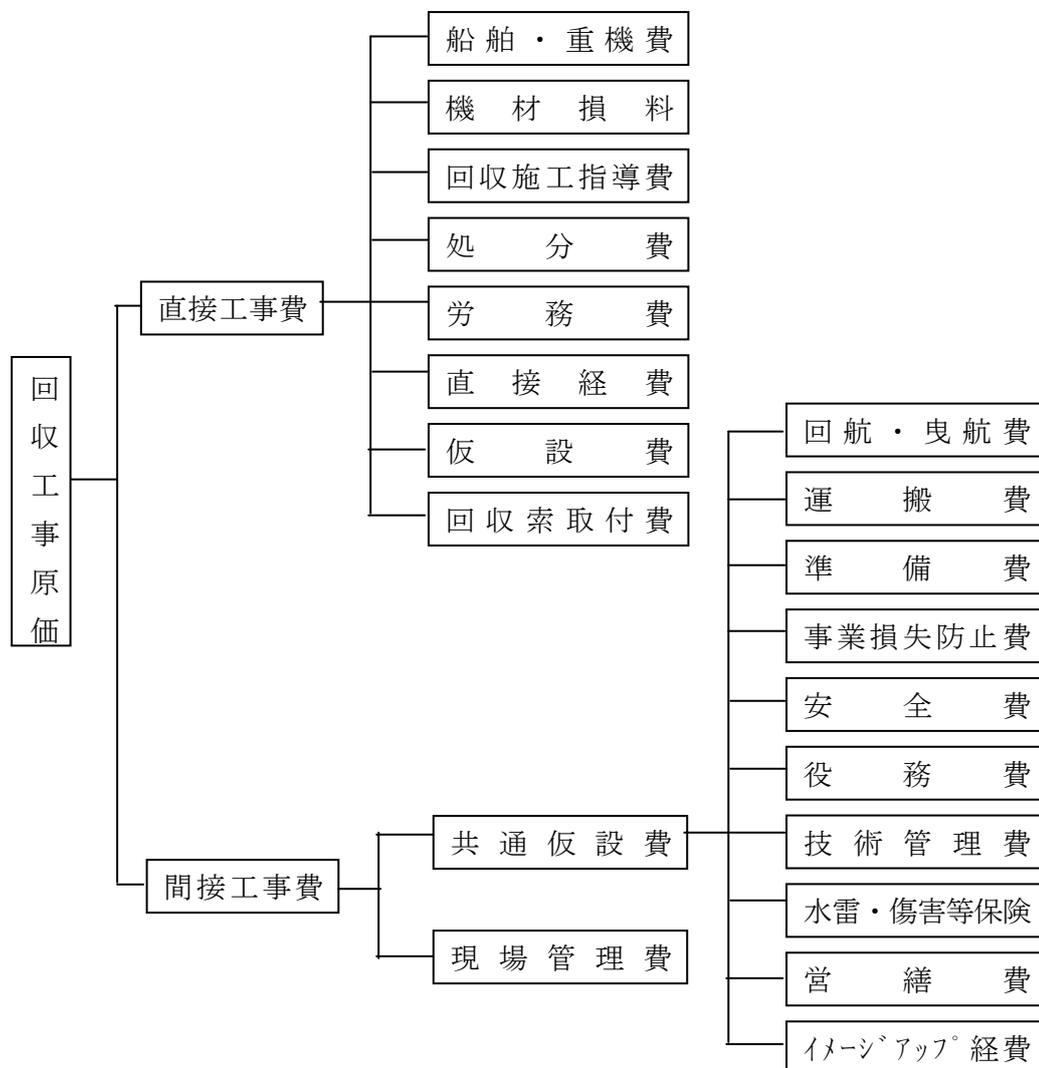


2) 回収工事単独の場合



3) 工事価格（3）の構成

既設浮魚礁の回収工事にかかる工事価格である。



<備考>

- (1) 回収部材の処分にかかる費用は、「処分費」と「運搬費」に分け直接工事費に計上する。
但し、見積りによる場合は、運搬費を含めて一括して計上とすることができる。
- (2) 間接工事費における「処分費」にかかる経費の取り扱いは、港湾土木基準の積算基準 2-2-10「処分費等の取り扱い」によるものとする。
- (3) 回収施工指導費は、積算体系では直接経費に計上される内容であるが、中層型浮魚礁の回収工事の実績が少なく、一般に公表された積算資料がないため、その原価の算定は見積りによらざるを得ない状況にある。ここでは直接経費から独立した項目とした。

3. 請負工事費の費目

3-1 工事価格 (1)

礁体、係留索、機器の製作と陸上機器の据付に掛かる工事価格である。

「積算マニュアル No.47」 工事価格 (1) 参照

3-2 工事価格 (2)

浮魚礁の設置工事に掛かる工事価格である。

「積算マニュアル No.47」 工事価格 (2) 参照

3-3 工事価格 (3)

既設浮魚礁の回収工事にかかる工事価格である。

工事価格 (3) の範囲は、浮魚礁設置海域の最寄りの作業基地港における船舶、工事資機材の受入れ、作業船への積込み、作業船の艀装、設置海域までの曳航、既設浮魚礁 (礁体、係留索、シンカー) の回収、帰港、作業船の艀装解除及び回収部材の処分までの一連の工事である。

(船舶・重機費)

回収工事、回収部材の陸揚げ及び洗浄・解除にかかる重機類。

(機材損料)

回収現場において使用する借用機材の損料。

(回収施工指導費)

回収に関する特殊技能を有する技術者の派遣費用。

(処分費)

処分費には解除処理費、解除後の処分地までの輸送費、廃棄物処分費及びスクラップ費を含む。

(労務費)

回収工事現場で作業する労務者にかかる費用。

(回収索取付費)

回収索を既設中層型浮魚礁の係留索に取付けるための費用。

回収索の取付けには特殊な ROV・機材・器具を使用するため、それらに対する十分な知識と技術を有した技術者費用を含む。

(運搬費)

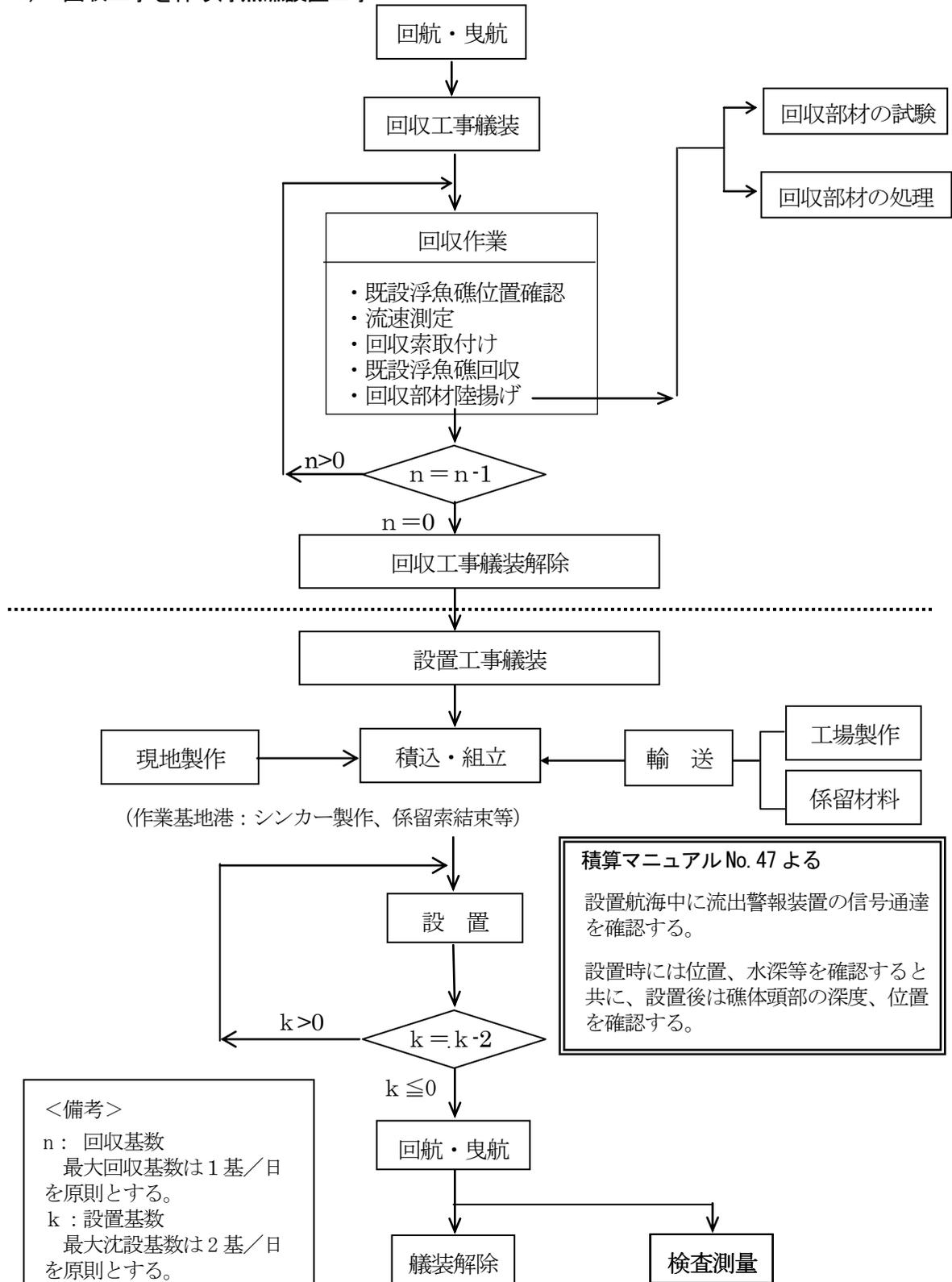
運搬費には、建設機械、機材等の運搬費を含む。

(技術管理費)

回収した係留索の残存強度等を調査するための試験にかかる費用を含む。検査項目は、当該工事の工事仕様書によるものとする。

4. 工事施工手順

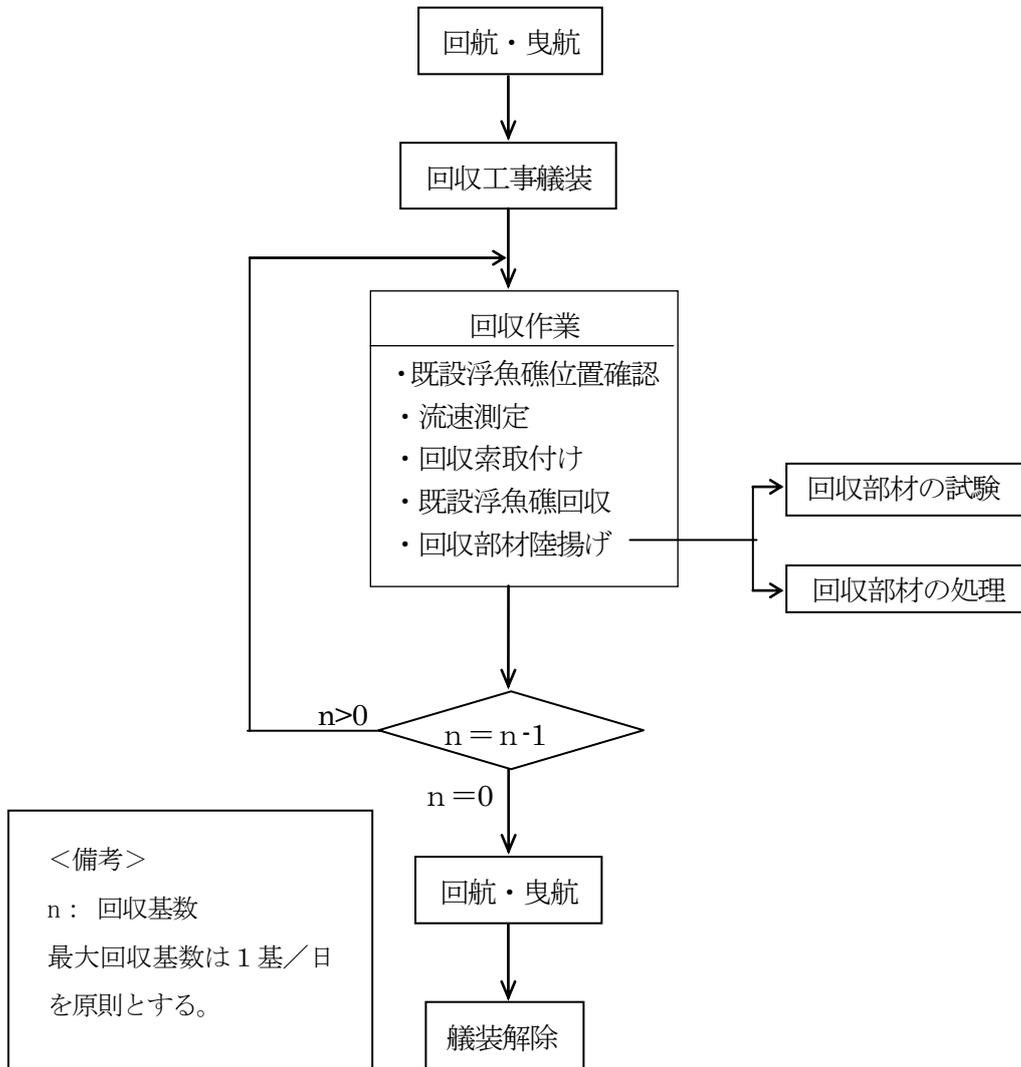
1) 回収工事を伴う浮魚礁設置工事



＜備考＞

- (1) 工事着工前には、浮魚礁の確認と流速測定を行い2ノット程度以下であることを確認するものとする。
- (2) 回収工事終了後に回収工船用艀装を解除して、設置工事の再艀装を行う。

2) 回収工事単独の場合



<備考>

- (1) 処分委託においては廃棄物処理法に基づき、適正な手続きを行うこと。
- (2) 回収部材の試験費と回収部材の処分費は共に見積りによる。
- (3) 回収部材の輸送方法、試験サンプルの採取方法は、仕様書の記載に基づき現場の条件に合わせて合理的な方法、手順を選定する。

5. 標準工程と船団構成

5-1 回収作業日数

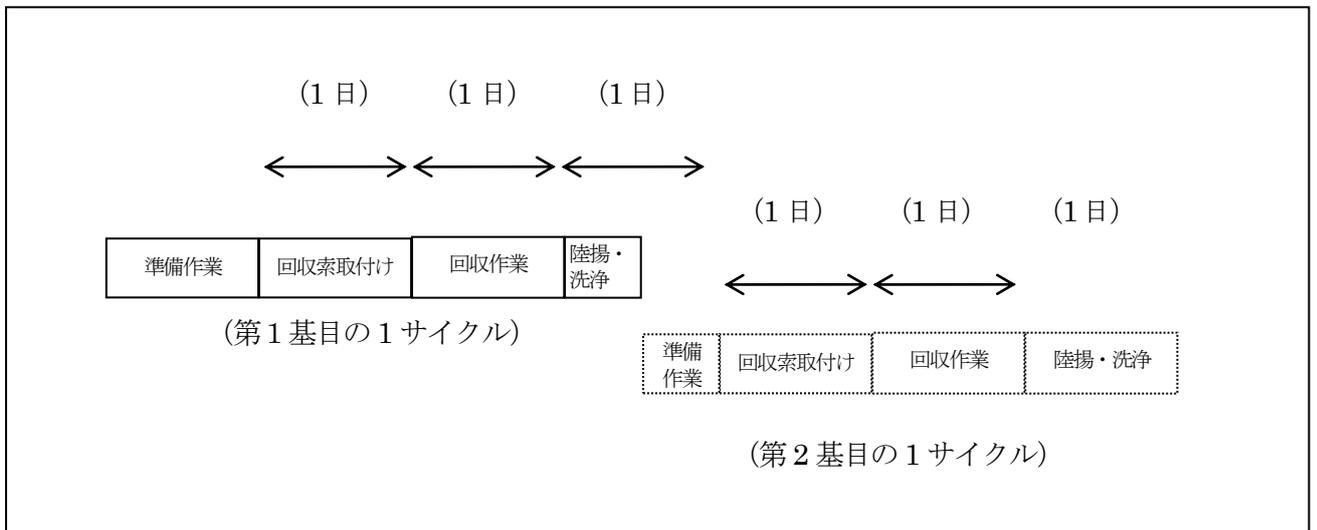
回収索取付け作業と回収作業は別々の作業工程として、2日で1基を回収する。

5-2 関連作業日数

回収索取付け前の準備作業、回収部材の陸揚げ・洗浄作業を1日で1基を施工する。

5-3 作業サイクル

2基を回収する場合の最短作業サイクルを以下に示す。



標準作業サイクル

5-4 船団構成

回収索取付け工事と回収工事の標準船団構成を示す。

但し、工事条件により施工法が検討されるので、当該工事の工事仕様書を優先するものとする。

5-4-1 回収索取付け

1) ROVによる取付け

名 称	形状・寸法	単位	数量	備 考
小型作業船	鋼製 D300PS	隻	1	ROV 作業船
小型作業船	FRP 製 D100PS	隻	1	
小型作業船	FRP 製 D100PS	隻	1	

<備考> 警戒船1隻を安全管理費として計上する。

2) 潜水士による取付け

名 称	形状・寸法	単位	数量	備 考
潜水士船	D180PS	隻	1	
小型作業船	FRP 製 D100PS	隻	1	

<備考> 警戒船1隻を安全管理費として計上する。

5-4-2 回収工事

名 称	形状・寸法	単位	数量	備 考
台船		隻	1	
引船		隻	1	
小型作業船	鋼製 D300PS	隻	1	

<備考>

(1) 台船および引船は工事仕様書に基づいて適切に選定する。

(2) 警戒船1隻を安全管理費として計上する。

第 II 章 原価の積算

(回収工事原価の積算)

1. 総説

中層型浮魚礁回収工事の積算に関する事項のうち、回収工事の積算に関する一般事項および「第 III 章 浮魚礁回収の歩掛」に共通する事項について示したものである。

2. 一般事項

回収工事原価の積算価格の構成は、第 1 章第 2 節「請負工事の構成」(工事価格 3)のとおりとする。

2-1 直接工事費

労務費の単価は「公共工事設計労務単価」による。

2-2 間接工事費

間接工事費の各費目の取扱い及び経費率は「港湾土木基準」の定めるところによる。ただし、準備費と経費率は同基準により下記とする。

1) 準備費

- (1) 回収索取付けにあたり、中層型浮魚礁の位置確認及び現地流速の測定を調査するための準備測量。
- (2) 位置確認及び流速測定に必要な測器を損料計上することができる。

2) 経費率

- (1) 現場管理費率は「港湾土木基準」表-③による。工種は「構造物工事」を適用する。率の補正は同基準書の定めるところによる。
- (2) 一般管理費率は「港湾土木基準」表-④による。工種は「構造物工事」を適用する。率の補正は同基準書の定めるところによる。

第 III 章 浮魚礁回収の施工歩掛

1. 適用範囲

中層型浮魚礁の回収工事及び回収部材の処分に適用する。

2. 総括表

表 2-1 総括表

大項目	中項目	小項目	単位	数量	摘 要
直接工事費					
	船舶・重機費		式		内訳書
	機材損料		式		内訳書
	回収施工指導費		式		内訳書
	処分費		式		内訳書
	労務費		式		内訳書
	直接経費		式		内訳書
	回収索取付費		式		内訳書
間接工事費					
	共通仮設費		%		率分
		回航・曳航費	式	1	内訳書
		運搬費	式	1	内訳書
		準備費	式	1	内訳書
		安全費	式	1	内訳書
		役務費	式	1	内訳書
		技術管理費	式	1	内訳書
	(純工事費)				
	現場管理費		%		

<備考>

- (1) 共通仮設費の小項目の各経費は積上げによる。

3. 施工にかかる標準的数量

当該工事の全体工事仕様書に沿って、船舶・重機、労務者、使用機材の日数を正確に算定した数量を計上する。

回収索取付けについては、(1) ROVによる方法、(2) 潜水士による方法があり、当該工事の条件を考慮して適切な方法を選定する。

3-1 船舶・重機費

回収工事を実行するために、作業基地港で行う全ての作業で、作業ヤードの設定、機材の受け入れ、整理、回収工事に適用する。

数量は全体工事工程に基づきそれぞれの工事別に就業時間、運転時間、供用日数を算定して、一連工事の数量を計上する。

表 3.1-1 内訳書

工 種	単 位	数 量	摘 要
台船	隻	1	代価表
引船	隻	1	代価表
小型作業船	隻	1	代価表
クローラ クレーン	台	1	代価表
トラック クレーン	台	1	代価表
計			

<備考>

- (1) 日数は、工事仕様書による。
- (2) トラッククレーンは、トラッククレーンまたはラフテレーンクレーンとする。
- (3) 数量は、工事仕様書の工程表による。(参考資料「工事工程表」を参照)
- (4) 警戒船は安全管理費に計上する。

3-2 機材損料

台船母港、作業基地港で受け渡しする工事用機材のほか、一般に調達ができない特殊な機材で特定の場所から借用するものがあるので、受け渡し条件別に、また借用期間別に分類して、機材損料 (1)、(2)・・・としてまとめ、積算資料とする。

以下に事例を示す。

(1) 台船母港で台船に艀装する機材

表 3.2-1 内訳書

名 称	形状、寸法	単位	数量	摘 要
発動発電機		基	2	見積
回収用ウインチ	ワイヤーキャリッジ付	基	1	見積
操船用ウインチ		基	4	見積
スタンローラー		基	1	見積
クローラクレーン	小型	台	1	見積
安全柵		式	1	見積
溶接・鉄鋼工具		式	2	* (4)
ワイヤー・シャックル類		式	1	* (4)
フロート		基	1	* (4)
仮設ハウス		基	1	* (4)
無線通信機		基	1	見積
張力計		基	1	見積
雑材費		%	0.5	

<備考>

- (1) 係留索に掛かる張力を計測し、基準値を超える張力が掛かった場合には係留索を切断する等の措置を行う。
- (2) 係留索は通常の場合、合成繊維ロープであり、損傷による切断で事故につながる恐れがあるため、安全柵を施す。
- (3) 回収用ウインチはガイドラインに基づき適正に選定する。
- (4) 使用する機材とそのサイズ、数量等は工事仕様書による。

(2) 作業基地港で台船に艀装する機材

表 3.2-2 内訳書

名 称	形状、寸法	単位	数量	摘 要
クローラクレーン	台船上作業用小型	基	1	見積
回収用空ドラム		基	—	見積
雑材費		%	0.5	

<備考> 使用機材とそのサイズ、数量等は工事仕様書による。

(3) 台船に積み込む機材

表 3.2-3 内訳書

名 称	形状、寸法	単位	数量	摘 要
G P S		基	1	見積
音響測深機		基	1	見積
流速計		基	1	見積
エンジンウェルダ		基	1	* (1)
カッター		基	1	* (1)
雑材費		%	0.5	

<備考> 使用する機材とそのサイズ、数量等は工事仕様書による。

3-3 回収施工指導費

中層型浮魚礁についての知識が豊富で、かつ、類似の回収作業に熟達した指導員の派遣費と旅費交通費とする。

特殊機材の組立指導、回収工事にあたる技術指導にかかる費用とする。

表 3.3-1 内訳書

工種	単位	数量	摘要
指導員派遣費	式	1	見積
旅費交通費	式	1	

<備考>

- (1) 指導員の派遣費は、指導員の資格別に人数×日数を合計した労務費と、労務費に対する雑材料費（3%）、間接労務費（25%）及び経費（25%）の合計金額とし、公共工事設計労務単価などを参考として適正な数量を計上する。
- (2) 旅費交通費は、交通費、日当、宿泊費を指導員ごとに計上する。
- (3) 派遣指導員の資格、数量は工事仕様書及び仕様書で示される工事工程表に基づく。

3-4 処分費

回収部材の処分にかかる費用とする。

基本的には作業基地港において車上での受渡し、運搬、処分にかかる費用とする。最終処分場の証明書を含んだ業者の見積書を精査して、適正価格を計上する。

3-5 労務費

回収工事現場で作業する労務者の工数を算定する。

労務費の範囲は、母港における台船艀装、作業基地港における機材積み降ろし、浮魚礁回収、回収部材陸揚げ、洗浄・解除に従事する現場作業者とする。

表 3.5-1 内訳表

工種	単位	数量	摘要
土木一般世話人	人	1	
溶接工	人	2	
鉄骨工	人	2	
特殊作業員	人	2	
普通作業員	人	4	
計			

<備考> 労務者の工数は、工事仕様書により算定する。

3-6 回収索取付費

回収索を既設中層型浮魚礁の係留索に取付けるための費用とする。

回収索取付けに必要な特殊 ROV、特殊機材・器具にかかる費用及びそれらに十分な知識と技術を有した技術者とする。

表 3.6-1 内訳書

工種	単位	数量	摘要
特殊 ROV	式	1	見積 技術者を含む
特殊機材・器具	式	1	見積

3-7 回収部材の試験

回収部材の劣化状況を検査するための費用とする。

礁体、係留索の製作工場における委託試験費用を計上する。試験施設を有する検査所が少ないため、見積書を精査して適正な価格を計上する。

4. 標準的な作業時間及び台船の選定

4-1 回収索取付時間の算定

回収索の取付け時間は、1基あたり1日（8時間）を標準時間とする。

4-2 艀装及び艀装解除日数の算定

表 4.1-1 艀装および艀装解除日数

名 称	単 位	数 量	備 考
借用機材の艀装	日	5	
艀装解除	日	2	

<備考> 台船の曳航・回航における艀装・艀装解除費は、台船母港と借用機材受入れ場所とが異なる場合があるので、必要に応じて別途積算する。

4-3 回収作業時間の算定

本書では、沖合に設置した浮魚礁を対象としているので、作業船の航海距離が延びるとともに水深も深くなることから、1日1航海とし、1航海の最大回収数は1基を標準とする。

湾内等の浅海の場合は別途航海時間、設置時間を検討して作業船サイズ、回収数量を算定するものとする。

[回収航海時間 : T]

$$T = \frac{Cm_1}{60} + \frac{2d}{V} + t \quad (\text{小数点第3位四捨五入})$$

Cm_1 : 1基あたりの回収時間 (min)

$$Cm_1 = t_M + t_F + t_A$$

t_M : 礁体回収時間 (min)

礁体・係留索の切断等一連作業 : 60~120

t_F : 係留索回収時間

$$t_F = h \cdot E_1 / 1.5 / 60$$

巻き上げ速度 : 使用するウィンチの能力により適正な値とする (45 t ウィンチで 0.1~0.265 m/sec 程度)。

h : 水深 (m)

E_1 : 形状能力係数 (単体=1, 複列=1.5)

t_A : シンカー回収時間 (10 min)

d : 平均曳航距離 (km)

V : 平均曳航速度 (km/h)

(1) 起重機船(自航旋回) 6.0

(2) クレーン付台船または起重機船(非航旋回) 5.5

ただし、平均曳航速度は曳航の標準組合せによる。

t : 離接岸時間 (0.67 hr)

<備考>

(1) 曳船の規格が回航の組合せによるときは、被曳航船の積載状況を勘案しながら、上記の曳航速度を110%までの範囲で加速することができる。

(2) 1回の航海時間は、できるだけ14時間以内で完了するように施工計画を立案する。

4-4 回収部材陸揚げ、洗浄等の作業時間の算定

回収部材の船上処理（係留索の分離）、陸揚げ、移動、洗浄及び搬出のためのトラック積込みまでの作業時間を算定する。

現場の状況や回収部材の状況により、作業時間が大きく異なることがあるので、本書にとらわれることなく、工事仕様書の内容を精査して、事例等を参照し適正に算定することが必要である。

T : 回収部材陸揚げ、洗浄時間

$$T = \frac{C_{ml}}{60} + t_w + t_s + t_z$$

C_{ml} : 陸揚げ作業

$$C_{ml} = t_c + t_t$$

t_c : 係留索分離時間(min) 30

t_t : 陸揚げ時間(min)

$$t_t = L_r / 15 + 30$$

L_r : 主係留索長(m)

t_w : 洗浄時間(hr) 3

t_s : 検体採取時間(hr) 1

t_z : 場内移動、積込み、片付け(hr) 1

4-5 台船の選定

台船の選定は、工事仕様書により施工数量、積込み機材や設備の配置に必要なスペースを考慮して、適正なサイズの台船を選定するものとする。

<参考1 標準工程表>

1基当たり

日		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
回収	回収索取り付け																			
	資材・機材				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
	輸送				■	■	■	■			■	■	■							
	準備・片付け							■		■										
	回収索取り付け								■											
回収																				
	資材・機材	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	輸送	■	■	■										■	■	■				
	準備・臙装				■	■	■	■	■											
	浮魚礁回収									■										
	浮魚礁陸揚げ・解体										■	■								
	浮魚礁廃棄										■	■								
	浮魚礁検査											■	■							
	臙装解除											■	■	■						
	回収施工指導				■	■	■	■	■	■	■	■	■							

＜参考2 台船上の回収工事に必要なスペース及び配置例＞

