

平成 20～23 年度水産基盤整備調査委託事業
「漁港漁場施設の設計基準の構築」

報告書

(4) 性能設計法の導入に向けた技術情報の収集・分析

平成 24 年 3 月

水産庁漁港漁場整備部

財団法人漁港漁場漁村技術研究所

株式会社エコー

水産基盤整備調査委託事業報告書

I. 課題名

「漁港漁場施設の設計基準の構築」のうち
(4) 性能設計法の導入に向けた技術情報の収集・分析

II. 実施機関名、部局名及び担当者名

[財団法人漁港漁場漁村技術研究所]

・第2調査研究部

部長	山本 竜太郎 (H21)
次長	不動 雅之 (H23)
主任研究員	田島 憲一 (H21)
主任研究員	小島 大典 (H23)

[株式会社エコー]

・構造・設計部

部長	上原 教善 (H22)
部部長	石本 健治 (H22-23)
課長	田島 憲一 (H23)

III. 調査実施年度

平成 20～23 年度

((4) 性能設計法の導入に向けた技術情報の収集・分析は平成 21～23 年度に実施)

IV. 緒言

平成 13 年に閣議決定された「規制改革推進 3 カ年計画」により、土木構造物の設計においては、構造物の目的とそれに適合する機能を明示するとともに、機能を供用期間中に維持するために必要とされる要求性能を規定し、要求性能が構造物の供用期間中確保されることを照査する「性能規定型設計」を取り入れることとされている。

また、ISO2394「構造物の信頼性に関する一般原則」等への対応など、構造物の設計法については国際的に性能設計法へ移行していることを踏まえ、漁港施設についても性能設計法の導入に向けた検討が求められている。

本調査では、漁港漁場施設の設計基準について、性能規定化の導入を進めるための基本的知見の整理と、今後見直すべき技術課題の抽出を行い、課題毎の事例分析や技術的な検証を行った上で、「漁港・漁場の施設の設計の手引き」や設計計算例等の技術基準を性能設計に移行するための方針、手順について検討した。更に、性能設計の根幹となる各漁港漁場施設の「目的と機能」及び「要求性能」の素案についても検討・提案した。

V. 調査方法

1) 調査方針

海洋構造物の性能設計については、平成 19 年度に「港湾の施設の技術上の基準」が先行して導入されている。防波堤、岸壁等の基本施設については、港湾も漁港も基本的な構造が類似していることから、漁港漁場施設に関する性能設計の導入に関して港湾基準を参考とすることが出来る。一方で、港湾施設以外の土木施設についても性能設計化が進められていることから、それらの内容・動向も踏まえる必要がある。

本調査ではまず、[平成 21 年度] 港湾基準との比較を中心とした整理・検討した上で、[平成 22 年度] 漁港漁場施設に適した性能設計手法の内容とアクションプランの検討、[平成 23 年度] 各施設の「目的と機能」及び「要求性能」を提案し、参考として基準の見直し案を提示する方針とした。

2) 調査内容

(1) 事例分析

波浪や地震力等が作用する漁港施設に係るモデルケースとして、港湾基準の改定における比較検討時の内容収集や過去の漁港基準国際化に関する報告書（平成 16～18 年度）の再整理を行った上で、漁港施設の設計に関する具体的な比較資料として、防波堤と岸壁について設計手法を変えた場合の比較検討を行った。[平成 21 年度]

さらに、他の土木施設の性能設計化の動向を収集し、性能設計化に向けた技術的な課題とその対応方針の検討を行った。[平成 22 年度]

具体的には、漁港施設の設計に関する性能照査手法や、水産工学研究所において継続的に検討されている波圧算定方法（修正合田式）、設計震度算出方法を、漁港漁場施設の設計に用いる場合の技術的な課題を整理した。

(2) 基準の改定方針の検討

漁港施設の機能等に係る現行文書である「漁港漁場整備事業の推進に関する基本方針（平成 19 年 6 月変更）」（以下、「基本方針」と記す）及び「漁港・漁場の施設の設計の手引き」（以下、「設計の手引き」と記す）と、既に性能設計が導入されている「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 19 年度改定）」（以下、「港湾基準」と記す）を比較するための一覧（外郭施設・総記～重力式防波堤（混成堤）及び、係留施設・総記～重力式係船岸まで）を作成し、比較検証を行った。更に「設計の手引き」のうち、総論～用語の定義、外郭施設～防波堤及び、係留施設～係船岸について「港湾基準」に倣った場合の改定素案を作成した。[平成 21 年度]

平成 22 年度には、上記改定素案の記載内容の検討を進めたが、必ずしも漁港漁場施設
の特性に見合った見直しとならないことが判明したため、これまでの事例分析結果に加え
て、他の土木施設の性能設計化の動向を収集し、性能設計化に向けた技術的な課題とその
対応方針の検討を行った。

また、技術的課題の解決方針と性能規定化への移行方針を柱とした、基準改定のための
検討内容、工程等のアクションプランを検討した。[平成 22 年度]

(3) 基準の見直し案の検討

各施設に対して「目的と機能」及び「要求性能」を整理することで、漁港漁場施設の性
能設計化をより柔軟に対応できるように配慮した検討を行った。

「目的と機能」及び「要求性能」の記述内容は、「基本方針」に記載された漁港漁場施
設について、「設計の手引き」の内容、及びその他漁港・漁場施設に係る手引き、ガイドラ
イン、マニュアル類を参考として、各施設の目的や機能の考え方、規模と配置、構造につ
いて遵守すべき内容を記述し、更に配慮する事項は解説として記載することとした。

また、全体のつながりを確認するために、重力式防波堤と魚礁についての技術基準見直
し案を作成・提示した。

[平成 23 年度]

VI. 調査結果

1) 事例分析

(1) 部分係数法の考え方

港湾基準において信頼性設計法は、施設の破壊の可能性を確率論に基づく手法によって評価する方法であり、その評価方法に応じて3つの設計水準がある。

最も高位に属するレベル3は構造物の破壊確率 P_f によって、レベル2は信頼性指標 β によって、最も簡易なレベル1は部分係数 γ_x を用いた性能照査式によってそれぞれ評価される(表-3.1参照)としている。

表-3.1 信頼性設計法の3つのレベル

設計水準	性能照査式	評価パラメータ
レベル3	$P_{f_1} \geq P_f$	破壊確率
レベル2	$\beta_1 \leq \beta$	信頼性指標
レベル1	$R_d \geq S_d$	設計用値

部分係数法は、レベル1に相当しているが、その部分係数と目標信頼性指標の設定については、次のように方法が示されている。

- ① 事故統計に基づく方法
- ② 過去の設計基準類(安全率法、許容応力度法)の平均的な安全性水準に基づく方法
- ③ 他の災害危険性との比較による方法
- ④ 人的損失に対する危険性回避に要する投資効果による方法
- ⑤ ライフサイクルコスト最小化に基づく方法

港湾の施設においては、ヒューマンエラーや直接の人的損失の可能性などに鑑みて、②の手法を用いることを基本としている。ただし、基礎地盤の円形すべりに関しては、初期建設費用と破壊による復旧費用の総和で表される期待総費用を指標として⑤の手法を用いて照査することが考えられるとしている。

なお、レベル1信頼性設計法における部分係数 γ_x は、確率変数 X が正規分布に従う場合には、信頼性指標及び感度係数を用いて、次式により算出することができる。

$$\gamma_x = (1 - \alpha_x \beta_1 V_x) \frac{\mu_x}{X_k}$$

ここに、

β_1 : 目標信頼性指標

V_x : 確率変数 X の変動係数

μ_x : 確率変数 X の平均値

X_k : 確率変数 X の特性値

[参考] 港湾施設における部分係数の設定について

港湾施設の場合の部分係数の設定について、防波堤の基本設計を対象として検討手順とその内容の概略を示す。

①パラメータの確率分布

表-3.2 は港湾施設の場合の設計パラメータの確率分布である。

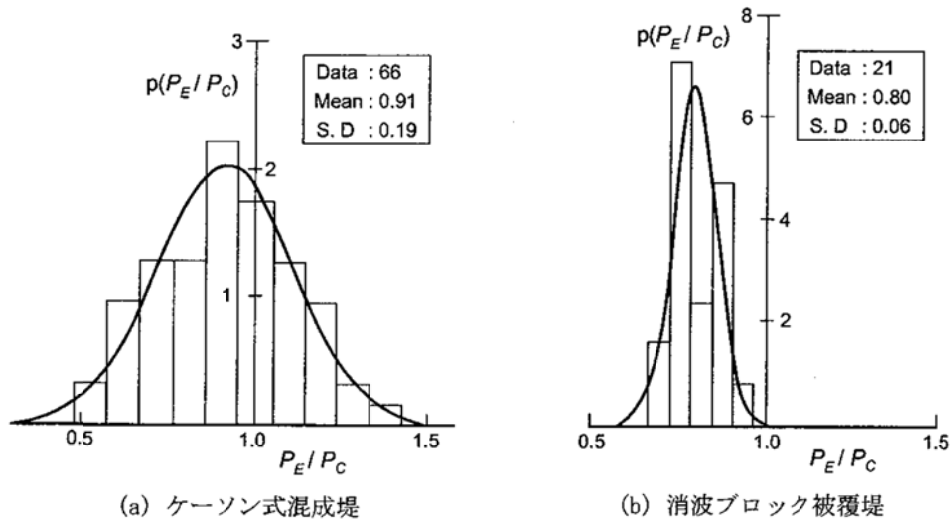
表-3.2 設計パラメータの確率分布 (港湾施設)

	α	V
波力(水平波圧, 揚圧力)		
沖波波高推定精度	1.00	0.10
波浪変形計算精度		
水深変化緩	0.97	0.04
水深変化急	1.06	0.08
砕波変形推定精度	0.87	0.10
波力算定式推定精度		
ケーン式混成堤	0.91	0.19
消波ブロック被覆堤	0.84	0.12
潮位		
$r_{vj}=1.5$	1.00	0.20
$r_{vj}=2.0, 2.5$	1.00	0.40
摩擦係数	1.06	0.15
単位体積重量		
鉄筋コンクリート	0.98	0.02
無筋コンクリート	1.02	0.02
中詰砂	1.02	0.04
基礎地盤	1.00	0.03
基礎地盤強度	1.00	0.10

注) α : 平均値の偏り (平均値/設計用値)
 V : 変動係数

部分係数法に用いる部分係数を設定するにあたり、確定値でない要因のばらつきを確率分布として導入する必要がある。表-3.2 に示すようなパラメータを収集・設定しなければならない。例えば、図-3.1 は、港湾施設の波圧算定式である合田波圧式の精度を、様々な水理模型実験 (波圧実験) データを整理したものである。

なお、表-3.2 に示すパラメータのうち、港湾施設と漁港施設で大きく異なるのが、砕波変形と波力算定式であり、現行の波圧算定式を用いる場合には漁港の算定方式での推定精度から設計パラメータの確率分布を新たに推定しなければならない。



波力算定式の推定精度(Takayama et al.,1993)

図-3.1 合田波圧式の推定精度

② 現行施設の安全性水準

港湾施設での検討では、全国から76の防波堤事例を収集し、滑動、転倒、支持力について各破壊モードの安全性指標（破壊確率）を求め、更に総合的な安全性として整理したものが図-3.2である。

この安全性指標をもとにキャリブレーション（部分係数の調整）を行い、レベル1設計法における部分係数が設定されている。港湾施設の防波堤において、信頼性設計前の平均的な断面と同等とするために、目標安全性水準 $\beta_T = 2.38$ 、破壊確率 $P_{ft} = 8.3 \times 10^{-3}$ で設定されている。

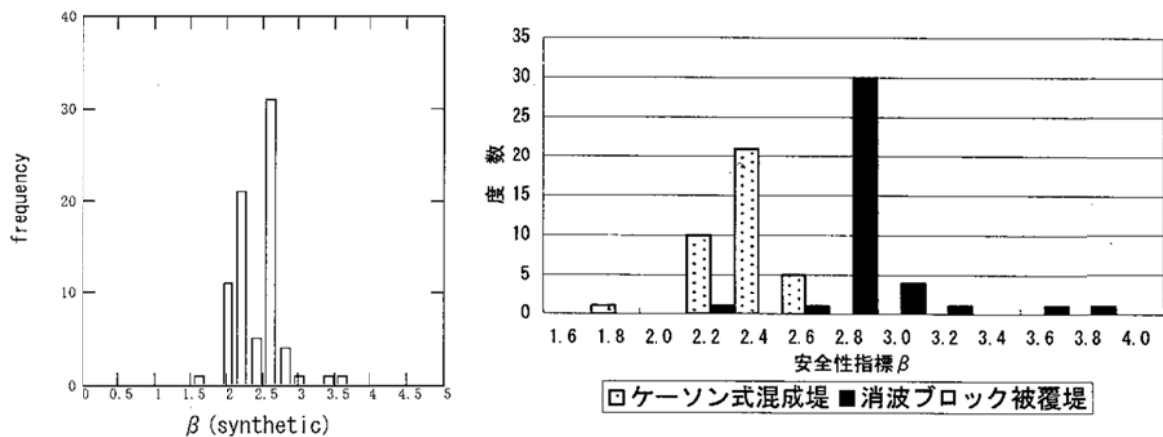


図-3.2 総合安全性指標の分布

安全性水準を検討するためには、全国から事例を収集し、各破壊モードの安全性指標（破壊確率）を求める必要がある。なお、当然であるがパラメータについては設定しておく必要がある。

事例数については、多ければ多いほうがよいが、少なくとも20~30例程度は必要である。安全性水準は、レベル1設計法の部分係数に大きく影響を与えるため、より多くのデータと正確な解析が求められる。

③コードキャリブレーション

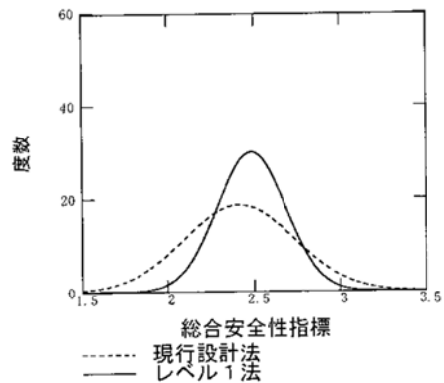
表-3.3は部分係数法（レベル1の信頼性設計）の検討を行う上で、仮に安全性指標を平均水準と最低水準を設け、その値となるように部分係数を調整したものである。この部分係数により従来設計法（安全率法）と部分係数法の比較を行った結果を図-3.3に示す。

この作業を繰り返し、部分係数法での結果が設定した安全性指標を中心に分布幅が小さくする。これをコードキャリブレーションと呼んでいる。

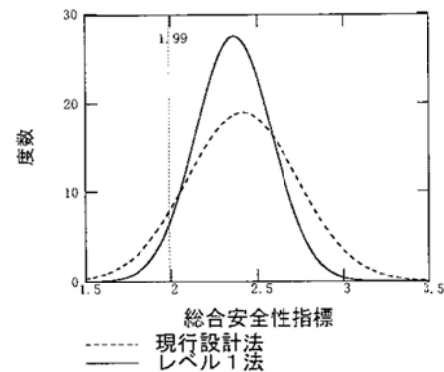
この結果、構造物の安全性のばらつきが抑えられ、より効果的な構造物断面が設定される。

レベル1			平均値 設定	最低水準 設定
滑動	水平波圧 γ_{PH}	混成堤・緩	1.08	1.05
		混成堤・急	1.20	1.17
		消波ブロック堤・緩	0.93	0.91
		消波ブロック堤・急	1.04	1.02
	摩擦係数 γ_f		0.87	0.88
	揚圧力 γ_{PU}	混成堤・緩	0.92	0.91
		混成堤・急	1.02	1.00
		消波ブロック堤・緩	0.82	0.81
		消波ブロック堤・急	0.90	0.89
	潮位 γ_w	$\gamma_w = 1.5$	1.17	1.15
		$\gamma_w = 2.0 \sim 2.5$	1.34	1.31
	自重 γ_w	鉄筋コンクリート	0.96	0.96
無筋コンクリート		1.00	1.00	
中詰砂		0.99	0.99	
転倒	水平波圧 γ_{PH}	混成堤・緩	1.08	1.05
		混成堤・急	1.20	1.17
		消波ブロック堤・緩	0.93	0.91
		消波ブロック堤・急	1.04	1.02
	揚圧力 γ_{PU}	混成堤・緩	0.99	0.97
		混成堤・急	1.09	1.07
		消波ブロック堤・緩	0.87	0.85
		消波ブロック堤・急	0.96	0.95
	潮位 γ_w	$\gamma_w = 1.5$	1.24	1.22
		$\gamma_w = 2.0 \sim 2.5$	1.48	1.44
	自重 γ_w	鉄筋コンクリート	0.96	0.96
		無筋コンクリート	1.00	1.00
中詰砂		0.97	0.98	
支持力	水平波圧 γ_{PH}	混成堤・緩	0.99	0.97
		混成堤・急	1.09	1.07
		消波ブロック堤・緩	0.87	0.85
		消波ブロック堤・急	0.96	0.95
	上載荷重 γ_q	滑動側	0.81	0.81
		抵抗側	0.72	0.72
	自重 γ_w	滑動側	1.04	1.03
$\tan \phi'$ $\gamma_{\tan \phi'}$	抵抗側	0.98	0.98	
	C' $\gamma_{C'}$	0.92	0.92	
		0.88	0.89	

*緩/急は海底勾配1/30未満/以上



(a) 平均値設定によるキャリブレーション



(b) 最低水準設定によるキャリブレーション

(2) 防波堤の比較検討

「設計の手引き」によって設計された重力式防波堤 3 例を対象として、以下の設計手法を適用した場合の安定性評価について比較検討を行った。

①設計手法

重力式防波堤の設計手法として以下の 3 手法について検討を行った。

a) 現行法（漁港基準）

「設計の手引き」に従った設計手法であり、照査項目及び照査式は以下の通りである。

(1) 堤体の滑動に対する検討

堤体の滑動に対する安定計算は、図 5-3-3 を参照して式 5-3-3 により検討するものとする。

$$F \geq \frac{\mu W}{P} \dots\dots\dots (式 5-3-3)$$

ここに、

W : 浮力及び揚圧力を差し引いた堤体重量（地震時の場合は浮力のみ差し引く）
(kN)

P : 堤体に働く波圧合力あるいは地震時水平力 (kN)

μ : 静止摩擦係数（「第 3 編第 5 章 諸係数 5.1 静止摩擦係数」を参照のこと）

F : 安全率 (1.2 以上)

(2) 堤体の転倒

堤体の転倒に対する安定計算は、式 5-3-4 により検討するものとする。

$$F \geq \frac{Wt}{P\ell} \dots\dots\dots (式 5-3-4)$$

ここに、

W : 浮力及び揚圧力を差し引いた堤体重量（地震時の場合は浮力のみ差し引く）
(kN)

P : 堤体に働く波圧合力あるいは地震時水平力 (kN)

t : 堤後趾より W の作用線までの距離 (m)

ℓ : 堤体の底面から堤体に働く波圧合力の作用点までの距離 (m)

F : 安全率 (1.2 以上)

b) 港湾基準

港湾基準において設定されている重力式混成堤の部分係数と照査式を用いて安定性照査を行った。照査式と部分係数は以下の通りである。

○滑動の照査式

$$f_d(W_d - P_{B_d} - P_{U_d}) \geq P_{H_d}$$

ここに、

- f : 壁体底面と基礎との摩擦係数
- W : 堤体の重量 (kN/m)
- P_B : 浮力 (kN/m)
- P_U : 揚圧力 (kN/m)
- P_H : 水平波力 (kN/m)

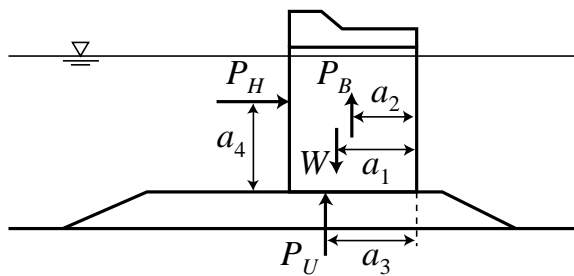
なお、添字 d は設計用値を示すものであり、設計用値 $X_d =$ 部分係数 $\gamma_k \times$ 特性値 X_k となり、特性値とは、従来から求めている作用値（自重、波力等）のことである。

○転倒の照査式

$$a_1 W_d - a_2 P_{B_d} - a_3 P_{U_d} \geq a_4 P_{H_d}$$

ここに、

- W : 堤体の重量 (kN/m)
- P_B : 浮力 (kN/m)
- P_U : 揚圧力 (kN/m)
- P_H : 水平波力 (kN/m)
- $a_1 \sim a_4$: 各作用のアーム長 (m)



○重力式防波堤（混成堤）の標準的な部分係数

(a)波浪に関する変動状態

目標システム信頼性指標 β_T		2.38				
目標システム破壊確率 P_{fT}		8.7×10^{-3}				
γ の計算に用いる目標信頼性指標 β_T'		2.40				
		γ	α	μ/X_k	V	
滑動	γ_f	摩擦係数	0.79	0.689	1.060	0.150
	$\gamma_{P_H}, \gamma_{P_U}$	水深変化 緩	1.04	-0.704	0.740	0.239
		水深変化 急	1.17		0.825	0.251
	γ_{wl}	$r_{wl} = 1.5$	1.03	-0.059	1.000	0.200
		$r_{wl} = 2.0, 2.5$	1.06		1.000	0.400
		H.H.W.L.	1.00		—	—
	$\gamma_{W_{RC}}$	RCの単位体積重量	0.98	0.030	0.980	0.020
$\gamma_{W_{NC}}$	NCの単位体積重量	1.02	0.025	1.020	0.020	
$\gamma_{W_{SAND}}$	中詰め砂の単位体積重量	1.01	0.150	1.020	0.040	
転倒	$\gamma_{P_H}, \gamma_{P_U}$	水深変化 緩	1.15	-0.968	0.740	0.239
		水深変化 急	1.31		0.825	0.251
	γ_{wl}	$r_{wl} = 1.5$	1.04	-0.092	1.000	0.200
		$r_{wl} = 2.0, 2.5$	1.09		1.000	0.400
		H.H.W.L.	1.00		—	—
	$\gamma_{W_{RC}}$	RCの単位体積重量	0.98	0.044	0.980	0.020
	$\gamma_{W_{NC}}$	NCの単位体積重量	1.02	0.040	1.020	0.020
$\gamma_{W_{SAND}}$	中詰め砂の単位体積重量	1.00	0.232	1.020	0.040	
基礎地盤の支持力	γ_{P_H}	水深変化 緩	1.12	-0.894	0.740	0.239
		水深変化 急	1.26		0.825	0.251
	γ_q	分割細片の上載荷重	0.91	0.640	0.605	0.061
	γ_w'	分割細片重量	1.00	0.032	1.000	0.030
	$\gamma_{\tan\phi'}$	地盤強度：せん断抵抗角の正	0.96	0.288	1.000	0.059
	γ_c'	地盤強度：粘着力	0.99	0.072	1.000	0.059
γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	

※1： α ：感度係数、 μ/X_k ：平均値の偏り（平均値/特性値）、 V ：変動係数である。

※2：RC：鉄筋コンクリート、NC：無筋コンクリートである。

※3：水深変化緩／急：海底勾配 1/30 未満／以上

※4： r_{wl} は、既往最高潮位（H.H.W.L.）と朔望平均満潮位（H.W.L.）の比である。

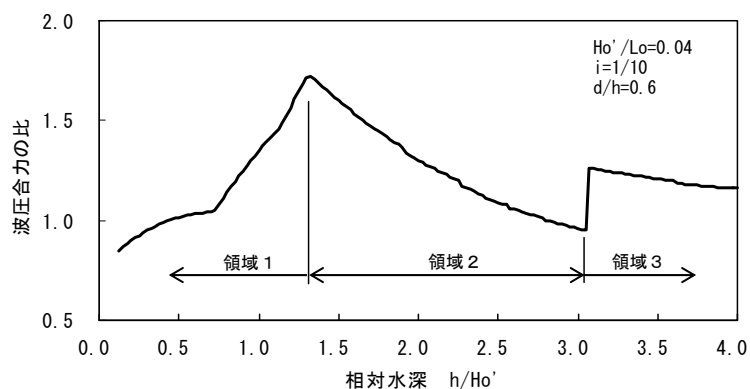
※5： γ_q は、上載荷重の平均値に対して適用する。上載荷重の平均値は $\bar{q} = \sum \bar{V}/2B'$ より得る。

※6：波力の算定には、合田式を用いる。

c) 漁港の部分係数

平成 18 年度にまとめられた「漁港漁場施設の設計にかかる国際化対応検討調査」報告書において、暫定として求められた部分係数をもとに安定性照査を行った。なお、この場合の部分係数は、波圧算定式のサンフルー・広井式を用いていることから、相対水深 h/Ho' に応じて 3 つの領域で部分係数を設定している。

なお、安定性照査式は港湾基準と同じである。



目標信頼性指標 (β_T)			1.15				
			感度係数 (α)	平均値と特性値の比 ($B=\mu/k$)	変動係数 (V)	部分係数 (γ)	
滑動に対して	潮位	$r_{wl}=1.5$	-0.070	1.000	0.200	1.02	
		$r_{wl}=2.0, 2.5$		1.000	0.400	1.04	
	波圧	領域 1	-0.871	0.827	0.345	1.12	
		領域 2		0.913	0.279	1.17	
		領域 3		$Ho'/Lo=0.01$	1.216	0.192	1.45
				$Ho'/Lo=0.02$	1.087	0.193	1.30
				$Ho'/Lo=0.04$	0.907	0.193	1.09
	摩擦係数		0.471	1.060	0.150	0.97	
	単位体積重量	鉄筋コンクリート	0.024	0.980	0.020	0.97	
		無筋コンクリート	0.033	1.020	0.020	1.01	
中 詰 材		0.113	1.020	0.040	1.01		
転倒に対して	潮位	$r_{wl}=1.5$	-0.097	1.000	0.200	1.03	
		$r_{wl}=2.0, 2.5$		1.000	0.400	1.05	
	波圧	領域 1	-0.981	0.827	0.345	1.15	
		領域 2		0.913	0.279	1.21	
		領域 3		$Ho'/Lo=0.01$	1.216	0.192	1.48
				$Ho'/Lo=0.02$	1.087	0.193	1.33
				$Ho'/Lo=0.04$	0.907	0.193	1.11
	単位体積重量	鉄筋コンクリート	0.033	0.980	0.020	0.97	
		無筋コンクリート	0.050	1.020	0.020	1.01	
		中 詰 材	0.156	1.020	0.040	1.01	

②検討結果

3 施設を対象とした安定性照査手法の比較検討の結果、港湾基準に準じた部分係数法を用いた場合、現行の漁港基準に比べて安定性が小さいと評価されることが分かった。これは、以下の点について最適な部分係数となっていないことが要因と考えられる。

- ・ 漁港施設と港湾施設の波高、波力の算定方法などが異なる。
- ・ 漁港施設の条件（規模、水深等）での部分係数として調整がなされたものでない。

今後は、新たに提案される波圧式や各条件に見合った部分係数の調整が必要となる。

③部分係数法適用への課題

漁港施設の重力式防波堤に、部分係数法を適用するための技術的課題は以下と考える。

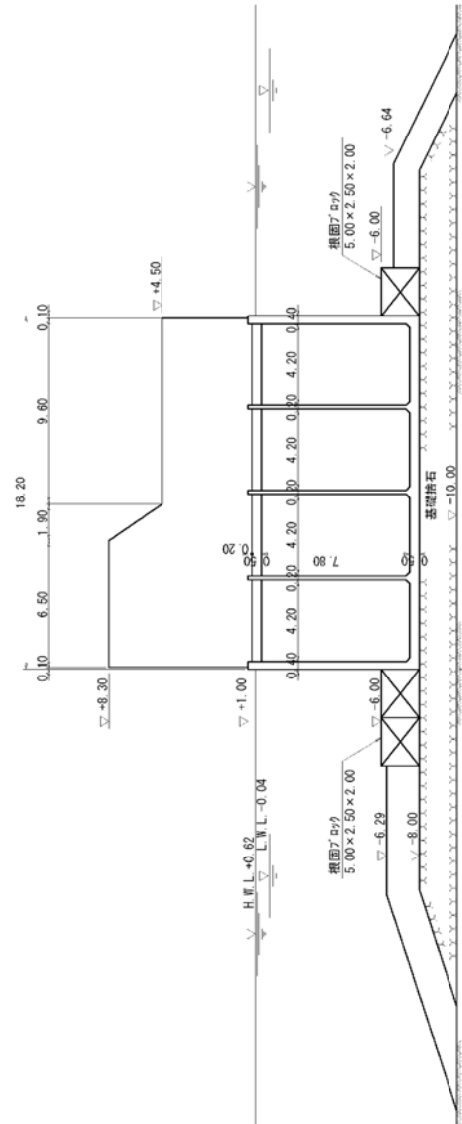
- ・ 適用する波圧公式の確定（確立）
- ・ 漁港施設の条件に適合した安全性レベル（安全性指標）の確定
- ・ 漁港施設に適合した部分係数の作成

安定計算結果一覧表 (中瀬漁港防波堤)

項目		ケーン式防波堤			漁港の部分係数法			
検討断面図					港湾基準		備考	
					許容値	耐力作用比	備考	耐力作用比
滑動	-10.00m面	安全率	$F = 1.2004$	$0.754 < 1.0$	$(F = 0.998 < 1.2)$	$0.852 < 1.0$		
転倒	-10.00m面		$F = 1.806$	$1.286 \geq 1.0$	$(F = 1.533 \geq 1.2)$	$1.254 \geq 1.0$		
底面反力			三角形分布荷重			三角形分布荷重		
			$P = 571.263 \text{ kN/m}^2$	$P = 725.247 \text{ kN/m}^2$	$> 500 \text{ kN/m}^2$	$P = 571.263 \text{ kN/m}^2$	$\geq 500 \text{ kN/m}^2$	
			$b = 11.250 \text{ m}$	$b = 8.727 \text{ m}$		$b = 11.250 \text{ m}$		

注 ; () 内の数値は安全率法の場合

安定計算結果一覧表 (和江漁港防波堤)

項目	ケーソン式防波堤													
<p>波浪条件</p> <table border="1" data-bbox="710 1500 901 1780"> <thead> <tr> <th>検討潮位</th> <th>H.W.L. +0.62</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>波高 $H_{1/3}$ (m)</td> <td>7.37</td> </tr> <tr> <td>波高 H_{max} (m)</td> <td>13.27</td> </tr> <tr> <td>周期 T (sec)</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>入射角 β (°)</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>海底勾配 i</td> <td>1/50</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ $H_{max} = 1.8 H_{1/3}$</p>	検討潮位	H.W.L. +0.62	波高 $H_{1/3}$ (m)	7.37	波高 H_{max} (m)	13.27	周期 T (sec)	13	入射角 β (°)	0	海底勾配 i	1/50		<p>漁港の部分係数法</p>
	検討潮位	H.W.L. +0.62												
波高 $H_{1/3}$ (m)	7.37													
波高 H_{max} (m)	13.27													
周期 T (sec)	13													
入射角 β (°)	0													
海底勾配 i	1/50													
<p>検討項目</p>	<p>港湾基準</p>	<p>現行法</p>												
<p>滑動</p>	<p>安全率 $F = 1.296$</p>	<p>許容値 ≥ 1.2</p>	<p>耐力作用比 $0.574 < 1.0$</p>	<p>備考 $(F = 0.757 < 1.2)$</p>	<p>耐力作用比 $1.034 \geq 1.0$</p>	<p>備考</p>								
<p>転倒</p>	<p>安全率 $F = 1.863$</p>	<p>許容値 ≥ 1.2</p>	<p>耐力作用比 $0.912 < 1.0$</p>	<p>備考 $(F = 1.123 \geq 1.2)$</p>	<p>耐力作用比 $1.429 \geq 1.0$</p>	<p>備考</p>								
<p>底面反力</p>	<p>安全率 $P = 453.074 \text{ kN/m}^2$ $b = 13.020 \text{ m}$</p>	<p>許容値 $\leq 500 \text{ kN/m}^2$</p>	<p>耐力作用比 $P = 1826.41 \text{ kN/m}^2$ $b = 3.015 \text{ m}$</p>	<p>備考 $> 500 \text{ kN/m}^2$</p>	<p>耐力作用比 $P = 453.074 \text{ kN/m}^2$ $b = 13.020 \text{ m}$</p>	<p>備考 $\leq 500 \text{ kN/m}^2$</p>								

注：()内の数値は安全率法の場合

安定計算結果のまとめ (釣姫漁港防波堤)

項目		方塊ブロック式防波堤																																																																						
検討断面図																																																																								
波浪条件		<table border="1"> <thead> <tr> <th>検討潮位</th> <th>H.W.L. +0.50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>波高</td> <td>1.7</td> </tr> <tr> <td>$H_{1/3}$ (m)</td> <td>1.7</td> </tr> <tr> <td>H_{max} (m)</td> <td>3.06</td> </tr> <tr> <td>周期</td> <td>11.9</td> </tr> <tr> <td>入射角</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>海底勾配</td> <td>1/50</td> </tr> </tbody> </table>		検討潮位	H.W.L. +0.50	波高	1.7	$H_{1/3}$ (m)	1.7	H_{max} (m)	3.06	周期	11.9	入射角	37	海底勾配	1/50																																																							
検討潮位	H.W.L. +0.50																																																																							
波高	1.7																																																																							
$H_{1/3}$ (m)	1.7																																																																							
H_{max} (m)	3.06																																																																							
周期	11.9																																																																							
入射角	37																																																																							
海底勾配	1/50																																																																							
		※ $H_{max} = 1.8H_{1/3}$																																																																						
安定計算結果		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討項目</th> <th colspan="2">現行法</th> <th colspan="2">港湾基準</th> <th colspan="2">漁港の部分係数法</th> </tr> <tr> <th>安全率</th> <th>許容値</th> <th>耐力作用比</th> <th>備考</th> <th>耐力作用比</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>滑動</td> <td>F=1.213</td> <td>≥1.2</td> <td>0.610 < 1.0</td> <td>(F=0.785 < 1.2)</td> <td>0.548 < 1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>転倒</td> <td>F=3.923</td> <td>≥1.2</td> <td>1.803 ≥ 1.0</td> <td>(F=2.240 ≥ 1.2)</td> <td>2.028 ≥ 1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>滑動</td> <td>F=1.364</td> <td>≥1.2</td> <td>0.701 < 1.0</td> <td>(F=0.892 < 1.2)</td> <td>0.656 < 1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>転倒</td> <td>F=2.630</td> <td>≥1.2</td> <td>1.428 ≥ 1.0</td> <td>(F=1.681 ≥ 1.2)</td> <td>1.494 ≥ 1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>滑動</td> <td>F=1.743</td> <td>≥1.2</td> <td>0.891 < 1.0</td> <td>(F=1.153 ≥ 1.2)</td> <td>0.843 < 1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>転倒</td> <td>F=2.018</td> <td>≥1.2</td> <td>1.169 ≥ 1.0</td> <td>(F=1.346 ≥ 1.2)</td> <td>1.191 ≥ 1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>底面反力</td> <td colspan="2">三角形分布荷重 P=199.221kN/m² b=3.498m</td> <td colspan="2">三角形分布荷重 P=377.451kN/m² b=1.752m</td> <td colspan="2">三角形分布荷重 P=199.221kN/m² b=3.498m</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>≤500kN/m²</td> <td>≤500kN/m²</td> <td>≤500kN/m²</td> <td>≤500kN/m²</td> <td>≤500kN/m²</td> </tr> </tbody> </table>		検討項目	現行法		港湾基準		漁港の部分係数法		安全率	許容値	耐力作用比	備考	耐力作用比	備考	滑動	F=1.213	≥1.2	0.610 < 1.0	(F=0.785 < 1.2)	0.548 < 1.0		転倒	F=3.923	≥1.2	1.803 ≥ 1.0	(F=2.240 ≥ 1.2)	2.028 ≥ 1.0		滑動	F=1.364	≥1.2	0.701 < 1.0	(F=0.892 < 1.2)	0.656 < 1.0		転倒	F=2.630	≥1.2	1.428 ≥ 1.0	(F=1.681 ≥ 1.2)	1.494 ≥ 1.0		滑動	F=1.743	≥1.2	0.891 < 1.0	(F=1.153 ≥ 1.2)	0.843 < 1.0		転倒	F=2.018	≥1.2	1.169 ≥ 1.0	(F=1.346 ≥ 1.2)	1.191 ≥ 1.0		底面反力	三角形分布荷重 P=199.221kN/m ² b=3.498m		三角形分布荷重 P=377.451kN/m ² b=1.752m		三角形分布荷重 P=199.221kN/m ² b=3.498m				≤500kN/m ²	≤500kN/m ²	≤500kN/m ²	≤500kN/m ²	≤500kN/m ²
検討項目	現行法		港湾基準		漁港の部分係数法																																																																			
	安全率	許容値	耐力作用比	備考	耐力作用比	備考																																																																		
滑動	F=1.213	≥1.2	0.610 < 1.0	(F=0.785 < 1.2)	0.548 < 1.0																																																																			
転倒	F=3.923	≥1.2	1.803 ≥ 1.0	(F=2.240 ≥ 1.2)	2.028 ≥ 1.0																																																																			
滑動	F=1.364	≥1.2	0.701 < 1.0	(F=0.892 < 1.2)	0.656 < 1.0																																																																			
転倒	F=2.630	≥1.2	1.428 ≥ 1.0	(F=1.681 ≥ 1.2)	1.494 ≥ 1.0																																																																			
滑動	F=1.743	≥1.2	0.891 < 1.0	(F=1.153 ≥ 1.2)	0.843 < 1.0																																																																			
転倒	F=2.018	≥1.2	1.169 ≥ 1.0	(F=1.346 ≥ 1.2)	1.191 ≥ 1.0																																																																			
底面反力	三角形分布荷重 P=199.221kN/m ² b=3.498m		三角形分布荷重 P=377.451kN/m ² b=1.752m		三角形分布荷重 P=199.221kN/m ² b=3.498m																																																																			
		≤500kN/m ²	≤500kN/m ²	≤500kN/m ²	≤500kN/m ²	≤500kN/m ²																																																																		
		注：()内の数値は安全率法の場合																																																																						

(3) 係船岸の比較検討

重力式係船岸の設計手法として以下の2手法について検討を行った。

①設計手法

a) 現行法 (漁港基準)

「設計の手引き」に従った設計手法であり、照査項目及び照査式は以下の通りである。

① 堤体の滑動

式6-3-1により求めた安全率が規定の値以上でなければならない。また、ブロック積式の場合は、各ブロック層ごとに安定計算を行う。なお、摩擦係数は、「第2編第14章 静止摩擦係数」による。

$$F = \frac{\mu W}{P} \dots\dots\dots (式6-3-1)$$

ここに、

F : 安全率 (常時1.2以上, 地震時1.0以上)

μ : 堤体底面と基礎地盤の間の摩擦係数

W : 堤体の単位長に作用する全鉛直力 (kN)

P : 堤体の単位長に作用する全水平力 (kN)

② 堤体の転倒

式6-3-2により求めた安全率が規定の値以上でなければならない。

$$F = \frac{Wt}{PI} \dots\dots\dots (式6-3-2)$$

ここに、

F : 安全率 (常時1.2以上, 地震時1.1以上)

W : 堤体の単位長に作用する全鉛直力 (kN)

t : 堤体前趾から W の作用線までの距離 (m)

P : 堤体の単位長に作用する全水平力 (kN)

I : 堤体の底面から堤体に働く水平力の合力の作用点までの距離 (m)

b) 港湾基準

港湾基準において設定されている重力式混成堤の部分係数と照査式を用いて安定性照査を行った。部分係数と照査式は以下の通りである。なお、変動状態（L1 地震時）の照査用震度は、現行基準の設計震度をそのまま用いた。

○滑動の照査式

$$f_d (W_d + P_{V_d} - P_{B_d}) \geq \gamma_a (P_{H_d} + P_{w_d} + P_{d_{w_d}} + P_{F_d})$$

ここに、

- f : 壁体底面と基礎との摩擦係数
- W : 壁体を構成する材料の重量 (kN/m)
- P_V : 壁体に作用する鉛直土圧合力 (kN/m)
- P_B : 壁体に作用する浮力 (kN/m)
- P_H : 壁体に作用する水平土圧合力 (kN/m)
- P_w : 壁体に作用する残留水圧合力 (kN/m)
- P_{d_w} : 堤体に作用する動水圧合力 (kN/m) (地震動作用時の場合のみ)
- P_F : 堤体に作用する慣性力 (kN/m) (地震動作用時の場合のみ)
- γ_a : 構造解析係数

○転倒の照査式

$$aW_d - bP_{B_d} + cP_{V_d} \geq \gamma_a (dP_{H_d} + eP_{w_d} + hP_{d_{w_d}} + iP_{F_d})$$

ここに、

- W : 壁体を構成する材料の重量 (kN/m)
- P_B : 壁体に作用する浮力 (kN/m)
- P_V : 壁体に作用する鉛直土圧合力 (kN/m)
- P_H : 壁体に作用する水平土圧合力 (kN/m)
- P_w : 壁体に作用する残留水圧合力 (kN/m)
- P_{d_w} : 堤体に作用する動水圧合力 (kN/m) (地震動作用時の場合のみ)
- P_F : 堤体に作用する慣性力 (kN/m) (地震動作用時の場合のみ)
- a : 壁体重量合力の作用線から堤体前趾までの距離 (m)
- b : 浮力の作用線から壁体前趾までの距離 (m)
- c : 鉛直土圧合力の作用線から壁体前趾までの距離 (m)
- d : 水平土圧合力の作用線から壁体底面までの距離 (m)
- e : 残留水圧合力の作用線から壁体底面までの距離 (m)
- h : 動水圧合力の作用線から堤体底面までの距離 (m) (地震動作用時の場合のみ)
- I : 慣性力の作用線から堤体底面までの距離 (m) (地震動作用時の場合のみ)
- γ_a : 構造解析係数

※添字 d は設計用値を示すものであり、設計用値 $X_d =$ 部分係数 $\gamma_k \times$ 特性値 X_k となり、特性値とは、従来から求めている作用値（自重、波力等）のことである。

(a)永続状態

			耐震強化施設				耐震強化施設以外				
目標システム信頼性指標 β_T			3.1				2.7				
目標システム破壊確率 P_{FT}			1.0×10^{-3}				4.0×10^{-3}				
γ の計算に用いる目標信頼性指標 β_T'			3.31				2.89				
			γ	α	μ/X_k	V	γ	α	μ/X_k	V	
滑動	γ_f	摩擦係数	0.55	0.946	1.06	0.15	0.60	0.935	1.06	0.15	
	γ_{PH}, γ_{PV}	土圧合力	1.15	-0.288	1.00	0.12	1.15	-0.316	1.00	0.12	
	γ_{RWL}	残留水位	1.00	-0.024	1.00	0.05	1.00	-0.027	1.00	0.05	
	γ_{WRC}	RC の単位体積重量	0.95	0.026	0.98	0.02	0.95	0.028	0.98	0.02	
	γ_{WNC}	NC の単位体積重量	1.00	0.009	1.02	0.02	1.00	0.01	1.02	0.02	
	γ_{WSAND}	中詰め砂の単位体積重量	1.00	0.143	1.02	0.04	1.00	0.157	1.02	0.04	
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—	
転倒	γ_{PH}, γ_{PU}	土圧合力	1.35	-0.832	1.00	0.12	1.30	-0.842	1.00	0.12	
	γ_{RWL}	残留水位	1.05	-0.092	1.00	0.05	1.05	-0.092	1.00	0.05	
	γ_{WRC}	RC の単位体積重量	0.95	0.097	0.98	0.02	0.95	0.094	0.98	0.02	
	γ_{WNC}	NC の単位体積重量	1.00	0.035	1.02	0.02	1.00	0.034	1.02	0.02	
	γ_{WSAND}	中詰め砂の単位体積重量	0.95	0.538	1.02	0.04	0.95	0.521	1.02	0.04	
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—	
	基礎地盤の支持力	γ_{PH}	土圧合力	1.15	-0.328	1.00	0.12	1.15	-0.345	1.00	0.12
γ_w'		基礎地盤の単位体積重量	1.00	0.032	1.00	0.03	1.00	0.033	1.00	0.03	
γ_q		載荷重	1.00	0.031	1.00	0.04	1.00	0.032	1.00	0.04	
$\gamma_{\tan\phi}$		地盤強度：せん断抵抗角の正接	0.70	0.903	1.00	0.10	0.70	0.894	1.00	0.10	
γ_c'		地盤強度：粘着力	0.90	0.252	1.00	0.10	0.90	0.257	1.00	0.10	
γ_{RWL}		残留水位	1.00	-0.023	1.00	0.05	1.00	-0.024	1.00	0.05	
γ_a		構造解析係数	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—	
円弧すべり	γ_c'	地盤強度：粘着力	0.90	0.407	1.00	0.04	0.90	0.406	1.00	0.04	
	$\gamma_{\tan\phi}$	地盤強度：せん断抵抗角の正接	0.90	0.330	1.00	0.04	0.90	0.320	1.00	0.04	
	γ_{wi}	マウンドが海底面より下に位置する場合	1 海底面より上にある地盤、消波工等	1.10	-0.176	1.00	0.03	1.10	-0.173	1.00	0.03
			2 マウンド、海底面より下にある砂質土	0.90	0.227	1.00	0.03	0.90	0.227	1.00	0.03
			3 海底面より下にある粘性土	1.00	0.000	1.00	0.03	1.00	0.000	1.00	0.03
		マウンドが海底面より上に位置する場合	1 海底面より上にある地盤、マウンド、消波工等	1.10	-0.176	1.00	0.03	1.10	-0.173	1.00	0.03
			2 海底面より下にある砂質土	0.90	0.227	1.00	0.03	0.90	0.227	1.00	0.03
			3 海底面より下にある粘性土	1.00	0.000	1.00	0.03	1.00	0.000	1.00	0.03
	γ_q	載荷重	1.80	-0.543	1.00	0.40	1.70	-0.551	1.00	0.40	
	γ_{RWL}	残留水位	1.10	-0.014	1.00	0.05	1.10	-0.015	1.00	0.05	

※1: α : 感度係数、 μ/X_k : 平均値の偏り (平均値/特性値)、 V : 変動係数である。

※2: RC: 鉄筋コンクリート、NC: 無筋コンクリートである。

※3: 土圧合力を算出する際の、地盤強度、壁面摩擦角、単位体積重量、残留水位及び上載荷重等は、特性値 (部分係数を考慮しない値) を用いる。

※4: 上載荷重 (円弧すべりの場合を除く)、潮位は、部分係数を考慮せずに設定する。

※5: $\gamma_{w1}, \gamma_{w2}, \gamma_{w3}$ は分割細片の重量に対する部分係数で、図-2.2.13 の分類に従うものとする。

※6: 消波工等には、消波工、被覆工、根固工等が含まれる。

※7： ケーソン上部の土や舗装の単位体積重量の部分係数は、中詰め砂の単位体積重量と同様とすることができる。

※8： 円弧すべりに関する部分係数の適用にあたっては、本編第2章3 斜面の安定の3. 1 (7) 部分係数に示される留意事項を参照すること。なお、置換率 30～80%のサンドコンパクション (SCP) による地盤改良を行った場合には、本編第2章4 地盤改良工法のサンドコンパクションパイル工法 (4. 10. 6 性能照査) に示される部分係数を用いること。

表-2.2.2 標準的な部分係数
(b)レベル1地震動に関する変動状態

要求性能			すべての施設			
			使用性			
			γ	α	μ/X_k	V
滑動	γ_f	摩擦係数	1.00	—	—	—
	γ_{PH} , γ_{PU}	土圧合力	1.00	—	—	—
	γ_{kb}	照査用震度	1.00	—	—	—
	γ_{RWL}	残留水位	1.00	—	—	—
	γ_{WRC}	RC の単位体積重量	1.00	—	—	—
	γ_{WNC}	NC の単位体積重量	1.00	—	—	—
	γ_{WSAND}	中詰め砂の単位体積重量	1.00	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—
転倒	γ_{PH} , γ_{PU}	土圧合力	1.00	—	—	—
	γ_{kb}	照査用震度	1.00	—	—	—
	γ_{RWL}	残留水位	1.00	—	—	—
	γ_{WRC}	RC の単位体積重量	1.00	—	—	—
	γ_{WNC}	NC の単位体積重量	1.00	—	—	—
	γ_{WSAND}	中詰め砂の単位体積重量	1.00	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.10	—	—	—
	基礎地盤の支持力	γ_{PH}	土圧合力	1.00	—	—
γ_{kb}		照査用震度	1.00	—	—	—
$\gamma_{w'}$		基礎地盤の単位体積重量	1.00	—	—	—
γ_q		載荷重	1.00	—	—	—
$\gamma_{\tan\phi}$		地盤強度：せん断抵抗角の正接	1.00	—	—	—
$\gamma_{c'}$		地盤強度：粘着力	1.00	—	—	—
γ_{RWL}		残留水位	1.00	—	—	—
γ_a		構造解析係数	1.00	—	—	—

※1： α ：感度係数、 μ/X_k ：平均値の偏り (平均値/特性値)、 V ：変動係数である。

※2： RC：鉄筋コンクリート、NC：無筋コンクリートである。

※3： 土圧合力を算出する際には、地盤強度、壁面摩擦角、単位体積重量、残留水位は、部分係数を考慮せずに算定する。

※4： 上載荷重、潮位は、部分係数を考慮せずに算定する。

※5： ケーソン上部の土や舗装の単位体積重量の部分係数は、中詰め砂の単位体積重量と同様とすることができる。

②計算結果

3 施設を対象とした安定性照査手法の比較検討の結果、港湾基準に準じた部分係数法を用いた場合、地震時（変動状態）ではほとんど差異がないと評価されるものの、常時（永続状態）では現行の漁港基準に比べて安定性がやや小さいと評価される。

安定性評価の数値的には、不安定と評価されるほどではないと判断できる。これは、土圧算出式等が同じであり、地震時は部分係数が 1.0 で設定されているため、ほぼ同じとなる。一方で、常時（永続状態）には港湾基準では部分係数が設定されているため、その差が安定性の評価に出ている。

③部分係数法適用への課題

漁港施設の重力式係船岸に、部分係数法を適用するための技術的課題は以下と考える。

- ・ 漁港施設の条件に適合した安全性レベル（安全性指標）の確定
- ・ 漁港施設に適合した部分係数の作成

安定計算結果一覧表 (松岩地区広域漁港)

項目	-2.0m物揚場 (コンクリート単塊式)																																					
検討断面図																																						
	検討条件	<table border="1"> <tr> <td>検討潮位</td> <td>R.W.L.+1.07</td> </tr> <tr> <td>設計震度</td> <td>k_h 0.13</td> </tr> <tr> <td>上載荷重</td> <td>常時 5.0kN/m²</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>2.5kN/m²</td> </tr> <tr> <td>船舶牽引力</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>敷込材(埋土)</td> <td>ϕ 30'</td> </tr> </table>	検討潮位	R.W.L.+1.07	設計震度	k_h 0.13	上載荷重	常時 5.0kN/m ²	地震時	2.5kN/m ²	船舶牽引力	—	敷込材(埋土)	ϕ 30'																								
検討潮位	R.W.L.+1.07																																					
設計震度	k_h 0.13																																					
上載荷重	常時 5.0kN/m ²																																					
地震時	2.5kN/m ²																																					
船舶牽引力	—																																					
敷込材(埋土)	ϕ 30'																																					
安定計算結果	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討項目</th> <th colspan="2">現行法</th> <th colspan="2">港灣基準</th> </tr> <tr> <th>常時</th> <th>地震時</th> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">滑動</td> <td>安全率</td> <td>許容値</td> <td>耐力作用比</td> <td>耐力作用比</td> </tr> <tr> <td>$F=1.631$</td> <td>≥ 1.0</td> <td>$(F=1.631 > 1.2)$</td> <td>$0.973 < 1.00$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">転倒</td> <td>$F=1.942$</td> <td>≥ 1.1</td> <td>$(F=1.742 \geq 1.2)$</td> <td>$1.013 \geq 1.00$</td> </tr> <tr> <td>三角形分布荷重</td> <td>三角形分布荷重</td> <td>三角形分布荷重</td> <td>三角形分布荷重</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">底面反力</td> <td>$P=191.974kN/m^2$</td> <td>$> 500kN/m^2$</td> <td>$P=191.974kN/m^2$</td> <td>$P=908.839kN/m^2$</td> </tr> <tr> <td>$b=2.148m$</td> <td>$b=0.552m$</td> <td>$b=2.148m$</td> <td>$b=0.465m$</td> </tr> </tbody> </table>		検討項目	現行法		港灣基準		常時	地震時	常時	地震時	滑動	安全率	許容値	耐力作用比	耐力作用比	$F=1.631$	≥ 1.0	$(F=1.631 > 1.2)$	$0.973 < 1.00$	転倒	$F=1.942$	≥ 1.1	$(F=1.742 \geq 1.2)$	$1.013 \geq 1.00$	三角形分布荷重	三角形分布荷重	三角形分布荷重	三角形分布荷重	底面反力	$P=191.974kN/m^2$	$> 500kN/m^2$	$P=191.974kN/m^2$	$P=908.839kN/m^2$	$b=2.148m$	$b=0.552m$	$b=2.148m$	$b=0.465m$
	検討項目	現行法		港灣基準																																		
常時		地震時	常時	地震時																																		
滑動	安全率	許容値	耐力作用比	耐力作用比																																		
	$F=1.631$	≥ 1.0	$(F=1.631 > 1.2)$	$0.973 < 1.00$																																		
転倒	$F=1.942$	≥ 1.1	$(F=1.742 \geq 1.2)$	$1.013 \geq 1.00$																																		
	三角形分布荷重	三角形分布荷重	三角形分布荷重	三角形分布荷重																																		
底面反力	$P=191.974kN/m^2$	$> 500kN/m^2$	$P=191.974kN/m^2$	$P=908.839kN/m^2$																																		
	$b=2.148m$	$b=0.552m$	$b=2.148m$	$b=0.465m$																																		

注：()内の数値は安全率法の場合

安定計算結果一覧表 (若郷漁港)

項目	-3.0m岸壁 (方塊ブロック式)													
	現行法	港湾基準												
検討断面図														
	<table border="1"> <caption>検討条件</caption> <tr> <td>検討潮位</td> <td>R.W.L. +0.54</td> </tr> <tr> <td>設計震度</td> <td>k_h 0.15</td> </tr> <tr> <td>上載荷重</td> <td>5.0kN/m²</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>2.5kN/m²</td> </tr> <tr> <td>船舶牽引力</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>裏込材 (礫石)</td> <td>ϕ 40'</td> </tr> </table>		検討潮位	R.W.L. +0.54	設計震度	k_h 0.15	上載荷重	5.0kN/m ²	地震時	2.5kN/m ²	船舶牽引力	—	裏込材 (礫石)	ϕ 40'
	検討潮位	R.W.L. +0.54												
	設計震度	k_h 0.15												
	上載荷重	5.0kN/m ²												
	地震時	2.5kN/m ²												
	船舶牽引力	—												
	裏込材 (礫石)	ϕ 40'												
	滑動	安全率 F=1.951	許容値 ≥ 1.2	地震時 許容値 ≥ 1.0	常時 耐力作用比 1.129 > 1.00	備考 (F=1.961 > 1.2)	地震時 耐力作用比 2.563 > 1.00	備考 (F=2.563 > 1.0)						
	転倒	F=1.608	≥ 1.2	≥ 1.1	1.552 ≥ 1.00	(F=1.608 ≥ 1.2)	4.221 ≥ 1.00	(F=4.643 ≥ 1.1)						
滑動	F=1.626	≥ 1.2	≥ 1.0	0.897 < 1.00	(F=1.626 > 1.2)	1.101 > 1.00	(F=1.101 > 1.0)							
転倒	F=1.673	≥ 1.2	≥ 1.1	1.494 ≥ 1.00	(F=1.673 ≥ 1.2)	1.446 ≥ 1.00	(F=1.591 ≥ 1.1)							
滑動	F=2.141	≥ 1.2	≥ 1.0	1.177 > 1.00	(F=2.141 > 1.2)	1.042 > 1.00	(F=1.042 > 1.0)							
転倒	F=3.577	≥ 1.2	≥ 1.1	3.000 ≥ 1.00	(F=3.577 ≥ 1.2)	1.761 ≥ 1.00	(F=1.937 ≥ 1.1)							
滑動	F=2.206	≥ 1.2	≥ 1.0	1.210 > 1.00	(F=2.206 > 1.2)	1.051 > 1.00	(F=1.051 > 1.0)							
転倒	F=2.529	≥ 1.2	≥ 1.1	2.112 ≥ 1.00	(F=2.529 ≥ 1.2)	1.166 ≥ 1.00	(F=1.282 ≥ 1.1)							
底面反力	三角形分布荷重 P=198.97kN/m ² b=3.054m	< 500kN/m ²	< 500kN/m ²	三角形分布荷重 P=484.278kN/m ² b=1.284m	三角形分布荷重 P=198.97kN/m ² b=3.054m	三角形分布荷重 P=546.889kN/m ² b=1.137m	三角形分布荷重 P=546.889kN/m ² b=1.137m							

注: ()内の数値は安全率法の場合

安定計算結果一覧表 (本浦漁港)

項目	-3.5m岸壁 (方塊ブロック式)																																																																																												
	検査断面図	安定計算結果																																																																																											
検査断面図																																																																																													
	<table border="1"> <caption>検査条件</caption> <tr> <td>検討潮位</td> <td>R. W.L. -0.80</td> </tr> <tr> <td>設計震度</td> <td>k_h 0.12</td> </tr> <tr> <td>常時 上載荷重</td> <td>5.0kN/m² 2.5kN/m²</td> </tr> <tr> <td>船舶牽引力</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>裏込材 (礫石)</td> <td>φ 40'</td> </tr> </table>		検討潮位	R. W.L. -0.80	設計震度	k_h 0.12	常時 上載荷重	5.0kN/m ² 2.5kN/m ²	船舶牽引力	—	裏込材 (礫石)	φ 40'																																																																																	
	検討潮位	R. W.L. -0.80																																																																																											
	設計震度	k_h 0.12																																																																																											
	常時 上載荷重	5.0kN/m ² 2.5kN/m ²																																																																																											
	船舶牽引力	—																																																																																											
	裏込材 (礫石)	φ 40'																																																																																											
	安定計算結果	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討項目</th> <th colspan="2">現行法</th> <th colspan="2">港灣基準</th> </tr> <tr> <th>常時</th> <th>地震時</th> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">滑動</td> <td>安全率</td> <td>F = 3.972</td> <td>許容値</td> <td>≥ 1.0</td> </tr> <tr> <td>耐力作用比</td> <td>2.087 > 1.00</td> <td>備考</td> <td>(F = 3.972 > 1.2)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">転倒</td> <td>安全率</td> <td>F = 4.455</td> <td>許容値</td> <td>≥ 1.1</td> </tr> <tr> <td>耐力作用比</td> <td>3.465 ≥ 1.00</td> <td>備考</td> <td>(F = 4.455 ≥ 1.2)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">滑動</td> <td>安全率</td> <td>F = 1.667</td> <td>許容値</td> <td>≥ 1.0</td> </tr> <tr> <td>耐力作用比</td> <td>0.908 < 1.00</td> <td>備考</td> <td>(F = 1.667 > 1.2)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">転倒</td> <td>安全率</td> <td>F = 2.507</td> <td>許容値</td> <td>≥ 1.1</td> </tr> <tr> <td>耐力作用比</td> <td>1.990 ≥ 1.00</td> <td>備考</td> <td>(F = 2.507 ≥ 1.2)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">滑動</td> <td>安全率</td> <td>F = 1.808</td> <td>許容値</td> <td>≥ 1.0</td> </tr> <tr> <td>耐力作用比</td> <td>0.991 < 1.00</td> <td>備考</td> <td>(F = 1.808 > 1.2)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">転倒</td> <td>安全率</td> <td>F = 3.022</td> <td>許容値</td> <td>≥ 1.1</td> </tr> <tr> <td>耐力作用比</td> <td>2.416 ≥ 1.00</td> <td>備考</td> <td>(F = 3.022 ≥ 1.2)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">滑動</td> <td>安全率</td> <td>F = 2.310</td> <td>許容値</td> <td>≥ 1.0</td> </tr> <tr> <td>耐力作用比</td> <td>1.267 > 1.00</td> <td>備考</td> <td>(F = 2.310 > 1.2)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">転倒</td> <td>安全率</td> <td>F = 3.279</td> <td>許容値</td> <td>≥ 1.1</td> </tr> <tr> <td>耐力作用比</td> <td>2.622 ≥ 1.00</td> <td>備考</td> <td>(F = 3.279 ≥ 1.2)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">底面反力</td> <td>台形分布荷重</td> <td>三角形分布荷重</td> <td>台形分布荷重</td> <td>三角形分布荷重</td> </tr> <tr> <td>P₁ = 186.239kN/m² P₂ = 10.920kN/m²</td> <td>P = 345.608kN/m² b = 2.282m</td> <td>P₁ = 186.239kN/m² P₂ = 10.920kN/m²</td> <td>P = 361.424kN/m² b = 2.163m</td> </tr> </tbody> </table>		検討項目	現行法		港灣基準		常時	地震時	常時	地震時	滑動	安全率	F = 3.972	許容値	≥ 1.0	耐力作用比	2.087 > 1.00	備考	(F = 3.972 > 1.2)	転倒	安全率	F = 4.455	許容値	≥ 1.1	耐力作用比	3.465 ≥ 1.00	備考	(F = 4.455 ≥ 1.2)	滑動	安全率	F = 1.667	許容値	≥ 1.0	耐力作用比	0.908 < 1.00	備考	(F = 1.667 > 1.2)	転倒	安全率	F = 2.507	許容値	≥ 1.1	耐力作用比	1.990 ≥ 1.00	備考	(F = 2.507 ≥ 1.2)	滑動	安全率	F = 1.808	許容値	≥ 1.0	耐力作用比	0.991 < 1.00	備考	(F = 1.808 > 1.2)	転倒	安全率	F = 3.022	許容値	≥ 1.1	耐力作用比	2.416 ≥ 1.00	備考	(F = 3.022 ≥ 1.2)	滑動	安全率	F = 2.310	許容値	≥ 1.0	耐力作用比	1.267 > 1.00	備考	(F = 2.310 > 1.2)	転倒	安全率	F = 3.279	許容値	≥ 1.1	耐力作用比	2.622 ≥ 1.00	備考	(F = 3.279 ≥ 1.2)	底面反力	台形分布荷重	三角形分布荷重	台形分布荷重	三角形分布荷重	P ₁ = 186.239kN/m ² P ₂ = 10.920kN/m ²	P = 345.608kN/m ² b = 2.282m	P ₁ = 186.239kN/m ² P ₂ = 10.920kN/m ²	P = 361.424kN/m ² b = 2.163m
		検討項目	現行法		港灣基準																																																																																								
			常時	地震時	常時	地震時																																																																																							
滑動		安全率	F = 3.972	許容値	≥ 1.0																																																																																								
		耐力作用比	2.087 > 1.00	備考	(F = 3.972 > 1.2)																																																																																								
転倒		安全率	F = 4.455	許容値	≥ 1.1																																																																																								
		耐力作用比	3.465 ≥ 1.00	備考	(F = 4.455 ≥ 1.2)																																																																																								
滑動		安全率	F = 1.667	許容値	≥ 1.0																																																																																								
		耐力作用比	0.908 < 1.00	備考	(F = 1.667 > 1.2)																																																																																								
転倒		安全率	F = 2.507	許容値	≥ 1.1																																																																																								
	耐力作用比	1.990 ≥ 1.00	備考	(F = 2.507 ≥ 1.2)																																																																																									
滑動	安全率	F = 1.808	許容値	≥ 1.0																																																																																									
	耐力作用比	0.991 < 1.00	備考	(F = 1.808 > 1.2)																																																																																									
転倒	安全率	F = 3.022	許容値	≥ 1.1																																																																																									
	耐力作用比	2.416 ≥ 1.00	備考	(F = 3.022 ≥ 1.2)																																																																																									
滑動	安全率	F = 2.310	許容値	≥ 1.0																																																																																									
	耐力作用比	1.267 > 1.00	備考	(F = 2.310 > 1.2)																																																																																									
転倒	安全率	F = 3.279	許容値	≥ 1.1																																																																																									
	耐力作用比	2.622 ≥ 1.00	備考	(F = 3.279 ≥ 1.2)																																																																																									
底面反力	台形分布荷重	三角形分布荷重	台形分布荷重	三角形分布荷重																																																																																									
	P ₁ = 186.239kN/m ² P ₂ = 10.920kN/m ²	P = 345.608kN/m ² b = 2.282m	P ₁ = 186.239kN/m ² P ₂ = 10.920kN/m ²	P = 361.424kN/m ² b = 2.163m																																																																																									
注: ()内の数値は安全率法の場合																																																																																													

(4) 施設の性能照査方法について

前述のように幾つかの課題が解決されるなら、漁港施設への信頼性設計法（レベル1：部分係数法）の適用は可能である。

水産工学研究所等において検討中である外郭施設の性能設計手法の構築、ならびに岸壁の合理的な設計手法の構築において、最終的な目標は「簡便な手法であるレベル1信頼設計法である部分係数を求めること」であり、挙げられた課題は順次解決できると判断される。

レベル1信頼性設計法における部分係数 γ_X は、確率変数 X が正規分布に従う場合には、信頼性指標及び感度係数を用いて、次式により算出することができ、前記の調査成果を整理することで設定することが可能となる。

[部分係数の算定式]

$$\gamma_X = (1 - \alpha_X \beta_T V_X) \frac{\mu_X}{X_k}$$

ここに、

β_T : 目標信頼性指標

V_X : 確率変数 X の変動係数

μ_X : 確率変数 X の平均値

X_k : 確率変数 X の特性値

2) 基準の改定方針の検討

海洋を対象とした類似施設である港湾施設（国土交通省）では、港湾の施設に関する目的、要求性能、性能規定を省令、告示で明確に位置付けており、更に技術的考え方、設計手法を示すための図書として「港湾基準」が発行されている。

一方、漁港施設については、漁港法には上記の位置づけが無く、「漁港漁場整事業の推進に関する基本方針」に技術的指針に関する事項（Ⅲ. 漁港漁場整備事業の施行上必要とされる技術指針に関する事項）が記載されているのみである。

なお、技術的な図書としては、社）全国漁港漁場協会より「設計の手引き」（2003年版）が発行されている。

平成 21 年度の検討では、技術的な指針や手法を示した上記の 3 つについて、総論～用語の定義、外郭施設～防波堤及び、係留施設～係船岸の記載内容について比較を行ったので、その一覧を資料編（資料－1）に添付する。

(1) 性能設計の基本的な考え方

① 我が国の技術基準を取り巻く状況

従来、国内で設計を行う場合は、国内の基準に準拠すれば良かったが、今後、国内基準と国際基準に齟齬がある場合は、国際基準に準拠して設計を行う必要がある。

この背景にあるものは、国際協定（政府調達協定と TBT 協定）である。

政府調達協定とは、WTO 協定の付属書に収録された協定であり、TBT 協定は、GATT スタンダードコード（貿易の技術的障害に関する協定）に関係するもので、WTO に加盟している各国における国内規格（強制規格及び任意規格）の基礎として国際規格を採用することを規定したものである。

政府調達協定及び TBT 協定では、政府調達および民間調達の何れにおいても、技術仕様の基本には、国際規格 (ISO 規格等) が存在するときはその使用を求められており、我が国においてはその協定を遵守する必要がある。また、国際規格 (ISO) の設計思想は、信頼性設計法をベースとした性能照査型の設計方式である。

したがって、我が国の土木事業に使用される仕様及び技術基準は、国際規格と整合する事が求められるものである。

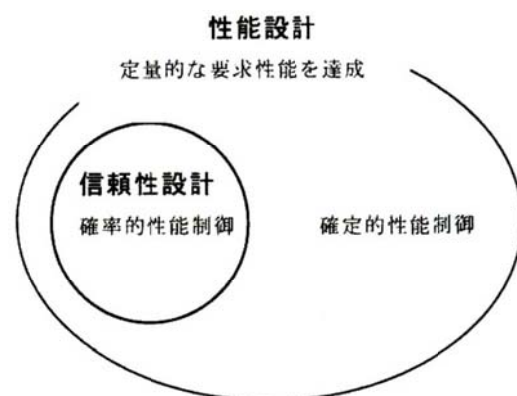
② 新しい設計手法について

a) 性能設計、信頼性設計

一般に、構造物の性能設計の考え方において、実際に意図される内容や定義は、概念的に整理されている。

港湾構造物の設計分野での考え方は、「性能設計」、「信頼性設計」、「限界状態設計」は図－3.4 に示すような関係であると定義されている。

信頼性設計が制御目的とする構造物の破壊（損傷）する量的可能性（確率）は、即ち、定量的な要求性能であるから、信頼性設計は性能



図－3.4 性能設計と信頼性設計

設計の一つの手法であると考えられる。

また、限界状態設計法も信頼性設計の一つの手法である。一方、性能設計には、定量的な要求性能を確定的に制御する手法もあり、このような手法は、信頼性設計ではない。

したがって、性能設計は、必ずしも信頼性設計と一致しない。(同義ではない)

現在、漁港施設（防波堤・岸壁・護岸など）と同様な構造物を数多く有する港湾・海岸分野での性能設計及び信頼性設計についての認識は、以下のとおりと考えられる。

①性能設計：「構造物に要求する性能を明確にし、その性能を達成する設計法」

例：耐用期間中の荷重効果による構造物のシステム破壊確率を 2×10^{-2} 以下にするある特定の荷重の荷重効果により構造部材の幾つかは降伏するが、システム破壊はしない

②信頼性設計：「確率論を援用して構造物の破壊（損傷）する可能性を定量的に制御する設計法」

例：設計手法としては、重力式防波堤のケーソンなど鉄筋コンクリート構造の限界状態設計法がある。

b) 性能規定

信頼性設計法における性能規定と従来設計法における仕様規定の差異は以下のように概略整理できる。

表-3.4 性能規定と仕様規定の特質

	性能規定	仕様規定
特徴	要求する性能中心の規定	材料・形状・寸法等を具体的に規定
利点	社会的なわかりやすさ、手段の選択の自由、技術の多様性が可能、経済設計の最適化が可能	具体的、誰でもわかる、適合性審査が容易
課題	性能評価が煩雑、高度な技術が必要 技術者の責任増大	新知見の反映が困難、代替性が低い 目的が不明確
具体例	要求性能を本文（強制力のあるもの）として考えられている。「設計者は係留施設の構造形式に応じて修復限界状態を適切に設定し、設計供用期間中に修復限界状態を超えないことを照査しなければならない。」	港湾基準の本文（強制力のあるもの）として以下のように記述されている。 「堤体の活動安全性は次式で照査する。安全率は適切な値とする。 $FS = \Sigma W/P$

(2) 用語の定義

性能設計に関する代表的な用語の定義（案）として以下を整理した。

性能照査型設計法¹⁾：設計された構造物が要求性能さえ満足していれば、どのような構造形式や構造材料、設計手法、工法を用いてもよいとする設計方法。より具体的には、構造物の目的とそれに適合する機能を明示し、機能を備えるために必要とされる性能を規定し、規定された性能を構造物の供用期間中確保することにより機能を満足させる設計方法。

耐震設計：地震に対して、構造物等が被害を受けないように十分な強度を予め与えるために設計すること。

要求性能²⁾：構造物がその目的を達成するために保有する必要がある性能を一般的な言葉で表現したもの。

要求性能マトリックス²⁾：構造物に付与すべき性能のグレードと想定する外力のグレードをマトリックス表示したもの。設計者は構造物の重要度に応じて付与すべき性能をマトリックスから選択する。本マニュアルでは、耐震性能マトリックスが提案されている。

耐震性能³⁾：地震作用に対する変形・損傷等に関する性能。

性能規定¹⁾：性能照査を具体的に行えるように、要求性能を具体的に記述したもの。

性能照査（照査）¹⁾：構造物が性能規定を満足しているかの判定を行う行為。

評価¹⁾：構造物の信頼性が許容できるかどうかを判断するために実施される作業の総称。

目的¹⁾：構造物を建設する理由を一般的な言葉で表現したものであり、事業者または利用者（供用者）が主語として記述されることが望ましい。

機能²⁾：要求性能のうち、構造物の目的を達成するために不可欠な性能のことで、構造物の「基本的要求性能」と言うこともできる。

重要度¹⁾：構造物の生み出す便益の大きさ、緊急時の必要性、代替構造物の有無などに応じて決められるべき構造物の重要さの程度。

【引用文献】

- 1) 土木学会包括コード策定基礎調査委員会(2003):包括設計コード(案)、土木学会
- 2) 文献1)に一部加筆
- 3) 国土交通省(2002):土木・建築にかかる設計の基本、国土交通省
- 4) 土木学会地盤工学委員会(2001):土木構造物の耐震設計ガイドライン、土木学会

(3) 性能規定（案）の検討

平成 21 年度に「設計の手引き」のうち、総論～用語の定義、外郭施設～防波堤及び、係留施設～係船岸について「港湾基準」に倣った場合の改定素案（次頁参照：全資料は資料編／資料－2 に添付）を作成した。

この素案では、港湾施設のように法制度の中で漁港施設の性能規定が明確にされることが前提となっているが、漁港法の中では、そのような位置づけが困難であると議論されたことから、漁港施設の整備の現状に見合った「目的と機能」及び「要求性能」に関する整理が必要であると判断された。

（前略）

第4章 外郭施設

1 総説

【省令】（通則）

第〇〇条 外郭施設は、自然条件、経済的・社会的条件、周辺の環境に及ぼす影響、経済性、防護される漁港・漁場の施設の利用状況等を考慮して、構造耐力上安全なものとするとともに、求められる機能と的確な工事の実施が確保されるよう設計するものとする。

【省令】（外郭施設に関し必要な事項）

第〇〇条 この章に規定する農林水産大臣が定める要件その他の外郭施設の要求性能に関し必要な事項は、告示で定める。

【告示】（外郭施設）

第〇〇条 外郭施設の要求性能に関し省令第二十四条の告示で定める事項は、次条から第四十六条までに定めるとおりとする。

外郭施設は、漁港区域内の漁港・漁場の施設や土地を、波、高潮、漂砂等から防護するための施設の総称であり、漁港・漁場整備法第3条に規定される種類としては、防波堤、突堤、護岸、堤防、導流堤、防砂堤、防潮堤、水門、閘門、胸壁がある。

機能上からは、次のように分類できる。

- ①港内静穏度の向上……主として防波堤、突堤
- ②航路及び泊地の水深の維持……主として防砂堤、導流堤
- ③漁港区域内の土地への波・高潮等による海水の進入の防止……主として護岸、堤防、防潮堤、水門、胸壁
- ④海岸の決壊の防止……主として突堤、堤防、護岸
- ⑤水位調整……閘門

(2) 設計上の考慮事項

外郭施設の設計にあたっては、外郭施設が漁港の施設の中でも周辺の自然環境や漁村の景観に影響を与えることが最も懸念される施設であることを勘案しつつ、求められる機能が十分発揮されるよう次の事項について考慮するものとする。

①自然条件

気象・海象条件、地形・地質条件、漂砂の状況、生物の生息状況など

②経済的・社会的条件

漁業の操業実態、漁船の航行、漁船の諸元、周辺水域における増養殖等の水面の利用状況など

③周辺の環境に及ぼす影響

沿岸域における動植物の生態系、自然及び漁村の景観、海浜地形、水質への影響など

④工事や施設の維持管理に係る経済性

（後略）

赤字：港湾基準に準じた修正を行った場合

青字：漁港基準からの引用

(4) 漁港漁場施設の設計に関する技術的課題・対応策（案）の整理

現在、検討中の研究課題を含めて、漁港漁場施設の設計基準を改定する場合の技術的課題と対応策について整理したものを、表-3.5 に示す。

表-3.5 現行の手引きにおける技術的課題と対応策

No.	テーマ	課題	対応
1	防波堤の波圧算定	<ul style="list-style-type: none"> サンフルー・広井式の境界水深において不連続な波圧分布となっており、以前より問題となっている。 漁港の防波堤設置範囲において、防波堤の被害を減少するための波圧算定式を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> 水産基盤調査で検討中である、修正合田式（有義波高、0.9倍）に移行する。
2	岸壁の設計震度	<ul style="list-style-type: none"> 岸壁の設計に用いる設計震度は、旧港湾基準を参考として地域別震度が設定されている。 1999年までの発生地震を参考に設定されて75年期待値を参考として設定しており、それ以降の大地震の発生情報が含まれていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 港湾基準のようにサイト特性を考慮した耐震設計の実用化には、漁港施設として未検討の部分も多いことから、現時点では時期尚早であるが、蓄積を待って手法を提案する。 1999年以降の発生地震を取り込んで、現行の地域別震度を改定する。
3	耐震強化設計	<ul style="list-style-type: none"> 変形を許容する設計法（変形量照査）とすることへの対応。 その場合のレベル2地震動の設定手法。 	<ul style="list-style-type: none"> 港湾のFLIP等を用いた設計法を導入する。漁港岸壁での適応性を検証する必要がある。 水産基盤調査における耐震設計の成果を活用したレベル2地震動の設定手法を提案する。
4	液状化の予測・判定及び対策	<ul style="list-style-type: none"> 土木構造物において、耐震設計における液状化検討は、必須となっている。 液状化の予測・判定を行う施設の再検討。 	<ul style="list-style-type: none"> 原則としてすべての漁港施設について液状化の予測・判定を行う。 水工研で検討していた地表面加速度の算定方法など、簡便な方法を検討する。 施設の特性に応じた対策案を整理する。
5	鉄筋コンクリート部材の設計手法	<ul style="list-style-type: none"> 2007年版のコンクリート標準示方書では、限界状態設計法に移行しており、許容応力設計法の記載がなく、参考とする資料がない。 防波堤の限界状態設計に用いる、波浪条件の整理が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 限界状態設計法に移行する。（港湾基準の考え方に準拠？） ※独自手法として、許容応力設計法を拡充して記載する。
6	大型漁場施設設計手法	<ul style="list-style-type: none"> 大水深に設置する、高層魚礁や浮魚礁に作用する外力（波力、流体力等）を明らかにする必要がある。 高層魚礁の、破壊モードと、それに対応した合理的な安定計算手法を確立する。 	<ul style="list-style-type: none"> 水工研での水理模型実験により、外力の解明を進める。（調査手法も含む） 同様に、全体の安定性を確認するための計算手法の研究を進める。 部材設計手法についても、類似構造を参考として、手法、留意点を検討する。
7	漁港施設と漁場施設体系の整理	<ul style="list-style-type: none"> 外力の考え方や安定計算手法等について、整理を行い、必要に応じて整合を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 直轄漁場整備の制度が創設されたことから、今後の直轄調査等で得られるデータ等を蓄積することにより、技術の体系化を目指す。
8	最新技術の導入	<ul style="list-style-type: none"> 2003年以降の研究成果や、民間の技術開発等を導入する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 漁港漁場整備事業に適用できる技術について、必要に応じて、技術基準に位置づけていく。 技術の参考として紹介する。

(5) 漁港漁場設計基準の性能設計への改定方針

漁港漁場整備事業の施設の設計に用いられている「設計の手引き」は、水産庁監修にて社団法人全国漁港漁場協会が出版しているものであるが、事実上、漁港漁場整備法 第6条の2において農林水産大臣が定める「基本方針」の“漁港漁場整備事業の施行上必要とされる技術的指針に関する事項”について詳細に記載したものと位置づけられている。

漁港漁場整備事業への性能設計を導入する場合、従来の経緯・施設の類似性から検討した場合、港湾施設の基準に倣って進める（資料-3参照）べきではあるが、漁港事業の大半が事業費6億円以下の補助事業、市町村等の事業主体が早急に性能設計に移行する技術的知見を有しないこと、現行設計手法に特段のデメリットがないことなどを踏まえると、現行設計を許容する性能設計法への移行が現実的な対応であると考える。

よって、漁港・漁場施設を性能設計とするための対応と課題について、海岸施設または道路橋に準じて、現行設計方式を許容する基準とする案-Iを柱とし、更に高度な性能設計法（港湾の基準準拠）への段階的な移行を検討する案-IIについても併せて検討を進める。

案-Iの場合の対応方針として、技術的対応と行政的対応を整理したものを、表-3.6に示す。

表-3.6 漁港・漁場施設を性能設計とするための対応方針（案-I）：現行設計法を許容

性能設計段階		技術的対応	行政的対応	課題
目的		特になし	必要に応じて、「漁港漁場整備基本方針」を改定する。	同左 漁場施設の目的を明確化
要求性能		性能設計法とするための記載が必要。原則として、文章のみの対応となる。	手引きの遵守事項として記載する。	漁場施設の要求性能を明文化
性能規定		施設ごとに設定している機能を明文化し、性能として規定する。必要に応じて技術的な裏付けを図る必要がある。	同上	漁場施設の性能を規定するための研究を進めるか、または、性能規定から切り離すことを検討。
照査方法	アプローチ A (手法は定めない)	最新設計技術の把握 〃 紹介 信頼性設計法(他基準準拠)	要求性能に対しての、保有性能を確認する手段・手続きを示す必要がある。	技術委員会、審査機関など
	アプローチ B (従来の照査手法に準拠)	波圧算定式 設計震度の算出・算定手法	既存施設の取り扱い 耐用年数等	技術的な課題の解決

表-3.7 漁港・漁場施設を性能設計とするための対応方針（案-II）：港湾施設準拠

性能設計段階		技術的対応	行政的対応	課題
目的		文章のみの対応となる。性能設計の考え方など。	「漁港漁場整備基本方針」を改定する。性能設計の体系について踏み込む。	同左 漁場施設の目的を明確化
要求性能		性能設計法とするための記載が必要。原則として、文章のみの対応となる。	上記方針の改定に盛り込む。	漁場施設の要求性能を明文化
性能規定		施設ごとに設定している機能を明文化し、性能として規定する。必要に応じて技術的な裏付けを図る必要がある。	手引きの遵守事項として記載する。	漁場施設の性能を規定するための研究を進めるか、または、性能規定から切り離すことを検討。
照査方法	アプローチ A (手法は定めない)	最新設計技術の把握 〃 紹介	要求性能に対しての、保有性能を確認する手段・手続きを示す必要がある。	審査機関
	アプローチ B (基準の照査手法に準拠)	年超過確率（再現期間） 波浪変形計算の取扱い 波圧算定式 設計震度の算定手法 信頼設計法（部分係数法）の導入	直轄事業の問題 既存施設の取り扱い 新基準対応施設と非対応施設 耐用年数等	技術的な課題の解決

(6) アクションプランの検討

前項で示した方針について、想定される技術的課題、行政的課題を抽出し、性能設計に改定するための具体的な作業内容とその概略のスケジュールを検討した。

前項での案-Iにおける具体的な作業内容を表-3.8に示す。なお、ここに示している技術的課題のほとんどは、性能設計法の導入に関係なく解決が必要なものであり、既に検討が進められている課題も含まれている。

また、図-3.5に示す工程は、参考として案-Iから案-IIまで段階的に検討するものである。

表-3.8 アクションプランの比較

項目	案-I	案-II
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ○基本的な安定計算手法が変わらない。 ○既設断面に対する影響が少ない。 ○主に文章での改定作業となるため、比較的短期間で改定が可能。 ○現行の手引きの中で、性能設計に準じた内容とできる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○性能設計への改定が1回で済む。 ○最新の知見を導入しやすい。 ○土木学会提言、国際規格への対応が可能となる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ×本格的な性能設計とするためには改定が2回必要になる。 ×国際規格への対応が難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ×設計方法が大きく変わるため、既存不適格等の問題がある。 ×改定に伴う作業量が多い。 ×管理者、技術者の技術力向上が必要。 ×行政的な課題の解決を図る項目が多い。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ※波圧、地震力等の技術的課題は、性能設計の導入に関係なく解決する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ※波圧、地震力等の技術的課題は、性能設計の導入に関係なく解決する必要がある。
評価	○	×

表-3.9(1) 具体的な作業内容（案-I）：現行設計法を許容

改定方針	主要項目	具体的活動項目・作業項目	方針・課題等
(案-I) 現行設計法を許容	技術的課題	波力の算定手法	
		既往の波圧式との比較	水理実験結果と現行設計波圧
		防波堤の試算	未被災防波堤と被災防波堤
		新波圧算定式の確立	適用範囲も含む
		地震力の算定手法	
		地域別震度の算定方針	漁港毎とするか、地域とするか？
		既往の設計震度との比較	同上
		岸壁等の試算	一部、FLIPで確認するか？
		新たな設計震度の提案(レベル1)	漁港毎とするか、地域とするか？
		地震動算定手法の提案(レベル2)	同上
		部材設計手法(ケーソン等RC部材)	
		細部設計条件(波浪等)の整理	港湾に準じた場合の波浪条件等
		許容応力度法と限界状態設計法の比較	配筋状態、鉄筋量の確認
		細部設計手法の提案	適用範囲も含む
		漁場施設の技術的課題整理	
		性能規定の検討方針	性能規定が可能か？
		適用範囲の検討	すべての施設を対象とするか？
		技術的課題の抽出と解決案の検討	
	性能設計記述		
	執筆分担		
	整合性確認・とりまとめ	各章のバランス調整等	
	行政的課題	技術基準の階層化(性能設計の体系化)	
		性能設計レベルの確定	
		性能設計化の目標設定	最終目標、ロードマップ
		既往施設との整合性	
		技術的課題の検討結果を踏まえた整備コストの把握	
		各管理者との調整	
		適用範囲の整理	
		適用規模(施設の大きさ)	施設の大きさ、重要度の区分？
		事業との関連	漁港整備事業、一括交付金事業？
		学識者(委員会)	
		技術検討委員会	波圧、地震等
	基準作成委員会		
基準発刊			

表-3.9(2) 具体的な作業内容（案-Ⅱ）：港湾施設準拠

改定方針	主要項目	具体的活動項目・作業項目	方針・課題等
(案-Ⅱ) 港湾施設に準拠	技術的課題	部分係数法(外郭施設)	
		各種パラメータの設定	ばらつき等の整理
		既往の断面での試算	レベル2信頼性設計
		目標信頼性指標の設定	〃
		部分係数の設定	キャリブレーション
		部分係数法(係留施設)	
		各種パラメータの設定	ばらつき等の整理
		既往の断面での試算	レベル2信頼性設計
		目標信頼性指標の設定	〃
		部分係数の設定	キャリブレーション
		漁場施設の設計法	
		技術的課題の検討	
		性能規定の設定	
		性能照査方法の検討	
		性能設計記述	
		執筆分担	
		整合性確認・とりまとめ	各章のバランス調整等
		行政的課題	漁港漁場整備基本方針の改定
	法体系		
	改定内容検討		
	既往施設との整合性		
	技術的課題の検討結果を踏まえた整備コストの把握		
	各管理者との調整		
	適合性確認機関の設置		
	審査内容・適用範囲		
	審査機関の条件		
	学識者(技術検討会, 委員会)		
	技術検討委員会 基準作成委員会		
	基準発刊		

図-3.5 アクシオンプラン（案Ⅰ→案Ⅱ）

改定方針	主要項目	具体的活動項目	主体	スケジュール						備考	
				H23d	H24d	H25d	H26d	H27d	H28d		
(案Ⅰ) 現行設計法を 許容	技術的課題	波力の算定手法	水工研	↑							
		地震力の算定手法	水工研	↑							
		部材設計手法	水工研	↑							
		漁場施設の技術的課題整理	水工研	↑							記述のみで対応？
	行政的課題	性能設計記述	複数		↑						
		技術基準の階層化(性能設計の体系化)	水産庁		↑						
		既往施設との整合性	水産庁		↑						波圧、地震力の整合性確認
		適用範囲の整理	水産庁		↑						
		学識者(委員会)	水産庁		↑						
		基準発刊				★					
(案Ⅱ) 港湾施設準拠	技術的課題	部分係数法(外郭施設)	水工研		↑						
		部分係数法(係留施設)	水工研		↑						
		漁場施設の設計法	水工研		↑						性能規定の確立、照査手法の検討
		性能設計記述	複数			↑					
	行政的課題	漁港漁場整備基本方針の改定	水産庁		↑						法体系
		既往施設との整合性	水産庁		↑						安全性指標の設定
		適合性確認機関の設置	水産庁、財団			↑					
		学識者(技術検討会、委員会)	水産庁			↑				技術検討会 委員会	
		基準発刊									★

3) 基準見直し案の検討

(1) 目的と機能及び要求性能の提案

現行の漁港漁場施設について、目的と機能、更に要求性能について記述したものを、表-3.9に示す。この表は、海岸保全施設の基準と港湾の施設の基準を参考として、項目を分けたものであるが、基本的な考え方については、現在の「基本方針」と「設計手引き」と整合を図っており、現在の施設設計において大きな混乱等は生じないと考える。

表-3.10(1) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (1/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容 (提案事項)	備考 (出典・引用等)
(1) 外郭施設	目的と機能	<p>[目的・機能]</p> <p>外郭施設は、係留施設、水域施設、機能施設等を波、漂砂、潮汐、河川流、風等による悪影響から防護するための施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細]</p> <p>【解説】</p> <p>外郭施設は、機能上から以下のように分類される。</p> <p>①港内の静穏度を向上させる機能：主として防波堤、突堤</p> <p>②航路及び泊地の水深を維持する機能：主として防砂堤、導流堤</p> <p>③漁港区域内の土地への波・高潮等による海水の進入を防止する機能：主として護岸、堤防、防潮堤、水門、胸壁</p> <p>④海岸の決壊を防止する機能：主として突堤、堤防、護岸</p> <p>⑤水位調整する機能：閘門</p>	<p>・漁港計画の手引き (平成4年度改訂版)</p> <p>・漁港・漁場の施設の設計の手引 (2003年度版)</p> <p>※ 点線以下については、解説に記載予定。</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、外郭施設によって防護される漁港漁場施設の利用状況を考慮して、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、自重、水圧、波力、土圧、地震力等の外力に対して構造耐力上安全なものとするとともに、外郭施設によって防護される漁港漁場施設の利用状況を考慮して、当該漁港漁場施設を安全かつ円滑に利用するため適切なものとするほか、波や風によって当該漁港漁場施設の機能が低下するおそれのあるときは、機能低下が生じないようこれを防止する措置を講じるものとする。</p> <p>また、良好な天然の藻場が形成されている水域などでは漁港の良好な静穏性を水産動植物が成育できる場として積極的に活用を図ることとし、その生育環境に配慮した構造とする。</p> <p>さらに、水産物の品質・衛生管理への適切な対応がなされるよう外郭施設によって防護される水域の水質が低下するおそれが高い場合などには、当該水域外との海水交換に配慮した構造とする。</p>	<p>・基本方針Ⅲ 1(1)</p> <p>・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 左記の事項以外に、要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

表-3.10(2) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (2/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容 (提案事項)	備考 (出典・引用等)
(2)係留施設	目的と機能	<p>[目的・機能]</p> <p>係留施設は、船を横付けまたは縦付けにして、漁獲物の陸揚げ、漁業生産用資材の積み卸し等の作業、漁船員の乗降、漁船の安全確保等を行うための施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細]</p> <p>【解説】</p> <p>係留施設は、機能上から以下のように分類される。</p> <p>①船を接岸して係留する機能：岸壁、物揚場、栈橋、浮棧橋</p> <p>②船を接岸せずに泊地に係留する機能：係船浮標、係船くい</p> <p>③船を陸上に上架する機能：船揚場</p>	<p>・漁港計画の手引き (平成4年度改訂版)</p> <p>・漁港・漁場の施設の設計の手引 (2003年度版)</p> <p>※ 点線以下については、解説に記載予定。</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、係留施設を利用する漁船等の船舶の船型・隻数、係留施設の利用目的、漁港の区域内の水域や陸域の利用状況を考慮して、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、自重、水圧、波力、土圧、地震力、載荷重、漁船等の船舶による衝撃・けん引力などの外力に対して構造耐力上安全なものとするとともに、係留施設を利用する漁船等の船舶の船型・接岸状況、係留施設における漁獲物の陸揚げや出漁準備等の作業の状況を考慮して、当該係留施設を安全かつ円滑に利用するため適切なものとする。</p> <p>※ 以下の漁港・漁場の施設の設計の手引 (2003年度版) の係留施設の設計配慮事項をどのように取り扱うか。</p> <p>①風雪への配慮 特に自然条件の厳しい積雪寒冷地域等においては就労環境についての配慮が必要である。</p> <p>②高齢者等への配慮 漁業活動に従事する高齢者等の割合が増加していることから、作業の安全性の向上と円滑化に配慮した係留施設が必要であり、段差の解消や作業の省力化などのための構造・配置を検討することが望ましい。</p> <p>③水産物の品質・衛生管理への配慮 水産物の的確な品質・衛生管理の観点から、鳥糞等の混入を防ぐための上屋等を係留施設に付属して整備するなどの配慮が必要である。</p>	<p>・基本方針Ⅲ 1(1)</p> <p>・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 左記の事項以外に、要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

表-3.10(3) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (3/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容 (提案事項)	備考 (出典・引用等)
(3) 水域施設	目的と機能	<p>[目的・機能] 水域施設は、漁船を安全に入出港あるいは港内のある地区から他の地区へ移動させる又は操船、係留、錨泊等させるための施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細] 【解説】 水域施設は、機能上から以下のように分類される。 ①漁船を安全に入出港あるいは港内のある地区から他の地区へ移動させるための機能：航路 ②漁船を操船、係留、錨泊等させるための機能：泊地</p>	<p>・漁港計画の手引き (平成4年度改訂版)</p> <p>・漁港計画の手引き (平成4年度改訂版)</p> <p>※ 点線以下については、解説に記載予定。</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、水域施設を利用する漁船等の船舶の船型・隻数、係留施設や漁港の区域内の水域の利用状況を考慮して、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、水域施設を利用する漁船等の船舶の船型・隻数、係留施設や漁港の区域内の水域の利用状況を考慮して、当該水域施設を安全かつ円滑に利用するため適切なものとするとともに、土砂の堆積により水域施設の機能が低下するおそれのあるときは、これを防止する措置を講じるものとする。</p> <p>※ 「災害時の防災機能の確保」に関する要求性能をどのように取り扱うべきか。 (参考) ・災害時に漁港が支援根拠地として役割を果たす上で係留施設は重要な役割を担う。 ・人工地盤(漁港施設用地)では、「災害時の防災機能の確保」の役割について手引きで明記されている。</p>	<p>・基本方針Ⅲ 1(1) ・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

表-3.10(4) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (4/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容 (提案事項)	備考 (出典・引用等)
(4) 輸送施設	目的と機能	<p>[目的・機能]</p> <p>輸送施設は、漁獲物、漁業用資材等を漁港地区へ搬入・搬出又は漁港地区内で移動させるための施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細]</p> <p>【解説】</p> <p>輸送施設は、機能上から以下のように分類される。</p> <p>①漁港の利用及び漁港内における車両等の安全かつ円滑な交通を確保する機能：道路、橋、鉄道、ヘリポート</p> <p>②漁港の利用及び漁港内における車両等の安全かつ円滑な交通に支障がなく、かつ、車両を安全に駐車できる機能：駐車場</p> <p>③漁港内における船舶の安全かつ円滑な航行を確保する機能：運河</p>	<p>・漁港計画の手引き (平成4年度改訂版) をもとに作成</p> <p>・港湾の施設の技術上の基準を定める省令をもとに作成</p> <p>※ 点線以下については、解説に記載予定。</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、漁港やその周辺の地域における交通の状況、水産物や漁業用資材の輸送量・輸送手段を考慮して、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、漁港やその周辺の地域における交通の状況、水産物や漁業用資材の輸送量・輸送手段を考慮して、当該輸送施設を安全かつ円滑に利用するため適切なものとする。</p> <p>※ 「災害時の防災機能の確保」に関する要求性能をどのように取り扱うべきか。 (参考)</p> <p>・災害時に漁港が支援根拠地として役割を果たす上で輸送施設は重要な役割を担う。</p> <p>・人工地盤 (漁港施設用地) では、「災害時の防災機能の確保」の役割について手引きで明記されている。</p>	<p>・基本方針Ⅲ 1(1)</p> <p>・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

表-3.10(5) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (5/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容 (提案事項)	備考 (出典・引用等)
(5) 漁港施設 用地	目的と機能	<p>[目的・機能] 漁港施設用地は、漁港施設の敷地として漁業活動に供する施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細] 【解説】</p> <p>※記述するとしても上と同じ内容となるため、無理に記述しなくてもよいのではないか。</p>	<p>・漁港計画の手引き (平成4年度改訂版)</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、漁港施設用地の利用目的、漁港やその周辺の地域の土地の利用状況を考慮して、漁港施設用地を敷地とする漁港施設の機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、漁港施設用地の利用目的を考慮して、当該漁港施設用地を安全かつ円滑に利用するため適切なものとする。</p> <p>※ 「災害時の防災機能の確保」に関する要求性能をどのように取り扱うべきか。 (参考)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・災害時に漁港が支援根拠地として役割を果たす上で輸送施設は重要な役割を担う。 ・人工地盤(漁港施設用地)では、「災害時の防災機能の確保」の役割について手引きで明記されている。 	<p>・基本方針Ⅲ 1(1) ・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

表-3.10(6) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (6/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容（提案事項）	備考（出典・引用等）
(6) 漁港環境整備施設	目的と機能	<p>[目的・機能]</p> <p>漁港環境整備施設は、漁港における景観の保持と、快適で潤いのある漁港環境を形成するとともに、併せて作業効率または安全性の向上等に資する施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細]</p> <p>【解説】</p> <p>漁港環境整備施設は、機能上から以下のように分類される。</p> <p>①漁港の景観保持及び美化する機能：植栽</p> <p>②漁港における作業効率又は安全性を向上させる機能：休憩所、広場、運動施設、親水施設、安全情報伝達施設</p>	<p>・漁港計画の手引き（平成4年度改訂版）</p> <p>・漁港・漁場の施設の設計の手引（2003年度版）</p> <p>※ 点線以下については、解説に記載予定。</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、漁港の景観、漁港における就業者の労働環境、海洋性レクリエーションによる利用状況、周辺の地域の緑地・広場の整備状況を考慮して、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、漁港環境整備施設の利用目的や利用者層を考慮して、漁港の環境の向上が図られるようにするとともに、当該漁港環境整備施設を安全かつ円滑に利用するため適切なものとする。</p> <p>※ 以下の漁港・漁場の施設の設計の手引（2003年度版）の漁港環境整備施設の基本的考え方にある配慮項目をどのように取り扱うか。</p> <p>①利用者（高齢者、障害者）への配慮 環境施設の設計にあたっては、高齢者や障害者等の利用に配慮するものとする。</p> <p>②景観への配慮 景観設計にあたっては、景観と調和し、施設全体の一体性が図られるよう十分留意して設計するものとする。</p> <p>※ 「災害時の防災機能の確保」に関する要求性能をどのように取り扱うべきか。 (参考)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・災害時に漁港が支援根拠地として役割を果たす上で漁港環境整備施設は重要な役割を担う。 ・人工地盤（漁港施設用地）では、「災害時の防災機能の確保」の役割について手引きで明記されている。 	<p>・基本方針Ⅲ 1(1)</p> <p>・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 左記の事項以外に、要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

表-3.10(7) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (7/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容 (提案事項)	備考 (出典・引用等)
(7)魚礁	目的と機能	<p>[目的・機能]</p> <p>魚礁は、水産生物の漁獲の増大、操業の効率化及び保護培養を行うための施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細]</p> <p>【解説】</p> <p>魚礁は、機能上から以下のように分類される。</p> <p>①水産生物の餌場、産卵場、棲み場等としての機能：沈設魚礁</p> <p>②魚類を効率的に増集等する機能：浮魚礁</p>	<p>・漁港・漁場の施設の設計の手引 (2003年度版)</p> <p>・漁港・漁場の施設の設計の手引 (2003年度版)</p> <p>※ 点線以下については、解説に記載予定。</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、対象生物の分布・行動などの生態、漁業の実態を考慮するとともに、造成漁場の効率的な利用や的確な管理が行われるよう、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、流体力、自重、設置時の衝撃力等の外力に対して構造体力上安全なものとするとともに、造成漁場の円滑な利用や的確な管理を行うため適切なものとするほか、洗掘、埋没又は沈下により当該施設の機能が低下しないよう、これを防止するものとする。</p>	<p>・基本方針Ⅲ 1(1)</p> <p>・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

表-3.10(8) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (8/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容 (提案事項)	備考 (出典・引用等)
(8) 増殖場	目的と機能	<p>[目的・機能]</p> <p>増殖場は、海域及びこれに接続する陸地に、有用生産物の発生及び育成を図ることを目的とした施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細]</p> <p>【解説】</p> <p>増殖場は、機能上から以下のように分類される。</p> <p>①水産生物の餌場、棲み場等としての良好な環境を形成する機能：着底基質、消波施設、海水交換施設、中間育成施設とその用地</p> <p>②海域の基礎生産力の嵩上げする機能：人工海底山脈、湧昇流発生工</p>	<p>・水産物供給基盤整備事業等実施要領</p> <p>・漁港・漁場の施設の設計の手引 (2003年度版)</p> <p>※ 点線以下については、解説に記載予定。</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、対象生物の生理・生態、餌料等を含む対象生物に適した生育環境や成長段階に応じた場のネットワーク化、漁業の実態、さらには栽培漁業や資源管理のための当該海域における取組状況を考慮するとともに、造成漁場の効率的な利用や的確な管理が行われるよう、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、流体力、自重等の外力に対して構造耐力上安全なものとするとともに、造成漁場の安全かつ円滑な利用や的確な管理を行うため適切なものとするほか、洗掘、埋没又は沈下により当該施設の機能が低下しないよう、これを防止するとともに、船舶の航行に及ぼす影響がないよう、適切なものとする。</p>	<p>・基本方針Ⅲ 1(1)</p> <p>・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

表-3.10(9) 各施設の目的と機能及び要求性能の案 (9/9)

施設	項目	第3回作業部会での記述内容 (提案事項)	備考 (出典・引用等)
(9) 養殖場	目的と機能	<p>[目的・機能]</p> <p>養殖場は、海域及びこれに接続する陸地のうち、未利用状態にある養殖適地に生産性の高い養殖場を造成するための施設である。</p> <hr/> <p>[機能の詳細]</p> <p>【解説】</p> <p>養殖場は、機能上から以下のように分類される。</p> <p>①養殖場の静穏域を造成する機能：消波施設</p> <p>②養殖場の水環境の改善・保全する機能：海水交流施設</p> <p>③○○○する機能：区画施設</p> <p>※ 底質改善の扱いについて検討が必要</p>	<p>・水産物供給基盤整備事業等実施要領</p> <p>・漁港・漁場の施設の設計の手引 (2003年度版)</p> <p>※ 点線以下については、解説に記載予定。</p>
	要求性能	<p>① 規模と配置については、対象生物の育成に必要な水質・底質や水域の静穏の程度、造成漁場利用予定者の営漁状況を考慮するとともに、造成漁場の効率的な利用や的確な管理が行われるよう、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。</p> <p>② 構造については、流体力、自重等の外力に対して構造耐力上安全なものとするとともに、造成漁場の安全かつ円滑な利用や的確な管理を行うため適切なものとするほか、洗掘、埋没又は沈下により当該施設の機能が低下しないよう、これを防止するとともに、船舶の航行に及ぼす影響がないよう、適切なものとする。</p>	<p>・基本方針Ⅲ 1(1)</p> <p>・基本方針Ⅲ 2(1)</p> <p>※ 要求性能として追加すべき項目はないか。</p>

(2) 基準見直し案のイメージ

前項で記述した「目的と機能」及び「要求性能」が、現行の設計基準等と整合が図れるのかを確認するために、漁港施設の外郭施設である重力式防波堤と漁場施設である魚礁について、基準見直し案を作成した。以下は、それぞれ抜粋したものである。

第5編 外郭施設

第1章 一般

1. 1 目的と機能

外郭施設は、係留施設、水域施設、機能施設等を波、漂砂、潮汐、河川流、風等による悪影響から防護することを目的とした施設である。

【解説】

外郭施設の機能は、施設毎に以下のように分類される。

- ①波浪を制御して港内静穏度を向上させる機能：主として防波堤、突堤
- ②漂砂等から航路及び泊地の水深を維持する機能：主として防砂堤、導流堤
- ③漁港区域内の土地への波・高潮等による海水の進入を防止する機能：主として護岸、堤防、水門、胸壁
- ④海岸の決壊の防止・保全する機能：主として突堤、堤防、護岸
- ⑤航路等の水位を調整する機能：閘門

1. 2 要求性能

規模と配置については、外郭施設によって防護される漁港漁場施設の利用状況を考慮して、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。

構造については、自重、水圧、波力、土圧、地震力等の外力に対して構造耐力上安全なものとするとともに、外郭施設によって防護される漁港漁場施設の利用状況を考慮して、当該漁港漁場施設を安全かつ円滑に利用するため適切なものとするほか、波や風によって当該漁港漁場施設の機能が低下するおそれのあるときは、機能低下が生じないようこれを防止する措置を講じるものとする。

【解説】

外郭施設の規模と配置及び構造を検討する場合、以下に配慮する。

- 良好な天然の藻場が形成されている水域などでは漁港の良好な静穏性を水産動植物が成育できる場として積極的に活用を図られるよう、その生育環境に配慮した構造とする。
- 水産物の品質・衛生管理への適切な対応がなされるよう外郭施設によって防護される水域の水質が低下するおそれが高い場合などには水質低下が生じないよう、当該水域外との海水交換に配慮した構造とする。

1. 3 設計の考え方

[基本的考え方]

外郭施設は、自然条件、経済的・社会的条件、周辺環境に及ぼす影響、経済性、防護される漁港・漁場の施設の利用状況等を考慮して、構造耐力上安全なものとするとともに、求められる機能と的確な工事の実施が確保されるよう設計するものとする。

【解説】

(1) 設計上の考慮事項

外郭施設の設計にあたっては、外郭施設が漁港の施設の中でも周辺の自然環境や漁村の景観に影響を与えることが最も懸念される施設であることを勘案しつつ、求められる機能が十分発揮されるよう次の事項について考慮するものとする。

① 自然条件

気象・海象条件、地形・地質条件、漂砂の状況、生物の生息状況など

② 経済的・社会的条件

漁業の操業実態、漁船の航行、漁船の諸元、周辺水域における増養殖等の水面の利用状況など

③ 周辺の環境に及ぼす影響

沿岸域における動植物の生態系、自然及び漁村の景観、海浜地形、水質への影響など

④ 工事や施設の維持管理に係る経済性

⑤ 外郭施設によって防護される漁港・漁場施設の利用状況

係留漁船数、陸揚げ状況など

外郭施設は、前記の事項を考慮しつつ、構造上の安全性を確保するとともに、親水機能を付加する場合にあっては、安全かつ円滑な利用へ配慮した構造とする。

(2) 性能照査について

性能照査の方法には、本手引きに記載している手法のほか、性能規定を満足することを証明できる信頼性のある適切な手法を用いるものとする。

例えば、防波堤等の安定性の照査方法では、許容応力度法（安全率法）を用いることができる。しかし、施設の重要度に応じて、信頼性設計法、数値解析法、模型実験又は現地試験に基づく方法を用いることも可能である。

ただし、現在の技術知見が不十分などの理由により適切な手法がない場合、過去の経験に基づく方法によることができる。

～～～ 以降、省略 ～～～

第11編 魚礁

第1章 一般

[目的・機能]

魚礁は、水産生物の漁獲の増大、操業の効率化及び保護培養を行うための施設である。

【解説】

魚礁は、機能上から以下のように分類される。

- ①水産生物の餌場、産卵場、棲み場等としての機能：沈設魚礁
- ②魚類を効率的に増集等する機能：浮魚礁

[要求性能]

対象生物の分布・行動などの生態、漁業の実態を考慮するとともに、造成漁場の効率的な利用や的確な管理が行われるよう、その機能を十分に発揮させるため適切なものとする。

流体力、自重、設置時の衝撃力等の外力に対して構造体力上安全なものとするとともに、造成漁場の円滑な利用や的確な管理を行うため適切なものとするほか、洗掘、埋没又は沈下により当該施設の機能が低下しないよう考慮する。

[基本的な考え方]

魚礁は、対象生物の分布・行動等の生態、地形や海象等の自然条件、漁業の実態と経済性等を考慮するとともに、造成漁場の効率的な利用や的確な管理が行われるよう配慮すること。

また、構造耐力上安全なものとするとともに、求められる機能と的確な工事の実施が確保されるようにすること。

【解説】

(1)機能と種類

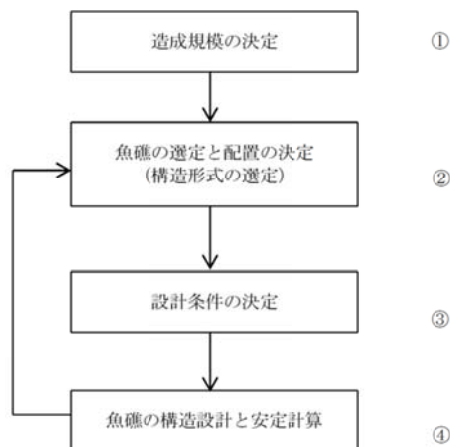
一般的に魚礁とは、天然魚礁と人工魚礁を指すが、本書においては、水産整備基盤事業で整備される人工魚礁を単に魚礁と称する。

魚礁設置の目的は、対象生物の整理・生態に合わせて、餌場、産卵場、棲み場等としての環境を整備することで、対象とする水産生物の漁獲の増大、操業の効率化及び保護培養を図ることにある。魚礁は、造成対象海域の生物学的条件、波・流れや地形などの物理的な条件、その海域で行われている漁業の種類などによって、適切な施設の構造、材質、規模、配置などが異なるため、地域特性を十分に考慮したうえ、その機能を十分発揮できるように設計する必要がある。

魚礁の種類を大別すると、海底面に重力で安定する沈設魚礁と、係留索とアンカーにより固定され浮力で海表面あるいは海中に位置する浮魚礁がある。

(2)設計フロー

魚礁の設計フローは、図〇-〇-〇のとおりである。



図〇-〇-〇 魚礁の設計フロー

①造成規模の決定

対象魚種について、計画漁獲量を増集させるために必要な魚礁の規模を決定する。

②魚礁の選定と配置の決定

対象魚種、対象漁法、他の漁業の形態、造成海域の自然条件・施工条件、材料特性等を考慮して、魚礁を選定するとともに、適切な配置を決定する。

③設計条件の決定

「本編第2章 沈設魚礁」及び「本編第3章 浮魚礁」を参照する。

④魚礁の構造設計と安定計算

「本編第2章 沈設魚礁」及び「本編第3章 浮魚礁」を参照する。

⑤性能照査の方法

性能照査の方法には、性能規定が満足することを証明できる信頼性のある適切な手法を用いるものとする。防波堤の性能照査方法では、許容応力度法（安全率法）を用いることができる。また、施設の重要度に応じて、信頼性設計法、数値解析法、模型実験又は現地試験に基づく方法を用いることができる。ただし、現在の技術知見が不十分などの理由により適切な手法がない場合、過去の経験に基づく方法によることができる。

⑥「①造成規模の決定」、②「魚礁の選定の配置の決定」は、文献1)を参照することができる。

～～～ 以降、省略 ～～～

Ⅶ. 考 察

本調査の目的は、最終的に漁港施設の設計に性能設計を導入するための設計基準の改定案を作成することである。

本調査では、性能設計にかかる問題点、課題を抽出し、更に漁港漁場施設としての性能設計への考え方、取り組み方を整理できたと考える。港湾施設の基準のような、本格的な性能設計体系とするためには技術的な課題も多く、今後は段階的な基準の改定が望ましい。

本調査の成果により、漁港漁場施設の設計基準の性能設計化が実施され、合理的な設計体系に基づいた施設整備が可能となり、施設整備を行う際の安全性・機能性の向上、及び施設設計に関する評価技術の向上が期待される。

Ⅷ. 摘 要

本調査の成果として、性能設計化への段階的な移行に向けた当面の方向性として、「目的と機能」及び「要求性能」が整理され、現行の設計基準等との整合を図る方策を示すことが出来た。

また、これを基本として「設計の手引き」の改定素案（イメージ）について基本的な方向性を示すことができた。

さらに、性能規定化を行う場合でも下記のように性能規定化を先行している港湾施設等との相違点等が存在し、これらを技術的に解決する必要があることが判った。

□法的な取り扱いの相違

- 漁港法には、「基本方針」に技術的指針に関する事項が記載されており、「設計の手引き」はこれに準じたマニュアルとして位置づけられている。
- 港湾（国土交通省）では、港湾の施設に関する目的、要求性能、性能規定を省令、告示で明確に位置付けている。

□漁港施設と港湾施設の相違点（性能設計の観点）

- 漁港は水深が浅く、対象船舶も比較的小型であることから規模が小さな施設が多い。
- 港湾の数に比べて漁港の数が多い。また、漁港管理者は、縣市町村と多岐に渡る。
- 一般的な耐用年数（供用期間：漁港 30 年，港湾 50 年）が異なる。
- 設計波圧の算出方法については、水産工学研究所から合田式の準用（有義波を適用）について提言されている。
- 漁港施設の背後には集落が接している地域が多く、重要度の考え方に注意が必要。

□性能規定が困難または、その検討に時間を要すると思われる施設

- 設計の手引きの「第 9 編 その他の漁港施設」、「第 10 編 漁港集落環境整備施設」は参考になる類似事例がなく、施設の特性からも性能規定化は難しい。
- 設計の手引きの「第 11 編 魚礁」、「第 12 編 増殖場」、「第 13 編 養殖場」、「第 14 編 漁場環境保全工」については、構造の安定性や部材についての性能規定を提案しているが、照査方法の検討に時間を要する可能性がある。
- 自然協調型の構造物についての性能規定化は難しいが、港湾の環境共生施設では、指標種、目標値、評価方法などを検討している事例がある。
- 衛生管理施設については、基準が要求性能そのものと考えられる。施設を構成する部材等の設計は、主に建築や設備が主体となることから、他とは異なる取り扱いの検討が必要と考えられる。

□技術的な懸案について

- 「設計の手引き」に示されている設計震度は、裏付けとなる根拠が古いため、新たな技術的知見を考慮すべきある。
- 偶発作用（レベル2地震、津波等）の取り扱いに関する議論が必要である。
- 設計に供する波浪の再現期間を従来の30年とするか、港湾等に準拠した50年に引き上げるか？（今後、部分係数の設定等に影響する）
- 要求性能における各作用の年超過確率は港湾と同等の0.01程度でよいか？
- 要求性能として「施工性」「維持管理性」を規定するか？（機能保全計画などに影響がある事項）
- 漁港施設のうち、性能照査方法として部分係数法が適用可能なものと適用できないものが分類されていない。
※現行法を経験的な照査方法として定義する方法も考えられる。
※港湾の防波堤に関する部分係数は、方塊式、セルラーブロック式などで設定されていないものがある。
- 全面的に信頼性設計法を導入する場合、技術的な確認審査機関など整備を検討する必要がある。

一方、本調査の成果として、漁港漁場施設の性能設計化に向けたアクションプランが提案されるとともに、現行の設計手引きにおける技術的課題について早急に解決する必要があることが判った。

今後は、技術的課題の早期解決と同時に、行政的課題の解決も速やかに図る必要があり、一体的な検討を進めていく枠組み作りも重要である。

Ⅸ. 引用文献

本調査では、以下に示す各技術基準・文献を参考としている。

- ISO2394 「構造物の信頼性に関する一般原則」
- 「漁港漁場整備事業の推進に関する基本方針」（平成19年6月変更）
- 「漁港・漁場の施設の設計の手引き」（2003年版）
- 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」平成19年7月
- 「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」平成16年6月
- 「道路土工指針」平成21年
- 「道路橋示方書」平成14年
- 「漁港基準国際化に関する報告書」平成16～18年度