浮体式防波堤および浮体式消波堤の設計・施工マニュアル（案）

（一社）漁港漁場新技術研究会
外郭施設多機能化研究部会
浮体式防波堤専門部会

㈱三井住友建設鉄構エンジニアリング　篠永卓也（座長）
エム・エム　ブリッジ㈱　　木原一禎（副座長）
日立造船㈱　松下泰弘（AITEF　理事）

＜内容＞

0. 水産庁関連施策

0-1　漁港漁場整備長期計画（平成29～R03年度）の考え方
0-2　養殖業の生産機能の強化対策
0-3　まとめ

1.　浮体式防波堤専門部会の活動

2.　浮体式防波堤及び浮体式消波堤の設計・施工マニュアルについて

2-1　総則
2-2　基本設計
2-3　詳細設計
2-4　維持管理
2-5　施工実績

0.水産庁関連施策

0-1 漁港漁場整備長期計画（平成29～R03年度）の考え方

水産業をとりまく情勢

■水産業が抱える諸課題
- ○全国的に厳しい漁業経営状況
- ○国内の水産物需要が減少の一方で、世界的な水産物需要の増加
- ○引きつづき厳しい水産資源状況
- ○海水温の上昇や自然災害の激甚化
- ○漁業者の減少・高齢化

■政府課題への対応
- ○農林水産業の成長産業化と輸出促進（農林水産業の輸出力強化戦略）
- ○気候変動への対応（農林水産省気候変動適応計画）
- ○大規模自然災害への適切な対応（国土強靭化基本計画）
- ○渚泊、インバウンドの推進（まち・ひと・しごとの創生総合戦略）
- ○社会資本ストック効果の最大化（経済財政運営と改革の基本方針2016）

漁港漁場整備長期計画

水産基本計画との連携の下、今後5年間（平成29～R3年度）に以下の課題に重点的に取り組む

＜重点課題1＞ 水産業の競争力強化と輸出促進
- ◆品質や付加価値の向上、生産の効率化等に資する漁港の生産・流通機能の強化
- ◆国内への安定的な水産物供給と、輸出先国のニーズに対応した生産・流通体制の確保

＜重点課題2＞ 豊かな生態系の創造と海域の生産力向上
- ◆水産生物の生活史に配慮した広域的な水産環境整備
- ◆広域的な藻場・干潟回復対策
- ◆海水温上昇等に対応した漁場整備への取組
- ◆沖合域の生産力向上

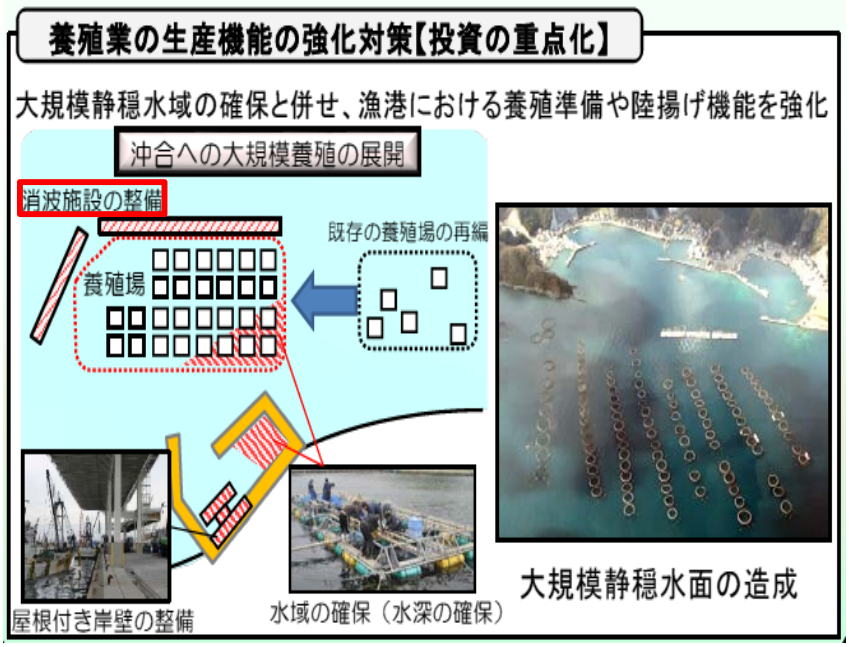
＜重点課題3＞ 大規模自然災害に備えた対応力強化
- ◆東日本大震災からの復旧・復興
- ◆災害時の救援活動、物資輸送等の拠点の整備
- ◆被災後の水産業の早期回復対策
- ◆台風・低気圧災害対策の強化

＜重点課題4＞ 漁港ストックの最大限の活用と漁村のにぎわいの創出
- ◆都市住民や外国人観光客等による漁村への訪問を推進
- ◆女性・高齢者等にとって住みやすく働きやすい漁村づくり
- ◆施設の長寿命化対策による漁港機能の維持・保全
- ◆漁港ストックの有効活用

＜共通課題＞漁港漁場施設の管理の高度化（ICTを活用した漁港漁場施設の管理や機能保全の効率化など）

3

0-2 養殖業の生産機能の強化対策



4

例　浮消波堤の整備による養殖ブリ･マダイの生産量増：愛媛県北灘地区

概　要

○北灘地区におけるブリ類養殖は、昭和54年のピーク以降、閉鎖性湾内での漁場環境の悪化により生産が落ち込んだ。

○昭和59年以降、**水質環境の良い沖合に順次移動し、静穏域の確保のための浮消波堤や係留施設を整備した(H14～H25)。**また、ブリ類養殖場の沖合への移動により空いた湾内のスペースを有効に活用してマダイ養殖を実施。

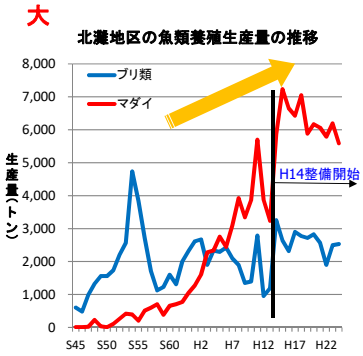
○ブリ類、マダイともに、地区の生産量が飛躍的に増大した。

対　策

事業名　:水産生産基盤整備事業
平成25年度完成

効　果

地区の生産量が飛躍的に増大



昭和59年以降造成した沖合養殖場で養殖を開始

6

AITEF　第5回技術報告会
浮体式防波堤専門部会

0-3　まとめ

・漁港漁場整備長期計画な推進のため、**養殖業の生産機能の強化対策**が重要。漁業区域の強靭化対策にもつながる。

・養殖業の**沖合展開発展のための基盤整備**として、消波施設としての**浮消波提のニーズが高まりつつある**。

・浮消波提の利点は、**背後地の静穏度確保**の他、養殖業に重要な**海水交換、底質改善が期待**できる。
　また、荒天時においては、**背後地の防災機能**も有する。

6

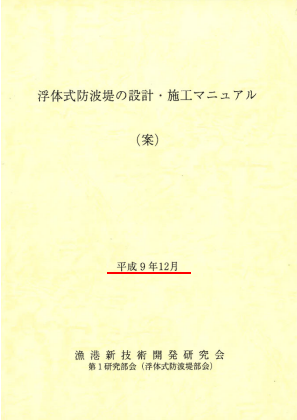
1.浮体式防波堤専門部会活動

大水深、軟弱地盤の海域について、経済性や施工性で有効であり、また海水交流を阻害しない環境に優しい構造物である浮体式防波堤の開発を研究テーマに活動。

浮消波提は、1980年代後半から1990年代　技術開発が活発化し、漁場を中心に整備が加速したが、2000年に入り減速。

2018年12月の漁業法改正を機に再度ニーズが高まっている。

浮体式防波堤専門部会　1997年以降改訂なし


浮体式防波堤の設計・施工マニュアル

（案）

平成９年12月

漁港新技術開発研究会
第１研究部会（浮体式防波堤部会）

2020年度改訂に着手

研究の経緯】

昭和60年度	(1985年)	浮防波堤技術資料・アンケート調査表の作成
61年度	(1986年)	漁港施設としての浮防波堤の設計及び提案
62年度	(1987年)	設計・施工マニュアルの作成
63年度	(1988年)	現地調査要領の作成
平成元年度	(1989年)	現地調査（初回）
2年度	(1990年)	現調査報告書の作成
5年度	(1993年)	現地調査（2回目）要領
6年度	(1994年)	現地調査（2回目）
7年度	(1995年)	現地調査（2回目）報告書の作成
8年度	(1996年)	設計・施工マニュアル改訂（案）の作成
9年度	(1997年)	〃　発刊

23年ぶりの改訂

令和元年度	(2019年)	設計・施工マニュアル(案)　大幅改訂発議
2年度	(2020年)	設計・施工マニュアル(案)　大幅改訂（案）の作成＆発刊

2. 浮体式防波堤及び浮体式消波堤の設計・施工マニュアル改訂内容

目次

第1章　総　則
第2章　基本設計
第3章　詳細設計
第4章　施　工
第5章　維持管理
第6章　不規則波の消波性能の計算例
第7章　浮防波堤および浮消波堤の施工実績

1997年の現マニュアルからの主要な改訂事項

① 浮体式防波堤と浮体式消波堤の両方を対象とした。

② 計画、設計、施工まで網羅した内容に充実。
基本設計、詳細設計範囲の明確化を図った。

③ 浮防波堤（浮消波堤）の**諸元決定のための消波特性曲線の掲載**
1980年代から1990年代にかけて、考案されて新形式の消波構造について、消波特性曲線を掲載した。
これにより、基本設計時の形式選定の根拠資料として活用できるようになった。

④ 波力の評価式を2015年の漁港・漁場の施設の設計参考図書の記載内容に修正した。
・単位系をSI単位系に修正
・波力について、**合田式を追加**
・**定常外力の算出方法と係留設計時の注意事項を記載**した。

⑤ 被覆防食・電気防食工法に関する最新工法を掲載。
被覆防食、電気防食について、最新の知見を掲載し、設計マニュアルに反映した。

⑥ 耐久性向上のための留意事項の記載。（既設の施工事例写真をもとに解説）
20年以上が経過した浮体の維持管理記録をもとに、**設計・製作上で配慮すべき事項について、写真を交えて掲載**した。

⑦ 施工実績整理。（1977年～2019年）
1977年以降、施工された浮防波堤および浮消波提の実績を整理した。設計条件、要求性能を（消波）掲載。

⑧ 維持管理点検に関する記述を充実させた。

2－1 総則

浮体式防波堤（浮消波堤）の特徴

①浮体をチェーンとアンカーで係留

②海水交換を妨げない

③消波性能に応じて、浮体サイズが決まる

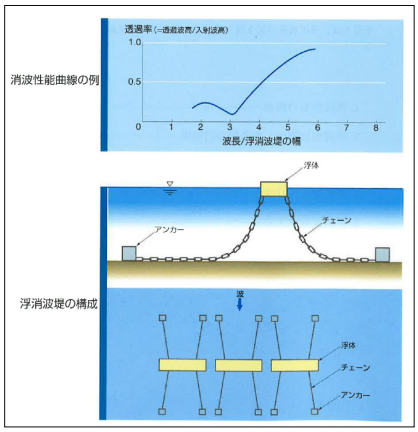
④長周期波（9秒以上）の消波効果が低い

⑤大水深・軟弱地盤の海域では経済性や施工性で有利である

⑥浮体本体は陸上製作、現地では係留系の設置と浮体据付のため、現場工事期間が短い

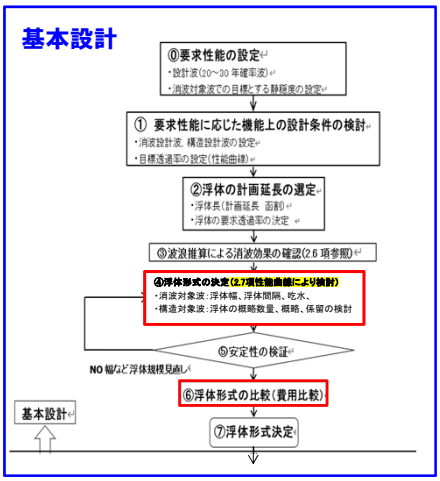
⑦移動や撤去が可能

⑧耐用期間に応じて浮体本体のリプレイスやチェーン交換が必要



基本設計：消波の対象となる波浪（消波対象波）に対して、所定の静穏度が得られるように、浮体の消波性能を検討しながら、形状、寸法を決定する。

詳細設計：供用期間中に起こり得る最大の波浪に対（構造対象波）して、浮体や係留部の設計を行う。設計の各段階においては、必要に応じて水理模型実験を行うことが望ましい。



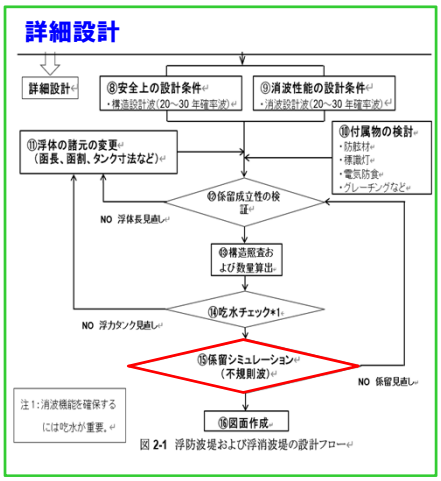
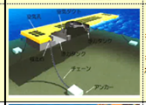
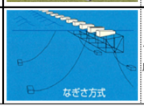


図 2-1 浮防波堤および浮消波堤の設計フロー

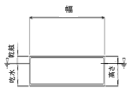
2－2 基本設計

消波形式の特長

消波方式	消波の原理	名　称	構造の特徴など		適用事例
反射方式	浮体側面（側壁）からの反射作用による消波効果を主体に、流体動揺の位相差・摩擦などの複合的な作用により消波する。	① ポンツーン式（箱型）		・消波体は箱型浮体（ポンツーン）であり、外壁とこれを支持する内部骨組、及び水密隔壁によって構成され、内部は空洞である。 ・λ/B(1～4) の海域に適する。 ・RCハイブリッド式・PCハイブリッド式の適用事例がある。	◎
共鳴方式	消波原理を箱型形式に対して改良・発展させたもので浮体遮水部の水流の動きを利用し、浮体の運動・浮体が作り出す発散波を制御し、入射波と干渉させて消波する。 箱型より消波性能が高い構造である。	② 振動制御式 （長波長型/短波長型）		・消波体は鋼製浮体であり、水密性を確保した浮力タンク部と水の動きで浮体動揺を制御する制御タンク部で構成される。 ・鋼製浮体の水の動きを使って浮体の動揺を制御し、波のエネルギーを相殺することで消波効果を発揮する。 ・短波長型と長波長型とがあり、λ/B(1～6.5) の海域に適する。	◎ （短波長型）
		③ 内部水流振動型		・波長の長い水域用に開発された方式であり、λ/B(1～8) の海域に対し有効である。 ・波長の長い波の海域では、幅を狭くコンパクトな構造が可能となる。	○
		④ 空気制御式		・外観はポンツーンに類似しているが、空気室と浮力タンクの2つの構造を持つ。空気室は底がない構造になっている。 ・内部の水運動により起こる波を入射波と干渉させ消波する。水の運動量を消波に合った大きさにするために、空気孔と空気ダクトにより空気の流れを調整する。 ・適用事例は非常に少ない。	○
		⑤ 三重バリヤ式		・前後のバリヤとフロートによる三重バリヤ構造によって主として反射作用による消波効果を図っている。 ・フロートが中央に配置されており、ローリング運動が生じにくい。 また、バリヤとフロートの間に大量の海水を抱えることにより慣性力が増大するため、動揺を抑えられる。 ・構造上ある程度の幅が必要になり、漁港での事例ではいずれも幅10m以上である。	△
砕波方式	水面付近に設置した傾斜板・格子状浮体により波を強制的に砕波・消散させ消波する。	⑥ なぎさ式		・格子状の堤体に取り付けられた傾斜板と浮力タンクによって構成される。 ・構造上ある程度の幅が必要になり、漁港での事例ではいずれも幅10m程度である。 ・適用事例は少ない。	△

漁港・漁場で整備される主要な、構造形式の断面形状を以下に示す

① 箱形形式



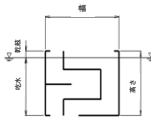
瀬戸内海など比較的周期の短い海域の適する。
適用波周期は3～4.5秒程度の実績が多い。

② 短波長型

箱形形式より適用波周期が長い。波周期が、5～5.3秒程度の海域での実績が多い。

今回追加した形式

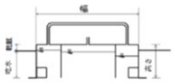
③、④内部水流振動型



a) 内海短波長型
5.5～6.0秒程度の波周期での実績が多い。

a) 外海長波長型
～9秒の長周期波での対応が可能である。効果レンジが最も広い。

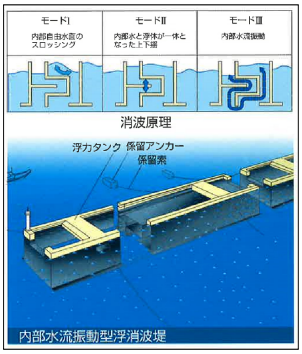
⑤ 空気制御式

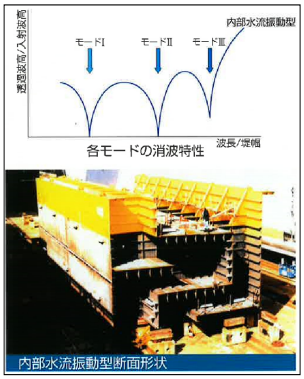


浮体高さが小さくできるため鋼材重量が軽減する。

波周期約 4.0～7.5 秒程度の範囲で実績を有する。

内部水流振動型／長周期対応





消波体は鋼製構造

・入射波と浮体の位相差により入射波を反射させる型式

断面内の2つの長い水流経路が屈折して設置され、浮体の動揺と水流経路を流れる水との相対運動を利用、水流経路の長さ設定により振動流の固有周期を調節し、反射特性を向上させ消波する

消波性能曲線

マニュアル P17 図2-3参照

参考(対応周期の目安)
- 箱型 (～4.5秒)
- 短波長型 (～5.3秒)
- 内海型内部水流 (～6.0秒)
- 外海型内部水流 (～8.0秒)

2－3 詳細設計

① 設計時に配慮すべき事項（抜粋Ⅰ）

経年の浸水により、水密タンク下方に海水が滞留。腐食が進行（20 年経過

マンホールからの海水の浸入により朽ち果てた梯子（20 年経過後）

写真解 3-1 タンク内で腐食が進行した事例(20 年経過後)

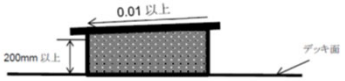
写真解 3-4 完全水密が保たれたタンク内部と水漏れが生じたタンク内部(20 年経過後)

無塗装→内面塗装(変性エポキシ)に改訂

② 設計時に配慮すべき事項（抜粋Ⅱ）

写真解 3-2 水密タンクマンホール蓋が腐食進行した事例(20 年経過後)

写真解 3-3 劣化したが、止水に寄与したパッキン(ネオプレーンゴム 10mm 20 年経過後)



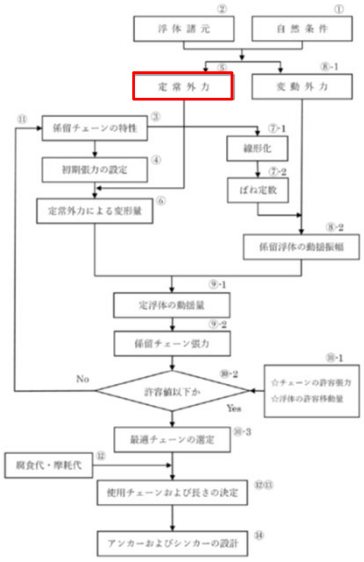
図解 3-1 マンホール例

③ 設計に配慮すべき事項 係留設計

(1) 検討フロー

チェーンの選定は、浮体の動揺量を考慮した不規則波による動揺シミュレーション解析を基本とする。

検討の参考フローを図解 3-11 に示す[1]。また、図解 3-12 形状図を示す。



図解 3-11 チェーン方式の設計フローチャート

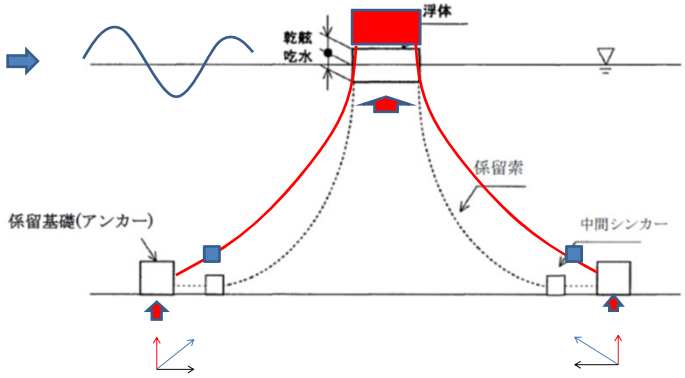
定常外力評価式についての注意項を明記

港外に設置されるケースが多い

係留外力として作用する外力として、漂流力の簡易式は、使用法に注意が必要。

・喫水側面の面積で外力を算出する評価式である。

排水量が大きな浮体は時に注意

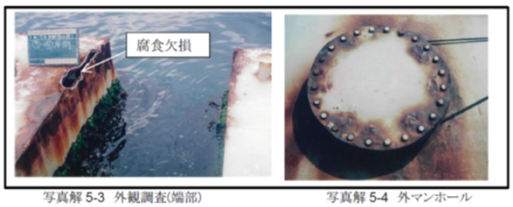


排水量が大きいと波による上揚力が大きく アンカーが持ち上がり、浮体が移動するリスクが上昇

2－4 維持管理

浮体の調査事例を写真で解説

写真解 5-1 乾舷測定



写真解 5-3 外観調査(端部)　写真解 5-4 外マンホール

写真解 5-2 外観調査(全景)

写真解 5-5 頂部孔食

写真解 5-8 防食電位測定　写真解 5-9 陽極形状

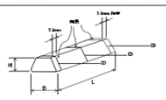
表解5-4　定期点検記録表（案）

点検日	年　月　日	天候	
漁港名		点検者氏名	
浮体構造形式		点検者所属	

検査規模　：　長さ　×　幅　×　高さ　×　乾舷　×　基数　（号基）

=　×　×　×　×　号基

各調査項目に対して該当する変状があれば有をチェックする。（例：✓）
変状番号を記入し、図面・写真で変状箇所・状態がわかるようにする。（例：①②・・・）

調査位置		変状の有無	変状の項目	有 不具合箇所	チェック	変状番号
施設全体		利用状態	使用条件外の利用がある・利用障害がある			
全体配置		法線のずれ・変位	浮体の法線がずれている。浮体が傾いている			
浮体本体	頂版	本体の損傷	著しい損傷、変状、発錆が見られる。			
			塗装の浮き、剥離が見られる。			
			コンクリート系の場合、ひび割れ、錆汁が見られる。			
	側壁	本体の損傷	著しい損傷、変状が見られる。（流木などの衝突跡）			
			塗装の浮き、剥離が見られる。			
			コンクリート系の場合、ひび割れ、錆汁が見られる。			
	マンホール部	蓋の錆、締まり具合	著しい損傷、変状が見られる。			
			ボルトが緩んでいる			
	乾舷（4隅）	寸法計測・傾き	乾舷ライン線より沒んでいる。 浮体に傾きが見られる			
	係留チェーン取り付部	チェーン取付・損傷・亀裂	損傷・発錆が見られる。			
		鋼板の腐食	発錆・腐食がみられる			
		シャックル・脱落	緩み・脱落がみられる			
	緩衝用防舷材	ゴムの損傷・亀裂	損傷・亀裂がみられる			
		ボルト、ナットの緩み・脱落	緩み・脱落がみられる			
	係船柱（係船環）	損傷・変形・錆	損傷・変形・発錆がみられる			
		ボルト、ナットの緩み・脱落	緩み・脱落がみられる			
	その他付帯設備	標識灯	損傷・発錆が見られる。			
係留チェーン	チェーン	係留	減肉が見られる			
		リンク	キンク箇所がある			
		摩耗				
防食電流	アルミ合金陽極	防食電位	電位測定において、測定電位が-800mV以下であることを確認。			
		陽極消耗量計測				

２－５　施工実績

マニュアル　P111参照

ご清聴ありがとうございました

（一社）漁港漁場新技術研究会
外郭施設多機能化研究部会
浮体式防波堤専門部会