

耐震・耐津波対策に関する設計事例集

令和8年9月

目次

耐震・耐津波対策に関する設計事例集について	1
I 事例収集結果	6
II 整理事例一覧表	15
III 事例の紹介	18
第1章 外郭施設（耐震対策）	18
第2章 外郭施設（耐津波対策）	36
第3章 係留施設（耐震対策）	49
第4章 係留施設（耐津波対策）	97
IV 参考資料	109
その他対策工法	109
全事例一覧表.....	121

○背景

我が国の沿岸地域において、漁港は水産業の生産・流通を支える基盤であると同時に、地域住民の生活や防災においても重要な役割を担っています。しかしながら、沿岸域に立地する漁港や漁村は、地震・津波等の自然災害に対して脆弱であり、過去の大規模災害において甚大な被害を受けてきました。

2011年3月に発生した東日本大震災では、強い地震動および巨大津波により、東北地方太平洋沿岸を中心に、多くの漁港施設が甚大な被害を受け、水産業のみならず地域社会全体に深刻な影響を及ぼしました。この教訓を踏まえ、水産庁では「平成23年東日本大震災を踏まえた漁港施設の地震・津波対策の基本的な考え方（平成26年1月）」を策定し、耐震・耐津波性能の向上や、被災後の早期機能回復を重視した施設整備の方向性を示しました。

以降、この基本的な考え方に基づき、全国各地の漁港において、主要な防波堤や岸壁等の耐震・耐津波対策が進められてきましたが、2024年1月に発生した能登半島地震では、再び多くの漁港施設が被災し、地震・津波災害の脅威が現在進行形の課題であることが改めて認識されました。また、切迫する南海トラフ地震、首都直下地震、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震などの大規模地震から国民の生命・財産・暮らしを守り、防災・減災対策を強化していくことを目的に、第1次国土強靱化実施中期計画が令和7年6月に策定されています。

○本書の位置づけ

こうした状況を踏まえ、本書は、「平成23年東日本大震災を踏まえた漁港施設の地震・津波対策の基本的な考え方（平成26年1月）」に基づき、東日本大震災以降に、実際に設計が行われた耐震・耐津波対策について、全国の漁港を対象に事例収集し、その一部を取りまとめたものです。各事例の整理にあたっては、計画・設計時における考え方や対策内容を中心に、設計条件や採用工法、設計上の留意点等を記載し、今後の漁港施設の設計や地震・津波対策の検討を行う際の参考となる技術資料として活用されることを目的としています。

なお、本書で紹介している事例は、耐震・耐津波対策として実際に採用された工法になりますが、対策効果等を客観的に評価したものではなく、適用性は種々の条件により変わり得るため、各漁港施設の設計条件、構造形式等を考慮して現地条件に適した設計を行う必要がある点に留意願います。

○本書の構成

- ・ 東日本大震災以降に耐震・耐津波対策を実施した漁港を対象に、漁港管理者等から収集した設計資料等を参考に、耐震・耐津波対策として実際に採用された工法の代表的な断面等を事例として取りまとめている。各事例は外郭施設と係留施設に分類し、粘り強い対策の実施有無で整理している。
- ・ 1 事例は 3～5 頁程度で構成される。
- ・ 各事例の 1 頁目には、基本情報（対象施設、構造形式等）、設計条件（潮位、対象津波、対象地震等）、採用工法（基本方針・決定根拠・留意点を含む）、平面図・断面図を記載している。2 頁目には決定断面と安定計算結果等、3～5 頁目には工法比較表や参考資料（FLIP の解析結果等）を掲載している。
- ・ 事例の整理内容の説明を次ページ以降に記載する。各事例集の様式説明を青字で示している。
- ・ 中央防災会議報告において、津波対策を構築するにあたり、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす「最大クラスの津波」と、最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く津波高さは低いものの大きな被害をもたらす「発生頻度の高い津波」の二つのレベルで津波を想定している。本書では記載の便宜上、「最大クラスの津波」を「L2 津波」、「発生頻度の高い津波」を「L1 津波」または「設計津波」として表現している。なお、これらの名称は本書における便宜的な区分であり、基準等における正式な用語・区分を示すものではない。

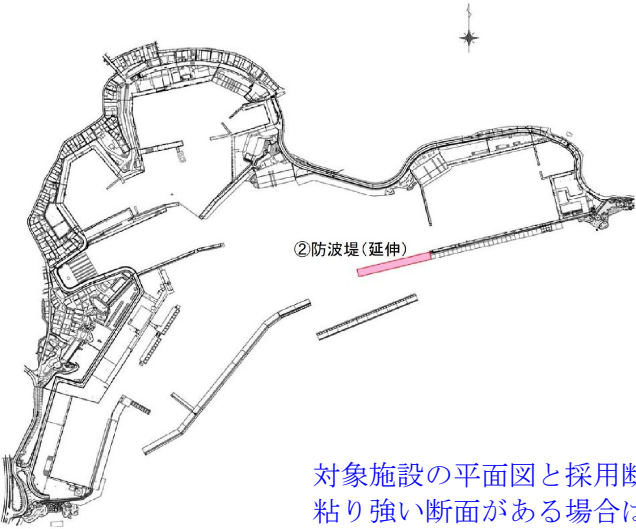
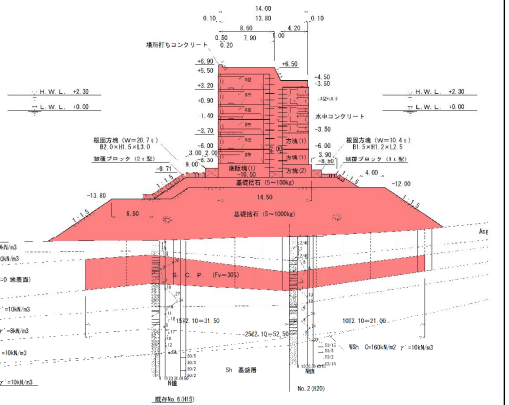
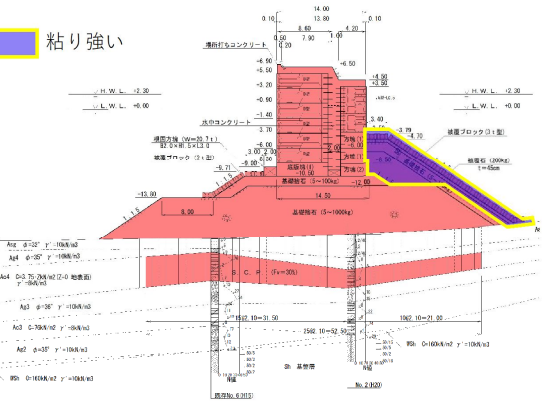
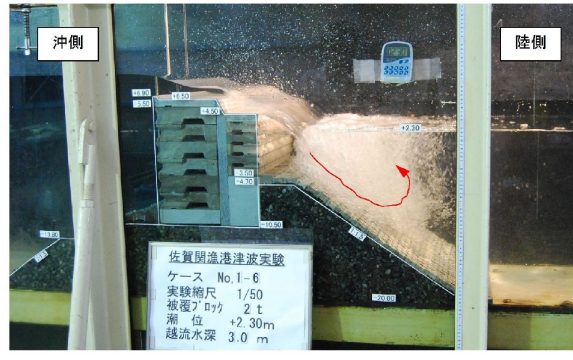
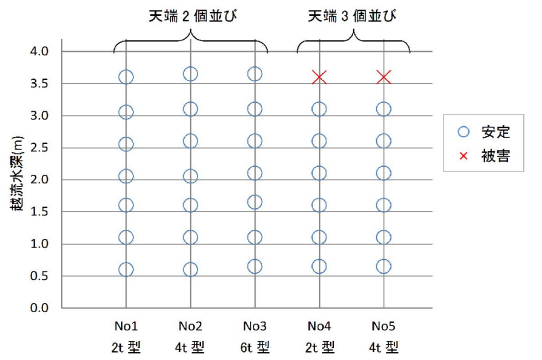
設計条件（外郭施設は波浪条件を含む）を記載
係留施設のレベル1地震は、地域別震度とは別にと津波
を発生させる地震等を考慮している場合があるためその
ような地震はその他として整理

改良の場合、現況構造
新設の場合、新設構造を記載

対象施設			防波堤	構造形式	重力式（直立消波ブロック）
目的			防波堤の新設（耐震・耐津波）及び粘り強い構造検討		
新設・改良			新設	粘り強い機能の有無	有
設計条件	潮位		H. H. W. L +3. 20, H. W. L +2. 30, L. W. L ±0. 00		
	波浪条件		沖 波 波 高 $H_0 = 8. 0\text{m}$, 周 期 $T_0 = 11. 9\text{s}$ 換算沖波波高 $H_0' = 4. 9\text{m}$, 有義波高 $H_{1/3} = 4. 6\text{m}$		
	津波条件	レベル1	最大津波高：D. L +3. 66（港外），D. L +3. 85（港内） 最大流速：0. 30m/s（港外）， 0. 60m/s（港内）		
		レベル2	最大津波高：D. L +7. 08 ※越流水深 1. 0m 程度 最大流速：4. 05m/s（港外）， 2. 77m/s（港内）		
	対象地震	レベル1	発生頻度の高い津波 東南海・南海地震（2003）：中央防災会議（平成 15 年 6 月）		
		レベル2	最大クラス 南海トラフ ケース⑪（内閣府 2012） 地盤沈下量：0. 80m（地殻変動：0. 55m，液状化：0. 25m）		
採用工法	機能強化の方向性 ※新設含む		対策の方向性：新設 対 策 工 法：防波堤の新設		
	粘り強い対策		対策の方向性：受動抵抗増大，洗堀防止対策 対 策 工 法：捨石の嵩上げ・拡幅，根固め・被覆工設置		
採用工法（新設含む）とその決定根拠などを整理 採用工法の 基本的な方針・決定根拠 ※粘り強い対策を優先表記			< 捨石嵩上げ天端高 > ・堤体高（防波堤天端高～防波堤設置高）の 1/3 程度 ・背後を-3. 0m 岸壁の利用船舶が利用する ⇒被覆ブロック-3. 5m < 捨石嵩上げ天端幅 > ・設計波高 $H > 3. 5$ より 3. 0m 以上かつブロック 2 個並び以上 ・津波越流による安定性を水理模型実験により確認		
設計上の留意点 ※粘り強い対策を優先表記 検討上の前提条件等、 留意事項を整理			・ブロック重量の算定は、「ハドソン式」、「ブレブナー・ドネリー式」、「イスバッシュ式」、「三井式」を比較検討しているが、「イスバッシュ式」は越流のため不適切、「三井式」は安定定数算定図適用範囲外のため参考値 ・ブロック天端幅は 3 個並びとした場合、水理模型実験により、越流した波の影響で飛散したため、2 個並びを採用		
キーワード			L2 津波対策，粘り強い，捨石嵩上げ拡幅，水理模型実験		

各事例に対する、キーワードを整理

整理事例一覧表と対応するNo.を記載 No.8

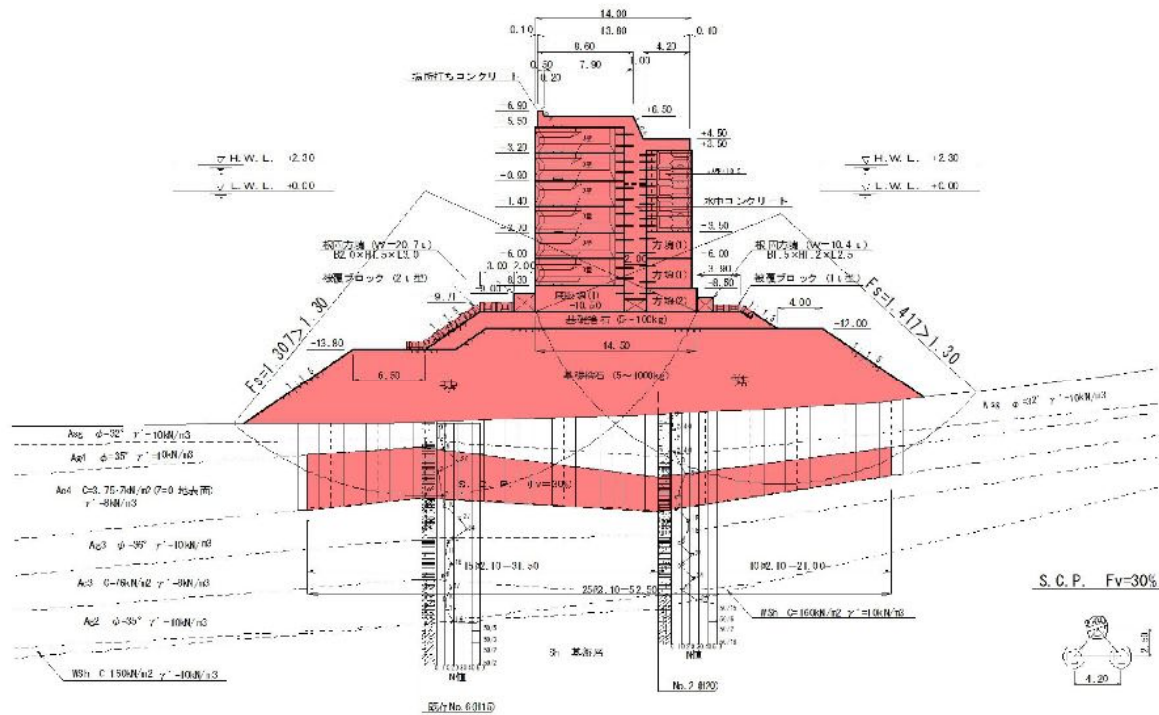
機能強化工法説明図		
平面図		
	対象施設の平面図と採用断面を記載 粘り強い断面がある場合は、別途断面を整理	
断面図	耐波設計による決定断面	粘り強い断面の付与
		
その他	・水理模型実験結果	
		
本設計に関する基本情報		
管理者：大分県，設計位置：大分県大分市佐賀関漁港内，設計年次：平成28年度		
設計位置や時期などの基本情報を記載		

水理模型実験やFLIP解析等、
通常設計を含め、特徴ある内容を記載

断面と安定計算結果を記載

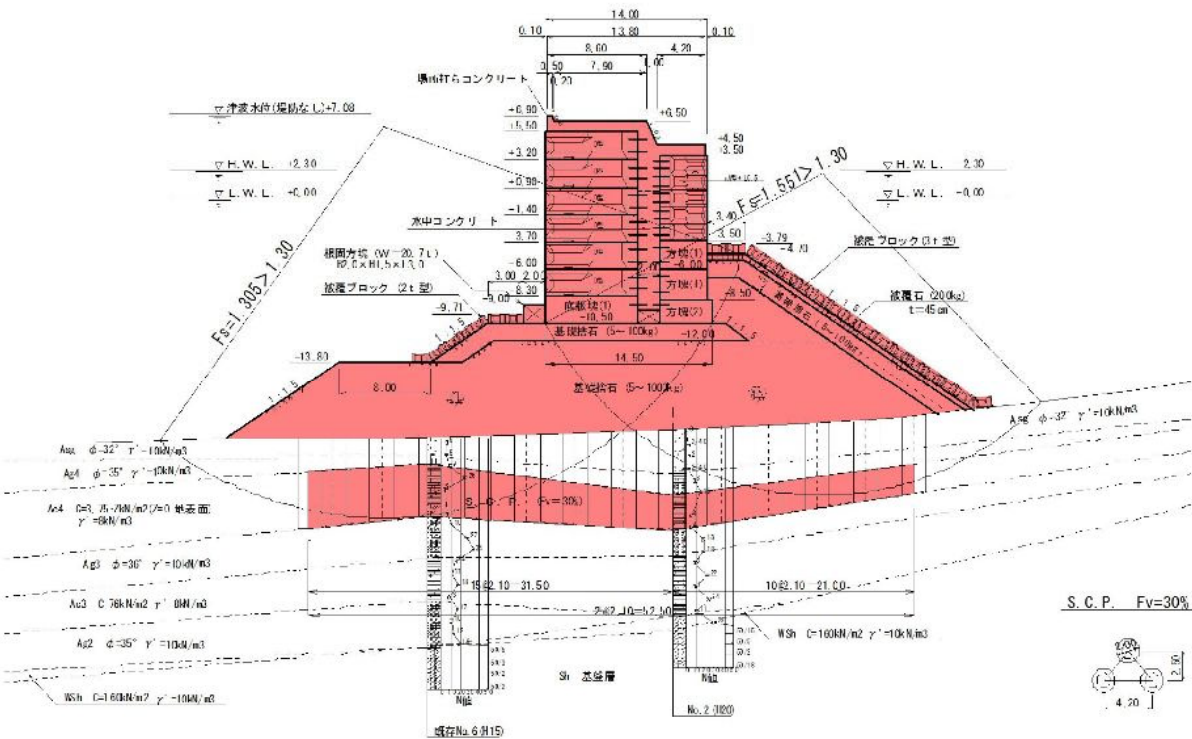
通常設計以外（例えば、粘り強い）の検討結果がある場合は、あわせて記載

安定計算結果（耐波設計による決定断面）



設計計算 (H. W. L. 時)								
天端高	天端高	+6.90 m	安全率	滑動(-10.5m)	1.271 > 1.2	端趾圧	P ₁	499.6 kN/m ²
	算定式	H _{WL} +1.0H+η		転倒(-10.5m)	1.719 > 1.2		P ₂	0.0 kN/m ²
	隣接天端高	+7.40 m	全率	偏心傾斜	1.003 > 1.0	捨石底面 地盤反力	q _{G1}	156.2 kN/m ²
	波圧算定式	合田式		直線すべり	1.592 > 1.2		q _{G2}	156.2 kN/m ²
全波力		1034.3 kN/m		円形すべり	1.307 > 1.3	基礎地盤支持力の算定 (-19.0m)	q _a =1/2.5(0.5・10.0・35.110-11.06+10.0・0.0・13.09)+10.0・0.0・0.0 =776.6kN/m ² > q _R OK	
被覆ブロックの重量算定			W= (2.3×4.6 ³) / (60×(2.3/1.03-1) ³)=1.99t					
・決定根拠 ― 滑動(HWL) , 端趾圧(HWL) , 偏心傾斜(HWL), 円形すべり(LWL) ・天端高 ― H. W. L. +1.0H+η =+2.30+1.0×4.6+0.0=+6.90m ・被覆材 ― プレバナー・ドレー式より堤外側 W=1.99tf =>被覆ブロック2t型を使用。(3ランク比較) =>背面側は、1/2のW=1.00(tf)被覆ブロック1t型を使用。(3ランク比較) 根固方塊は、H=4.0m以上5.0m未満より20.7tを使用する。背面側は、1/2のW=10.4t使用。 ・消波対象 ― 堤外側は、30年確率波 (Kr=0.4) 堤内側は、出漁限界波 (U=15m/s) Kr=0.3								

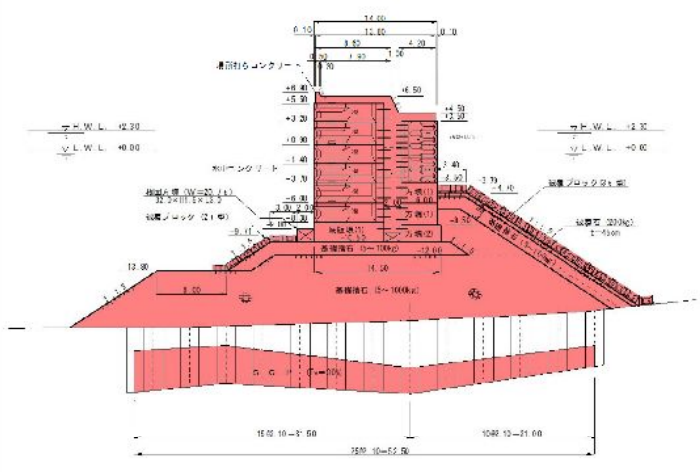
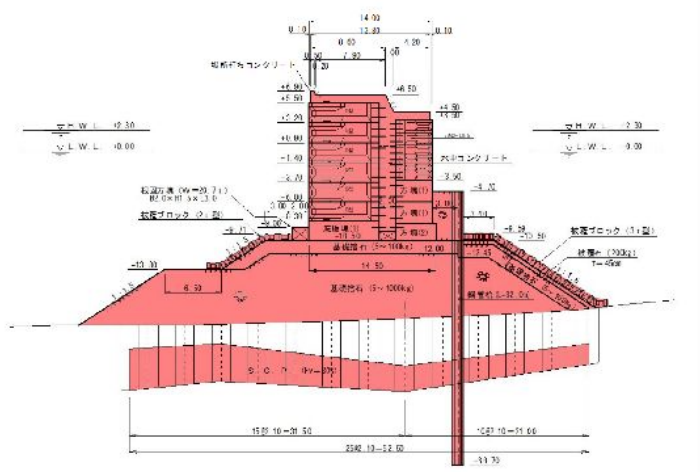
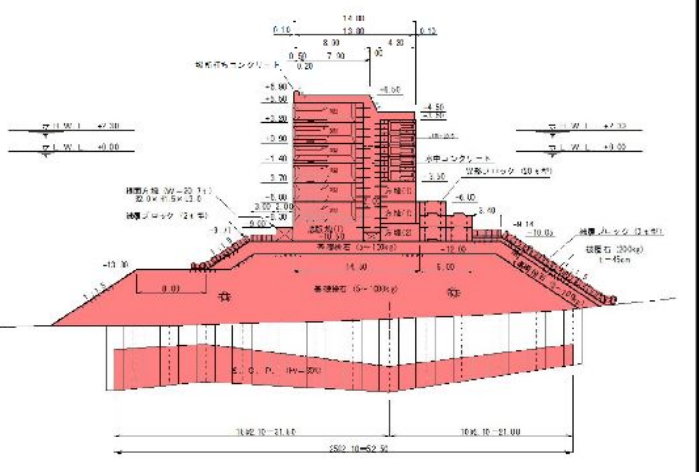
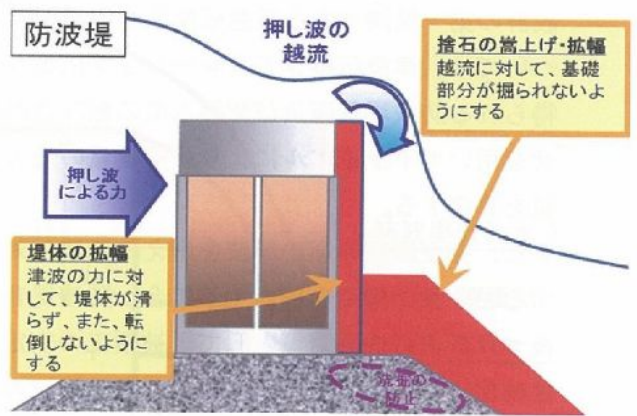
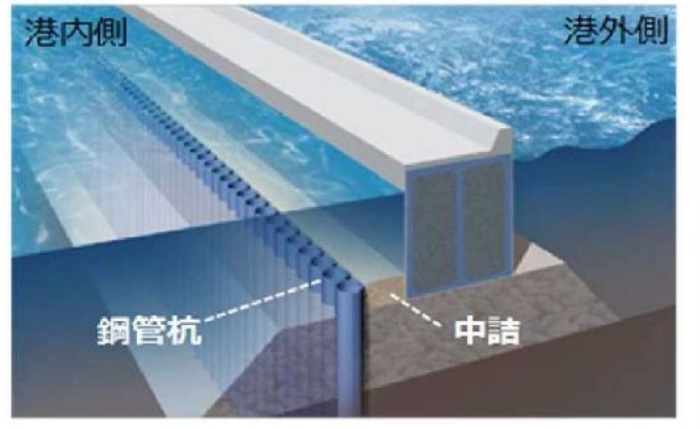
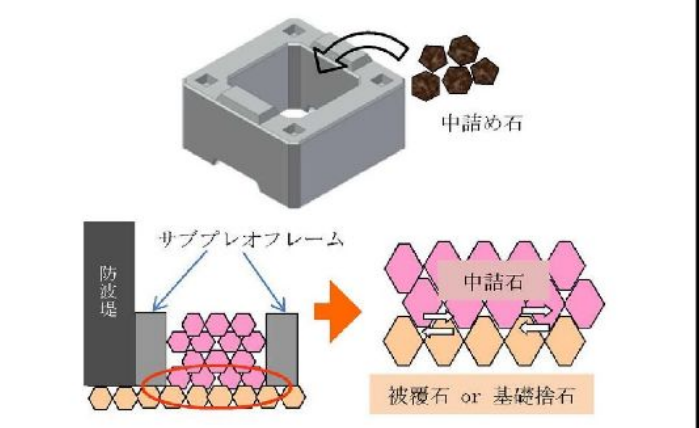
安定計算結果（粘り強い構造）



設計計算（最大クラスの津波に対する粘り強い構造）	
備考	・地殻変動量 : 0.55m (最大クラスの地震動)
	・最大流速 : U=4.05m/s (港外側 堤防あり), U=2.77m/s (港内側 堤防なし)
	・背後振幅高 : 堤体工高 = +6.90 - (-10.50) = 17.40m (マウンド高) 17.40m × 1/3 + (-10.50) = -4.70m と決定。
	・根固方塊 : 港外側 W=20.7t (H=4m以上5m未満の 20t~30tより決定) 港内側は無使用。
	・被覆ブロック : 波浪時及び津波の最大所要質量にて決定 港外側 プレバナー・ドレー式より堤外側 W=1.99tf =>被覆ブロック2t型を使用。(3ランク比較) 港内側 ドレー式より堤外側の1/2 W=2.66tf =>被覆ブロック3t型を使用。(3ランク比較)
	・被覆石 (港外側) : -1.5H以深であり、使用しない。
	・被覆石 (港内側) : 津波越流を考慮し、200kgf/個 (被覆ブロックの1/10~1/20)
	・本体工諸元 : 波浪作用IWL時にて決定。
	・円形すべり : 港外側 F=1.305 > 1.30, 港内側 F=1.551 > 1.30

3～5 枚目は主に断面決定にあたって検討された比較検討表を記載

粘り強い構造の比較

		案① 腹付け被覆マウンド工法	案② 鋼管杭式防波堤補強工法	案③ サブプレオフフレーム工法
断面図				
概念図				
粘り強い構造概要		・直立部の滑動および基礎マウンドと海底地盤の洗掘対策の基本的な構造で、防波堤背後の基礎マウンドを嵩上げ腹付る。また、腹付工の材料としては、基礎マウンドに用いられる捨石の利用が考えられるが、捨石のみでは洗掘されてしまう恐れがあることから、被覆工（被覆ブロック等）を腹付工の表面に設置する構造。	・港内側に鋼管杭を連続的に打設して鋼製壁体を構築し、直立部と杭の間に中詰めを施す補強工法である。メカニズムは、防波堤に作用した水平荷重が中詰めを含む杭と防波堤の間の地盤によって伝達され、杭がたわむことで杭背後の地盤の受働抵抗が働き、杭のたわみ性により、杭背後の受働抵抗が徐々に増加する工法。腹付工を行うのに背後に十分なスペースをとれない場合などに活用できると考えられる。	・四辺を無筋コンクリートの壁で囲んだ構造物で、中央の孔部に石を詰め（中詰石）、四辺を拘束された中詰石とマウンドの石とのかみ合いによって、滑動に対して所定の水平抵抗力を発揮する工法。コンクリート製のブロックフレームの自重によって得られる、大きな滑動抵抗力を発揮することが期待できる。
特徴	材 料	○本体工の工事+捨石及び被覆ブロックが用いられる。また、耐久性は問題ない。	○本体工の工事+捨石及び被覆ブロック及び鋼管杭が用いられる。また、耐久性は特に問題ない。	○本体工の工事+捨石及び被覆ブロック及びサブプレオフフレームが用いられる。また、耐久性は問題ないと思われる。
	施 工 性	△ブロックの製作において、広いヤードの確保が必要なる。 ○工種は増えず防波堤工事の延長線上で、施工できる。	△ブロックの製作において、広いヤード必要ないものの、鋼管杭の打設時、別途かなり大規模な杭打ち船が必要である。	△ブロックの製作において、広いヤードの確保が必要なる。 ○工種は増えず防波堤工事の延長線上で、施工できる。
	維持管理性	○維持管理の対処は比較的容易である。	△鋼管杭の腐食に対する維持管理が必要となる。	○維持管理の対処は比較的容易である。
	実 績	○当漁港内に実績がある。	△実験報告がある。	○他港に実績がある。
概算工事費		1,283 万円／m（諸経費45%見込む）	1,655 万円／m（諸経費45%見込む）	1,293 万円／m（諸経費45%見込む）
評 価		◎経済性は、案③と同等である。 →当漁港内の実績を踏まえ採用とする。	△経済性は、最も高価である。 →不採用とする。	○経済性は、案①と同等である。 →当漁港内の実績を踏まえ不採用とする。

I 事例収集結果

○資料収集方法・結果

東日本大震災以降の全国の漁港における耐震・耐津波対策に関する設計事例を収集・整理することを目的に、都道府県管理の漁港を対象に、耐震性能を強化した岸壁の設計事例 及び 耐津波性能の強化を検討している防波堤・岸壁（※L2 津波の粘り強い対策を含む） について、設計資料の提供を依頼して情報を収集した。

事例収集結果は表 I-1 のとおりであり、全体として 166 漁港、620 事例であった。

(1) 耐震性能を強化した岸壁の設計事例

「耐震強化型」に位置づけて耐震設計を行っている岸壁について、安定計算表が含まれる工法協議資料または設計概要資料から情報を収集整理。なお、岸壁の利用目的及び構造形式は問わない。

※「耐震強化型」の位置づけについては、《参考 1》の基本的考え方を参照。

(2) 耐津波性能を強化した防波堤及び岸壁の設計事例

設計津波を超える津波（L2 津波）に対して、粘り強い構造対策を行っている防波堤及び岸壁について、安定計算表が含まれる工法協議資料または設計概要資料から情報を収集整理した。

表 I-1 事例収集結果

地方区分(海あり県数)	県(道)	漁港数	事例数	外郭	係留
北海道	1	20	93	22	71
東北(6)	6	35	127	69	58
関東(4)	2	5	8	0	8
中部(6)	4	17	40	12	28
近畿(5)	3	24	58	23	35
中国(5)	5	7	19	5	14
四国(4)	4	17	57	39	18
九州(7)	7	38	209	110	99
沖縄	1	3	9	0	9
合計	33	166	620	280	340
				45%	55%

収集した全 620 事例のうち、外郭施設が 280 事例（45%）、係留施設が 340 事例（55%）であった。また、耐津波対策の粘り強い構造の施設数は全 133 事例のうち、外郭施設が 112 事例（84%）、係留施設が 21 事例（16%）であった。

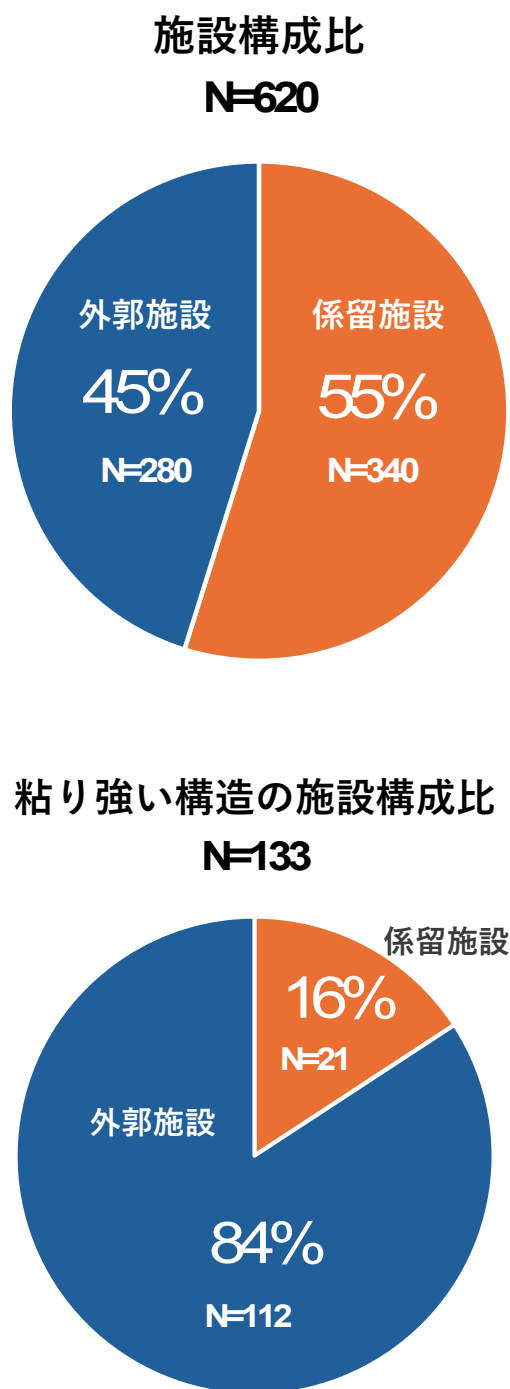


図 I-1 施設構成比（上：全数，下：粘り強い）

《参考 1》「耐震強化型」について

「平成 23 年東日本大震災を踏まえた漁港施設の地震・津波対策の基本的な考え方」に基づき、下表の耐震強化型に位置づけた施設を対象とする。

重点的に地震・津波対策の強化を行うべき漁港施設における耐震設計の考え方			
分類	対象施設	設計地震動	設計方法
耐震強化型	耐震強化岸壁 (防災拠点漁港)	レベル 2 地震動	① 「漁港・漁場施設の設計の手引き 2003 年版」10.2 設計震度(1)一般に示す係留施設 A の震度を用いて構造断面を設計する。 ② 液状化対策：地震動の継続時間を考慮した液状化判定 ^{※1} を実施し、地盤全体として液状化する場合には液状化対策を講ずる。液状化判定には、「漁港・漁場施設の設計の手引き 2003 年版」10.2 設計震度(1)の基盤最大加速度もしくは当該地区の設計供用中に発生する確率の高い地震動（レベル 1 地震動）をサイト特性を考慮して設定したものをを用いる。 ③ ①で決定した断面および②で決定した液状化対策を初期値として岸壁を設置する地点において発生する地震動のうち、最大規模の強さを有する地震動（レベル 2 地震動）による変形解析を行い、「漁港・漁場施設の設計の手引き 2003 年版」表 6-13-2 に示されている許容値以内にあるかを照査する。ただし、明らかにレベル 2 地震動でも液状化しない場合（岩盤上または、等価 N 値が 25 以上で如何なる地震でも液状化しない地盤に建設し、さらに埋立材料も液状化しない材料とする場合）には、地震時に地盤の軟化が生じないため震度法により設計した断面でレベル 2 地震動に対して所定の性能を満足していると見なすことができる。なお、レベル 2 地震動の設定に関しては、震源特性、伝播経路特性、サイト特性を考慮して作成した地震動もしくは既存のレベル 2 地震動の設定方法（「設計の手引き」第 2 編 10.2 設計震度 (2) 耐震強化岸壁に記載されている方法で作成した地震動または設計震度を用いてもよいものとする。 ④ ③で許容値以内でない場合には、断面あるいは液状化対策を見直し、許容値以内に収めるようにする。
	水産物生産・流通拠点漁港における主要な陸揚岸壁	レベル 2 地震動	耐震強化岸壁の設計法に準じる。
	(1) 特定第 3 種漁港又は特定第 3 種以外の漁港であっても被災することによって広範囲に渡る経済活動に著しい影響を及ぼす恐れのある水産物生産・流通拠点漁港 (2) (1) 以外の水産物生産・流通拠点漁港	レベル 1 地震動もしくは発生頻度の高い津波を生じさせる地震の大きい方の地震	① a)、b)を比較して大きい方の設計震度を用いる。 a) 設計震度：「漁港・漁場施設の設計の手引き 2003 年版」10.2 設計震度(1)一般に示す係留施設 A の震度を用いる。 b) 発生頻度の高い津波を生じさせる地震で求まる設計震度を用いる。 ② 液状化対策：地震動の継続時間を考慮した液状化判定 ^{※1} を実施し、地盤全体として液状化する場合には液状化対策を講ずる。液状化判定には、上記 a)、b)のうち大きい設計震度となる地震動を用いる。a)の場合には、「漁港・漁場施設の設計の手引き 2003 年版」10.2 設計震度(1)の基盤最大加速度を用いる。

※1：山崎浩之、江本翔一：地震動波形の影響を考慮した液状化の予測・判定に関する提案、港湾空港技術研究所報告、第 49 巻、第 3 号、pp.79～109、2010

《参考 2》「粘り強い構造対策」について

「平成 23 年東日本大震災を踏まえた漁港施設の地震・津波対策の基本的な考え方」に基づき、下記に示す考え方で設計された施設を対象とする。

（４）防波堤や岸壁の粘り強い構造

今般の被災の事例にあるように、完全に倒壊しなかった防波堤や岸壁については、地震や津波発生時及び発生後において一定の機能を保ち、背後地域の被害軽減や災害後の施設利用の早期再開に寄与したことがわかっている。このため、発生頻度の高い津波を超える津波に対しても、可能な限り、被害を受けたとしても全壊しにくく、全壊に至る時間を少しでも長く延ばし早期復旧が可能となる構造上の工夫（「粘り強い構造」）を検討することが必要である。粘り強い構造の具体的な対策としては、防波堤については堤体の滑動・転倒抑制対策や基礎部分の洗掘防止対策など、岸壁については堤体の傾斜抑制策や前面の洗掘防止対策などがある。

（５）防波堤と防潮堤による多重防護の活用

今般の震災では、漁港の防波堤があることで、漁港背後の津波浸水深の低下や津波流速の低減など、背後地域に対する被害軽減効果が多数見受けられたことから、漁業地域の防災・減災対策の実施にあたっては、こうした漁港施設が有する減災効果を含め、漁業地域の防災・減災対策について総合的に検討を行うことが必要である。

具体的には、漁港漁村の中には、こうした多重防護を活用することで、津波に対して防災・減災対策を効率的かつ効果的に進めることができる場合があり、このような地域では積極的に多重防護を活用した防災・減災対策に取り組むことが重要である。

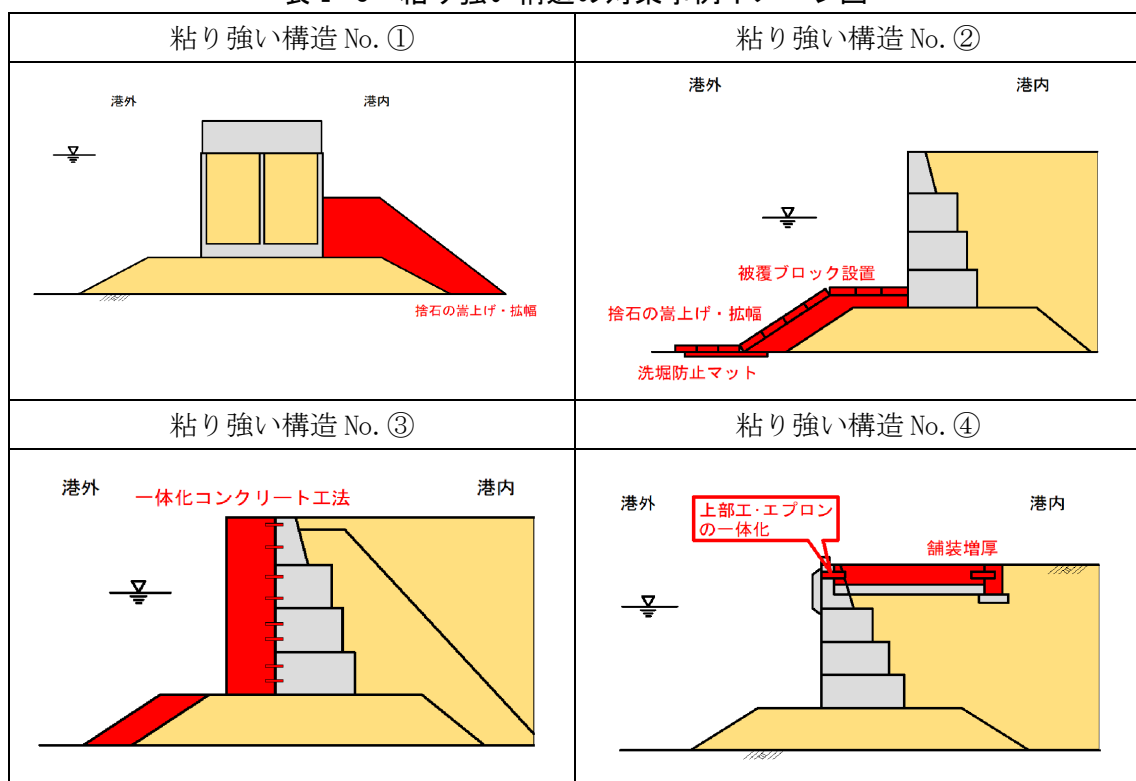
なお、防波堤と防潮堤による多重防護とは、防波堤によって堤外地の水産関連施設や漁船等の減災を図るとともに、防波堤と防潮堤を組み合わせることで堤内地の人命・財産等の防災・減災を図ることである。（参考資料 3）

本事例集において掲載している粘り強い構造のための対策事例（9 事例）と、表Ⅱ-2 に示す対策工法との対応関係を以下に整理する。

表Ⅰ-2 粘り強い構造のための対策事例の対応表

No.	対策の方向性	対策工法	該当事例番号
①	受働抵抗増大	捨石の嵩上げ・拡幅	7、8、10
②	洗掘防止対策	根固め・被覆工設置	7、8、10、26、27
		洗掘防止マット	7、10、24
		捨石の嵩上げ・拡幅	25、26
③	構造物補強対策	本体・上部コンクリート拡幅	25、26
		既設防波堤の流用 （一体的抵抗）	9
④	舗装強化対策	上部工・エプロン一体化	27

表Ⅰ-3 粘り強い構造の対策事例イメージ図



「粘り強い構造」の概要

- 東日本大震災における被災事例の分析から、
- 完全に倒壊しなかった防波堤や岸壁については、地震や津波発生時及び発生後において一定の機能を保ち、背後地域の被害軽減や災害後の施設利用の早期再開に寄与

発生頻度の高い津波（L1津波）に対して機能を維持するとともに、それを超える津波に対しても、全壊しにくく、全壊に至る時間を少しでも長く延ばすことが可能となる構造上の工夫（粘り強い構造）が必要

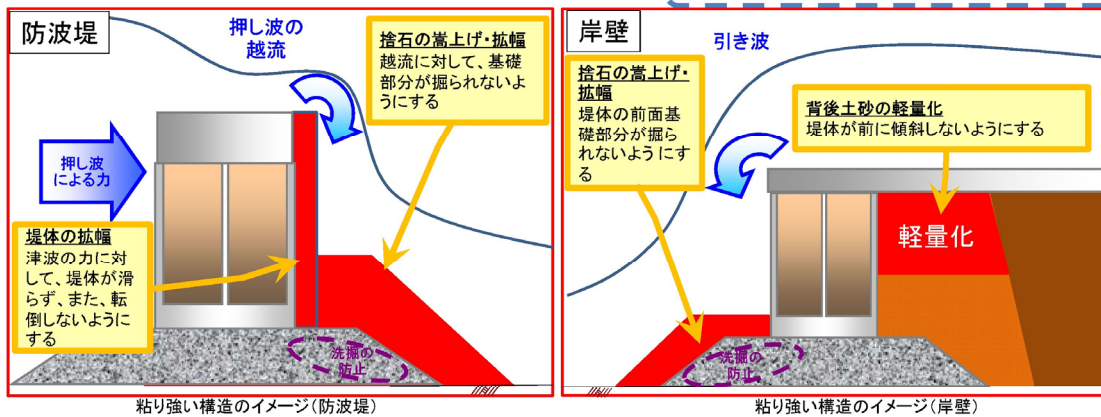
【津波対策方針】

■発生頻度の高い津波（L1津波）:

漁業活動の安定化や効率的な生産・流通拠点の確保の観点から、防波堤、岸壁の整備による対策

■最大クラスの津波（L2津波）:

漁港利用者等の避難を軸としたソフト対策を中心に、土地利用、避難施設、防災施設などを組み合わせた総合的な対策

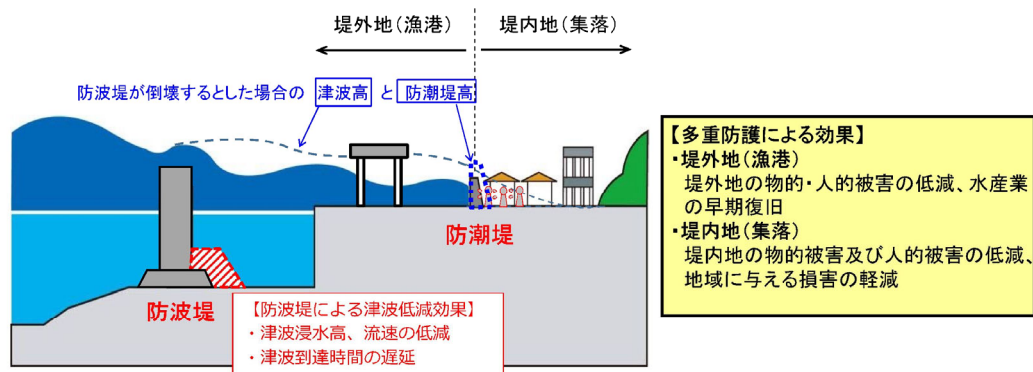


「防波堤と防潮堤による多重防護」の概要

- 東日本大震災における被災事例の分析から、
- 完全に倒壊しなかった防波堤や岸壁については、地震や津波発生時及び発生後において一定の機能を保ち、背後地域の被害軽減や災害後の施設利用の早期再開に寄与

防波堤と防潮堤を組み合わせた**多重防護**による津波対策

防波堤によって**堤外地**の水産関連施設や漁船等の減災を図るとともに、防波堤と防潮堤を組み合わせることで効率的かつ効果的に**堤内地**の人命・財産等の防災・減災を図る。



防波堤と防潮堤による多重防護のイメージ