

I 漁港施設機能保全対策事例集について

○背景

我が国の漁港施設は、漁港法（現、漁港漁場整備法（昭和 25 年 5 月 2 日法律第 137 号））制定以後、計画的な整備が進められ、外郭・係留施設においては整備延長が合計 5,000km を超える程の膨大なストック量となっている。また、高度経済成長期に建設されたものが多いため、コンクリート部材の欠損・破損、鋼製部材の腐食等の老朽化が問題となってきている。そこで、漁港管理者の財政状況を考慮した漁港施設の長寿命化対策が求められている。

このような中、水産庁は平成 20 年度に水産基盤ストックマネジメント事業（現・水産物供給基盤機能保全事業）を創設し、水産基盤施設のライフサイクルコストの縮減と平準化を目的とした管理手法（水産基盤施設ストックマネジメント）を導入した。

水産基盤ストックマネジメント事業は、施設の機能診断、機能保全計画の策定、および機能保全計画に基づく保全工事の実施を行うものである。水産庁は、水産基盤ストックマネジメント事業を円滑に推進するため、「機能保全計画策定の手引き」（以下「手引き」という。）と、「水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）を取りまとめている。

しかし、管理者によっては機能保全対策の検討・実施において知識的・技術的に苦慮されている問題が生じている。

そこで、機能保全対策工事に関する情報を補強するため、今回、漁港施設の老朽化・健全度、対策工法の検討、および実施された工事の情報を収集し、事例集として取りまとめた。

○漁港施設機能保全対策事例集の位置づけ

「ガイドライン」の参考資料において、老朽化とそれに対する工法の一覧表を、コンクリート構造物と鋼構造物に分け掲載している（参考資料－5、老朽化と対策工法）（表-1 参照）。

本事例集は、各漁港において、直面する老朽化状況に応じ、比較検討される対策工法と実施された保全工事を事例として示しており、ガイドライン参考資料－5（以下「参考資料」という。）を補完するものである。

○漁港施設機能保全対策事例集の事例紹介の構成

- ・機能保全計画を策定し、保全工事が実施された施設の中から対策の検討・実施の参考となり得るものを事例として取りまとめた。各事例は施設別（外郭施設、係留施設等）、構造種類別（コンクリート構造物、鋼構造物等）に整理した。
- ・現段階では、施設としての母数が少ない、老朽化が緩やかである、等の理由により、構造種類によっては事例の掲載がないものがある。今後、時間経過とともに事例が増える過程で、掲載される事例の構造種類はより多様になる事が見込まれる。
- ・1事例は3頁（No. 1～No. 3）で構成される。1頁目が「保全対策実施箇所老朽化状況（簡易調査等結果）」、2頁目が「機能保全計画での対策検討の概要」、3頁目が「保全工事の概要」となっている。図1でその構成内容を詳細に説明している（説明内容は青字）。
- ・1頁目では機能保全計画策定の際の老朽化度、健全度を記載している。ただし、健全度の記載については平成24年度にガイドラインが策定される以前は定められていなかったため、本事例集では多くの施設において老朽化度のみの記載となっており、留意されたい。
- ・2頁目及び3頁目では、参考資料と対比できるように参考資料の「工法の名称」欄にある区分記号を明示した（対比できない場合「－」とした。）。
- ・本事例集において輸送施設の点検様式には旧ガイドライン、旧手引き、他分野の点検様式が活用されている。ただし、平成27年5月改定のガイドライン、手引きには輸送施設の点検様式がなく、「漁港浄化施設及び輸送施設（道路、橋梁及びトンネル）は、集落排水施設や道路等の他分野において、施設の評価方法や点検の実施方法が確立し、一般的となっている。このため、漁港浄化施設及び輸送施設の点検と機能診断等については、本ガイドラインの考え方に準拠しつつ、表-1.2に示す図書等を参考として適切に維持管理を実施する。」（ガイドライン4頁）とされており、留意されたい。

表 1-1 コンクリート構造物対策工法一覧表

(水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン/平成 27 年 5 月改定 参考資料、参考 5-3 頁)

工法の名称	主な変状	対策工法に要求される効果	適用範囲		仕様 (目安)	耐用年数 ^{注)}
			水上部	水中部		
I. コンクリート補修工法						
I-A 表面処理工法：表面劣化						
I-A-1 表面被覆工法	外観上なし	老朽化因子の遮断	○	×	鉄筋位置での一定の塩化イオン濃度以下 (現行・将来)	7~10 年程度
I-A-2 表面含浸工法			○	×		
I-B ひび割れ補修工法：非進行性（進行性ひび割れは他工法との併用）						
I-B-1 ひび割れ被覆工法	ひび割れ	老朽化因子の遮断	○	×	幅 0.2mm 以下	
I-B-2 ひび割れ注入工法			○	×	0.2~1.0mm	10 年
I-B-3 ひび割れ充填工法			○	×	1.0mm 以上	10 年
I-C 断面修復工法：剥離・剥落（多数、湿潤・外部衝撃有）						
I-C-1 左官工法	ひび割れ大剥離・剥落 鉄筋腐食 断面欠損	老朽化因子の除去 中性化の回復	○	×	補修面積 小	10 年
I-C-2 吹付け工法			○	×	補修面積 大	10 年
I-C-3 充填工法			○	○		供用期間
I-C-4 劣化部処理工法			○	○	10 年	
I-D 電気化学的防食工法：浮き・剥離（多少、乾燥・外部衝撃無）						
I-D-1 電気防食工法	ひび割れ 鉄筋腐食 浮き・剥離	鉄筋腐食の進行抑制 老朽化因子の除去 中性化の回復	○	×		20 年
I-D-2 脱塩工法			○	×		供用期間
I-D-3 再アルカリ化工法			○	×		不明
II. コンクリート補強工法						
II-A 接着工法						
II-A-1 鋼板接着工法	ひび割れ 変形 剥離・剥落	耐荷力の改善 変形性能の改善	○	×		40 年
II-A-2 FRP 接着工法			○	×		30 年
II-A-3 連続繊維シート接着工法			○	×		40 年
II-B 増厚工法						
II-B-1 コンクリート増厚工法	変形 摩耗・風化	耐荷力の改善 変形性能の改善	○	○		15 年
II-B-2 鉄筋コンクリート巻立て工法			○	○		30 年
II-B-3 吹付け工法			○	×		不明
II-C 構造系補強工法						
II-C-1 支持点増設工法	変形 たわみ 断面欠損	耐荷力の改善 変形性能の改善	○	○		不明
II-C-2 鋼材による押さえ工法			○	○		不明
II-D 打換工法						
II-D-1 部分打換工法	変形 不等沈下	耐荷力の改善 変形性能の改善	○	○		30 年
II-D-2 全面打換工法			○	○		30 年

注) 耐用年数については、あくまで一般的に言われている年数等であり、実際使用する素材のメーカー等に確認する必要がある。

表 1-2 鋼構造物対策工法事例一覧表

(水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン/平成 27 年 5 月改定 参考資料、参考 5-3 頁)

工法の名称 (区分記号)	主な 変状	対策工法 に要求さ れる効果	適用範囲		耐用年数
			水上部	水中部	
I. 防食鋼材					
I-A 電気防食工法					
I-A-1 電気防食工法 (流電陽極方式)	腐食	老朽化速度の抑制	×	○	10~50 年
I-A-2 電気防食工法 (外部電源方式)	腐食	老朽化速度の抑制	×	○	20 年
I-B 被覆防食工法					
I-B-1 塗装工法 (エポキシ樹脂塗装)	腐食	老朽化要因の遮断	○	×	20 年程度
I-B-2 有機ライニング工法	重防食被覆	腐食	○	○	20 年程度
	超厚膜形被覆				
	水中硬化形被覆				
I-B-3 へトログラムライニング工法	腐食	老朽化要因の遮断	○	○	30 年程度
I-B-4 無機ライニング工法	モルタル被覆	腐食	○	○	30 年程度
	コンクリート被覆				
	電着被覆				
II. 無防食鋼材					
II-A 断面修復工法					
II-A-1 鉄筋コンクリート被覆工法	断面 欠損	断面剛性の改善	○	○	35 年
II-A-2 鋼板溶接工法	断面 欠損	断面剛性の改善	○	○	30 年
II-B 充填補修工法					
II-B-1 鉄筋コンクリート充填工法	断面 欠損	断面剛性の改善	○	○	35 年
II-B-2 中詰コンクリート工法	断面 欠損	断面剛性の改善	○	○	35 年
II-B-3 FI 鋼充填工法	断面 欠損	断面剛性の改善	○	○	35 年

○事例にない工法の説明

表1に示した工法の中で、本事例集において採用実績のない工法の概要と採用実績のない理由を示す。

【コンクリート構造物対策工法】

I-A-2 表面含浸工法

概要：構造物の外見を変えることなく、比較的簡便に、短期間に施工できるという特徴がある。コンクリートの表面に含浸材を塗布することによって、コンクリート表層部の組織の改質、コンクリート表層部への特殊な機能の付与などを実現させ、構造物の耐久性を向上させる工法である。

I-B-1 ひび割れ被覆工法

概要：微細なひび割れ（一般に幅0.2mm以下）の上に、ひび割れ追従性に優れた表面被覆材や目地材などを塗布する工法である。

I-C-2 吹付け工法

概要：補修面積が比較的大きい場合に用いられ、あらかじめ練り混ぜた断面修復材を吹付ける湿式工法と、粉体と水または混和液を別々に圧送して吹付ける乾式工法があり、それぞれ専用の吹付け機を使用する。

I-D-2 脱塩工法

概要：塩害により劣化した構造物が対象であり、基本的に劣化段階を問わず適用できる。補修目的は、コンクリート中の塩化物イオン（ Cl^- ）の除去および鋼材の不動体化であり、仮設した外部電極とコンクリート中の鋼材との間に直流電流を流し、コンクリート中の塩分をコンクリート外へ取り出す工法である。

I-D-3 再アルカリ化工法

概要：中性化により劣化した構造物が対象であり、基本的に劣化段階を問わず適用できる。補修目的は、中性化したコンクリートの再アルカリ化および鋼材の不動体化であり、仮設した外部電極とコンクリート中の鋼材との間に直流電流を流し、仮設電極または陽極材に保持したアルカリ性溶液をコンクリート中に強制浸透させてアルカリ化を回復させる工法である。

II-A-1 鋼板接着工法

概要：コンクリート部材の主として引張応力作用面に鋼板を取り付け、鋼

板とコンクリートの空隙に注入用接着剤を圧入し、コンクリートと接着させて既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法である。

Ⅱ-A-2 FRP 接着工法

概要：コンクリート部材の主として引張応力や斜め引張応力作用面に、連続繊維を1方向あるいは2方向に配置してシート状にした補強材を接着して、既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法である。

Ⅱ-A-3 連続繊維シート接着工法

概要：コンクリート部材の主として引張応力や斜め引張応力作用面に、現場で含浸接着剤を含浸・硬化させたFRPの連続繊維シートを接着して、既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法である。

Ⅱ-B-2 鉄筋コンクリート巻立て工法

概要：既設コンクリート部材の周囲に鉄筋コンクリートを配置し、既設部材との一体化により、必要な性能の向上を図る工法である。

Ⅱ-B-3 吹付け工法

概要：既設コンクリート部材の周囲に補強材を吹付け、既設部材との一体化により、必要な性能の向上を図る工法である。

【鋼構造物対策工法】

I-A-2 電気防食工法（外部電源方式）

概要：直流電源装置と難溶性電極を用い、直流電源装置のプラス極を電解質中に設置した難溶性電極に接続し、マイナス極を鋼材側の排流端子に接続して防食電流を通電し続けることで、鋼材を防食する工法である。

Ⅱ-B-1 鉄筋コンクリート充填工法

概要：対象杭または鋼管矢板上部のコンクリートをくりぬき、管内およびコンクリートくりぬき部に、外力に抵抗できる材料（鉄筋コンクリート）を充填することによって所要耐力を確保し、部材相互間の力の伝達を十分ならしめる工法である。

Ⅱ-B-2 中詰コンクリート工法

概要：対象杭または鋼管矢板上部のコンクリートをくりぬき、管内およびコンクリートくりぬき部に、外力に抵抗できる材料（コンクリート）を充填することによって所要耐力を確保し、部材相互間の力の伝達を十分ならしめる工法である。

Ⅱ-B-3 H鋼充填工法

概要：対象杭または鋼管矢板上部のコンクリートをくりぬき、管内およびコンクリートくりぬき部に、外力に抵抗できる材料（H鋼）を充填することによって所要耐力を確保し、部材相互間の力の伝達を十分ならしめる工法である。

参考文献)

- ・「コンクリート診断技術’ 17[基礎編]」日本コンクリート学会（平成 29 年 2 月）
- ・「港湾鋼構造物新しい防食工法・補修工法・維持管理実務ハンドブック[維持管理編]」防食・補修工法研究会（平成 26 年 3 月）
- ・「漁港施設機能保全計画鋼構造物に関する保全対策の解説と事例」漁港漁場新技術研究会（平成 26 年 11 月）

施設種類	物揚場	構造種類	直立消波式(元断面は方格積式)	建設年度	平成8年3月31日(元は昭和46年3月31日)
------	-----	------	-----------------	------	-------------------------

平面図・断面図 施設諸元、図面等を示す。

部材名	エプロン
詳細調査の有無・実施内容	(実施内容)
■ 無 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/>	詳細調査の有無と実施の場合はその概要を記載。

老朽化度・健全度評価の結果 機能保全計画策定時の老朽化度・健全度等を記載 (計画策定年次により健全度の記載がない事例がある)。

調査位置	調査項目	調査方法	変状	老朽化の判断基準	スパン毎の老朽化度の評価										健全度				
					No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10					
岸壁法線	凹凸、出入り	目視	・移動量	a 隣接するスパンとの間に20cm以上の凹凸がある。	d	d	d	d	d	d	d	d	d	b	d	C			
				b 隣接するスパンとの間に10~20cm程度の凹凸がある。															
				c 上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に10cm未満の凹凸がある。															
				d 変状なし。															
エプロン (通常の場合)	沈下、陥没	目視		a 重力式本体背後の土砂が流出している。重力式本体背後のエプロンが陥没している。車両の通行や歩行に重大な支障がある。	b	b	b	b	b	c	b	b	d	d	B				
				b 重力式本体目地(上部工含む)に顕著な開き、ずれがある。エプロンに30cm以上の沈下(段差)がある。エプロンと後背地の間に30cm以上の沈下(段差)がある。															
				c 重力式本体目地(上部工含む)に軽微な開き、ずれがある。エプロンに30cm未満の沈下(段差)がある。エプロンと後背地の間に30cm未満の沈下(段差)がある。															
				d 変状なし。															
コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷		目視	・コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、損傷	a コンクリート舗装でひび割れ度が2m ² /m以上である。アスファルト舗装でひび割れ率が30%以上である。車両の通行や歩行に支障があるひび割れや損傷が見られる。	a	a	a	a	a	a	a	a	d	d	A				
				b コンクリート舗装でひび割れ度が0.5~2m ² /mである。アスファルト舗装でひび割れ率が20~30%である。															
				c 若干のひび割れが見られる。															
				d 変状なし。															

対策箇所が分かりにくい場合は該当箇所を赤枠で示す。

老朽化の状況(写真) 対策箇所の老朽化状況を写真・図面等で示す(特記すべき箇所は赤枠表示)。

沈下部は応急処置としてオーバーレイを施工し、漁業活動に利用している。

エプロン部のひび割れ、沈下

エプロン部の沈下

図 1-1 事例の構成内容 No.1

シナリオとして検討された工法を示す。
(表1 対策工法一覧表に対応する)

No. 27 物揚場 No.2

検討された工法	コンクリート構造物: II-D-1, 2	
機能保全計画の比較工法		
対策方針	直立消波ブロック背面(ブロック目地部)からの吹き出しを防砂板にて抑制することが基本となる。	
適用範囲	<input checked="" type="checkbox"/> 水上 <input type="checkbox"/> 水中	
シナリオ設定工法	<p>エプロン部全域に渡り、ひび割れ、沈下が確認されており、施設利用に影響がある。これは直立消波ブロック背後の防砂板の未設置が裏込材の緩みを引き起こしたためと考えられ、裏込工とエプロンに対する対策工法を検討する。</p>	
対策を検討する理由を記載。		
概略構造図	シナリオ①(防砂板設置+エプロン舗装一部撤去復旧) 施設延長 L=85.0m	シナリオ②(防砂板設置+エプロン舗装全面撤去復旧) 施設延長 L=85.0m
シナリオ	平成27年度に防砂板設置+エプロン舗装一部撤去復旧を実施し、30年後にエプロン舗装の補修を実施する。	平成27年度に防砂板設置+エプロン舗装全面撤去復旧を実施し、30年後にエプロン舗装の補修を実施する。
実施時期	平成27年度	平成27年度
コスト	防砂板設置+エプロン舗装一部撤去復旧: 3.1万円/m(初回のみ実施) エプロン舗装補修: 0.6万円/m(30年ごとに実施) 3.2 百万円(LCC50年)	防砂板設置+エプロン舗装全面撤去復旧: 6.8万円/m(初回のみ実施) エプロン舗装補修: 0.6万円/m(30年ごとに実施) 6.3 百万円(LCC50年)
評価	○	
検討されたシナリオを記載。 シナリオが1案の場合は施設更新と比較し検討している。		

選定工法																																			
工法名	防砂板設置+エプロン舗装一部撤去復旧																																		
工法決定要因	<input checked="" type="checkbox"/> 経済比較 <input type="checkbox"/> その他()																																		
シナリオ概要																																			
検討されたシナリオを主にコスト面から比較し、コスト縮減効果を記載。																																			
シナリオ比較																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">実施時期</th> <th rowspan="2">対策内容</th> <th colspan="2">対策コスト</th> <th rowspan="2">評価</th> </tr> <tr> <th>(百万円)</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">シナリオ①</td> <td>初回(平成27年度)</td> <td>防砂板設置+エプロン舗装一部撤去復旧</td> <td>2.64</td> <td rowspan="2">3.15</td> <td rowspan="2">○</td> </tr> <tr> <td>2回目(30年後)</td> <td>エプロン舗装補修</td> <td>0.51</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">シナリオ②</td> <td>初回(平成27年度)</td> <td>防砂板設置+エプロン舗装全面撤去復旧</td> <td>5.78</td> <td rowspan="2">6.29</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2回目(30年後)</td> <td>エプロン舗装補修</td> <td>0.51</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">シナリオ③</td> <td>初回(平成27年度)</td> <td>更新</td> <td>82.71</td> <td rowspan="2">83.22</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>2回目(30年後)</td> <td>エプロン舗装補修</td> <td>0.51</td> </tr> </tbody> </table>	実施時期	対策内容	対策コスト		評価	(百万円)	合計	シナリオ①	初回(平成27年度)	防砂板設置+エプロン舗装一部撤去復旧	2.64	3.15	○	2回目(30年後)	エプロン舗装補修	0.51	シナリオ②	初回(平成27年度)	防砂板設置+エプロン舗装全面撤去復旧	5.78	6.29		2回目(30年後)	エプロン舗装補修	0.51	シナリオ③	初回(平成27年度)	更新	82.71	83.22		2回目(30年後)	エプロン舗装補修	0.51
実施時期	対策内容			対策コスト			評価																												
		(百万円)	合計																																
シナリオ①	初回(平成27年度)	防砂板設置+エプロン舗装一部撤去復旧	2.64	3.15	○																														
	2回目(30年後)	エプロン舗装補修	0.51																																
シナリオ②	初回(平成27年度)	防砂板設置+エプロン舗装全面撤去復旧	5.78	6.29																															
	2回目(30年後)	エプロン舗装補修	0.51																																
シナリオ③	初回(平成27年度)	更新	82.71	83.22																															
	2回目(30年後)	エプロン舗装補修	0.51																																
対策コスト一覧																																			
実施時期	対策内容	対策コスト																																	
初回(平成27年度)	防砂板を設置+エプロン舗装一部撤去復旧	2.64 百万円																																	
2回目(30年後)	エプロン舗装補修	0.51 百万円																																	
合計		3.15 百万円																																	
コスト縮減効果																																			
対策コスト	更新コスト	コスト縮減効果																																	
3.15 百万円	83.22 百万円	80.07 百万円																																	

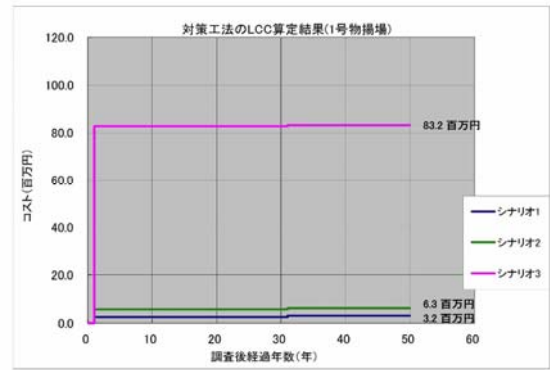


図 1-2 事例の構成内容 No.2

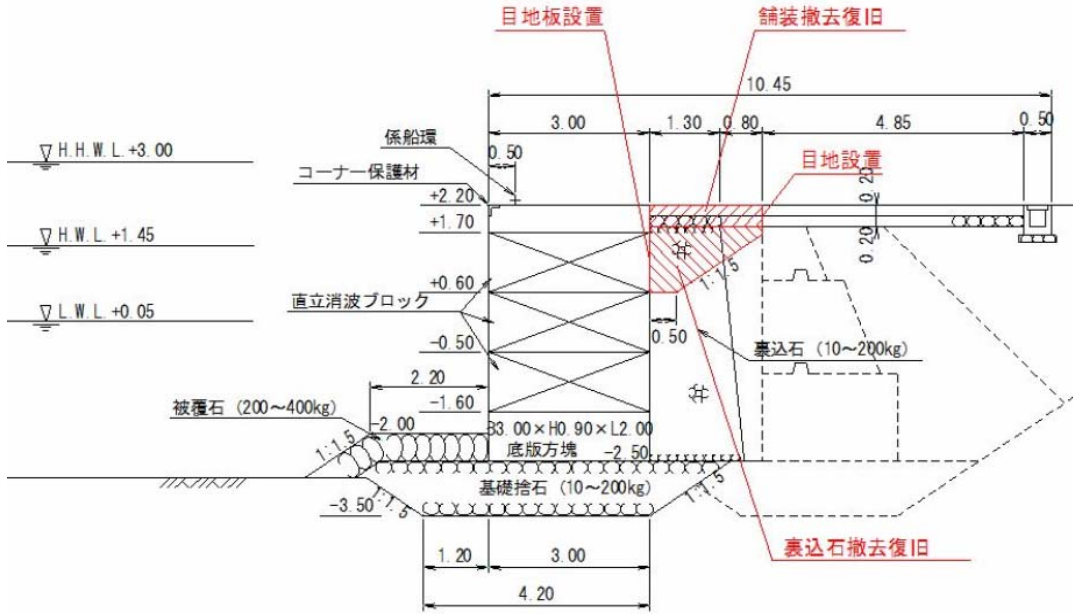
保全工事として実施された工法を示す。
 (表1 対策工法一覧表に対応する)

実施された工法 **コンクリート構造物: II-D-1** No.27 物揚場 No.3

機能保全工事 単価(直工) 44 千円/m

平面図・標準断面図(横断面)

保全工事の概要を図面等で示す。
 選択されたシナリオから工法変更された場合は
 その理由を記載。



対策箇所が分かりにくい場合には図面中の対策箇所を赤枠で示した。

保全工事の概要

写真(補修前・補修後)

保全対策実施前後の写真と比較する。
 写真の角度等により対策前後を対比しづらい
 場合には赤枠で対比すべき対策箇所を示した。

【対策前】



【対策後】



図 1-3 事例の構成内容 No.3