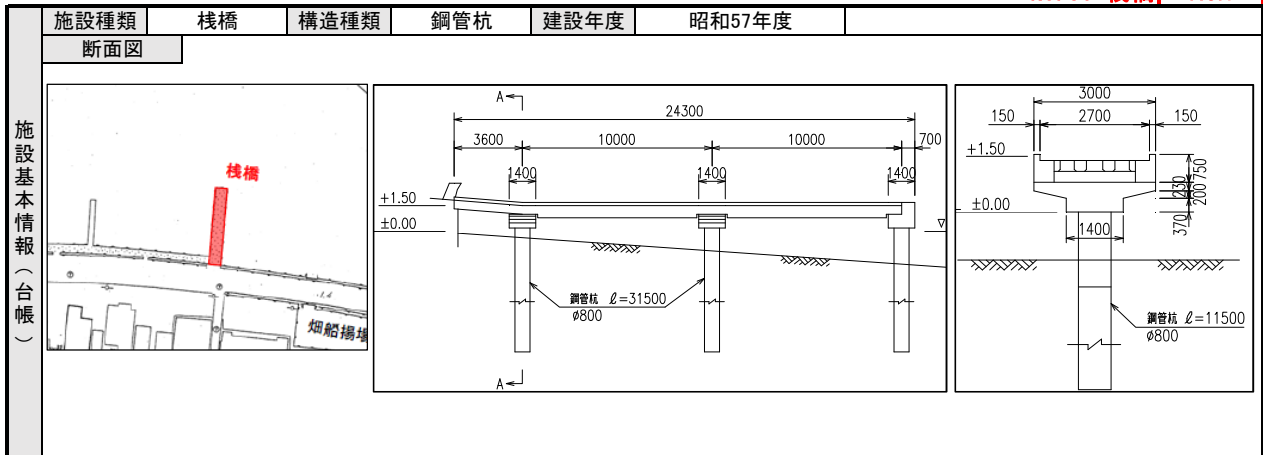


## 第4章

係留施設（棧橋、浮棧橋、船揚場）



部材名 上部工、渡版

詳細調査の有無、実施内容と結果概要

無  有

- ・圧縮強度試験：異常なし。・中性深さ：中性化に起因する影響はない。
- ・塩化イオン濃度：一部において鉄筋位置での腐食限界基準値(1.2kg/m<sup>3</sup>)を超え「塩害」を確認。

老朽化度・健全度評価の結果

調査項目	調査方法	老朽化度の判断基準	スパン毎の老朽化評価	
			No.1	
上部工 (下道部)	コンクリートの目視 ・ひび割れの発生方向 ・ひび割れの長さ、深さ (RCの場合) ・あきと腐 ・あき中の鋼筋状況 ・錆汁の発生状況 ・鉄筋の腐食状況	a	スラブ 網目状のひび割れが部材表面の50%以上ある。 かぶりの剥離がある。 錆汁が広範囲に発生している。 はり・ハンチ 幅3mm以上の鉄筋軸方向のひび割れがある。 かぶりの剥離がある。 錆汁が広範囲に発生している。	a
		b	スラブ 網目状のひび割れが部材表面の50%未満である。 錆汁が部分的に発生している。 はり・ハンチ 幅3mm未満の鉄筋軸方向のひび割れがある。 錆汁が部分的に発生している。	
		c	スラブ 一方向のひび割れ若しくは帯状又は線状のゲル状析出物が 錆汁が点状に発生している。 はり・ハンチ 軸と直角な方向のひび割れのみがある。 錆汁が点状に発生している。	
		d	変状なし。	
	コンクリートの目視 ・ひび割れの発生状況 ・あきと腐 ・錆汁の発生状況	a	ひび割れがある。 錆汁がある。	a
	b	変状なし。		
	c	変状なし。		
	d	変状なし。		
上部工 (上・船岸部)	コンクリートの目視 ・ひび割れ、剥離、あきと腐 ・あき中の鋼筋状況 ・あきの深さ など	a	係船岸の性能を損なうような損傷がある。	c
	b	幅3mm以上のひび割れがある。 広範囲に亘り鉄筋が露出している。		
	c	幅3mm未満のひび割れがある。 局所的に鉄筋が露出している		
	d	変状なし。		
渡版	本体の損傷、塗装 目視 ・腐、剥れ ・塗装の剥離 ・浮腫 ・可塑性	a	車両の通行や歩行に重大な支障がある。	b
	b	表面に重大な損傷が見られる。		
	c	表面に軽微な損傷が見られる。		
	d	変状なし。		



保全対策実施箇所老朽化状況(簡易調査等結果)

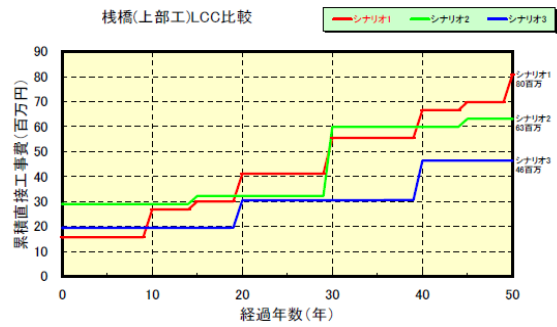
機能保全計画の比較工法	
対策方針	コンクリートの補修、塩化物イオンの除去・浸透抑制
適用範囲	<input checked="" type="checkbox"/> 水上 <input type="checkbox"/> 水中
シナリオ設定工法	
上部工において腐食発生限界値を超える箇所が既にあるが、10年後には全体が限界値を超えると予測される。また、ひび割れとひび割れからの錆汁が多数発生しており、内部の鉄筋に腐食の恐れがある。よって早急な対策が必要と判断した。	

対策工法	工法Ⅰ	工法Ⅱ	工法Ⅲ
	ひび割れ補修+脱塩工法+表面被覆	ひび割れ補修+断面補修+表面被覆	ひび割れ補修+断面補修+電気防食
概略構造図			
工法概要	<ひび割れ補修> ひび割れ部にエポキシ樹脂を充填し、ひび割れの進展、拡大を防ぐ。 <脱塩工法> 仮設陽極を設置して通電を行う。電気化学的にコンクリート中の塩化物イオンを除去または低減し、塩害による鋼材腐食の劣化進行を抑制する。 <表面被覆> コンクリート表面に塗装を施すことにより、鉄筋の腐食要因となる塩分、酸素および水を遮断する。	<ひび割れ補修> ひび割れ部にエポキシ樹脂を充填し、ひび割れの進展、拡大を防ぐ。 <断面補修> 鉄筋周囲の塩分を完全に除去するため、鉄筋の背面+25mm以上までは取り取る。断面修復材(無機系グラウト材または無機系セメントモルタル)により修復する。 <表面被覆> コンクリート表面に塗装を施すことにより、鉄筋の腐食要因となる塩分、酸素および水を遮断する。	<ひび割れ補修> ひび割れ部にエポキシ樹脂を充填し、ひび割れの進展、拡大を防ぐ。 <断面補修> 電気防食工法を併用する場合、コンクリートの劣化部(浮き・剥落等の部分)を鉄筋の表面程度までは取り取り、補修用モルタルにて修復する。(塩化物イオン量に関係なく電気防食の効果は得られる) <電気防食> 絶的な通電を行うことによってコンクリート中の鋼材の腐食反応を電気化学的に抑制し、鋼材腐食による劣化の進行を抑制する。
特徴	・通電処理期間中に電食作用を受けるため、仮設陽極の選択が必要 ・表面被覆が必要 ・効果確認のためのコアサンプリング数が多くなる ・全体の50%程度の脱塩効果であり、既存塩分量が多い場合、十分な効果が得られない場合がある。	・防食性能に対する信頼度が低い。 ・部分的な補修の場合、補修部と非補修部に塩分濃度の差が生じ、非補修部の鉄筋にマクロセル腐食が起こり、コンクリートの再劣化する可能性がある。 ・塩分を含有しているコンクリートを完全に除去することが困難。	・防食効果に対する信頼性が非常に高い。 ・コンクリート中に塩分が残存していても鉄筋が腐食しない。 ・コンクリートの剥離・剥落部の断面補修のみを部分的断面修復を行った場合でもマクロセル腐食によるコンクリートの再劣化がない。 ・劣化部のみの小規模な断面補修でよい。
評価	既存塩分量が多い場合、十分な脱塩効果が得られない  △	○(全面断面修復の場合)  ×(部分断面修復の場合)	近年、コンクリート構造物への適用実績増加。防食効果は最も高い。  ◎

選定工法	
工法名	断面修復+電気防食

工法決定要因	<input checked="" type="checkbox"/> 経済比較 <input type="checkbox"/> その他( )
--------	--

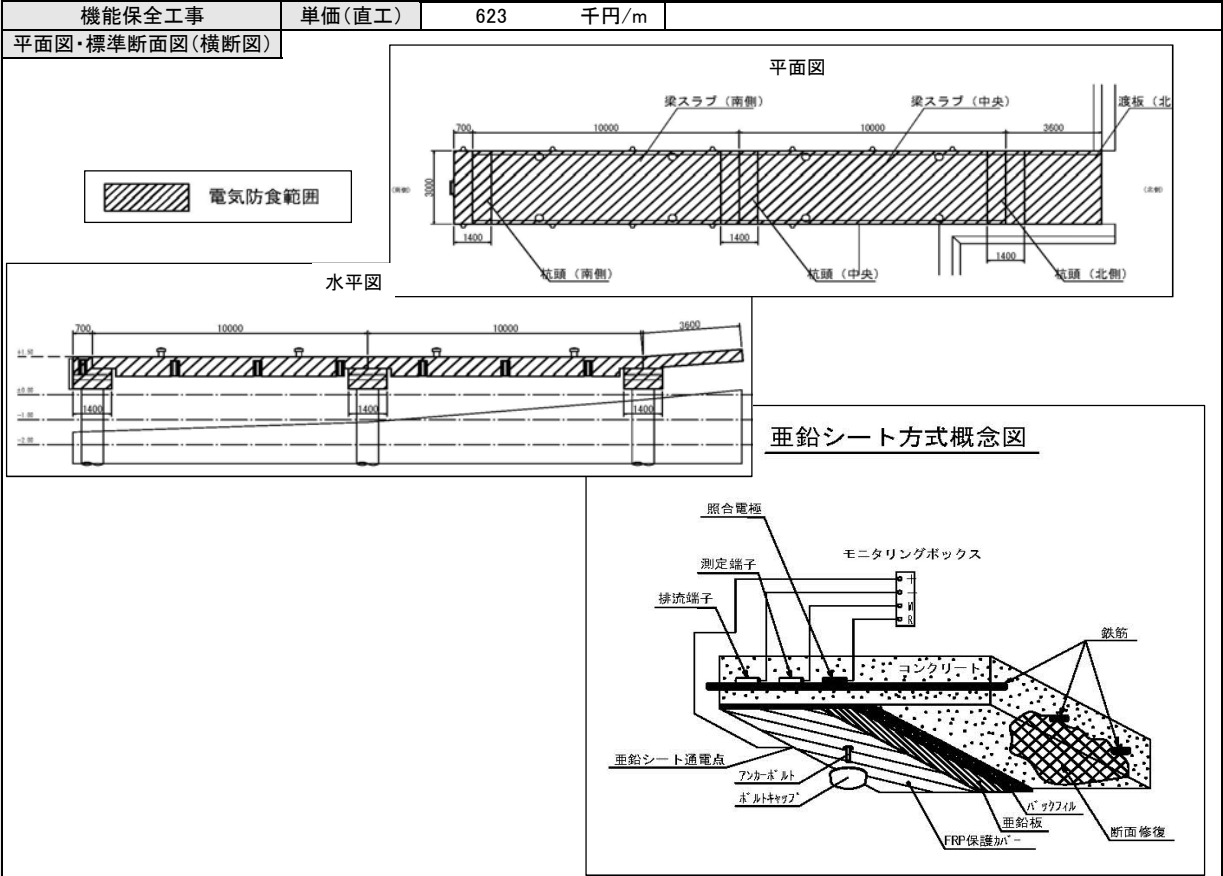
シナリオ比較					
No.	実施時期	対策内容	対策コスト		評価
			小計	合計	
シナリオ1	初回	・ひび割れ補修 ・脱塩工法 ・表面被覆	16 百万円	80 百万円	×
	2回(10年後)	・脱塩工法	11 百万円		
	3回(15年後)	・表面被覆	3 百万円		
	4回(20年後)	・脱塩工法	11 百万円		
	5回(30年後)	・脱塩工法 ・表面被覆	14 百万円		
	6回(40年後)	・脱塩工法	11 百万円		
	7回(45年後)	・表面被覆	3 百万円		
	8回(50年後)	・脱塩工法	11 百万円		
シナリオ2	初回	・ひび割れ補修 ・断面補修 ・表面被覆	29 百万円	63 百万円	×
	2回(15年後)	・表面被覆	3 百万円		
	3回(30年後)	・断面補修 ・表面被覆	28 百万円		
	4回(45年後)	・表面被覆	3 百万円		
シナリオ3	初回	・ひび割れ補修 ・断面補修 ・電気防食	19 百万円	46 百万円	○
	2回(20年後)	・電気防食(配線・配管のみ)	11 百万円		
	3回(40年後)	・電気防食	16 百万円		



実施時期	対策内容	対策コスト
初回	・ひび割れ補修 ・断面補修 ・電気防食	19 百万円
2回(20年後)	・電気防食(配線・配管のみ)	11 百万円
3回(40年後)	・電気防食	16 百万円
合計		46 百万円

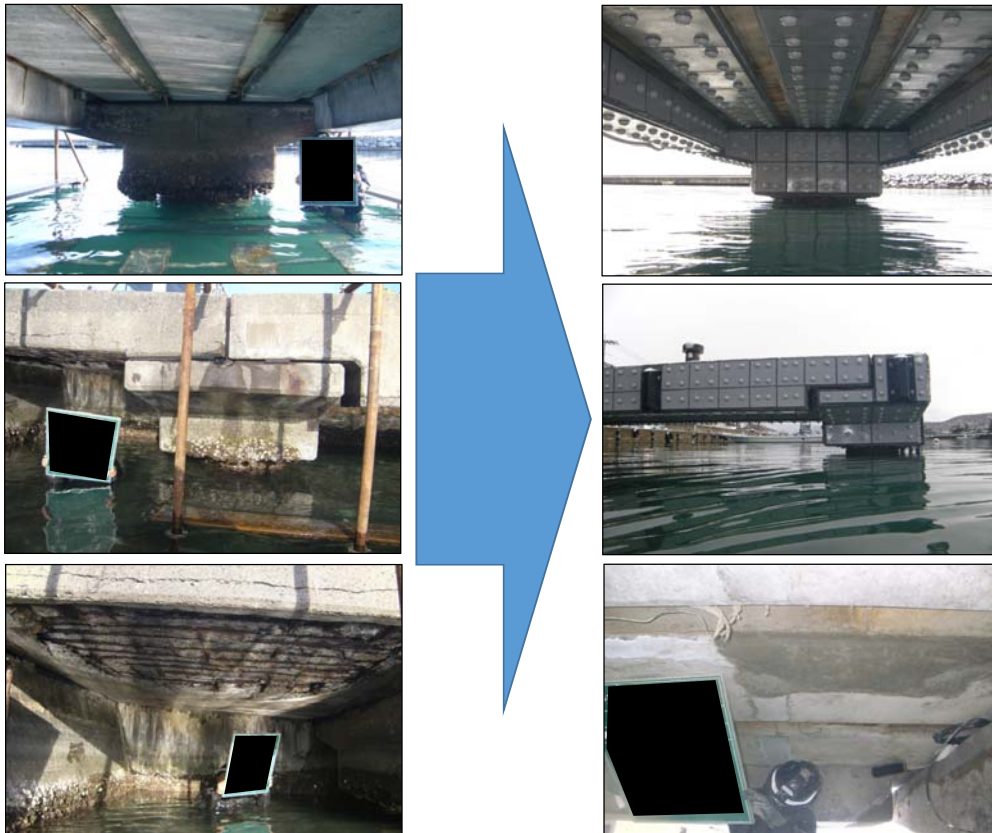
対策コスト	更新コスト	コスト縮減効果
46 百万円	50.5 百万円	4.5 百万円

機能保全計画での対策検討の概要

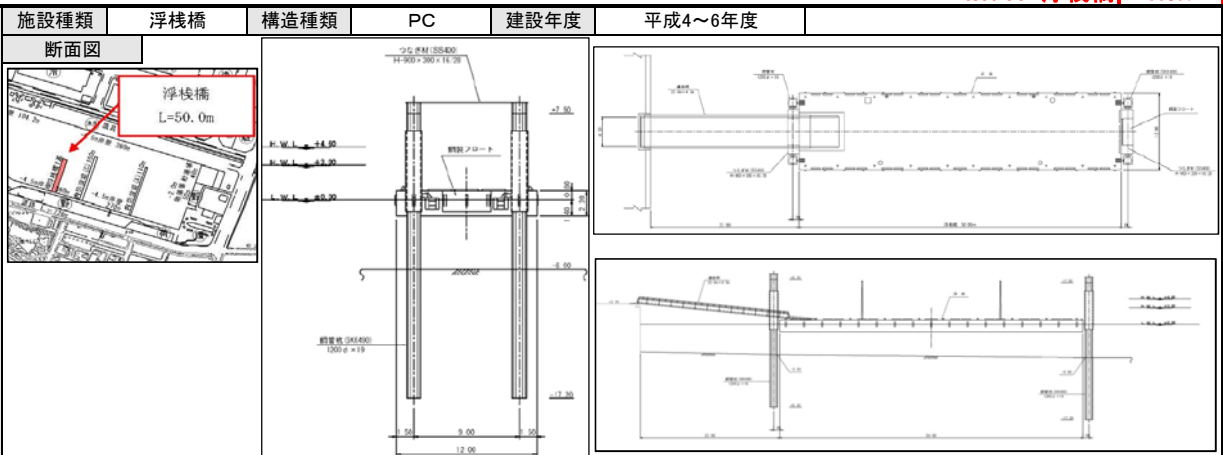


保全工事の概要

写真(補修前・補修後)



施設基本情報 (台帳)



部材名 エプロン、上部工  
 詳細調査の有無・実施内容

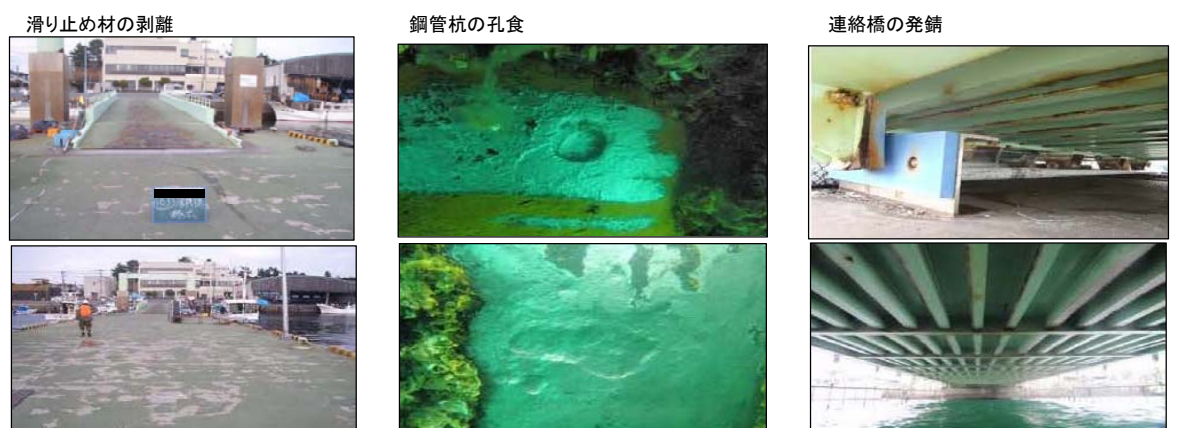
無  有
 

- ・潜水目視調査: 連絡橋裏側の鋼材露出、杭の孔食。
- ・係留杭 (鋼管杭) の肉厚調査: 腐食速度は標準的な腐食速度以下だが、部分的に孔食が見られる。

老朽化度・健全度評価の結果

調査項目	調査方法	老朽化度の判断基準		判定結果	計測寸法 (最大値)
		a	b		
エプロン	目視 ・コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、凸凹、段差	a	コンクリート舗装でひび割れ度が2m/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。	b	滑り止め材の剥離
		b	コンクリート舗装でひび割れ度が0.5~2m/mである。		
		c	○ アスファルト舗装でひび割れ率が20~30%である。		
		d	若干のひび割れが見られる。		
係留杭・係留チェーン	目視 ・係留杭の状態、係留チェーンの破断	a	変状なし。 係留杭に変形、著しい磨耗、開孔がある。 係留チェーンに著しい磨耗がある。	b	
		b	○ 係留杭に軽微な磨耗や孔食がある。 被覆材に亀裂や剥離が全体的にある。		
		c	被覆材に軽微な損傷が見られる。		
		d	変状なし。		
連絡橋	目視 ・移動の安定性 ・錆、傷の有無 ・塗装	a	連絡橋が不安定でポンツーンへの移動が困難である。	c	
		b	—		
		c	○ 塗装の剥離や錆が見られる。		
		d	塗装の剥離、錆は見られず、連絡橋は安定している。		

老朽化の状況 (写真)



保全対策実施箇所老朽化状況 (簡易調査等結果)

機能保全計画の比較工法

対策方針 鋼材腐食の進行を抑制を基本とする。

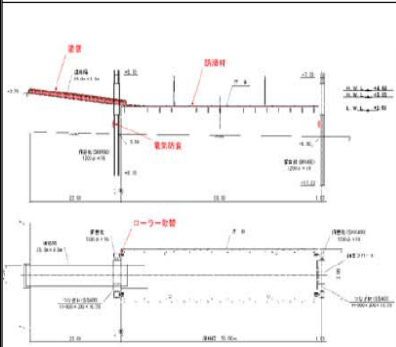
適用範囲 ■ 水上 ■ 水中

シナリオ設定工法

エプロンで防滑材の剥離、係留杭で腐食と孔食、連絡橋で全体的な発錆が確認された。係留ローラーに大きな変状はないが、耐用年数が近い。よって、以上の部材への対策が必要と判断した。

- 案-1: 電気防食+防滑材補修(浮体上面)+塗装塗替(連絡橋)  
+ローラー取替(係留ローラー) (シナリオ1)
- 案-2: 塗覆装(水中施工型ライニング工法)+防滑材補修(浮体上面)  
+塗装塗替(連絡橋)+ローラー取替(係留ローラー) (シナリオ2)
- 案-3: 塗覆装(ペトロラタムライニング工法)+防滑材補修(浮体上面)  
+塗装塗替(連絡橋)+ローラー取替(係留ローラー) (シナリオ3)

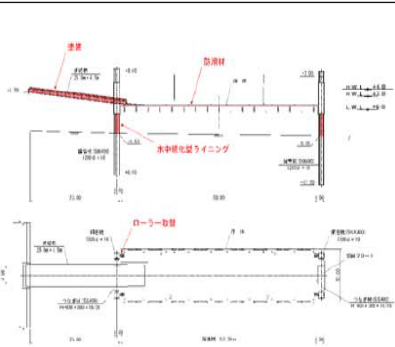
案-1 電気防食  
+防滑材補修(浮体上面)+塗装塗替(連絡橋)  
+ローラー取替(係留ローラー)



鋼管杭を対象に、-1.0m以深に電気防食を施し、腐食の進行を抑制する案。耐用年数は20年型+30年型を設定。浮体上部の防滑材、連絡橋の塗装、係留ローラー取替を実施。

施工は単純作業のため、容易且つ短期間で可能。

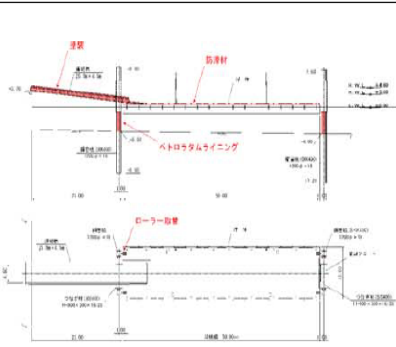
案-2 塗覆装案(水中硬化型ライニング工法)  
+防滑材補修(浮体上面)+塗装塗替(連絡橋)  
+ローラー取替(係留ローラー)



鋼管杭を対象に、-1.0m以深に塗覆装防食を施し、腐食の進行を抑制する案。耐用年数は30年を設定。浮体上部の防滑材、連絡橋の塗装、係留ローラー取替を実施。

施工は単純作業のため、容易且つ短期間で可能。

案-3 塗覆装(ペトロラタムライニング工法)  
+防滑材補修(浮体上面)+塗装塗替(連絡橋)  
+ローラー取替(係留ローラー)



鋼管杭を対象に、-1.0m以深に塗覆装防食を施し、腐食の進行を抑制する案。耐用年数は30年を設定。浮体上部の防滑材、連絡橋の塗装、係留ローラー取替を実施。

施工は容易であるが、端部処理に注意を要する。

選定工法

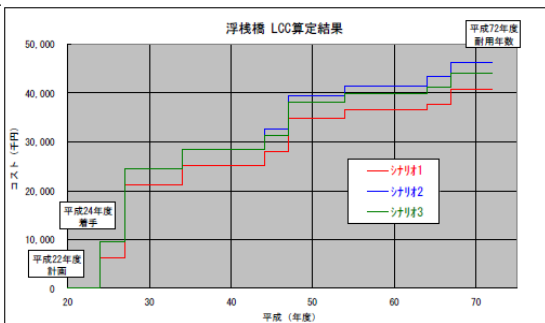
工法名 電気防食+防滑材補修+舗装塗替(連絡橋)+ローラー取替

工法決定要因 ■ 経済比較 □ その他( )

シナリオ概要

シナリオ比較

シナリオ	実施回数	対策内容	実施年	概算工事費(千円)		
				割引なし	割引率	割引率考慮
シナリオ1: 電気防食(20年型+30年型)+防滑材補修(浮体上面)+塗装塗替(連絡橋)+ローラー取替(係留ローラー)	初回	電気防食+I7'ロ+連絡橋	H24	6,632	0.925	6,135千円
	更新(1回目)	係留ローラー	H27	18,204	0.822	14,964千円
	更新(2回目)	I7'ロ+連絡橋	H34	6,263	0.625	3,914千円
	更新(3回目)	電気防食+I7'ロ+連絡橋	H44	6,787	0.422	2,864千円
	更新(4回目)	係留ローラー	H47	18,204	0.375	6,827千円
	更新(5回目)	I7'ロ+連絡橋	H54	6,263	0.285	1,785千円
	更新(6回目)	I7'ロ+連絡橋	H64	6,263	0.193	1,209千円
	更新(7回目)	係留ローラー	H67	18,204	0.171	3,113千円
合計						40,811千円
シナリオ2: 塗覆装(水中硬化型ライニング工法)+防滑材補修(浮体上面)+塗装塗替(連絡橋)+ローラー取替(係留ローラー)	初回	塗覆装+I7'ロ+連絡橋	H24	10,259	0.925	9,490千円
	更新(1回目)	係留ローラー	H27	18,204	0.822	14,964千円
	更新(2回目)	I7'ロ+連絡橋	H34	6,263	0.625	3,914千円
	更新(3回目)	塗覆装+I7'ロ+連絡橋	H44	10,259	0.422	4,329千円
	更新(4回目)	係留ローラー	H47	18,204	0.375	6,827千円
	更新(5回目)	I7'ロ+連絡橋	H54	6,263	0.285	1,785千円
	更新(6回目)	塗覆装+I7'ロ+連絡橋	H64	10,259	0.193	1,980千円
	更新(7回目)	係留ローラー	H67	18,204	0.171	3,113千円
合計						46,402千円
シナリオ3: 塗覆装(ペトロラタムライニング工法)+防滑材補修(浮体上面)+塗装塗替(連絡橋)+ローラー取替(係留ローラー)	初回	塗覆装+I7'ロ+連絡橋	H24	10,259	0.925	9,490千円
	更新(1回目)	係留ローラー	H27	18,204	0.822	14,964千円
	更新(2回目)	I7'ロ+連絡橋	H34	6,263	0.625	3,914千円
	更新(3回目)	塗覆装+I7'ロ+連絡橋	H44	10,259	0.285	2,924千円
	更新(4回目)	係留ローラー	H47	18,204	0.375	6,827千円
	更新(5回目)	I7'ロ+連絡橋	H54	6,263	0.285	1,785千円
	更新(6回目)	I7'ロ+連絡橋	H64	6,263	0.193	1,209千円
	更新(7回目)	係留ローラー	H67	18,204	0.171	3,113千円
合計						44,226千円



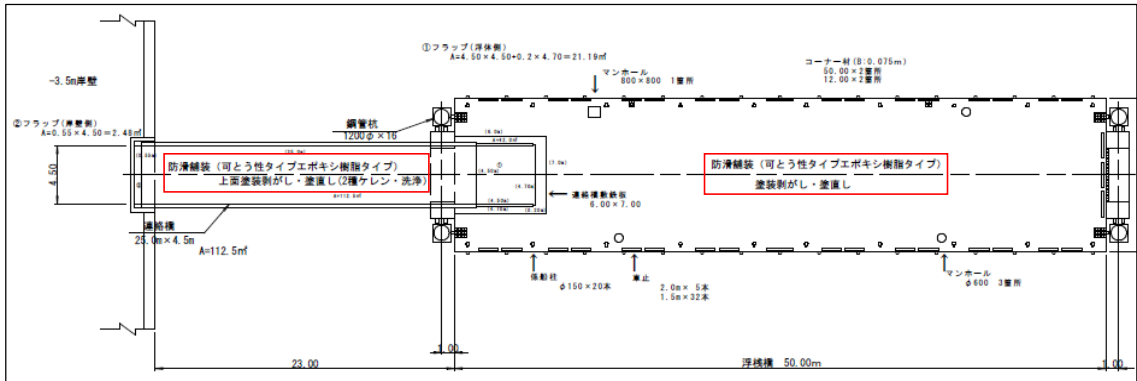
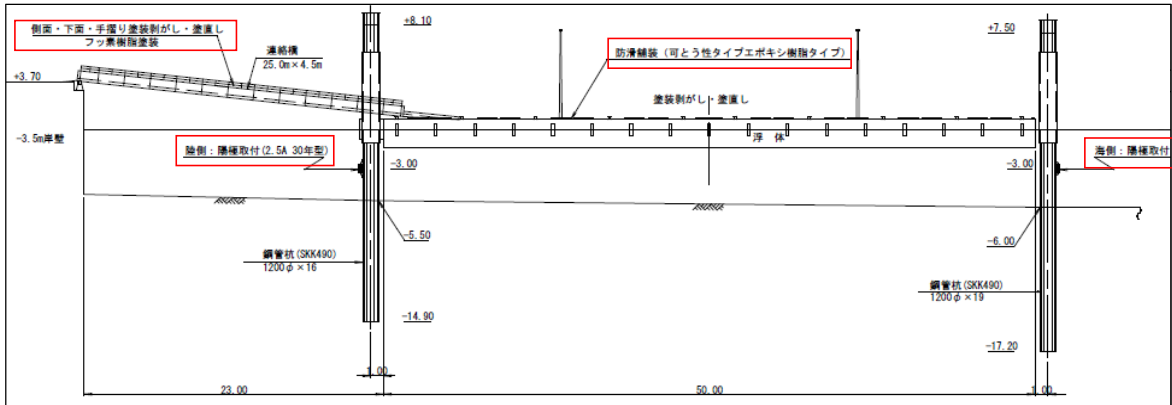
コスト削減効果

対策コスト	更新コスト	コスト削減効果
40,811千円	315,000千円	274,189千円

機能保全計画での対策検討の概要

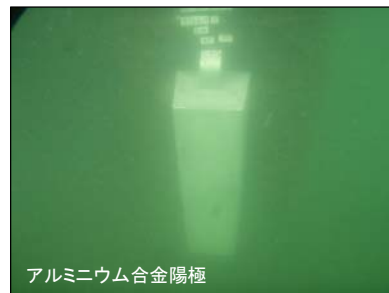
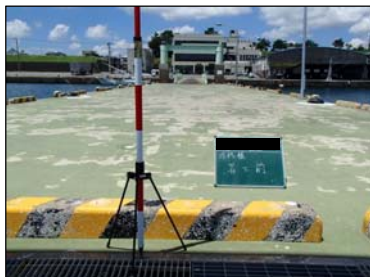
機能保全工事	単価(直工)	122	千円/m
--------	--------	-----	------

平面図・標準断面図(横断面)

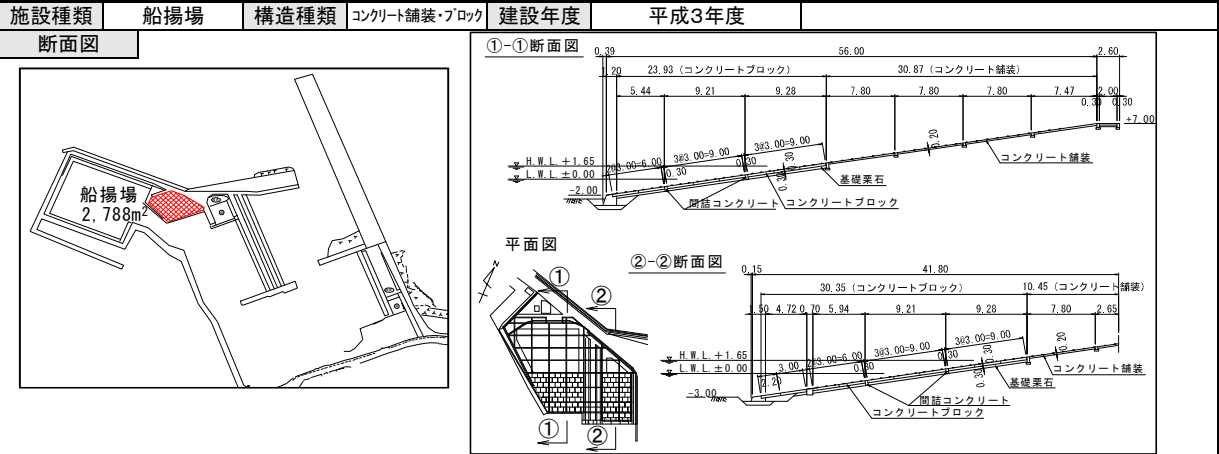


写真(補修前・補修後)

保全工事の概要



施設基本情報 (台帳)



部材名 斜路部

詳細調査の有無、実施内容と結果概要

無  有 ・水中目視: 4~6cmの不陸。

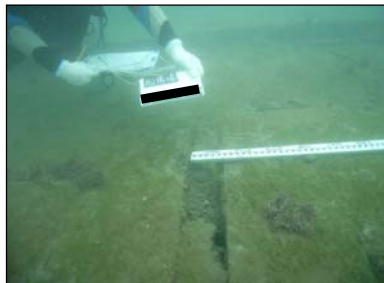
老朽化度・健全度評価の結果

対象施設	調査位置	調査項目	調査方法	変状	老朽化度	確認される変状の程度	コンクリートブロック部	総合評価
船揚場	船置部、斜路部	凹凸、出入り	目視	凹凸、出入り	a	50mm以上の凹凸がある。	d	a [項目 I]
					b	20~50mm未満の凹凸がある。		
					c	20mm未満の凹凸がある。		
					d	変状なし。		
	船置部、斜路部	沈下、陥没	目視・移動量・移動、沈下(段差)、陥没、劣化、損傷	移動、沈下(段差)、陥没	a	斜路部本体の土砂等が流出している。 斜路部本体が陥没している。	a	
					b	車両の通行や歩行に重大な支障がある。 斜路本体目地に顕著な開き、ずれがある。 斜路部に3cm以上の沈下(段差)がある。		
					c	斜路部と船置部の間に30cm以上の沈下(段差)がある。 斜路部本体目地(上部工含む)に軽微な開き、ずれがある。 斜路部に3cm未満の沈下(段差)がある。		
					d	斜路部と船置部の間に30cm未満の沈下(段差)がある。		
						変状なし。		
						コンクリート舗装でひび割れ度が2/m <sup>2</sup> 以上		

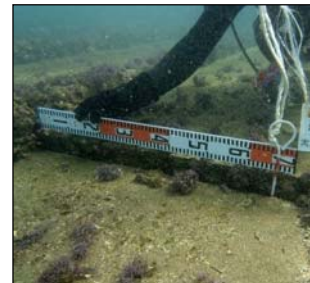
老朽化の状況(写真)



ブロックの開き



ブロックの開き



ブロックの開き

保全対策実施箇所老朽化状況 (簡易調査等結果)

検討された工法 コンクリート構造物：Ⅱ-D-1，他

機能保全計画の比較工法

対策方針 張りブロックの開きを修復し利用上の機能を回復する。今後の同様な変状防止、変状再発の際に復旧を容易にする。

適用範囲  水上  水中

シナリオ設定工法

施設の内、波浪の影響を常に受けている水際部では張りブロックに開き(最大6cm)が確認され、船揚げ作業に支障が生じる恐れがある。早急な対策が必要と判断した。

対策工法	シナリオ1 張りブロック据直し案	シナリオ2 水中コンクリート施工案	シナリオ3 特殊発泡ウレタン樹脂施工案	シナリオ4 増厚張りブロック新設案
概略構造図				
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存張りブロックを一時撤去し、基礎栗石の均しを再度行い、張りブロックを据付け直す。</li> <li>施工後7年で変状が発生しているため、施工後7年毎に据付け直し工が生じると予測される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存PC版を撤去・処分し、基礎栗石の均しを再度行い、水中不分離コンクリートにより斜路を施工する。</li> <li>耐用年数50年とし、再施工は行わない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドライ施工のため補修箇所を大型土のうで締切する。</li> <li>既存張りブロックに直径16mm程度の孔を開け、空洞部に特殊発泡ウレタン樹脂を注入し、発泡する圧力で地盤を圧密強化し地耐力を向上しつつPC版の斜路を整形する。</li> <li>耐用年数50年とし、再施工は行わない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存張りブロックを撤去・処分し、厚さを増した新規張りブロックを据え付ける。その際に基礎栗石の一部撤去が発生する。</li> <li>施工後7年で変状が発生した既存張りブロックに対し2倍の重量となるため、施工後14年毎に据付け直し工が生じると予測される。</li> </ul>
施工性等	<ul style="list-style-type: none"> <li>当初施工の工事の繰り返しであることから実績が豊富で、安全性が確保されやすい。ただし、既設張りブロックを吊上げる際の安全確保に細心の注意が必要である。</li> <li>潜水士による施工が可能であり、締め切りを必要としない。</li> <li>施工周期が他工法に比べ短い。施工期間は短い。加えて、水中での施工が可能である。</li> <li>既設の構造形式を継続するため、環境破壊を促進するものではない。加えて既設張りブロックの撤去・取り壊しが無く、産業廃棄物がほとんど発生しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設張りブロックの撤去に加え、水中コンクリート打設にかかる工事車両の搬入作業に注意を要する。また、水中部の型枠設置精度が重要となる。</li> <li>施工が困難なものの、耐用年数が長いことから維持管理が容易である。</li> <li>全ての張りブロックの撤去・取り壊し工事となるため、施工期間が他工法に比べて長い。</li> <li>陸上からのコンクリート打設とするため、締め切りを必要としない。しかし、コンクリートによる海洋汚濁に注意が必要である。</li> <li>既設張りブロックを撤去処分するため、産業廃棄物の発生量が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>形成後のウレタン樹脂強度(36.3N/cm<sup>2</sup>)が安定しているため塩害の影響を受けない。</li> <li>発泡中に水と接触すると、不良発泡を起すこと多少の強度低下を招く可能性があるため、締め切りを必要とする。</li> <li>ノンフロンで水中で溶解することがなく、海洋汚染を生じない。</li> <li>既設張りブロックを撤去しないため、産業廃棄物がほとんど発生しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当初施工の工事と同作業であるものの、ブロック重量が既設の倍となるため、施工時の安全配慮が必要である。</li> <li>潜水士による施工が可能であり、締め切りを必要としない。</li> <li>施工実績が豊富であり、施工性が高い。施工周期が他工法に比べて多いものの、施工期間は短く済む。加えて、水中での施工が可能である。</li> <li>既設の構造形式を継続するため、環境破壊を促進するものではない。加えて既設張りブロックの撤去・取り壊しが発生し、産業廃棄物が発生する。</li> </ul>
概算工事費(諸経費50%含む)	52,185,000 円	69,450,000 円	151,500,000 円	91,650,000 円
初回工事費	14,100,000 円	69,450,000 円	151,500,000 円	48,300,000 円
2回以降補修費(先年引込金を考慮)	14,100,000 円(7年毎実施)	円	円	39,300,000 円
順位	1	2	4	3

保全対策工法の概要

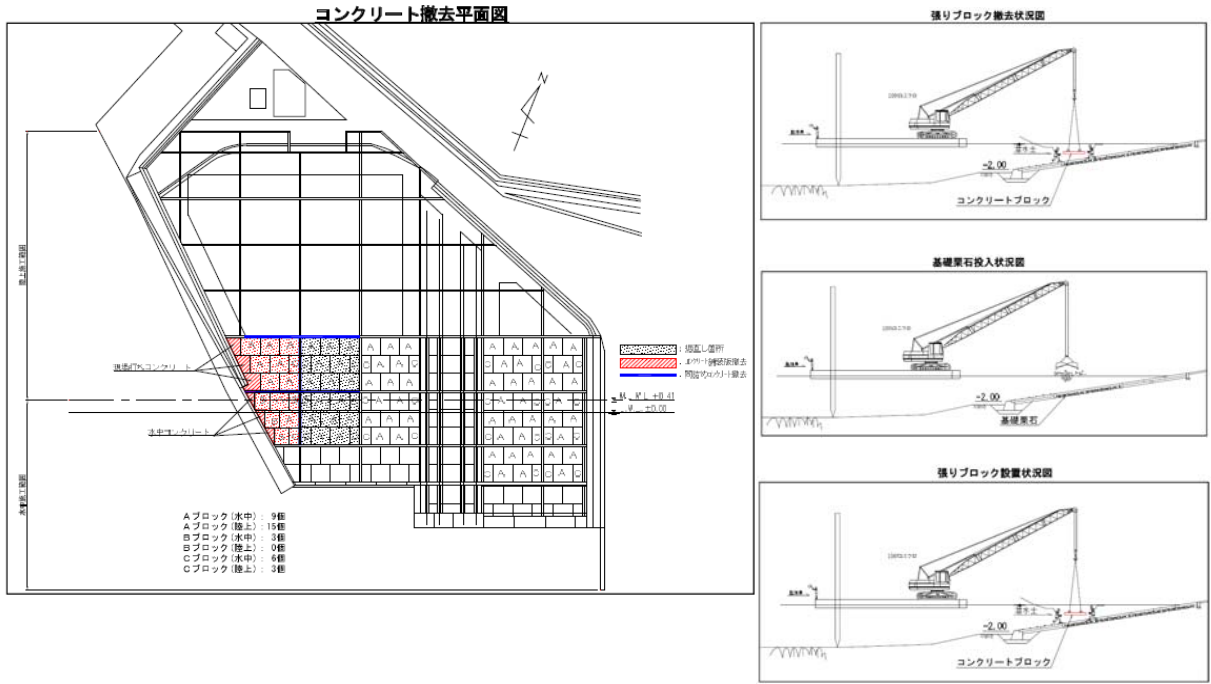
選定工法

工法名 張りブロック据え直し

工法決定要因  経済比較  その他( )

対策工法	シナリオ1 張りブロック据直し案
概略構造図	
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存張りブロックを一時撤去し、基礎栗石の均しを再度行い、張りブロックを据付け直す。</li> <li>施工後7年で変状が発生しているため、施工後7年毎に据付け直し工が生じると予測される。</li> </ul>
施工性等	<ul style="list-style-type: none"> <li>当初施工の工事の繰り返しであることから実績が豊富で、安全性が確保されやすい。ただし、既設張りブロックを吊上げる際の安全確保に細心の注意が必要である。</li> <li>潜水士による施工が可能であり、締め切りを必要としない。</li> <li>施工周期が他工法に比べ短い。施工期間は短い。加えて、水中での施工が可能である。</li> <li>既設の構造形式を継続するため、環境破壊を促進するものではない。加えて既設張りブロックの撤去・取り壊しが無く、産業廃棄物がほとんど発生しない。</li> </ul>
概算工事費(諸経費50%含む)	52,185,000 円
初回工事費	14,100,000 円
2回以降補修費(先年引込金を考慮)	14,100,000 円(7年毎実施)

機能保全工事	単価(直工)	597	千円/m
平面図・標準断面図(横断面)			



保全対策工法の概要

写真(補修前・補修後)

