

スリットケーソン式係船岸の 老朽化に伴う長寿命化手法の検討

雪丸 敏昭¹・平山 雅宏²

^{1,2}九州地方整備局 唐津港湾事務所 沿岸防災対策室

(〒847-0861 佐賀県唐津市二太子3丁目214番地6唐津港湾合同庁舎2階)

我が国では、1950年代後半からの高度経済成長期に集中的に整備された社会資本が今後急速に老朽化することが見込まれている。港湾施設においても、今後老朽化する施設の急増が見込まれている。

九州管内の直轄港湾施設の中では反射波対策として採用されるスリットケーソン式岸壁の改良設計を実施するのは初めてとなる。本論文では、遊水部の老朽化が著しい傾向が確認された唐津港のスリットケーソン式係船岸を事例に挙げ、老朽化したスリットケーソンの長寿命化手法について紹介する。

Key Words:スリットケーソン, 老朽化, 現況調査, 既設流用, 直立消波ブロック

1. 施設の概要

唐津港は、佐賀県の北西部に位置し、静穏な水域をもたらされた天然の良港として発展してきた。唐津港(妙見地区)は、約28haの工業用地を有し、水産加工企業等多数の企業が立地している。妙見地区岸壁(-7.5m)(延長=260m=130m×2バース)では、主に船の材料になる鋼材、中古自動車、スクラップ、セメントなどが取り扱われている。岸壁の構造形式は、前面にある水産ふ頭地区等の港内静穏度を確保するため、低反射機能が必要である。そのため、波が当たる部分に開口部(スリット)を設け、反射波を低減させるスリットケーソン構造が採用されている。



図-1 位置図(唐津港妙見地区)

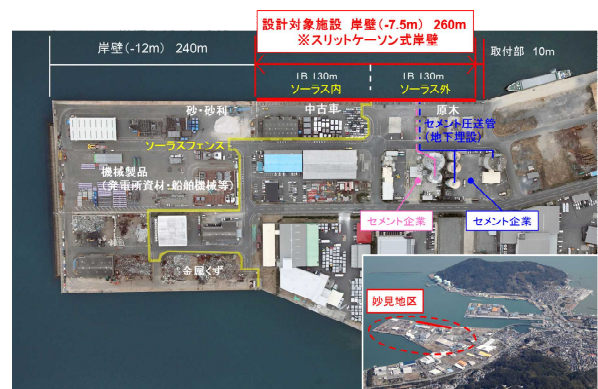


図-2 平面図(岸壁(-7.5m)260m)

2. 老朽化状況

(1) 目視調査

長寿命化手法検討の対象である岸壁(-7.5m)260mについて、1978年に施設が供用し、供用後約40年経過していることから老朽化が進行している状況である。岸壁の各部材について、目視調査を実施したところ、波の動揺やしぶき、外力(波圧、船舶の接岸力等)の影響から、スリット部には鉄筋が露出しており、床版、梁などには錆汁を伴うひび割れや剥離が確認され、部材の性能が低下している状態である。現在、当該岸壁のエプロン上を一部利用制限の措置をしている。



写真-1 スリット部, 床板, 梁

(2) 現況調査① (コンクリートの塩分含有量試験)

各部材のコンクリートの劣化状況を調べるため、コンクリート内部の塩分含有量試験を実施した。結果として、全ての部材で鉄筋位置の奥まで塩化物イオン濃度が既に港湾構造物の鉄筋腐食限界である 2.0kg/m³ を超過していた。コンクリート部材の劣化は、塩害(塩化物イオンの進入による内部鉄筋の腐食)の進行が主要因であり、施設の機能が著しく低下していることが予測されるため、遊水部について、抜本的な補修が必要と判断される。

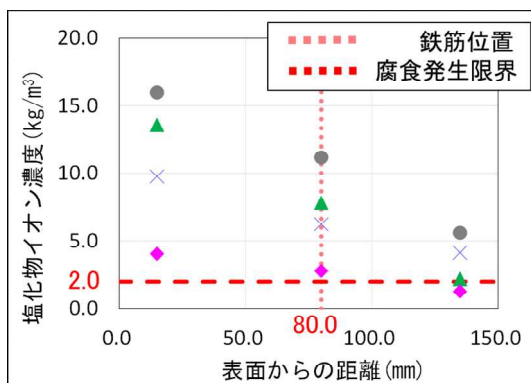


図-3 塩分含有量試験結果

3. 健全度評価

潜水士、調査船による海上目視、橋梁点検車、写真撮影等を使用し、函体外内部の点検診断を実施したところ、本体工の各部材の健全度評価結果は、本体工(スリット部)「A」、本体工(梁部)「A」、本体工(壁部)「B」、本体工(頂版)「A」となった。

(表-1、図-4 参照)

表-1 健全度評価結果

点検項目	点検項目の分類	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10										評価個数				性能低下度	評価														
		a	b	a	a	a	a	a	b	b	b	a	a	a	a			a	b	c	d										
本体工(スリット部)	コンクリートの劣化、損傷	a	b	a	a	a	a	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	35	7	0	1	A	部材の性能が著しく低下している	
本体工(梁部)	コンクリートの劣化、損傷	a	b	a	b	a	b	a	b	a	-	-	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	30	6	0	1	A	部材の性能が著しく低下している
本体工(壁部)	コンクリートの劣化、損傷	d	c	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	b	c	d	c	c	d	d	c	d	d	d	d	1	1	5	35	B	部材の性能が低下している
本体工(頂版)	コンクリートの劣化、損傷	c	c	c	c	b	c	a	d	c	c	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	14	16	10	1	A	部材の性能が著しく低下している

判定	評価基準
A	施設の性能が相当低下している状態
B	施設の性能が低下している状態
C	変状はあるが、施設の性能の低下がほとんど認められない
D	変状は認められず、施設の性能が十分保持されている状態

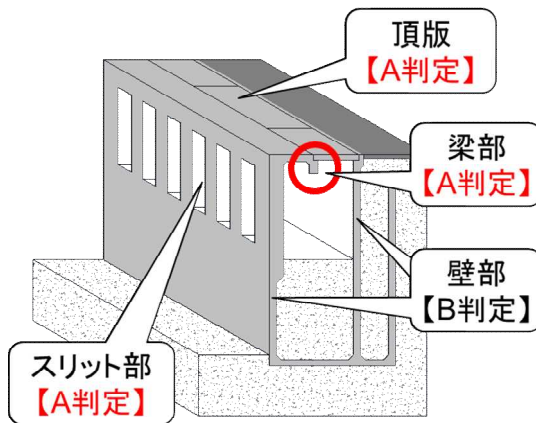


図-4 健全度評価基準・結果

スリットケーソンの劣化の特徴として、通常の重力式ケーソン式より部材が多いので、各部材が施設の性能に大きく寄与すると判断される。

(3) 現況調査② (水中部調査)

スリット部の健全度評価が「A」判定となることから、改良方針の検討を進める上で、水中部のコンクリート圧縮強度を確認するため、水中部シュミットハンマー試験・はつり調査を実施した。結果として、鉄筋の腐食状況はわずかな錆がみられる程度であり、鉄筋径は十分にあるので、健全であると判断された。また、コンクリートの圧縮強度は設計基準強度の 24N/mm² を上回る結果が得られた。よって、水中部の部材については流用可能であると判断した。

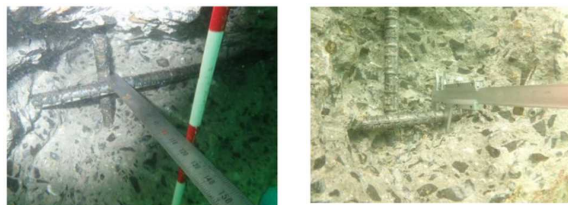


写真-2 はつり調査結果

4. 改良方針の検討

健全度評価結果、スリット部（遊水部）の劣化が著しく、抜本的な補修が必要なこと、一方で水中部は、劣化は確認されず流用が可能と判断された。よって劣化損傷が著しい既設遊水部を撤去し、新規製作の消波機能を有しているスリットブロックを設置する断面を改良方針とする。

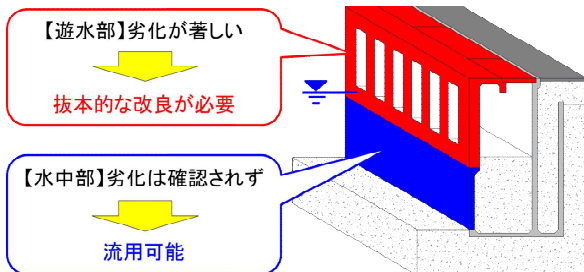


図-5 改良方針イメージ図

5. 改良断面選定の留意点

当該岸壁（-7.5m）は、老朽化の影響により、岸壁上のエプロンは一部利用制限がなされている。また、背後にセメントサイロ、上屋、ソーラスフェンス等の支障物件がある。セメントを地下埋設による配管で背後地のサイロに圧送しており、通年で利用頻度が高いので、利用に影響の少ないよう施工範囲を小さくする必要がある。また、対岸の岸壁や湾奥に隣接する岸壁の航路ならびに泊地の確保のため、岸壁法線の変更は困難である。

以上より、海上施工を極力避け、陸上の施工範囲の最小化可能な経済的な断面を比較する。

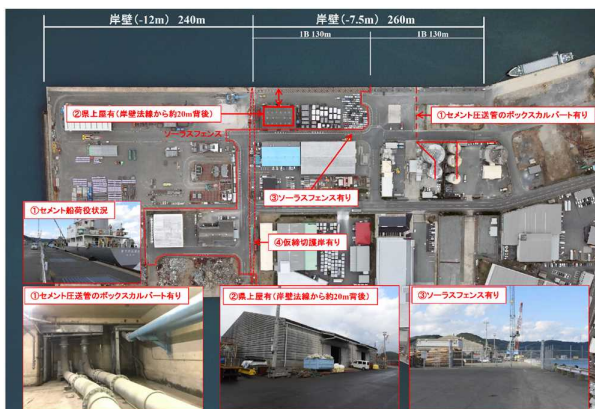


図-6 当該施設周辺の利用状況

6. 構造タイプの選定

現地利用状況、既設構造物の劣化状況を踏まえ、改良工法の検討フローを示す。(図-7) 改良工法を大きく分けると、既設構造物を流用し改良案と既設構造物を撤去した全面改良案となる。

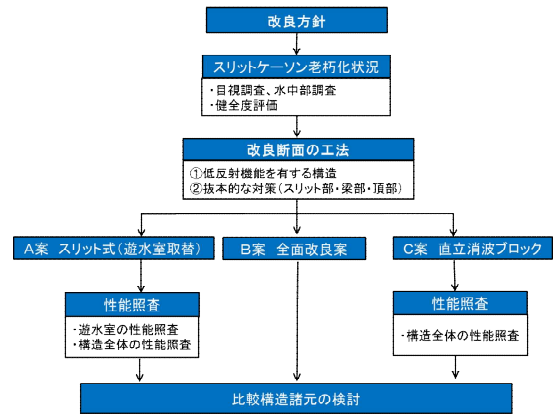


図-7 改良断面検討フロー

7. 改良断面の3案比較

改良断面の比較案は、改良後も低反射機能が必要であることを踏まえて、以下の3案を抽出する。A案は、スリットケーソン一部取替案。B案は、全面改良案、C案は、直立消波ブロック案とする。A案のスリットケーソン一部取替案は、劣化損傷が著しい既設遊水部に対して、プレキャストの新規製作のスリットブロックを設置する。維持管理性について、エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用することにより、部材劣化を抑制する。デメリットとして、前面に被覆石・基礎捨石を設置するので、海上施工が発生する。

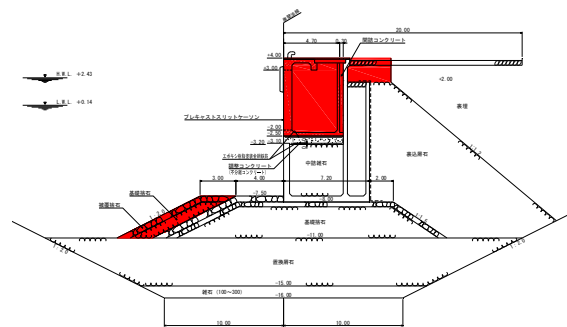


図-8 A案 スリットケーソン一部取替案

B案の全面改良案は、劣化損傷が著しい既設ケーソンを全て撤去し、新規製作のスリットを設置する。本体工を新設するので、耐久性は他案に比べて高く、A案同様にエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用することにより、部材劣化を抑制する。デメリットとして、ケーソンの新設は近傍のフローティングドッグ船により製作を行い、起重機船にて設置を行う等、海上施工が発生する。また安定性の確保のため、背後に土留矢板を打設するので、上屋や荷捌き地及び道路等への影響が大きくなる。他案と比べ大規模な工事と

なることから、工事費が増大し施工工期が長くなる。

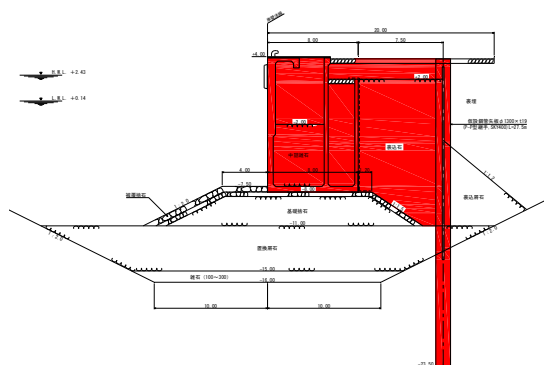


図-9 B案 全面改良案

C案の直立消波ブロック案は、劣化損傷が著しい既設遊水部に対して、消波機能を有する直立消波ブロックを設置する。重量増に伴い、底面反力が増加するため、海上施工が不要なグラウンドアンカーにより補強して、性能規定を満たす構造とする。また、維持管理の面について、構造部材に鉄筋コンクリートを使用しないため、メンテナンスが容易である。他案と比べて、岸壁前面の海上施工もなく、陸上の掘削も最小限となるため、背後建屋への影響は少ない。経済性についても、最も安価となっている。以上より、施工面、経済性を考慮し、総合的に比較検討を行った結果、C案の直立消波ブロック案を改良断面とする。設計条件としては、基本設計当初と同様の条件とし、設計供用期間を改良後50年とする。

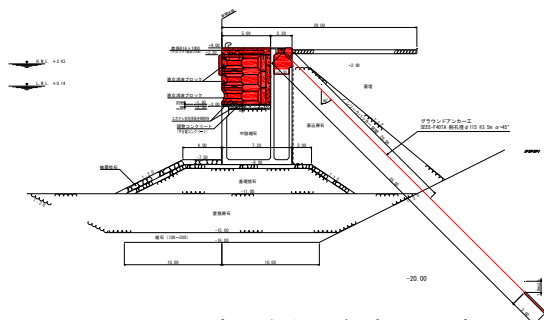


図-10 C案 直立消波ブロック案

表-2 検討案の比較

改良案	スリットケーソン一部取替(A案)	全面改良(B案)	直立消波ブロック(C案)
工法概要	既設遊水部を新規スリットに取替	既設ケーソンを新規スリットケーソンに全面改良	既設遊水部を直立消波ブロックに取替
施工性	陸上からプレキャストのスリットブロック設置可能。前面の被覆石の海上施工が発生	本体工を新設するので、耐久性は他案に比べて高い。他案より大規模施工となる	海上施工がなく、最小限の掘削範囲となるため、背後建屋への影響は少ない
維持管理性	エポキシ樹脂塗装より劣化を抑制	エポキシ樹脂塗装より劣化を抑制	鉄筋コンクリートを使用しないため、メンテナンスが容易
経済性	△	×	○

表-3 C案 設計条件

種別	項目	設計条件	
		設計当初 (設計年次:S49d)	本設計 (R1d)
一般条件	岸壁延長	270m(2バース)	270m(2バース)
	設計供用期間	50年	改良後50年
利用条件	計画水深	D.L.-7.50m	D.L.-7.50m
	設計水深	D.L.-8.00m	D.L.-8.00m
	天端高	D.L.+4.00m	D.L.+4.00m
	対象船舶	5,000DWT	5,000DWT
	上載荷重	永続状態: 20kN/m ² 変動状態: 10kN/m ²	永続状態: 20kN/m ² 変動状態: 10kN/m ²
	取扱貨物	一般貨物 (セメント・砂利・砂等)	一般貨物 (セメント・砂利・砂等)
	荷役機械	—	—
	エブロン幅	20.0m	20.0m
自然条件	エブロン勾配	i=1.0%	i=1.0%
	土質条件	—	—
	潮位条件	H.W.L.+2.43m L.W.L.±0.00m R.W.L.+0.80m	H.W.L.+2.43m L.W.L.+0.14m R.W.L.+0.90m
	照査用震度	k _d =0.05	k _d =0.08

※ 赤色は、設計当初から変更になった項目を示す。

8. おわりに

今回、九州管内のスリットケーソン式岸壁の中で、健全度評価を行い、初めて改良設計の方針を決定することが出来た。老朽化しているスリットケーソン式岸壁の特徴として、部材毎に劣化度合いが異なるので、部材毎に着目すると、スリット部のみ抜本的な補修が必要で、水中部は健全で流用可能であると判断出来た。その結果、補修箇所を必要最低限にすることが可能となり、周辺施設にも影響が少なく、コスト削減を図る経済的な補修案を提案することが出来た。今後の詳細な検討としては、セメント圧送区間については、直立消波ブロックを設置することが困難であるため、別途構造を検討する必要がある。また、周辺の現況調査として、改良工法に採用されたグラウンドアンカー工法は、地下にグラウンドアンカーを挿入する必要がある。そのため、周辺施設の地下構造物の配置状況について、調査を実施し、把握する必要がある。今後とも引き続き検討を進めていきたい。