

既存岸壁改良工事における課題と対処の事例について

平田 悠真¹・梶坂 清嗣¹・杉原 友和¹・稲田 滉平¹

¹伏木富山港湾事務所 建設管理官室 (〒934-0021 富山県射水市堀岡新明神字西浜205-150)

伏木富山港 新湊地区において大型船の寄港増加へ対応するため、既存施設の構造を一部活用した増深改良を実施。対象岸壁は約50年経過した古い施設であり、工事着手後、想定以上に現場条件の相違が生じたため、設計見直し等の対処が必要となるなど、度重なる課題が発生した。本報告は2021年度に報告した、事業を進めるうえで生じた課題と対処の一例の統報として紹介するもの。

キーワード 港湾施設、岸壁、改良工事、ふ頭再編事業

1. はじめに

富山県射水市及び高岡市に跨り位置する伏木富山港 新湊地区は、1968年の開港に併せて背後の工業用地に多数の工場が立地し、臨港工業地域の物流拠点となっている。

図-1に示す新湊地区中央ふ頭は、製紙会社が紙・パルプ製品の原材料に利用する木材チップのほか、港湾背後地域に立地する工場のボイラー燃料やゴム等の原料となる炭素材として利用される石油コークス、アルミ製品の原材料であるアルミ地金等のバルク貨物を取り扱っている。

本事業前の中央ふ頭では、大型船舶の寄港が増加する一方、大型船舶の必要水深を満たす岸壁が、中央1号岸壁（水深14m）のみであるため、次の課題により非効率かつ不経済な荷役を取らざるを得ない状況となっていた（図-2）。①中央2号岸壁（水深10m）にある専用荷役機械を使用する木材チップ船の大型化により、中央1号岸壁での喫水調整後、バースシフトを行う荷役形態となっている。②大型船舶が唯一接岸できる中央1号岸壁に集中することで、混雑による沖待ちが生じている。③取扱貨物の増加に伴い、中央ふ頭内の貨物置場が不足しており、老朽化施設の維持管理を踏まえつつ効率的な港湾利用に資する最適な利用配置検討が必要である。

これらの課題を解消するため、ふ頭再編整備として事業を進め、その主たる整備として中央1号岸壁と同等の大型船が利用できるよう、中央2号岸壁の水深を10mから14mに増深改良する工事を実施した。

本報告は、2021年に報告した本事業に関する課題と対処の一例¹⁾の統報として紹介するものである。

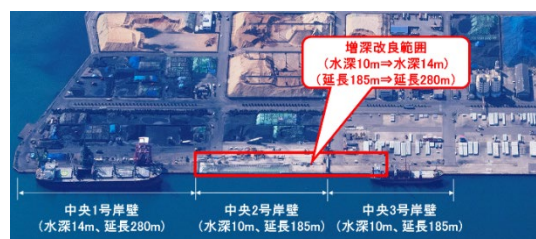


図-1 伏木富山港 新湊地区 中央ふ頭（事業前）



図-2 中央ふ頭利用における課題

2. 2021年度までの状況

2021年度の報告において、次の項目を報告した。①当初、既設鋼矢板を活用する構造としていたが、当該既設鋼矢板が傾斜しており、地中で新設鋼管矢板と干渉することが判明したため打設が不可能となった。②①の問題に対して構造断面を見直し、新設鋼管矢板法線を当初設計に対して500mm陸側に移動させ、土圧増加の対策として裏埋材を軽量骨材に変更した（図-3）。③傾斜して

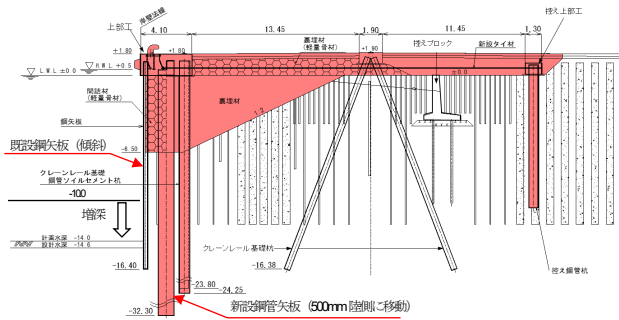


図-3 見直し構造断面

いる既設鋼矢板については、傾斜を復元させることが可能であるか現地試験により施工方法含め検討する。

本報告は③の既設鋼矢板の傾斜復元試験（既設鋼矢板引き寄せ試験）以降について述べる。

3. 既設鋼矢板引き寄せ試験

既設鋼矢板は、本来の既設鋼矢板法線から最大486mm（平均269mm）海側に傾斜している（図-4）。新設鋼管矢板と既設鋼矢板は上部工で一体化する構造であるため、既設鋼矢板に生じた変位を復元させる方法を検討した。検討の結果、既設鋼矢板を残置させたまま変位を復元できるかの可否を判断するため、傾斜復元試験（既設鋼矢板引き寄せ試験）を実施した。

(1) 要件及び施工フロー

既設鋼矢板引き寄せ試験を実施するにあたり、設計条件を整理し、試験条件を①引き寄せ量の目標値453～490mm ②試験時の既設鋼矢板許容引張力を6.4t/m（短期）と設定した。上記の設定により引き寄せ試験を行い、6.4t/m以内で目標引き寄せ量を達成した場合は、経過観察し、引張加重が解放され、許容引張力が2.5t/m程度（長期）まで低下したら引き寄せ成功となる。既設鋼矢板引き寄せ試験のフローを図-5に示す。

(2) 既設鋼矢板引き寄せ試験の概要

既設鋼矢板引き寄せ試験の対象範囲は全延長280m中、既設鋼矢板の傾斜が最も大きい箇所を含む10mの区間を選定した。既設鋼矢板引き寄せ試験の準備として、既設鋼矢板と新設鋼管矢板間の土砂をサンドポンプで除却し、既設鋼矢板を10mスパンとなるように既設鋼矢板の継ぎ手部を切断した。また、引き寄せに対する傾斜量を正確に測定するため、傾斜計を既設鋼矢板の傾斜が最も大きい箇所に設置し、リアルタイム計測を行うこととした。

既設鋼矢板引き寄せの緊張材は総ねじPC鋼棒（φ23mm, L=8.0m）を採用した。総ねじPC鋼棒を選定

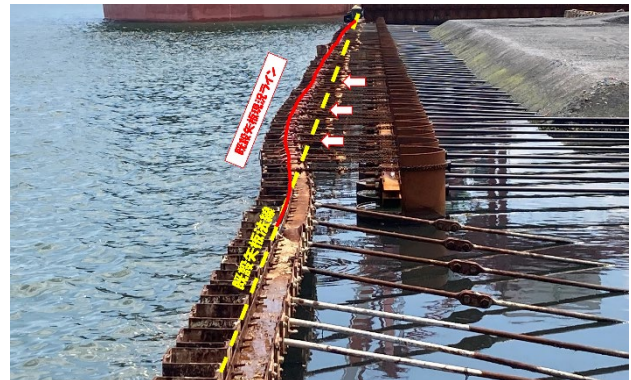


図-4 既設鋼矢板引き寄せ前状況

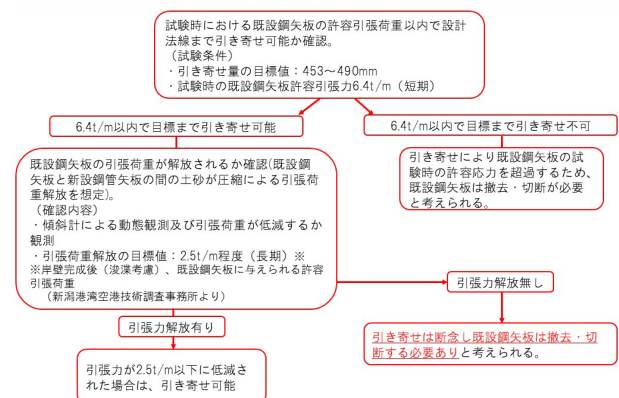


図-5 既設鋼矢板引き寄せ試験施工フロー

した理由は以下のとおりである。①ナットで仮固定できるため、緊張ジャッキの組み替えることで最大法線からの出入り量486mmの引き寄せが可能である。②数日間にわたり試験施工することが想定されたため、ナットで仮固定できる総ねじPC鋼棒が有利である。③専用の溝付ナット及び溝付ナット用アンカープレート（支圧板）を用いることで、現地盤に対して±10°程度の角度があっても施工可能であり、ねじがない鋼棒と比較して施工が容易である。

上記の総ねじPC鋼棒で既設鋼矢板と既設鋼矢板引き寄せ試験のために打設した控え杭（H型鋼 H-300×300×10×15, L=9.0m）を接続し、緊張ジャッキで総ねじPC鋼棒を引っ張り、引き寄せ試験を実施した。既設鋼矢板引き寄せ試験平面図を図-6、断面図を図-7に示す。

(3) 既設鋼矢板引き寄せ試験結果

既設鋼矢板引き寄せ試験は2022年9月14日から実施した。既設鋼矢板法線に対する出入り量を時系列順に表した図を図-8に示す。引張荷重0セットした段階では法線からの出入り量は435mmであり、引張荷重を上げていき、短期許容引張力6.4t/m以内の6.0t/mで472mm引き寄せることができた。引き寄せ後の状況を図-9に示す。

緊張後、経過観察を行ったが、7週間で自然に引張力

		永続状態	変動状態
鋼材の曲げ降伏応力度	σ_y (N/mm ²)	295	295
矢板壁に生じる最大曲げモーメント	Mmax (kN・m/m)	999.2	1195.5
鋼材の断面係数(YSF Z-38)	Z (cm ³ /m)	3306	3306
抵抗項の部分係数	γ_R	0.84	1.00
荷重項の部分係数	γ_S	1.18	1.00
調整係数	m	1.00	1.12
抵抗項	R (N/mm ²)	247.80	295.00
荷重項	S (N/mm ²)	302.30	361.60
作用耐力比		1.22	1.37
判定		NG!	NG!

表-1 応力照査結果

4. 試験後の対応

(1) 構造断面の再検討

既設鋼矢板は活用不可と判断されたため、再度、構造断面を再検討した。検討の結果、標準断面については、当初設計位置から新設鋼管矢板を500mm陸側に移動させた断面において、新設鋼管矢板中心を支点とした片持ち梁モデルとして検討しており、既設鋼矢板を支点として考慮していなかったことから、標準断面を変えずに既設鋼矢板を撤去することとした（図-11）。

(2) 既設鋼矢板引き抜き

(1)の断面で施工を進め、既設鋼矢板の引き抜きをしたところ、固結による共上がり（図-12）が頻発。また、図-13のように鋼矢板が大きく変形していた。引き抜き後は、後続工事（上部工、舗装工等）を施工し、2024年6月22日に完成式典を執り行い、本事業は完成した。

5. 既存施設を活用した改良事業に関する考察

本施設は完成後約50年経過した施設の一部を活用する計画で増深改良を実施した。しかし、活用対象である既設鋼矢板は傾斜しており、既設鋼矢板引き寄せ試験を実施したが応力照査を満足しなかったため、既設鋼矢板の利用を断念し施工を進めた。本施設改良工事で得られた知見及び考察は以下のとおりである。

既設鋼矢板引き寄せ試験により、引き寄せはできたものの、応力照査では満足しなかった。既設鋼矢板の引き寄せに際しては、引き寄せ試験区間を切断により独立させ、リアルタイム計測を行うことで挙動の把握が容易になった。また、仮固定が可能である総ねじPC鋼棒を用いることで、数日間にわたる引っ張りが可能となり、施工性が向上した。

本事業では既存施設（既設鋼矢板）を活用することで、既設鋼矢板撤去にかかる費用を抑え、既設鋼矢板に施されている防食を再利用できると想定し、コスト削減というメリットを期待していた。しかし、古い施設でありかつ当時の詳細な工事記録も残っていないことから、様々

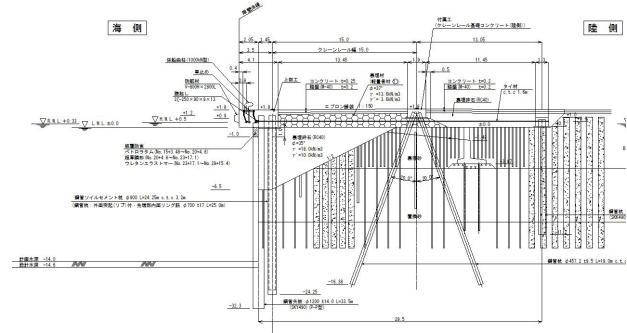


図-11 最終決定断面



図-12 既設鋼矢板の共上がり状況

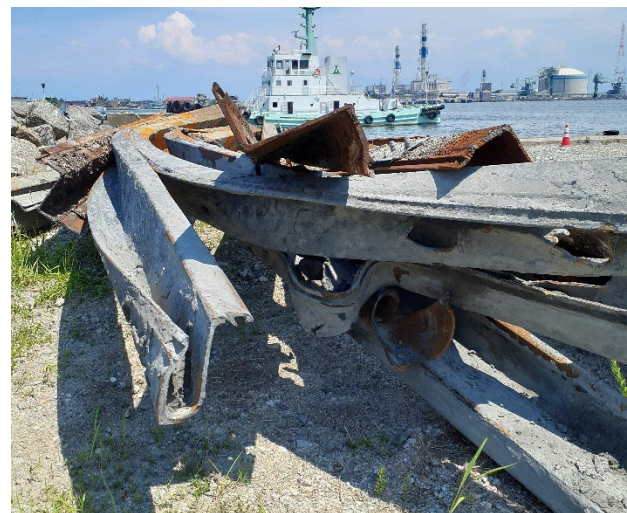


図-13 引き抜き後の既設鋼矢板

な想定外の事象が発生したため、断面の再検討に時間を要することになった。想定外の事象が起きた場合、既存施設の活用によるメリットを享受できないことから、計画の段階から不可視部を確認し、あらゆる事象を想定して

計画することが必要であると思慮。

既存施設を活用した施設の更新または改良工事においては、確実な構造の引継ぎが必須であり、これを見据えた対応が必要。

現在、取り組みが推進されている ICT や BIMCIM を活用することで、本事業にて生じた課題については、解決または軽減に繋がるものとする。

本報告が、既存構造物を活用した改良工事の検討の一助となれば幸いである。

謝辞：本事業にあたり、設計並びに施工を担当した各社のご協力、新潟港湾空港技術調査事務所の支援により、厳しい施工条件においても事業を完了することができ、ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 谷澤来夢・杉原友和・後藤佑介・氷見和也：既存施設を活用した岸壁改良工事の課題と対処。