

第68回(2024年度) 北海道開発技術研究発表会論文

小樽港第3号ふ頭クルーズ船岸壁改良整備

小樽開発建設部 小樽港湾事務所 第1工務課 ○小田 拓実
 小樽開発建設部 小樽港湾事務所 計画課 笠間 基
 小樽市 産業港湾部 港湾室 繁在家 祐

小樽港は、日帰り圏内に多くの観光資源があり、クルーズ船の寄港地として人気が高いが、大型クルーズ船の接岸が可能な勝納ふ頭は、小樽市の主要な観光エリアから遠く、クルーズ旅客のアクセス性やCIQ機能が不足している等の課題があった。このため、小樽の観光を代表する小樽運河からわずか300mの距離にある第3号ふ頭に、大型クルーズ船岸壁やクルーズターミナル等の施設を整備した。本稿では、大型クルーズ船岸壁のドルフィン整備に至る経緯、課題と対応策、並びに今後のクルーズ船受入環境の強化について報告する。

キーワード：観光振興、クルーズ船、既存ストック、コスト縮減、BIM/CIM

1. はじめに

小樽市は、令和5年度には観光客入込客数761万2千人を誇る北海道有数の観光都市であり、国内外から多くの観光客が訪れる観光地である¹⁾。

平成23年に小樽港は、日本海側港湾が連携して環日本海クルーズを推進する、外航クルーズ（背後観光地クルーズ）として日本海側拠点港に選定された。

日帰り圏内に多くの観光資源があることからクルーズ船の寄港地として人気が高く、様々なクルーズ船を受け入れて小樽・後志の観光振興に大きく貢献しており、地域への経済波及効果に期待されている。

一方、小樽港での6万総トン級を超える大型クルーズ船の受け入れは、小樽観光の中心である小樽運河や中心市街地から約2.5km離れた勝納ふ頭岸壁を利用していたため、クルーズ旅客のアクセス対応などの課題があった（図-1）。

この課題を解決するため、徒歩圏内に小樽運河等の多数の人気観光施設の他、中心市街地やJR小樽駅が存在し、利便性の高い第3号ふ頭を大型クルーズ船岸壁に改良することにした。

第3号ふ頭を改良するにあたっては、施設の老朽化による機能低下および安全性を回復し、岸壁（-9m）と岸壁（-10m）を一体整備することにより13万総トン級の大型クルーズ船の係船を可能（水深10m、延長362m）にした²⁾。

また、小樽市へ14万総トン級の大型クルーズ船の寄港打診が多くあったことから、14万総トン級までのクルーズ船が係留できる岸壁（水深10m、延長400m）へ改良整備することにした（写真-1）。

さらに、小樽市により既存貨物上屋の一部を改良したクルーズターミナルの整備等、クルーズ船受入



図-1 小樽港クルーズ船受入位置



写真-1 第3号ふ頭クルーズ船岸壁

体制のさらなる充実を図ることにした。

本稿では、大型クルーズ船岸壁のドルフィン整備に至る経緯、課題と対応策、並びに今後のクルーズ船受入環境の強化について報告する。

表-1 ドルフィン構造形式比較表

費目	A案杭式【2×2】 φ1500×t19 (SKK490) プレキャスト上部工	B案杭式【2×2】 φ1500×t19 (SKK490) 場所打ち上部工	C案杭式【3×2】 φ1300×t17 (SKK490) 場所打ち上部工	D案 重力式 水中コンクリート	E案 重力式 ケーソン
工事価格	155,870,682	162,592,555	184,220,442	192,834,568	248,036,539
工事価格（1基あたり）	77,935,341	81,296,278	92,110,221	96,417,284	124,018,270

2. 大型クルーズ船への対応

小樽港は、14万総トン級までの大型クルーズ船の入港が可能である。しかし、大型クルーズ船の係船には岸壁延長が400m必要となることから、第3号ふ頭の既設岸壁の延長を38m延伸する必要がある。

そこで、整備にあたっては、①効果の早期発現、②建設コストの縮減、③既存施設の有効活用の観点から、対応方針の検討を行うことにした。

3. 岸壁延伸整備の対応方針

2.に記述した対応のため、a)～d)に示す整備方針を作成し、クルーズ船の受入環境整備を図ることにした。

- a) 現行の航路幅から、入港可能なクルーズ船は、14万総トン級が最大となっているため、対象船舶は14万総トン級として設計を行う。
- b) 14万総トン級クルーズ船の係留に必要な岸壁延長は、既設岸壁の法線方向に整備効果の早期発現や建設コストの縮減が期待できるドルフィンを整備し、既設岸壁とあわせて、施設延長400mを確保する。
- c) 大型クルーズ船の係船作業（綱取り）時の安全性と効率性を確保するため、係留用ビット間に作業用の連絡橋（人道橋）を架設する。
- d) 既存ストックを活かすため、橋台部は既設ケーソンの流用を検討する。

4. クルーズ船岸壁整備

3.に記述した方針として、設計上と施工上の課題と対応を以下に整理する。

(1) 設計上の課題と対応

a) ドルフィンの構造形式

ドルフィンの整備箇所は、N値10以下の洪積粘性土層と風化凝灰岩が大半を占めるような地盤となっていたため、構造形式の選定にあたっては、地盤特性、経済性及び工期短縮を考慮する必要があった。

そこで、表-1に示すA～E案の5つの構造形式について、軟弱地盤への作用荷重、工事価格、工事日数等を比較検討した。その結果、重力式に比べ杭式構造

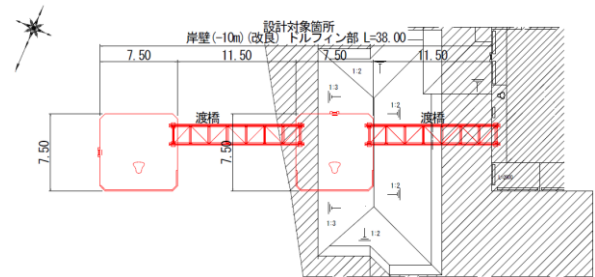


図-2 ドルフィンの構造(平面図)

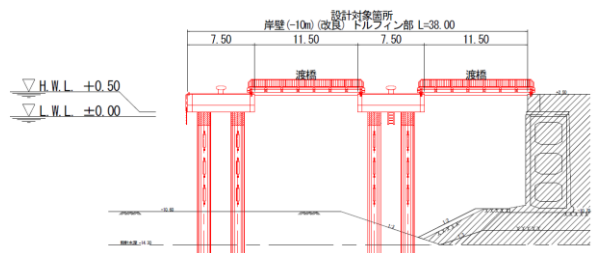


図-3 ドルフィンの構造(縦断面図)

が経済的に有利となり、さらに、上部工は場所打ちに比べプレキャスト工法が1ヶ月程度の工期短縮とコスト縮減になることから、A案の杭式プレキャスト上部工構造を採用した。（図-2、3）。

b) 渡橋上部構造形式

ドルフィンの渡橋設置箇所は、海風や波浪の影響を受けやすい箇所であり、塩害被害を受ける可能性が高いことから、塩害対策を含めたLCCと市場性を考慮する必要があった。

そこで、現場条件や市場性を考慮した結果、「鋼橋：単純鋼I桁」、「PC橋：単純プレテンション方式スラブ桁」、「PC橋：単純ポストテンション方式I桁」の3つの構造形式について比較検討した。

コンクリート桁は、道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編³⁾（以下、道示と呼ぶ）の構造詳細から「エポキシ樹脂塗装鉄筋」を採用するため、一般のコンクリート橋に比べてコストはやや高上の傾向にあり単純鋼I桁橋が最も経済性に優位であった。

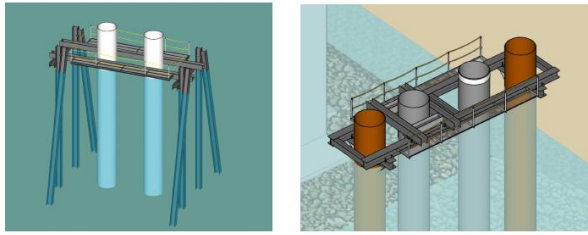


図-4 導杭・導材の構造
(左：当初想定、右：採用導杭・導材設置図)



図-5 AR（拡張現実）技術を活用した現場確認

一方、LCCの観点から、道示でも示されるように、かぶり耐塩害性を確保するコンクリート橋が優位となるが、鋼橋は重防食性能を付加することで同等の性能が確保できること、並びに連絡橋の要求性能から橋体が小規模であるため鋼橋形式でも不利にはならないと考えられた。

これらのことから、渡橋上部構造形式には、「鋼橋：単純鋼I桁」を採用した。

c) 橋台部の既存ストックの活用

橋台部となる既設岸壁先端取付部の本体工（ケーソン）は、昭和42年に施工された鉄筋コンクリートであり、海風や波浪の影響を受けやすい箇所であったことから、活用にあたってはコンクリートの健全性を詳細に調査する必要があった。

平成25年に、圧縮強度試験、中性化試験および塩化物イオン含有量試験を行った結果、健全であると判定した。

また、塩化物イオン含有量の拡散予測により鉄筋腐食限界までの残寿命を算定した結果、今後50年以内に腐食限界を超える結果となる。しかしながら、当該施設は沈下の影響により本体工が水中に没していることから、酸素供給が遮断され塩化物イオン含有量の増加は抑制されると判断されたので、既設ケーソンを流用した。

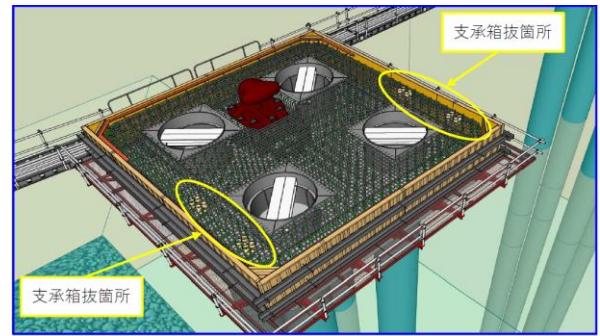


図-6 CIMモデル(上部工全体図)

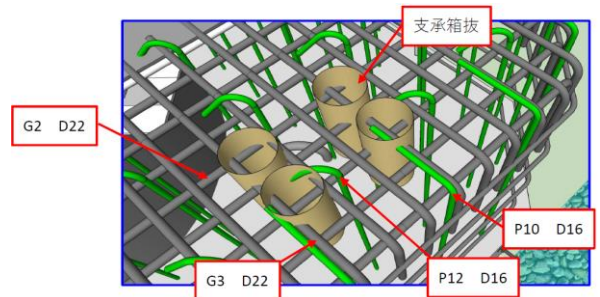


図-7 CIMモデル(上部工詳細図)

(2) 施工上の課題と対応

a) 冬期施工時の工程管理

ドルフィン施工は、冬期施工となっており冬型天候による作業の手戻りや作業の中断が予測され、所定の工期で工事を完了させるためには、工程短縮や作業の生産性向上が必要であった。

そこで、鋼管杭打設に使用する導杭・導材の見直しを行い、導杭は鋼管杭と同径のφ1500mmの鋼管杭を使用することで、鋼管打設に使用するパイプロハンマでの打設が可能となり作業の生産性向上に繋がった。導材はH形鋼を四方の枠状に大組にした構造にすることで、設置・撤去の手間が大幅に減少し工期短縮を図ることができた。さらに、安全設備（足場）も取り付けられた状態で設置・撤去作業が行えるように工夫したため、更なる時間短縮に繋がった（図-4）。

また、AR（拡張現実）技術を活用することで、現場で完成イメージや施工途中のイメージを3次元表示により確認することにより、熟練技術者でなくとも作業内容や作業中の危険について理解が深めやすくなることで、手戻りの防止や安全性の向上を図った（図-5）。

b) 3次元鉄筋モデルの活用

上部工では、プレキャスト部材の上部に鉄筋コンクリートを施工するという構造になっており、複雑な鉄筋配置となっていた。

重大な手戻りを防ぐために、事前に鉄筋の配置及び干渉を確認する必要があると考えられたが、従来の2次元図面では、経験の浅い技術者では施工上の支障となる鉄筋の干渉チェックが困難であった。

そこで、3次元鉄筋モデルを活用し、配筋状態の可視化を行うことで鉄筋の干渉チェックを容易にした。

その結果、渡橋の支承の箱抜きが鉄筋と干渉していることがわかり、事前に配筋を見直すことが可能となり、手戻りの発生を防ぐことができた（図-6、7）。

また、施工時においては鉄筋の配置が把握しやすく作業の効率化に繋がった。

5. 大型クルーズ船受入環境の強化

(1) クルーズ船寄港数および旅客の動向

過去10年間の小樽港におけるクルーズ船の寄港回数は平成27年から順調に伸びてきており、令和2年、令和3年には新型コロナウイルス感染症の影響により寄港はなかったが、令和6年は32回と平成27年の1.6倍となった。その内訳としては、外国クルーズ船の寄港割合が72%となり、平成27年の50%と比較して外国クルーズ船の割合が増加している。

また、入港時の乗客・乗員合計を見てみると、令和6年は6万3千人と平成27年に比べて2.4倍となった（図-8）。第3号ふ頭において大型クルーズ船の受入れが可能となったことにより、寄港日にはクルーズ旅客が市内随所でみられるなど、新たな人流創出の効果も出てきている。

一方で小樽市内での回遊性には、まだまだ課題がある。都市側には多くの観光・商業施設があるが、港側は「みなと観光づくり」の面では、そのポテンシャルを生かしきれていない状況にあり、滞在型観光に向けた取組みとして、交流拠点の充実や港湾ならではの新たな観光資源の創出、また、これら港側の交流空間と都市側の観光資源との回遊性の向上を図る必要がある。

(2) クルーズ旅客に対するおもてなしの強化

クルーズ船の継続的な寄港を続けるためには、地域の魅力を高めていくことは不可欠である。

小樽市では、クルーズ旅客との交流を深めることを目的とした小樽クルーズ船歓迎クラブを組織し、クルーズ船の出迎えや見送りをを行っている。さらに、地元ならではのおもてなしイベントとして、出港時におたる潮太鼓保存会が太鼓の打演や、地元高校吹奏楽部による演奏などを行い、クルーズ旅客との交流を深めている（写真-2）。

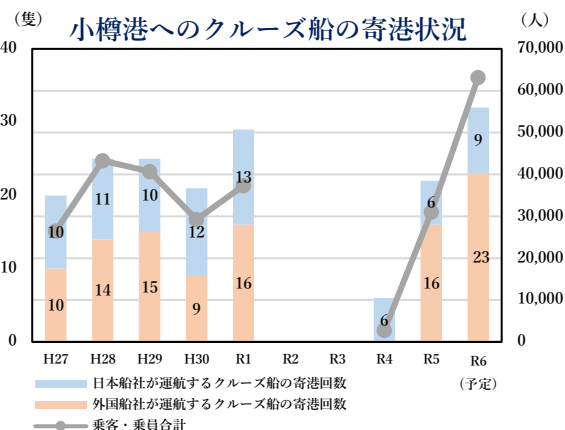


図-8 小樽港へのクルーズ船の寄港状況

また、クルーズ船が接岸する第3号ふ頭周辺では、受入体制の充実を図るために「港を巷に」をコンセプトとして、市民や観光客による賑わい空間を新たに創出するため、観光船ターミナルや緑地等の整備を進めている（図-9）。

令和6年3月には、外国人旅行者のニーズに合った情報・サービスの提供が可能な「小樽国際インフォメーションセンター」がオープンした（写真-3）。

さらに、令和6年4月、この施設を代表施設とし小樽港クルーズターミナルなどで構成される施設は、みなとオアシスにも登録され、みなとを活かした地域振興や地域住民の交流促進など、地域の魅力の向上につながる活動が期待されている。

6. おわりに

既存ストックの活用によりコストを削減しつつプレキャスト部材の採用やCIMモデルの採用により生産性の向上を図ることにより、ドルフィンの施工の効率化につなげることができた。

本年9月には、小樽港に13万総トン級の大型クルーズ船（カーニバル・パノラマ）が寄港し、今回整備したドルフィンを初めて利用した。

乗船されていた約3,700人のクルーズ旅客が小樽運河や小樽市内を観光し、第3号ふ頭から人の流れが途切れることなく、勝納ふ頭では見ることもできない賑わいを創出している光景であった。

クルーズ船寄港時には、近隣市町村をはじめとする道内から見学する訪問者もいることから、小樽市内や近隣市町村の飲食店や観光スポット等の売り上げ増加に繋がる副次的効果も期待できる。

今後、さらなるクルーズ船の誘致に向けて、新規開拓のためのポートセールスなどに取り組むとともに、小樽市内での消費増大に向けてはクルーズ旅客

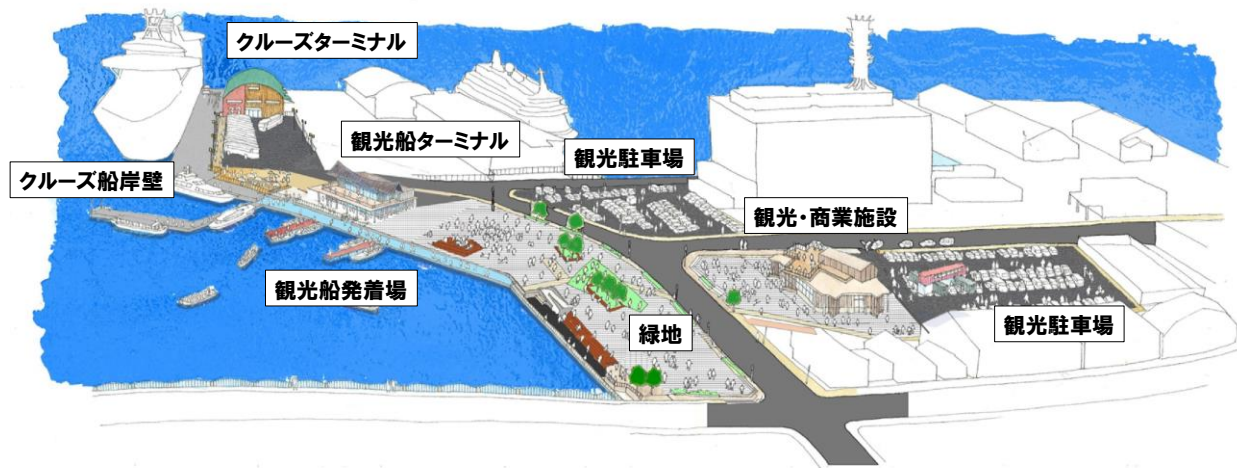


図-9 第3号ふ頭及び周辺再開発イメージパース



写真-2 おたる潮太鼓保存会の打演



写真-3 小樽国際インフォメーションセンター

の観光動向を把握するなど、寄港地の魅力度向上に取り組んでいく必要がある。

謝辞：今回のドルフィン整備は、多くの工事受注者の方々や関係者等の多大な協力によって達成できたものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 小樽市.” 令和5年度【全期】小樽市観光入込客数の概要 “. 2024-11-8.
<https://www.city.otaru.lg.jp/docs/2020101000127/>
- 2) 名久井貢成、波戸岡浩平、石澤健志：小樽港第3号ふ頭岸壁改良について-着工から現在までの経過報告-、北海道開発技術研究発表会(2018年)
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編，日本道路協会，2017