

# 苫小牧港真古舞地区岸壁工事における 課題解決に向けた取組について

室蘭開発建設部 苫小牧港湾事務所 工務課 ○當摩 愛星  
横山 大介  
菊地 隆一

苫小牧港西港区では、係留場所の不足や貨物船の沖待ちを解消するため、真古舞地区国際物流ターミナル整備事業を令和元年度に工事着手し、令和5年3月に水深12m岸壁が完成・供用を開始したところである。本報文は、事業最終年度の令和4年度内に、岸壁を確実に完成させるための課題解決に向けた取組について報告するものである。

キーワード：生産性向上、ICT、工程管理

## 1. はじめに

### (1) 苫小牧港の概要

苫小牧港は、北海道の南西部、太平洋岸に位置する国際拠点港湾であり、新千歳空港とは約20km、道都札幌とも約60kmの近距離にあり、他の主要都市とも高速道路網により接続されるなど、北海道における陸海空の交通の要衝となっている。

このような地理的な利便性の高さのもと、苫小牧港ではフェリー、RORO船、コンテナ船による国内外との定期航路が週約115便就航しており、港湾取扱貨物量は北海道全体の約5割を占める。また、内貿の取扱貨物量に関しては21年連続で全国一であるなど、北海道はもとより我が国の産業・経済を支える北日本最大の海上輸送拠点として大きな役割を果たしている。

港湾エリアは西港区と東港区に大別され、臨海部には自動車工業、石油精製業、電力、化学工業、非鉄金属製造業、木材・木製品製造業、配合飼料製造業、リサイクル産業などの企業が立地しており、北海道随一の大規模工業地帯を形成している。



図-1 苫小牧港西港区全景

### (2) 真古舞地区国際物流ターミナル整備事業の概要

苫小牧港の西港区(図-1)は、砂浜を内陸へ掘り込むことで造成した我が国で最初の大規模掘込港湾であり、その掘込水路の奥行きは約7kmにも及ぶ。水路の幅は350mでその両側(北側及び南側)には多種多様な企業が立地しており、自社専用の岸壁を有している企業も多い。また、西港区は全国各地とフェリーやRORO船による国内定期航路ネットワークが構築されており、それらのターミナルが主に港口部(本港地区)と港奥部(勇払地区)に形成されている。

一方、西港区は岸壁の多くが企業専用や定期航路に利用されていることにより、バルク貨物(ばら積み貨物)を自由に扱える公共岸壁が不足している。

真古舞地区の中央北ふ頭は、背後に倉庫やサイロが多数立地しており、幹線道路とのアクセスも良く利便性が高いことから、バルク船が集中し、混雑が深刻な状況となっている。この恒常的な混雑により、船舶の滞船(沖待ち)や貨物の横持ちが発生しているほか、ふ頭が分断されているために非効率な荷捌きを強いられるなど、多大な経済的損失が生じている(写真-1)。

この喫緊の課題を解決するため、真古舞地区中央北ふ頭に水深12mの岸壁と泊地及び背後用地を新たに造成する整備事業に令和元年度から着手した。



写真-1 恒常的に混雑している中央北ふ頭

## 2. 施設整備計画

### (1) 整備箇所

中央北ふ頭は、旧水面貯木場を挟んで西側に水深10m岸壁と水深12m岸壁を各1バース、東側には水深7.5m岸壁を3バース有しており、鋼材や飼肥料をはじめ多品目の貨物を扱っている。

本整備事業では、岸壁不足による混雑の解消とともに、中央北ふ頭の一体的な利用による荷捌き作業の効率化を図るため、未利用となっていたこの水面を有効活用して新たに水深12m岸壁 230m、水深12m泊地 13,000㎡、港湾施設用地 19,000㎡の整備を行うこととした。

なお、岸壁法線（水際線）から100mの背後用地（港湾施設用地）は国が、それ以降は港湾管理者がふ頭用地の埋立造成を行う（図-2）

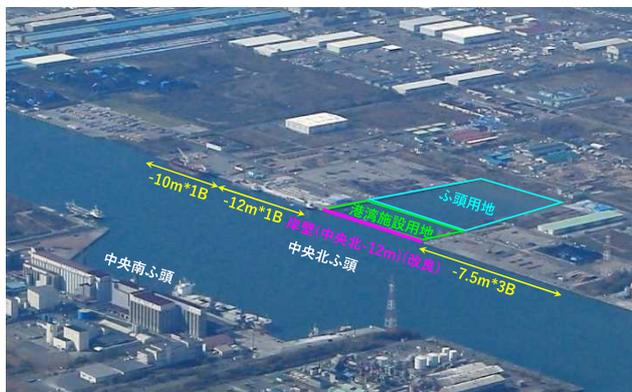


図-2 整備箇所

### (2) 整備期間

中央北ふ頭の前面には、長さ7kmに及ぶ水路があり、定時性を求められる定期航路船をはじめ日々多くの船舶が往来している。また、対岸の中央南ふ頭との間の水域は水路幅が550mと広がっており、船舶の回頭エリアとなっている。さらに、西港区は年間10,000隻を超える船舶が入出港することから、港口部や水路内の安全性確保のため管制信号により入出港の時間帯等が規制されている。

整備期間の検討にあたっては、このような現場条件（施工上の制約）を十分に考慮しつつ、一方、早期の混雑解消に対する強い要請があることも踏まえ、最短の期間として令和元年度から4年度までの4年間と設定した。

また、少しでも早く混雑の解消効果を発揮させるため、整備の途中段階で部分的に施設供用を行えるような施工順序についても検討した。

### (3) 整備施設の構造

主要施設である水深12m岸壁の施設延長は、255.88m（うち取付部25.88m）である。前述のとおり、整備箇所の前面は多数の船舶が往来していることから、施工の際には工事の作業船が水路に極力はみ出さないようにする

必要がある。

施工検討の結果、矢板式構造の場合の作業船による施工と比較し、水路へのはみ出しが船舶の航行に支障がない時間帯にとどめることが可能となる点や経済性を踏まえて、岸壁の構造形式は重力式（ケーソン式）を採用した（図-3）。

ケーソン中詰材には、リサイクル材の有効活用とコスト削減の観点で別件工事で発生した浚渫砂と製鋼スラグを混合し使用した。

また、別件の防波堤改良工事において既設上部工を撤去した際に発生したコンクリート塊を専用の機械で破碎、再生骨材化し、エプロン舗装の路盤材として有効活用することとした。

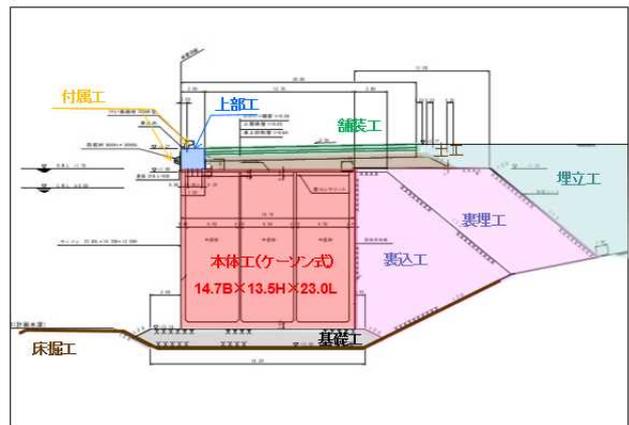


図-3 水深12m岸壁 標準断面図

## 3. 部分供用までの施工状況

中央北ふ頭は、西港区においてバルク貨物を扱える数少ない公共ふ頭として利用が集中しており、大小様々な船舶に利用されている。このため、大型岸壁1バースに複数隻が同時係留するケースや旧水面貯木場の西側、東側を一体的に連続バースとして同時係留するケースなど、臨機なバース調整により滞船の緩和が図られている。

水深12mの新たな岸壁の完成後は、大型船の接岸可能バースが増えることはもとより、旧水面貯木場による分断が解消され、中央北ふ頭の全バースが連続バースとして利用が可能となることにより、現在生じている多大な滞船時間・隻数が解消される見込みである。

本整備にあたっては、この連続バースによる効果を少しでも早く発揮させるため、新たな岸壁及び背後用地の一部区間を先行して供用することとし、既設の水深12m岸壁側から整備に着手することとした。

整備工程は、一般的なケーソン式岸壁と同様であり、床掘工、基礎工、本体工、裏込工、上部工、付属工、裏埋工（埋立工）、舗装工の流れで行う。

基礎工では、捨石均しの期間短縮と十分な締固め効果を得るため機械施工（モンケン）による均しを行った。

本体工のケーソンは、製作場所の確保が西港区で出来

ないことから、東港区にて製作及び仮置きをした。東港区から西港区へのケーソンのえい航及び据付の一連作業にあたっては、西港区の管制信号の規制を考慮し、早朝の入港可能時間帯に据付箇所まで到達出来るよう夜間から早朝にかけて行った（写真-2）。



写真-2 早朝のケーソン据付状況（令和3年3月）

埋立工に使用する土砂は、ケーソンの中詰材と同様に浚渫土砂を活用した。土砂の含水比が高い状態であったため、セメント固化改良を行い、運搬可能な強度発現後にダンプ運搬、ブルドーザ押土による埋め立てを行った。

令和4年7月までに全体延長255.88mのうち、本体工は244mまで完了した。また、舗装工まで完了した区間は138m、背後の埋立工は約70mが完了し、この段階で既設の水深12m岸壁を起点とした岸壁及び背後用地70m区間の部分供用を開始した（図-4）。

これにより旧水面貯木場西側の連続バースが70m延伸し、係留可能隻数が増加した。部分供用した岸壁では、バイオマス発電の燃料となるヤシ殻の荷卸し作業などが行われたほか、背後用地は荷卸しされた各種資材の一時保管場として使用された。



図-4 部分供用開始までの整備状況(令和4年7月)

#### 4. 令和4年度工事の問題点と課題

部分供用後も施設延長255.88mのうち、埋立工は約

TAIMA Manaho, YOKOYAMA Daisuke, KIKUCHI Ryuichi

185mが未だ水面が見える状態であり、岸壁堤体関連の工種も多く残っている。また、東側の既設の水深7.5m岸壁との接続箇所の施工も必要であり、これらを8月以降の約7ヶ月間で完成させる必要がある。

令和4年度は、岸壁関連工事として国発注工事が3件、ふ頭用地関連工事として港湾管理者発注工事が4件で計7件の工事により、多工種を併行作業で進めていく必要がある。しかし、施工箇所が輻輳していることや各工事間で施工待機が頻繁に発生することで工事の進捗が阻まれ、本整備の最終年度である令和4年度内に工事が完了できないことが危惧された。このため、工程の観点からは施工待機を解消することと、各工種の工程を短縮することが課題となった。また、埋立工においては、短期間で水面の埋立を完了させなければならないことや、係船直柱の基礎コンクリートの設置箇所が埋立箇所となっていることから、埋立地盤や基礎コンクリートの沈下の問題がある。このため、品質管理の観点から埋立工の沈下対策とコンクリート基礎の施工が課題となった。

#### 5. 課題の解決のための取り組み

施工待機を解消させること、各工種の工程短縮及び品質管理の課題を解決するための具体的な取り組み内容は以下のとおりである。

##### (1) 調整会議の開催

工事を円滑に進めるための調整方策として、工事受注者をはじめ、国、港湾管理者の発注者も参加して調整会議を開催した。関係者を一同に集めて調整会議を開催することによって、各工事の施工内容、工程、進捗の把握、調整が必要な事項などについて共有し、課題解決に向けて短時間で効果的な対策を決定することが可能となる。

開催方法は、ウェブと対面のハイブリット方式を採用し、参加者が参加方法を任意に選択することで、会議場までの移動時間の省略や新型コロナウイルス予防対策にも配慮した。

開催時期は、月に1回程度を基本とし、工事の進捗、輻輳が頻繁に発生する時期に併せて臨機に対応した。直接調整に該当しない工事受注者についても参加することで今後の想定される問題点の把握、技術的な意見を外部からの視点で聴取するための機会とした。

調整事項の見える化は、今後の工程のクリティカルパスや施工範囲の輻輳による調整事項、調整期限、担当者を明確にした情報を表形式にまとめた。さらに、工事調整箇所図を作成して表と対象箇所を通し番号により対比できるようにした。工事調整箇所図は、ドローンより空撮した現状写真を使用し調整情報を重ね容易に情報を把握、共有できるように工夫した（図-5）。

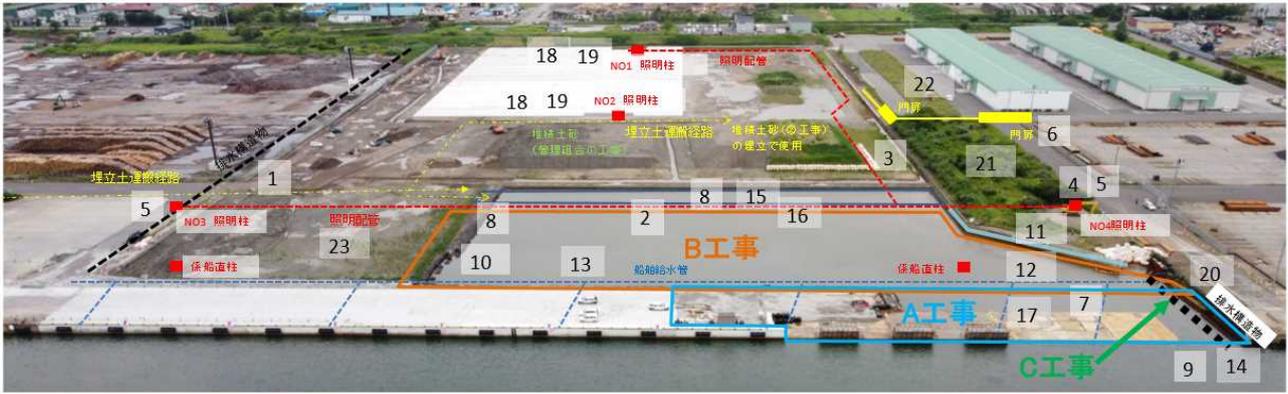


図5 調整事項の見える化（工事調整箇所図）

**(2) 施工順序の工夫**

各工事間での工程のクリティカルパスを図-6の施工フロー図に示す。

この施工フロー図において生じる施工待機を最小限に留めるため、本体外から舗装工までのプロセス間において施工順序の工夫を行った。

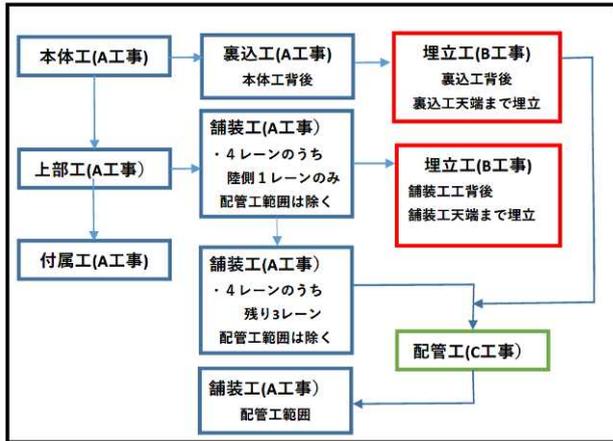


図-6 施工フロー図

**a) 埋立工**

B工事による埋立工の施工範囲はA工事の本体外及び裏込工の施工待ちとなり、施工を待ち続ける場合は埋立を実施できる時期が令和5年1月下旬からとなる。



図-7 一次運搬した土砂の堆積状況

厳冬期は公道の路面凍結のためダンプトラックによる運搬効率が夏季と比べて低下することが想定された。こ

TAIMA Manaho, YOKOYAMA Daisuke, KIKUCHI Ryuichi

の対策として、冬季になる前に埋立土（浚渫発生土）の堆積箇所から当現場作業区域へ一時運搬し、埋立可能な状況となった段階で直ちに場内運搬、埋立作業を行うことで進捗を促進し工程短縮を図った（図-7）。

**b) 舗装工**

既設の水深7.5m岸壁側の区域において、港湾管理者施工のC工事による配管工として地中埋設配管（排水管、船舶給水管）が設置される。設置箇所は、エプロン舗装の直下となることから、A工事の舗装工はC工事の配管の設置完了後となるため、施工待ちが発生する。また、配管工はA工事の裏込工とB工事の埋立工が完了しないと実施できない箇所である。対策として、配管工の施工箇所以外を先行して大型機械舗装にて打設し、配管設置後に簡易機械舗装で残りの区域の舗装を行った。

また、大型機械舗装においては、背後用地のB工事による埋立工を促進するため、埋立施工箇所に隣接する陸側のレーンのみをはじめに打設し、埋立工の施工待ちを最小限とした（図-8）。



図-8 舗装施工状況

**(3) BIM/CIM3次元モデルとICT活用**

**a) 潜水作業の見える化試行**

既設の水深7.5m岸壁との接続部における基礎工の施工において、ICT活用の取組の一つである「潜水作業の見える化向上モデル工事」を実施した。

本取組は試行工事の一つであり、ダイバーカメラ、ダイビングコンピューターにより潜水作業を可視化させながら基礎捨石均しを行うものである。

本取組を行った工事受注者への聞き取りの結果、水深が比較的深い場所（-7.5m地点）での均し作業であったが、モニター越しに水中の作業状況を確認することができるため、潜水士への作業指示が出しやすく施工性・安全性ともに向上が図れたとの意見を得た。

#### b) ケーソン据付 (BIM/CIM 3次元モデルの活用)

ケーソン据付では、既設の水深7.5m岸壁と本整備で据付済みのケーソンとの隙間が13m程度であり、接続部への据付対象ケーソンの長さ9.18mに対して非常に狭い位置（片側2.0mの空き）への据付を求められた。このような極めて慎重を要する施工であったことからBIM/CIM 3次元モデルを活用し、施工シミュレーションを実施した（図-9）。

ケーソンを破損させることなく安全に据付できるよう、周辺構造物との作業余裕の有無を3次元モデルを用いてあらゆる方向から確認し、据付計画の参考資料とした。また、現場の施工手順の説明資料とすることで、作業理解度の差を作業員間で少なくすることができ、安全性の向上及び現場作業の手戻り防止へ繋がった。

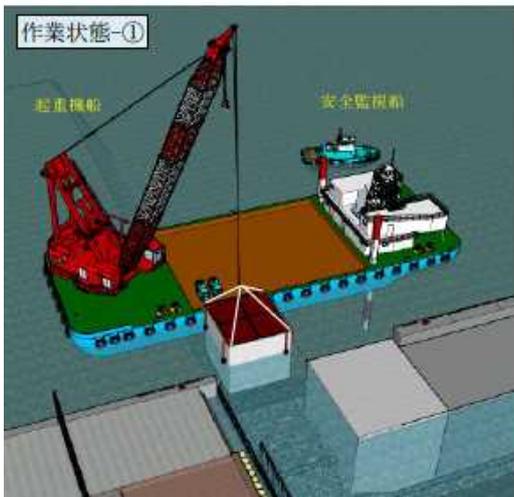


図-9 ケーソン据付計画書抜粋 (BIM/CIM 3次元モデル)

#### c) ケーソン据付 (ICT活用による施工管理)

据付箇所周辺は、大型貨物船等の往来が頻繁である。そのため、船舶航行に支障を与えないよう、限られた時間内での迅速かつ正確なケーソン据付が求められた。このため、ケーソン据付誘導システム「Zero Guide Navi (NETIS番号 KKK-120001-VE)」を活用することとした。

本技術は据付するケーソンにターゲットプリズムを設置し、既存施設に設置した自動追尾式トータルステーションによりケーソンを常時追尾しながらPCへケーソンの位置をリアルタイム表示させ、据付目標位置まで誘導を行うものである（写真-3）。

TAIMA Manaho, YOKOYAMA Daisuke, KIKUCHI Ryuichi

これにより、狭小な施工位置でのケーソン据付作業を確実に完了することが出来た。



写真-3 ケーソン据付誘導システム

#### d) 裏込材均し (ICT活用による施工管理)

裏込材投入後の均し作業は、「バックホウ 3Dマシンガイダンスシステム (NETIS番号 KT-170034-VE)」を搭載したスーパーロングアーム付バックホウを使用し機械施工を行った（図-10）。標準的な施工は、作業員（陸上部）や潜水士（水中部）によるため、作業効率とともに施工精度も作業者の熟練度に依存するが、3Dガイダンス使用による機械施工と水中部の可視化により、所定の施工精度を確保するとともに、従来の施工と比較し約14日の施工日数を短縮させ、作業効率を大幅に向上することができた。



図-10 3Dマシンガイダンスシステムによる均し作業

### (4) 品質管理

#### a) 埋立工における沈下を考慮した施工

令和4年度の埋立工は、水面の状態から埋立を開始し完了させなければならない。比較的短期間の埋立となること、埋立完了が年度の終盤になることから、工事の完成以降、埋立箇所の沈下が収束されないことが懸念された。このため、沈下後の埋立工の天端高さが設計天端高さよりも低くならないよう、埋立土の沈下を想定した埋立天端の目標高さの設定が課題となる。

課題の解決策として、過年度に埋立を完了した部分供用区間の背後において、施工記録と沈下量の測定記録を基に沈下状況の推移を確認した結果、最大約20cmで沈下の収束を確認した。このため令和4年度工事では、埋立天端高さの目標値は設計値よりも20cm高く設定した。

## b) 埋立箇所における係船直柱基礎の施工

係船直柱の設置位置は令和4年度工事による埋立施工範囲内にあり、埋め立てた土砂が締まりきっていないことから、施工時の床掘法面の崩壊が懸念された。

課題の解決策として、床掘法面を安定させるため、係船直柱基礎の床掘範囲の埋立には強度を有するセメント固化改良土を優先的に使用した。これにより、セメント固化改良土の固化効果から床掘法面が安定したほか、床掘内での地下水の湧水も確認されなかった(写真-4)。



写真4 係船直柱施工状況

## 6. 課題の解決のための取り組みの評価

事業最終年度工事の確実な年度内完成を目指し、以上の取組を行った。

取り組み別の評価は以下のとおりである。

### (1) 調整会議の開催

①調整会議の開催は、関係者が情報を一同に共有でき、課題解決のための意思疎通を図る上で最も効率的、効果的であった。

### (2) 施工順序の工夫

①新技術を活用しなくとも、工事の施工方法や施工順序の工夫を行うことで事業全体の生産性向上に繋がることを確認できた。

②施工方法の工夫においては、単一工種のみに着目すれば生産性が低下しても、全体工事進捗が著しく促進される効果があり、全体として生産性の向上に繋がることが判った。

### (3) BIM/CIM 3次元モデルとICT活用

①BIM/CIM 3次元モデルの活用は、施工計画時だけ

でなく、(1)調整会議の資料とすることで、調整事項が明確となり、口頭での説明時間を省略することができた。なお、3次元モデルの作成に時間を要する場合には、利用目的に応じて簡易的なVRとの使い分けを行うことで作成時間の短縮を図ることが可能となる。

②ICT活用は、今回の工事を進める上で、隣接工事の工程へ大きく影響を与えるケーソン据付工、裏込工等に活用し作業効率の向上に十分な効果を得られた。

### (4) 品質管理

①係船直柱基礎の施工においては、先行工事実績の確認や、セメント固化改良土を使用することにより、効果的な施工と品質確保が可能となった。

## 7. おわりに

生産性向上として行った、(1)～(4)の取り組みにより、本事業は令和4年度内に岸壁及び港湾施設用地を完成することが出来、令和5年4月より供用開始されている。

今後は、港湾管理者により進められているふ頭用地の整備と共に、中央北ふ頭の一体的な利用による荷さばき作業の効率化・船舶の混雑解消が期待される。



写真5 空撮 (令和5年3月)

謝辞：真古舞地区中央北ふ頭の整備事業に関わった全ての工事関係者の皆様に感謝申し上げます。