

# 石狩湾新港東地区国際物流ターミナル整備 におけるCIMの導入について

## —着工から現在までの経過報告—

小樽開発建設部 小樽港湾事務所 第1工務課 ○安村 駿汰  
計画課 大柏 賢仁  
第1工務課 廣部 俊夫

石狩湾新港東地区国際物流ターミナルにおける港湾施設の整備にあたり、測量・調査・基本設計・詳細設計・実施設計段階で作成した CIM モデルを統合し、今年度から実施する工事において活用した。本報においては、その実例や課題、更なる可能性等について報告する。

キーワード：設計・施工・岸壁・CIM

### 1. はじめに

国土交通省では、魅力ある建設現場の創出を目指し、i-Constructionを推進し、建設現場の生産性向上を図るとともに、「新3K(賃金、休暇、希望)」、「安全な現場」、「女性や高齢者等の活躍」など、建設現場の働き方改革に取り組んでいる。中でも、あらゆる情報を一つの3次元モデルに統合し、事業の効率化を進める CIM の推進を主要施策とし、令和5年度までに小規模を除く全ての公共工事において原則適用することとしている。

これを受け、北海道開発局の港湾部門においては、令和5年度までのロードマップを作成し、本年度においては、モデル事業と位置づけた、室蘭港、釧路港、石狩湾新港において、CIMの効果的な活用方法や課題の整理と解決に向けた検討を行っている。

本報告では、石狩湾新港のモデル事業等で得られた CIM の効果や課題を整理し、今後必要な取組について提案するものである。

### 2. CIMモデルの作成

#### (1) CIM活用

石狩湾新港では、恵まれた立地条件を背景に、背後地域においてリサイクル関連企業の集積が急激に進み、廃自動車等から発生する金属くず等の輸移出拠点として利用されている。このような中、鉄スクラップ市場は東アジアから東南アジアにシフトし、遠方諸国への輸出が増加しており、国際的な競争力強化のために30,000DWT級の大型船舶に対応する岸壁が必要となっていた。

このため、-12m岸壁を核とする新たなふ頭の整備を国及び港湾管理者にて行い、鉄スクラップの荷役の効率化を図る「石狩湾新港東地区国際物流ターミナル整備事業」を令和3年度からスタートさせた。

これらの整備にあたり、設計から施工、維持管理に至る情報の一元化を図るとともに、業務の高度化、効率化を推進し、安全性と品質の確保、トータルコストの縮減を目指し、CIMを導入することとした。

#### (2) 構造物モデルの作成

-12m岸壁などの新設する施設の構造物モデルは詳細度300程度にて作成し、既設の-10m岸壁などの周辺構造物モデルについては、詳細度100~200程度にて作成をする仕様で進めた。しかし、-12m岸壁と隣接する-10m岸壁との接続部については、新設構造物と既設構造物の干渉状況等についても確認する必要があるため、一部隣接部分については、詳細度300程度にて作成することとした。

本来であれば、周辺構造物モデルは現地を正確に再現するために出来形情報より作成することが望ましいと考

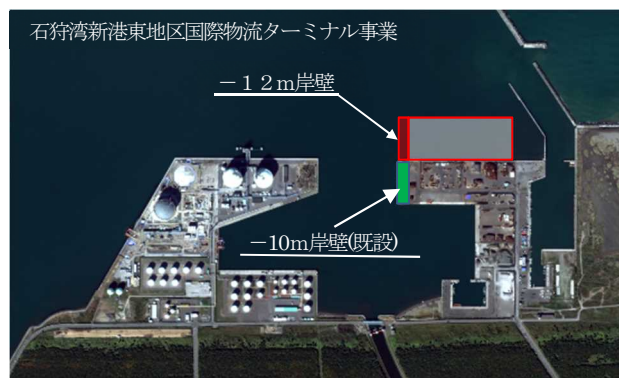


写真-1 石狩湾新港-12m岸壁位置図

えるが、隣接施設の建設年度が古いこともあり、工事記録や維持管理計画書等の標準図面にて周辺構造物モデルを作成することとした。

また、新設する構造物モデルにおいて、用地護岸部では鋼管矢板式と重力式の断面が隣接することから、基礎や構造物の干渉の有無についてCIMモデルを効果的に活用した施工検討は、細部設計にて行っている。【図-1】

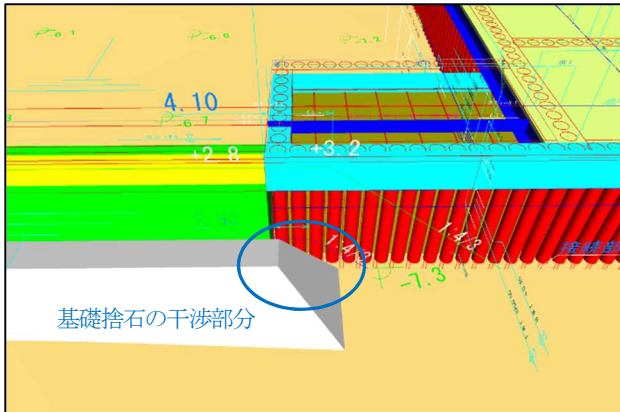


図-1 用地護岸における基礎の干渉部分

### (3) 構造物モデルの更新

細部設計において、上部工の配筋計算を基に配筋モデル及び付属工モデルを作成し、既存のCIM構造物モデルを更新した。この際、基本設計では検討されていない実施設計時点で作成される2次元図面の内容を反映させる必要がある。例えば基本設計では鋼管矢板上部工の基礎材や均しコンクリートは基本設計段階では一般的に検討されないが、上部コンクリートや型枠設置にはこれらが必要になる。しかし、基本設計段階では、当該部分の形状が未確定形状としているため、中詰砂と干渉している部分としてモデルを作成し、基礎部分の確定後に実施設計段階でモデルを更新することになる。上記のように、細部設計、実施設計の進捗にあわせて、基本設計で作成した構造物モデルの更新が必要不可欠である。【図-2】

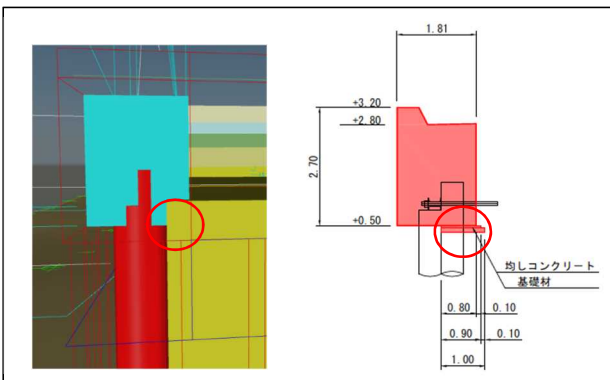


図-2 上部コンクリートと中詰砂の干渉

### (4) 地形モデルの作成

今年度にてマルチビームによる深淺測量を実施し、3次元の水深データをサーフェスモデルとして地形モデルを作成した【図-3】。これにより、既設護岸に配置されている消波ブロックの範囲を確認することが出来た。また、従来の2次元の情報であれば、メッシュで区切った範囲の一番浅い水深が記載されるが、3次元の深線測量図は着色によって点群データの水深が表現されており、水深の細かな違いがわかる。一方で、図を確認しただけでは、具体的な水深の値や数字としての認識が困難であるという点もある。【図-4】

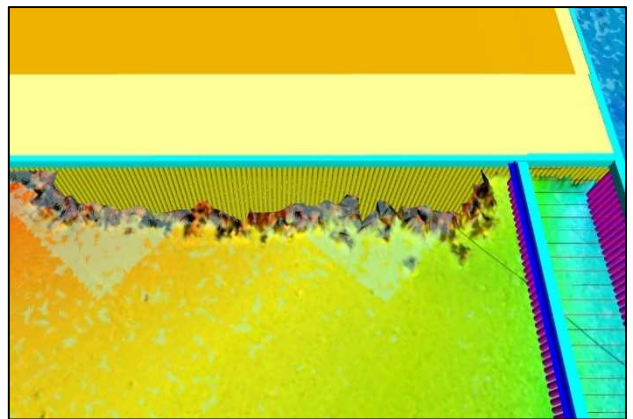


図-3 既設消波工部分のCIMモデル

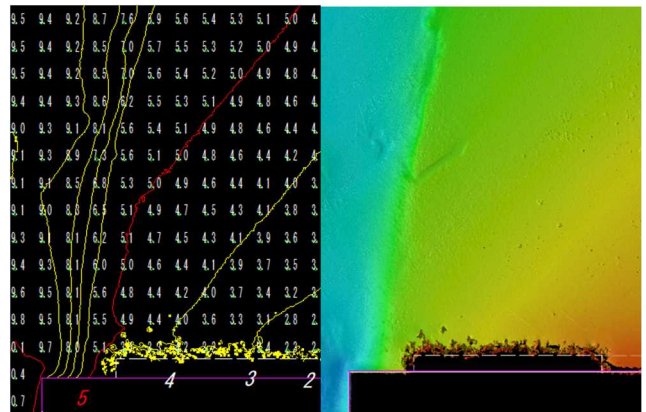


図-4 従来の深淺図(左)と3次元点群データ(右)

### (5) 地質・土質モデルの作成

設計で使用した地質データを基に準3次元地質断面図モデルを作成し、統合モデルに取り込んだ。これにより、-12m岸壁の構造物モデルと地質データの位置関係が視覚的に明瞭となり、各施設、工区の周辺地質状況を容易に確認することが可能となる。【図-5】

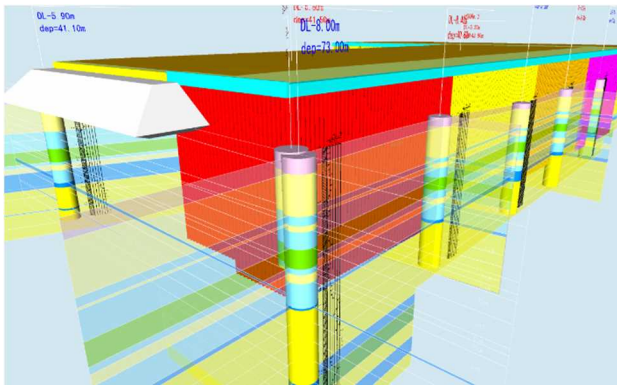


図-5 構造物モデルと準3次元地盤モデル

### (6) 統合モデルの作成

統合モデルは構造物モデルを中心に周辺構造物モデル、地形モデル、地質土質モデル等の情報を重ねて一つのデータにすることで、各種の必要データの関連性を容易に確認することができる。また、構造物に対して各土質データの影響範囲が一目で把握できる。例えば、矢板打設時における貫入抵抗が上昇した際に、現場で統合モデルをタブレット等使用することで、直ちに該当施工箇所土質を確認することが出来るなどの活用が想定できる。

次章より、統合モデルを用いた実際の活用事例を記述する。

## 3. CIMデータの活用の効果

### (1) モデル事業での活用

#### ① 仮設工計画におけるCIMモデルの活用

令和3年度の石狩湾新港岸壁(-12m)建設工事において、受注者が施工方法の検討を行う際にCIMデータの活用が行われた。鋼管矢板の打設に際し、導材の構造や足場について、従来は仮設構造物の2D図面(CAD図)を使用して検討するところを本工事においては3Dモデルを使用したことで、現場のイメージを共有しながら、直轄職員と受注者間でより詳細な意見交換をすることができた。

また、従来であれば現地にて設置しなければ解らなかった組立時の部材干渉についても、CIMの3Dモデルを多方向から確認することによって、施工計画の段階で実施の可否を確認し、改善が図られ手戻りを防止することが出来た。

本資料については、監督職員との協議資料にも活用され、経験の少ない若手職員でも導杭としての鋼管杭の活用が打ち込み本数が少なく、円柱であるため波浪の影響を受けにくいこと等、仮設導材の比較内容を視覚的に理解することができた。【図-6 参照】

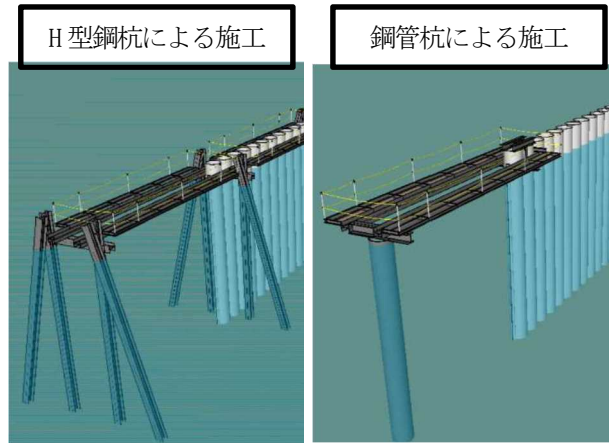


図-6 導材形状の比較検討図

#### ② 配船計画における地形データの活用

今年度実施したマルチビームによる深浅測量結果から地形モデルを作成し、これを実際に見ながら、受注者と共に効果的な活用方法を検討した。地形モデルは前述の通り、支障物の位置等が詳細に表示され、構造物モデルと重ね合わせることができる。これにより、CIMデータを鋼管矢板打設時の配船計画に活用できることが確認された。また、地形データの水深は、色で表現されているのみで、水深の境界ラインはわからなかったが、データに等深線の情報を追加することで、吃水を考慮した船舶の危険水域の設定が可能となった。【図-7】

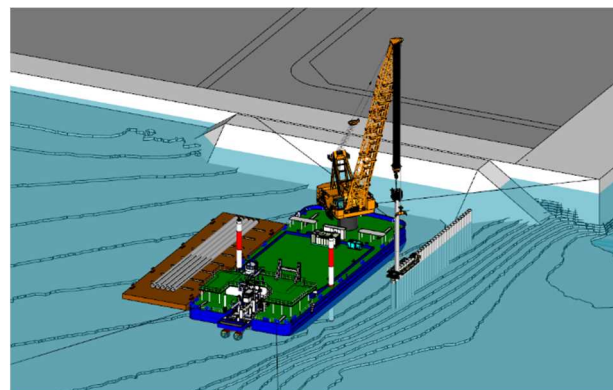


図-7 3Dモデルによる作業船の配置検討

#### (2) 管内受注者希望型工事でのCIMの活用

① 令和3年度の石狩湾新港地盤改良工事では、受注者が請負図面(2D)の3Dモデル化し、SCP(サンドコンパクションパイル)船に搭載されているシステムと連動させることで、砂杭の位置情報をはじめ、砂吐出量や砂杭の仕上がり速度などの施工管理に使用することができた。また、これらのデータはクラウド上のCIM(IFC)モデルに出来形データとして自動的に登録されるため、従来のような事務所に戻ってから行うデータの入力や登録作業が不要となった。これにより、日々の作業時間(約1時間の作業)を施工期間中、削減することができ、生産性向上につながっ

た。【図-8】



図-8 地盤改良工事における活用

②令和3年度小樽港岸壁(-10m)改良工事において、ケーソン式の重力式構造から鋼矢板式に更新する工事が行われた。鋼矢板を打ち込む作業では、発注図には示されていない仮設導材が必要となるが、打ち込み用のバイプロハンマに導材が干渉するため、チャッキングプレート取付による対応や鋼矢板の延長による対応策の検討について議論されていた。直轄若手職員や受注者若手職員は、言葉だけでは現地の様子をイメージするのが困難であるなどの課題が生じていたが、3Dモデルの比較検討図【図-9】を見ることで、従来よりも早く対応方策について理解することができた。例えば、当初はチャッキングプレートがどのようなものなのかイメージ出来ていなかった若手職員が、現場に行く前に3Dモデルにてイメージすることで、現場での作業機械や仮設材の名称も事前に理解してから立会することができたなどの事例があった。その他にも、受注者が行う新規入場者教育の場において、事前に説明をする際の資料としてCIMモデルを用いることにより、従来よりも得られる理解度の高い説明を行うことができた。

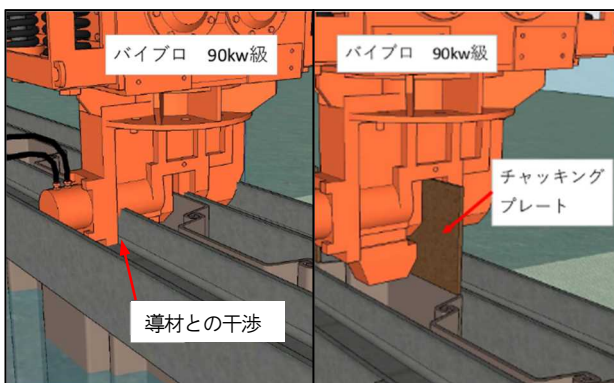


図-9 導材干渉対策の検討

安全管理への活用事例として、作業箇所を安全通路や階段をどの位置に、どのタイミングにて設置することが、安全に最も寄与するかについて、危険予知

をイメージしながら事前に検討した。また、作業員の安全を確保するため、安全教育にも活用している。さらに、控えの笠コンクリートの施工計画にも本CIMデータを使用しており、更なる工夫次第で色々な場面での活用が可能となる。【図-10】

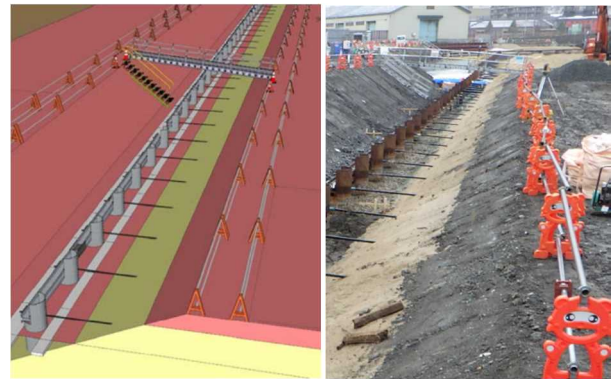


図-10 安全管理への活用

#### 4. CIM導入における課題

##### (1) ICT 施工との連動

令和3年度の石狩湾新港-12m岸壁工事において、鋼管矢板を打設する作業船として調達できた起重機船には、GPSの機器が搭載されていなかった。このため、鋼管矢板の打設に際して船舶の誘導や鋼管矢板の詳細な打設位置の把握等にCIMデータの情報と連動してICT施工を実施することができなかった。

今後は作業船の搭載機器の整備についても、高度化を進めていく必要がある。

##### (2) CIMモデルデータの普及

今回受注者に聞き取りをした中で、多くの受注者が、従来使用しているCADソフトウェアでは無く誰でも簡単に3Dモデリングができる3Dデザインソフトウェアを用いて3次元ソリッドモデル図を作成し、施工検討等を行ってきたことがわかった。作成にあたっては、2次元の発注図面を基に一から3次元モデルを作成しており、構造物モデルの内、作業手順や仮設工の検討が必要な施設の部分的なものについて安全対策施設も含めた作図を行っていた。

しかし、上記のような検討を行っていた受注者においても、統合されたCIMモデルを今までに活用した実績が無く、効果的な活用方法について核心的な回答は得られなかった。このため、実際の統合データを現場の技術者に提供して、今からどのように使用することが可能か体験してもらい、実際の工事を行う際にスムーズに活用できる下準備をしていくことも必要と考える。

##### (3) 受注者希望型工事における課題

石狩湾新港において、本格的なCIMの活用は-12m

岸壁が初めてであるため、構造物モデルは更新では無く、一からの作成となる。別工事であるケーソン製作工事では、受注者希望型として施工の段階で受注者自らが一から CIM モデル作成を行っていた。作成した CIM モデルは工事現場内で発生する災害事例の現場 VR として整備されており、安全教育の一環として活用されていた。【写真-2】設計段階からの CIM 活用がされていない現場においては、CIM モデルの作成に時間を要するため、工事序盤からの活用が困難である。このため、各施設への CIM 導入を進めていき効果が発現できるように準備していくことが重要と考える。



写真-2 監督職員による VR 体験

## 5. 今後に必要な取組

直轄職員、建設業者とも、実際に 3 次元データ、統合モデルに触れた経験者が非常に少ない。従って、作成された統合モデルを活用し、実際に自分で触れ、扱う機会の創出が必要となると言える。

小樽港湾事務所では、今年度作成された統合モデルについて、工事受注者、設計受注者及び発注者の 3 者が参加する WEB 会議形式での統合モデル活用方策の意見交換会を実施した。【写真-3】直轄職員も地形データや土質・地質データが組み込まれた統合データを様々な角度から閲覧するのは本意見交換会が初めてのことだった。実際に 3 者で確認を進めていくうえで、工事受注者及び発注者からは柱状図と構造物の位置関係を把握できる様に、構造物モデルの透過に関する要望や土質データへの N 値等のコメントを追加【図-11】、水深情報に等深線の追加など、工事に必要な情報について、様々な意見が挙げられた。このような意見交換の中で出てきた要望やアイデア等を活用事例や留意事項と共に収集し、共有することで、CIM の一層の活用役に役立てることが可能となる。



写真-3 統合モデルに関する意見交換会

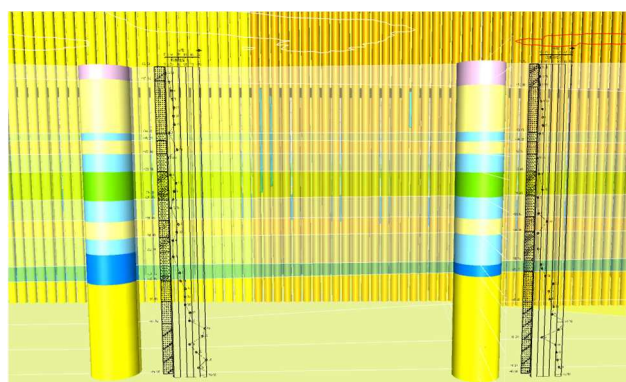


図-11 N 値情報を追加した柱状図

さらには、ICT 施工との連動方法についても、具体的な事例を提供することで、CIM の活用に不安を抱く直轄職員や受注者に対しても、自らの作業の省力化や安全管理等にも資することが理解され、一層の CIM の浸透につながる。

また、設計時に作成された CIM の統合モデルに格納されているデータの全てが施工時に必要なわけではなく、各受注者でそれぞれの目的に合わせて扱いやすいサイズのデータを切り出して 3D デザインソフトウェアにて活用する方法を採用している事例もあった。この統合モデルから、現場サイズに切り出した構造物モデルや地形データを活用して、現地の安全管理対策の検討を行うことや、CIM モデルにて作業手順を作成することで、作業員の安全認識の理解促進や現場代理人の作業の省力化が図られる。

## 6. まとめ

本報告では、今年度実施している CIM の取組について紹介したが、事務所職員や受注者も本取組については、まだまだ経験と知識が不足しているのが実態である。従って、まずは積極的に CIM データを開いて動かしてみることが重要であり、これにより、更なる知識の向上への意欲や、一層の CIM の利活用に繋がっていくと考えられる。

石狩湾新港においては、サーフェス地形モデル【図

-12】を作成しており、この中に業務や工事にて作成した CIM モデルを順次追加していくことで、データにつながりを持つことが可能となる。一方、データ容量が大きくなるという課題もあるが、データを扱う機器の高度化を図ることで解決が可能となる。このように、それぞれの港にて CIM モデルを展開していくことができれば、港を一元的に管理していくことも実現可能となるだろう。



図-12 石狩湾新港における地形モデル

また、CIM の活用については、プロジェクトの開始から導入することが効率的であると考え、令和5年度以降は、公共工事において原則適用となることから、生産性向上に資する効果的な活用方法については、広く事例を収集し、情報共有して行くことが重要なポイントとなるだろう。

石狩湾新港東地区国際物流ターミナルの施工については、今年度から開始されるものであるが、次年度以降は ICT 施工と連動した CIM モデルの活用を実施し、生産性向上への取組を一層図っていきたい。

謝辞：最後に、本報告をまとめるにあたり、様々な情報提供を頂き、かつ各種協力をいただきました皆様に深く感謝申し上げ、謝意を表します。