

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 —施工時の経過報告—

小樽開発建設部 小樽港湾事務所 第1工務課 ○鈴木 大哉
安村 駿汰
鈴木 誉久

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 モデルを用い、施工を実施している工事現場での活用状況及び効果について報告する。

キーワード：ICT、CIM、生産性向上、設計・施工

1. はじめに

(1) 石狩湾新港の概要

石狩湾新港は、北海道の日本海側・石狩湾沿岸のほぼ中央に位置し、北海道唯一のLNG輸入・発電等エネルギー供給拠点である。【図-1】



図-1 石狩湾新港位置図

また、北海道の中心地である札幌に最も近い港湾であり、札幌圏へのセメント、砂利・砂等の供給や道内で発生する金属くず等の輸出拠点となっている。

(2) 東地区整備の概要

石狩湾新港東地区は、金属くず等の輸出量の増加への対応に加え、水深不足により、大型船が満載で入港できない状況を改善するため、新たな埠頭として、令和3年度から12m岸壁等を整備してきている。【図-2】



図-2 石狩湾新港東地区整備地区図

2. 東地区整備における生産性向上の取り組み

現在、我が国では深刻な人口減少社会をむかえており、なかでも建設業においては、他産業と比較して、労働力不足や長期間労働等の課題が顕著となっており、労働力としては、建設業許可業者数はピーク時の平成11年度から約21%、建設業就業者数はピーク時の平成9年度から約28%の減少【図-3】、年間実労働時間は、平成19年度から平成29年度では79時間減少しているが、全産業平均より年間300時間以上も多い状況となっている。【図-4】

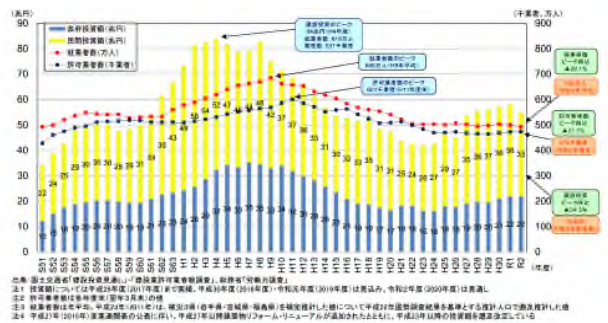


図-3 建設投資、許可業者数及び就業者数の推移

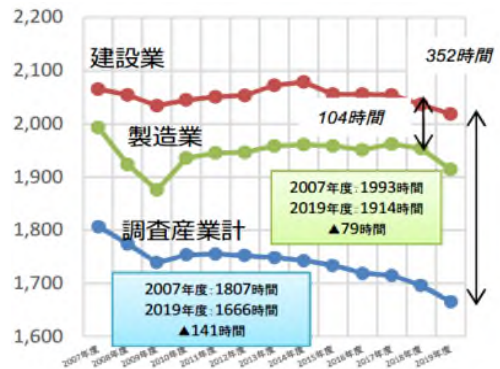


図-4 年間実労働時間の推移

このような状況を打破するため、国土交通省では平成27年度に建設現場の生産性向上を目的とした「i-Construction」推進を掲げ、発注する業務や工事において、ICTおよびBIM/CIMの導入・活用を積極的に進めている。石狩湾新港東地区の整備においても生産性向上に資する技術を積極的に取り入れてきている。

本報では、これまで行ってきたCIMの活用状況及び昨年度報告「石狩湾新港東地区国際物流ターミナル整備におけるCIMの導入についてー着工から現在までの経過報告ー」において、CIM導入における課題として報告した「CIMモデルデータの普及」、「ICT施工との連動」の取組について経過報告するものである。

3. これまでのCIM活用について

石狩湾新港においては、令和2年度からCIM活用に取り組み、令和2年度は構造物モデルの作成を行った。-12m岸壁などの新設する施設の構造物モデルと隣接する既設構造物は詳細度300程度で作成し、周辺構造物は詳細度100～200とした。【図-5】

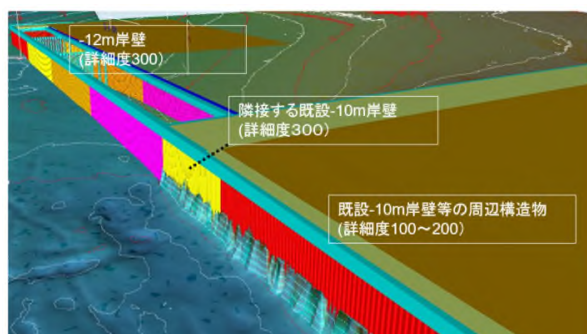


図-5 構造物モデル(-10m岸壁、-12m岸壁)

令和3年度は、マルチビームを用いた深淺測量を実施し、3次元の水深データをサーフェスモデルとした地形モデルと、設計で使用した土質調査結果を基に準3次元地質断面図モデルを作成した。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になり、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った。【図-6】

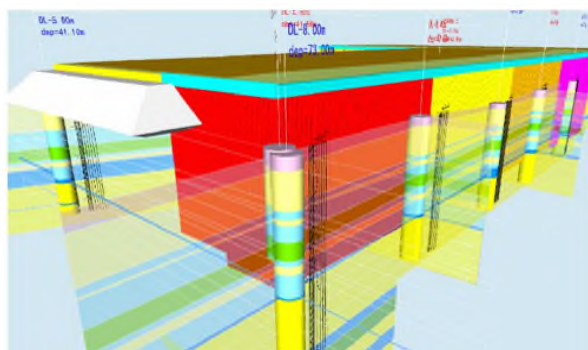


図-6 構造物モデルと準3次元地盤モデル

施工方法の検討を行う際にCIMデータを活用し、3Dモデルを多方向から確認することで、施工計画段階での実施の可否を容易に判断することができた。

地形モデルについては、通常肉眼では確認することができない水中の支障物や水深等が詳細に表示され、構造物モデルと重ね合わせることで、船舶の配置検討の際に危険水域の設定が可能となった。

さらに、これら資料を監督職員との協議資料に用いることで、より詳細な協議をすることができた。

4. 令和3年度時点でのCIM導入における課題

令和3年度に課題として上げられた2点のうち、「CIMモデルデータの普及」については、直轄職員、建設業者ともに、3次元データ、統合モデルに触れた経験が少ないため、実際に3次元データを動かす機会の創出が必要とされた。

「ICT施工との連動」においては、令和3年度工事では、鋼管矢板を打設する起重機船に、GPSの機器が搭載されておらず、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データを活用するICT施工を実施することができなかった。

5. 令和4年度の取組とその効果について

(1) CIMモデルデータの普及とその効果

令和4年度4本の工事でCIMを活用した。以下に、各工事で行ったCIM活用事例とその効果を示す。

a) 3次元モデルを用いた施工計画立案

石狩湾新港-12m岸壁取付部その他工事は、鋼管矢板の打設を主体とする工事である。施工箇所【図-7】

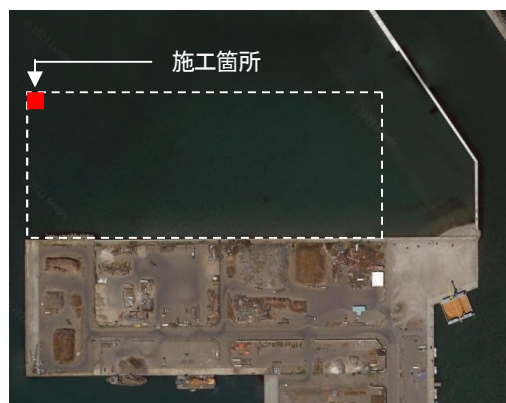


図-7 東地区詳細図と施工箇所

本工事は当初52本の鋼管矢板の打設及びタイワイヤーの設置を予定しており、工事発注時から、タイワイヤーを設置した後に鋼管矢板を打設することはわかっていたが、特に問題ないと判断していた。【図-8】

しかし、3次元モデルを活用し、様々な角度から確認が可能となったことにより、当初想定していた施工では、

後に施工する鋼管矢板が今回施工するタイワイヤーと干渉し、鋼管矢板を打設することが不可能となることが判明した。【図-9】



図-8 タイワイヤー干渉状況(構造図)

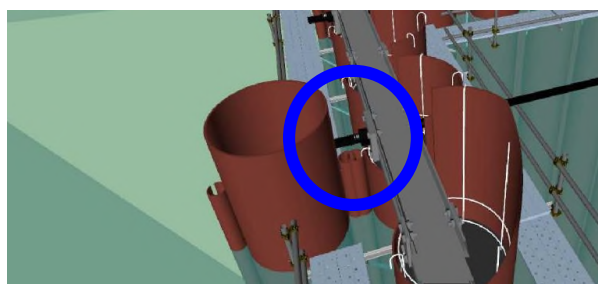


図-9 タイワイヤー干渉状況(3次元モデル)

施工前に鋼管矢板とタイワイヤーの干渉が確認できたことで、鋼管矢板の資材発注に先立って鋼管矢板を1本追加し発注することができた。

もし、3次元モデルを使用せずにタイワイヤーを設置していた場合、鋼管矢板打設時に一度タイワイヤーを撤去するなどの手戻りが発生していた。

b)3次元モデルを用いた作業手順周知会と準備期間短縮

従来の作業手順周知会は、2次元の図面を使用していたが、作業員全員の意思疎通を図ることは難しく、詳細な手順については施工しながら確認することが多く、事故の原因となることも少なくなかった。

一方、周知会で3次元データを活用することで、作業手順の意思疎通は大きく改善されるが、3次元データを用いた作業手順書を作成するのに2週間程の時間を要す課題があった。しかし、設計段階からCIMを活用することで、発注者側が設計時に作成した3次元データを貸与・活用することで、1週間の時間短縮が図れた。



写真-1 作業手順周知会の様子

c)CIM活用勉強会の開催

石狩湾新港北防波堤上部工その他工事において、CIMの知識を深めるため、工事受注者がCIMデータに詳しい技術者を講師に招き、勉強会を行った。この勉強会は1回あたり約30分、表-1の内容で6週間に渡り開催した。

表-1 CIM勉強会の内容について

	日付	内容
第1回	7/28	CIMの概要、作業工程について
第2回	8/5	上部工打設のCIMデータ作成について
第3回	8/10	上部工打設のCIMデータ作成について
第4回	9/1	CIMモデルを用いた安全教育について
第5回	9/8	元請けの方と遠隔で現場状況の確認
第6回	9/15	属性付与について、勉強会の感想

CIM勉強会を通じ、CIMデータがどのように作成されていくのか、作成するためには作業船の配置位置の検討や、アンカー設置位置等、CIMデータ作成の技術のみではなく、現場の知識も必要であることが分かった。

また、各種情報は、判明した時点ですぐに共有することでスムーズにCIMを作成することができる。つまり、CIMの作成技術のみではデータを作成することは難しく、現場を熟知した施工者とCIM作成技術者間のやりとりが非常に大切であることが分かった。

今回担当したCIM作成技術者は、港湾工事の知識がないため、石狩湾新港の施工状況を視察したいとの要望があったことから、Webexを活用して施工箇所を視察した結果、現場の様子や規模感がイメージでき、より良いCIMデータの作成に繋がったといった感想があった。

(2) ICT施工との連動とその効果

a)CIMデータを用いたICT施工事例 その1

石狩湾新港-12m岸壁取付部その他工事では、「打設杭トータル施工管理システム Pile T」 とCIMの連携を行った。このシステムは、3台の追尾式トータルステーションによる計測情報をもとに3Dモデルで杭の打設情報をモニター上に表示し、打設中の杭の位置や傾斜、高さを360度方向から俯角的に確認しながら実際の杭を所定の位置に打設できるシステムである。

従来は、杭の打設位置を構造図から入力しており、作業に2~3週間の時間を要していたが、発注者側から貸与した3次元データを活用することにより、5日間で作業が終わった。また、入力作業に必要な人員が3人から1人に省力化が図られ、入力ミス防止等の効果もあった。

b)CIMデータを用いたICT施工事例 その2

石狩湾新港用地護岸その他工事では、ジオモニ II とCIMの連携を行った。このシステムは、カメラ付きトータルステーションを使用した映像と、3次元設計のAR画像をモニター上に合成表示させることで、各現場の作業員が同じモニター画像で共有することができる。同一

画面で確認しながら打設を行うことで、打設位置調整等の指示に対する勘違いや操作ミスの防止が図られる。また、ジオモニⅡを使用するにあたり、鋼管矢板1本毎の座標位置をシステムに入力する必要があるが、CIMデータの属性情報には、1本毎の座標値が付与されており、入力の簡素化が図られた。



写真-2 打設杭トータル施工管理システム Pile T



写真-3 ジオモニⅡ

c) CIMとGNSS測定の連携

CIMモデル活用前は、鋼管矢板打設直後に測量を行い、計画との誤差を算出し、次に打設する鋼管矢板の位置を調整し、作業員に指示していたが、計算ミスや指示者と作業員の認識違いによる施工誤差等が発生していた。

今回の工事では、CIMの計画モデルに実測モデルを描画することで、どの程度の誤差が発生しているか、次に打設する鋼管矢板でどの程度調整可能か等の検討を鋼管矢板1本毎に調整し可視化することが可能となった。

CIMモデルを活用することで、計算ミスが解消されるとともに、各現場作業員と画面を共有することで、各作業員も理解度が深まり、現場への指示がより正確かつスムーズになり、認識違いなどによるミスが解消された。

杭1本毎に打設位置をCIMモデルで可視化し、調整内容を各作業員で目視確認することで、CIMモデル活用前は、規格値±100mmに対し、±80mmの精度で管理するのが通常であったが、±50mmの精度で管理することができた。

SUZUKI Daiya, YASUMURA Shunta, SUZUKI Takahisa

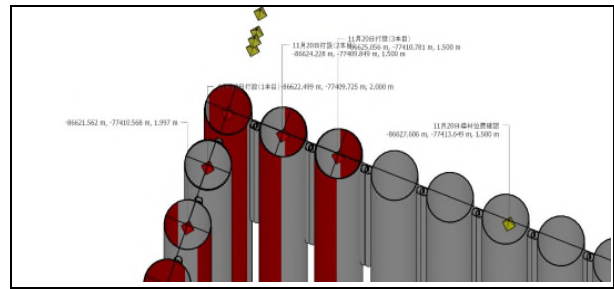


図-10 GNSS測量とCIMの連携

6. 今後の課題と取組について

今年度、4本の工事でCIMを活用し、作業員の意思疎通による安全性の向上、資料作成時間の短縮といった生産性向上が確認された。一方、新たな問題として、工事受注者毎に使用するソフトウェアが異なるため、互換性のないソフトウェア同士だと、過年度や先発工事のデータを十分に活用できないことが判明した。

また、先発工事で作成したデータを互換性のあるIFCデータに変換し、後発工事にて別のソフトウェアを用いてデータを更新すると、元データよりも容量が大きくなる傾向にあり、1つの施設を整備するために施工した工事全てのデータを1つにまとめると、石狩湾新港東地区では最終的に1TBを超えるなど、容量が非常に大きくなってしまったことが判明した。

これらの問題点についての解決方法を検討し、引き続き、CIMを活用した工事を進めていきたい。

7. まとめ

本報では、令和2年度からのCIMの取組内容及び昨年度報告の課題に対する対応状況について報告したが、本年度の工事において、作業船の配置計画のみで活用する受注者や、作業計画から実施時の施工管理まで一貫してCIMデータを活用する受注者など、各受注者毎に活用方法が異なっていた。また、活用しているソフトウェアも受注者毎に異なり、互換性がないものもあった。

今後、発注者として、CIMデータの利用をどこまで求めるのか、各工事のCIMデータの取扱いをどのように整理するのか等、まだまだ、CIM活用の経験と知識が不足していると感じた。

一方で、港湾におけるi-Construction推進に向けたロードマップでは、令和5年度工事からBIM/CIMの本格運用となるため、より一層の活用が求められる。

今後もCIMを活用していく中で、色々な問題が発生すると思うが、生産性の向上にCIMの活用は必要不可欠であるため、継続して活用していくとともに、今後発生するであろう問題点についても1つ1つ対応していき、より良いCIMの活用方法を検討していきたい。

謝辞：本報告にあたり情報提供をいただいた皆様に深く感謝し、ここに記し謝意を表す。

参考文献

1)国土交通省 i-constructionの概要と港湾における取組