港湾におけるICT及びBIM/CIMの導入に向けた取組

令和4年10月13日

国土交通省　国土技術政策総合研究所
港湾研究部　港湾施工システム・保全研究室長
辰巳　大介

港湾におけるi-Constructionの取組方針

○ 平成28年度から「港湾におけるICT導入検討委員会」を設置し、浚渫工事を対象にICT活用の検討を始め、他工種へのICT活用の拡大や業務・工事へのBIM/CIMの導入等の取組を実施。

○ 令和2年度からは、港湾におけるi-Construction を次なるステージへ進めるため、委員会を「港湾におけるi-Construction 推進委員会」に改称。技術課題を現場で実証しながら、港湾の建設生産の全プロセスで ICT・BIM/CIMの活用等を推進し効率化に取組む。

	平成28年度～令和元年度	⇒ 令和2年度～
○ ICT浚渫工のさらなる推進	・ICT浚渫工の試行工事の実施 ・ICT浚渫工の本格運用 （測量、施工管理へのICT導入・活用、各種要領の策定・検証・改定 等）	・ICT浚渫工の実施（本格運用） （測量、施工管理のICT活用、各種要領の検証・改定 等）
○ ICT活用工事の拡大	・ICT基礎工、ICTブロック据付工のモデル工事の実施 （測量、施工管理へのICT導入・活用、各種要領の策定 等） ・ICT本体工の検討（ケーソン据付システムの標準仕様の検討）	・ICT基礎工、ICTブロック据付工の試行工事の実施 ・ICT本体工のモデル工事の実施 ・ICT海上地盤改良工の検討、試行工事の実施 （測量、施工管理へのICT導入・活用、各種要領の策定・検証・改定 等）
○ BIM/CIMの活用	・BIM/CIM活用業務・工事の導入・推進 （設計業務の実施、工事の実施（設計業務からの展開） 等）	・BIM/CIM活用業務・工事の推進 （令和5年度までの業務・工事へのBIM/CIM原則適用に向けた取組）
○ 監督・検査の省力化	・ICT・BIM/CIMを活用した監督・検査方法の検討 （施工管理システムの導入・連携による効率化 等）	・ICT・BIM/CIMを活用した監督・検査方法の検討 （クラウド等による情報プラットフォーム構築による施工情報の共有化、ウェアラブルカメラ等を活用した遠隔検査 等）

○ i-Constructionの推進による効率化
・大規模プロジェクト等で実証しながら技術の適用性を評価

港湾における ICT導入検討委員会 → ***港湾における i-Construction 推進委員会***

港湾における i-Construction WG

出典：第4回港湾におけるi-Construction推進委員会（R4.2.15）資料

ICT適用工種の拡大

出典：第14回ICT導入協議会（R4.2.28）資料

ICT及びBIM/CIM関係の最近の研究紹介

○ICT浚渫工

「ICT浚渫工におけるマルチビーム測深データを対象とした深層学習によるノイズ処理の検討」（国総研資料1211号、2022年7月）

○ICT海上地盤改良工（床掘工）

「ICT海上地盤改良工（床掘工）の出来形管理への施工履歴データ適用に関する検討」（国総研資料1199号、2022年3月）

○BIM/CIM

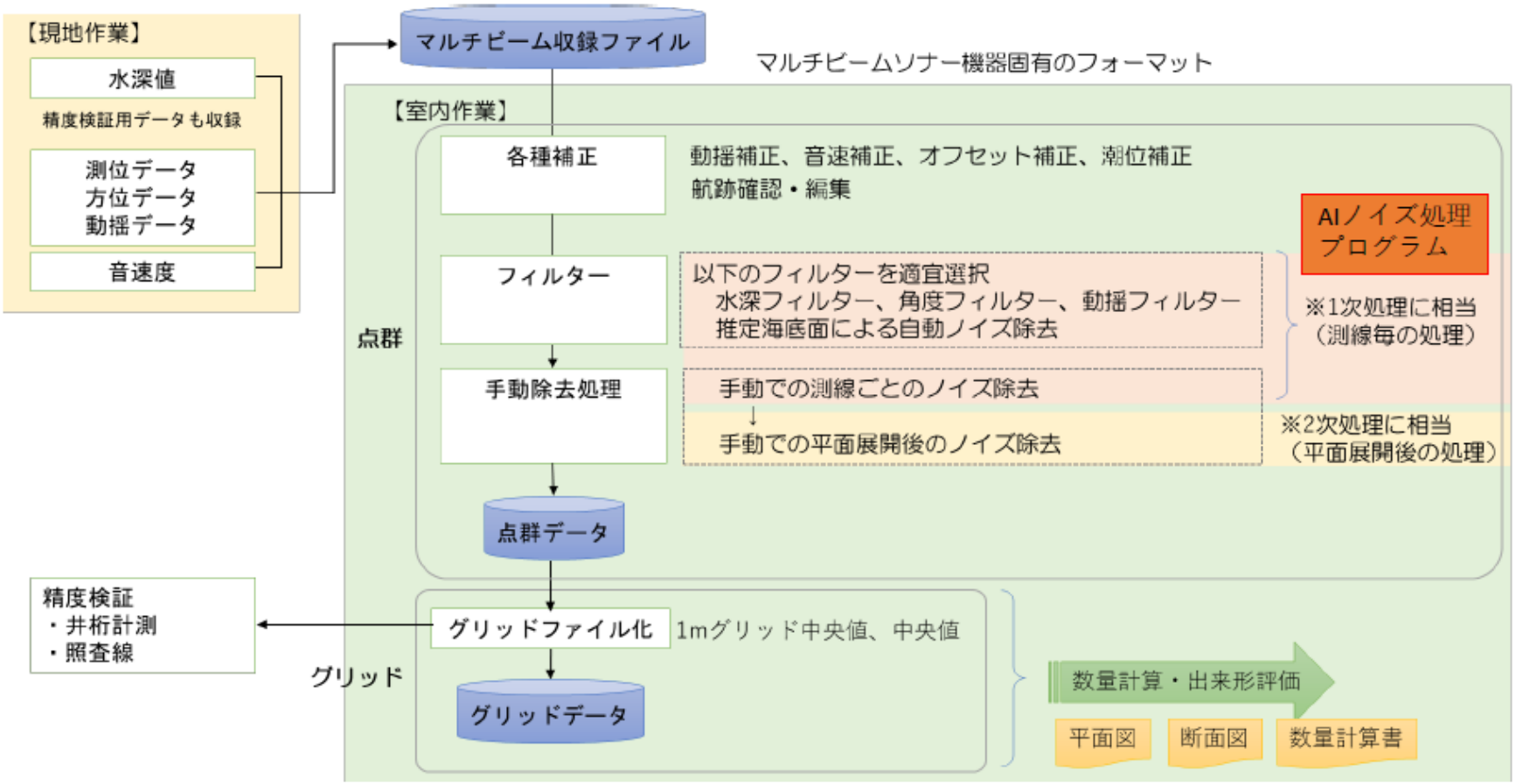
「BIM/CIM事例集 ver.1 港湾編」（国土交通省港湾局、2021年11月）

ICT浚渫工における深層学習によるノイズ処理手法の検討

目的

○マルチビーム測深データのノイズ処理は、各種の補正及びフィルター処理を行った後、手動（目視）で測線ごとのノイズ除去及び平面展開後のノイズ除去を実行。

○本研究は、フィルター処理及び測線ごとのノイズ除去を、手動処理から深層学習による自動処理へ変更して、ノイズ処理時間の短縮を図る。



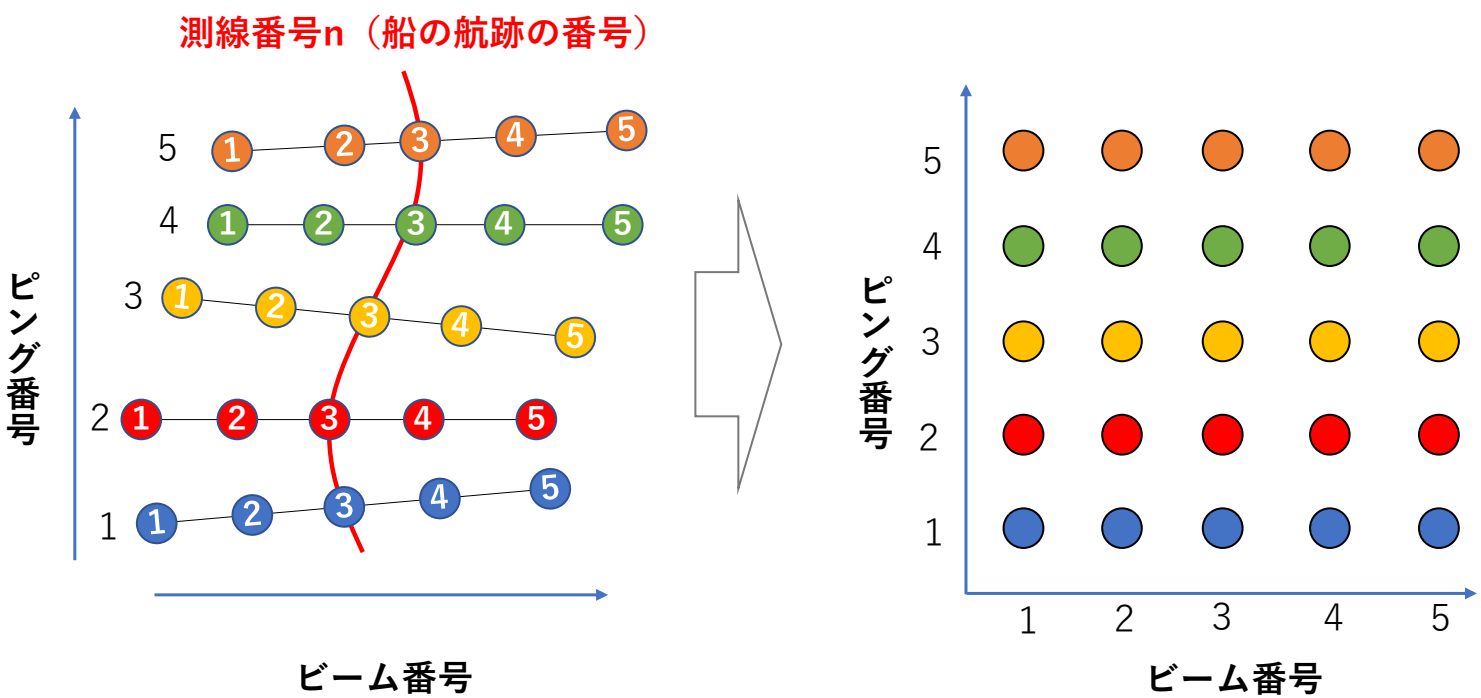
ICT浚渫工における深層学習によるノイズ処理手法の検討

ノイズ処理プログラムの特徴

○3次元の点群データであるマルチビーム測深データを、ピング番号とビーム番号で格子状に整列した行列と見なし、水深値を輝度（濃淡）とする画像データとして処理。

○画像データとして処理することにより、データ容量や計算負荷を削減し、汎用的なPCで実行可能なプログラムを実現。また、画像処理分野の知見を適用可能。

○学習プロセスには、画像処理分野で使用されているDnCNN（Denoising Convolutional Neural Network）を適用。ノイズ除去後の画像を直接推定せず、ノイズ成分を推定。



ICT浚渫工における深層学習によるノイズ処理手法の検討

小括

1. 深層学習による推論プログラムの推定精度は、対象となるデータにも依存するが、最高で適合率0.981、認識率0.593を達成。

   適合率：ノイズと推論したデータが、実際のノイズである割合
   認識率：実際のノイズの内、ノイズと推論できた割合

2. 従来の手動ノイズ処理で480分程度を要するデータ（約1,900万点）に対して、開発した推論プログラムは汎用的なPCでも30分以内に実行完了。

3. 深層学習による推論プログラムは、ノイズ処理のスクリーニング（手動ノイズ処理の前捌き）として活用することが考えられる。認識率が0.6程度なので、推論プログラムがノイズではないと判定した地点を、手動で再精査することが別途必要。

左：手動でノイズを処理したデータ
右：深層学習でノイズを処理したデータ
赤点●はFP（ノイズと判定して除去したが実際は正常な水深（地形）である地点）を示す

グラブ浚渫船の施工履歴データを用いた出来形計測の検討

背景

○マルチビーム測深データは、ICT海上地盤改良工（床掘工）の出来形管理にも適用。

○ICT浚渫工（河川）では、バックホウ浚渫船の施工履歴データを用いた出来形管理を行い作業を効率化。グラブ浚渫船の施工履歴データの活用は不十分。

課題

○マルチビーム測深では、機器の艤装やデータ解析に時間を要し、床掘後の置換工等の次工程までの待ち時間による工程の圧迫や、グラブ浚渫船の拘束等が課題。

○支持ワイヤーロープでグラブバケットを吊下げるグラブ浚渫船と、バックホウ本体からバケットまでが剛体構造であるバックホウ浚渫船は、施工履歴データの特性が相違。

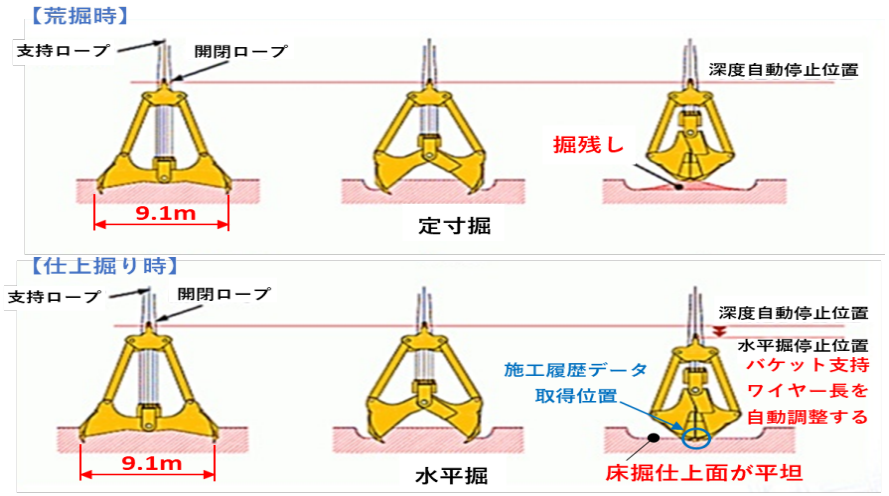
目的

○グラブ浚渫船による床掘工において現地試験データを収集し、施工履歴データの計測性能・精度管理・出来形評価方法等について検証。

グラブ浚渫船の施工履歴データを用いた出来形計測の検討

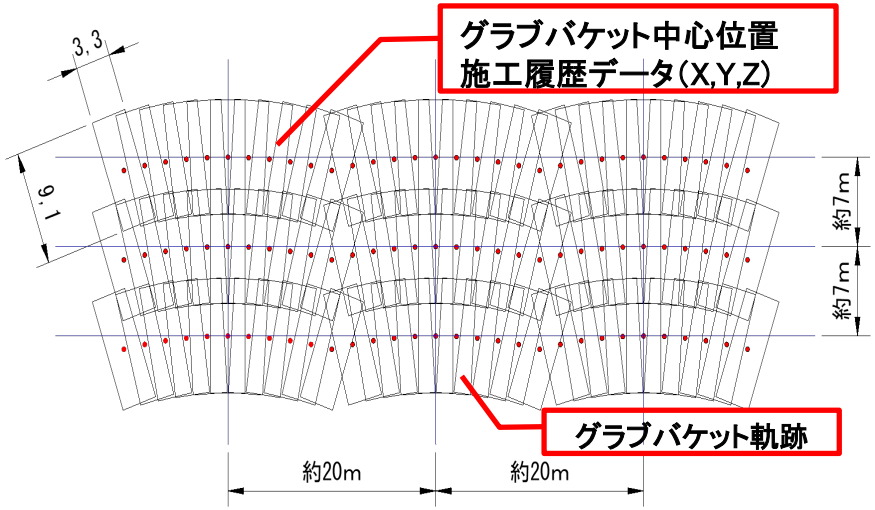
○横浜港 新本牧地区 護岸築造工事（床掘施工面積約16,600m²（底面L168.38m×B98.75m）

○床掘は、床掘断面の1・2層目が荒掘り(定寸掘)、3・4層目が仕上掘り(水平掘)



※法面仕上は、各層の掘削と同時に施工

○掘削時のグラブバケット閉口時点の刃先中心位置の施工履歴データを取得



浚渫実績詳細データ【工事】

2021年05月24日 00:00:00 ～ 2021年05月24日 23:59:59

【工区】工区1

【使用グラブ】ｸﾞﾗﾌﾞ大 【W】3.40[m] 【H】9.10[m]

No	日付	時間	ライン	縦座標(緯) X	横座標(経) Y	方位角	潮位	深度 Z
1	2021年5月24日	07:52:12	1	-63668.3	-12102.3	255.67	0.64	26.4
2	2021年5月24日	07:55:09	1	-63669.5	-12101.7	251.15	0.64	26.4
3	2021年5月24日	07:57:33	1	-63671.7	-12101.3	245.88	0.63	26.4
4	2021年5月24日	07:59:58	1	-63673.5	-12100.9	240.99	0.62	26.4
5	2021年5月24日	08:02:20	1	-63675.6	-12100.1	235.7	0.6	26.4
6	2021年5月24日	08:05:11	1	-63677.5	-12099.5	230.86	0.6	26.4
7	2021年5月24日	08:08:01	1	-63679.1	-12099	226.85	0.59	26.4
8	2021年5月24日	08:17:44	1	-63670.2	-12109.9	255.59	0.56	26.5
9	2021年5月24日	08:20:27	1	-63672.5	-12109.2	250.34	0.55	26.7
10	2021年5月24日	08:23:11	1	-63673.9	-12108.5	245.81	0.55	26.7
11	2021年5月24日	08:25:58	1	-63675.4	-12107.8	241.05	0.54	26.6
12	2021年5月24日	08:28:34	1	-63676.9	-12106.8	236.13	0.54	26.6

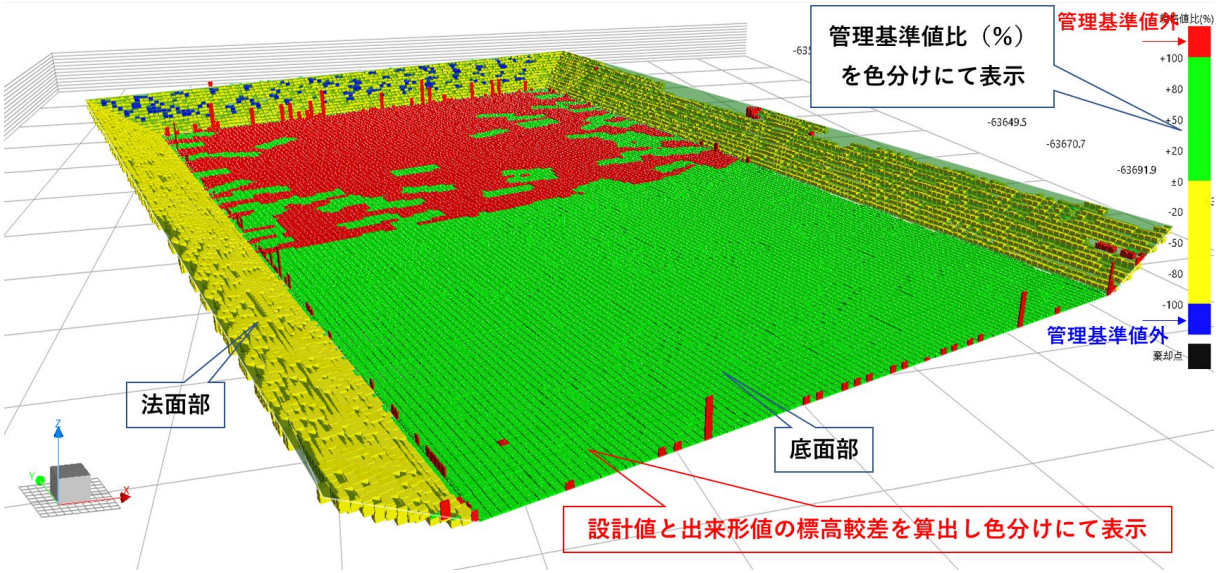
施工管理システムの施工履歴データは、CSVファイル形式で記録・保存・出力される

グラブ浚渫船の施工履歴データを用いた出来形計測の検討

○施工履歴データによる出来形帳票作成ソフトウェアを用いた出来形評価の結果

	出来形評価用データ数	管理基準値外データ数	管理基準値外の割合
底面部	16,988	6,883	40.5%
法面部	6,508	307	4.7%
	出来形最大値（差）	出来形最小値（差）	出来形平均値
底面部	＋6.1m	＋0.1m	＋0.3m
法面部	＋2.1m	－3.0m	－1.1m
出来形管理基準値　底面：±0.3m、法面：内側0.3m、外側2.2m（法面に鉛直）			

床掘出来形分布図（ヒートマップ図）



BIM/CIM活用促進に関する検討

港湾分野における事例集

○過去（平成30年度、令和元年度）のBIM/CIM活用業務・工事における効果や課題を取りまとめて、「BIM/CIM事例集 ver.1 港湾編」（21事例）を令和3年11月に作成・公開。

Ⅰ．関係者間での情報連携

1）CIMモデルの対外説明への活用(セル式岸壁)
2）CIMモデルの対外説明への活用(土留め：自立矢板)

Ⅱ．CIMモデルによる数量・工事費・工期の算出

3）土工数量算出にCIMモデルを活用(重力式岸壁)
4）CIMモデルと数量算出結果の整合照査に活用①(桟橋)
5）CIMモデルと数量算出結果の整合照査に活用②(重力式岸壁)

Ⅲ．CIMモデルによる効果的な照査の実施

6）取り合いの確認に活用①(桟橋)
7）取り合いの確認に活用②(桟橋)
8）鉄筋干渉確認による品質の向上①(矢板式岸壁)
9）鉄筋干渉確認による品質の向上②(矢板式岸壁)
10）鉄筋干渉確認による品質の向上③(桟橋)
11）鉄筋干渉確認による品質の向上④(臨港道路)
12）取り合いの確認と鉄筋干渉確認に活用(臨港道路)
13）支障物件との施工干渉確認に活用(臨港道路)
14）狭隘部における溶接作業の可否判断に活用(桟橋)

Ⅳ．施工段階でのCIMモデルの効果的な活用

15）施工計画の可視化に活用(土留め：自立矢板)
16）施工手順の確認に活用①(桟橋)
17）施工手順の確認に活用②(臨港道路)
18）施工手順・施工方法の確認に活用(桟橋撤去)
19）施工計画照査と騒音・振動の周辺影響照査に活用(矢板式岸壁)
20）計画工程の確認や鋼管杭の仮置計画に活用(控え工(鋼管杭)打設)
21）施工方法・施工手順の検討や安全性向上に活用(桟橋)

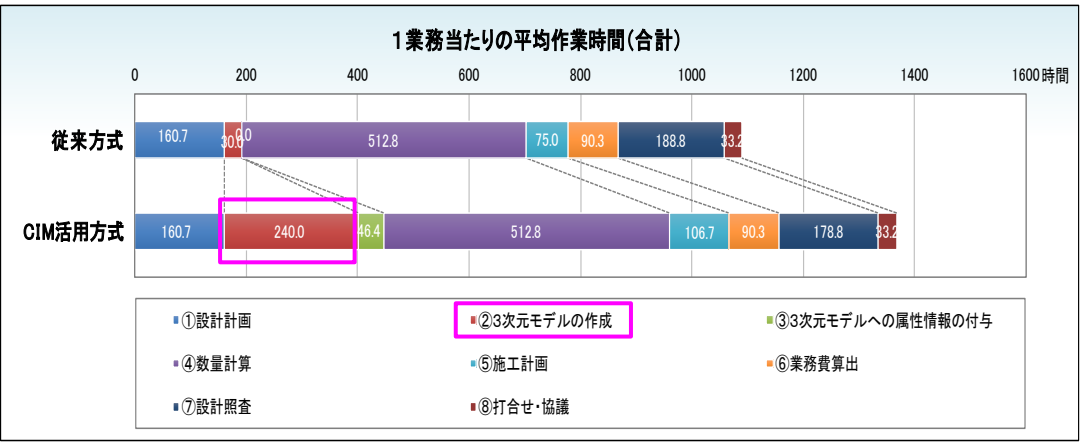
BIM/CIM活用促進に関する検討

港湾分野におけるBIM/CIMライブラリー

○BIM/CIM活用により、1業務あたりの平均時間は従来方式と比べ3次元モデルの作成に多くの時間を要している。部材等を一から作成せずに、すぐに使用できるオブジェクトへの要望が見られる。

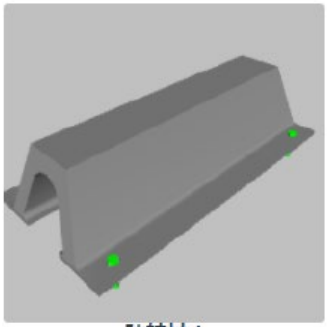
○港湾分野の生産性向上に向け、現場での3次元モデル作成時間や手間の削減のため、設計段階に用いられる、メーカーに依存せず誰でも利用できるジェネリックオブジェクトを提供する環境（ライブラリー）の整備等を進めている。

■ CIM活用業務と従来業務の比較



■ 提供するジェネリックオブジェクトのイメージ

係船曲柱１



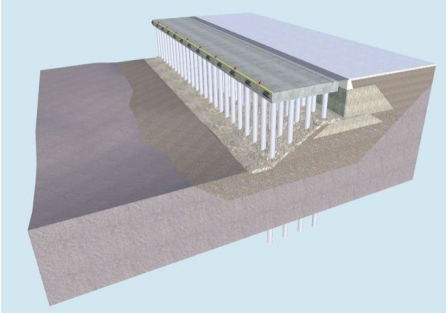
防舷材１

BIM/CIM活用促進に関する検討

効率的な維持管理に向けた既存港湾施設のBIM/CIM 構築手法に関する研究（R4～6年度）

背景

①高度経済成長期に集中的に整備された港湾施設は、塩害等の厳しい環境におかれ、水中部等点検が困難な箇所も多いため、老朽化が進行
②少子高齢化により、維持管理業務を実施する技術者の確保が課題
③新設の構造物を対象にBIM/CIMの導入が拡大



桟橋のBIM/CIM（例）

目的

既存港湾施設の維持管理業務へのBIM/CIM導入を促進し、生産性を向上
①見える化
②情報の一元管理
③情報プラットフォーム／IoT等との連携

目的を実現するための問題点

①BIM/CIMの現行のガイドライン類は、主に新設を想定しており、既存港湾施設の維持管理に着目したBIM/CIMの要件（詳細度、属性情報等）が必要
②既存港湾施設の場合は新設と異なり、保有する2次元の図面や計測データ（3次元点群データ、写真画像）等から、BIM/CIMを作成する手法が必要

研究内容

①点検診断項目に対応した構造部位ごとに、維持管理で想定される活用方策をふまえ、BIM/CIMの要件を策定
②上記①で策定した要件を踏まえ、2次元の図面や計測データ等を効果的に組み合わせて、BIM/CIMを効率的に作成する手法を開発

【参考】2022年に刊行した国総研資料（港湾関係）

2022年3月

No.1197　AISデータを用いた2019年台風15号時の東京湾内船舶の避泊実態に関する分析

No.1198　係留索の最小切断荷重に基づく津波来襲時における船舶牽引力の概略評価

No.1199　ICT海上地盤改良工（床掘工）の出来形管理への施工履歴データ適用に関する検討

No.1200　ICT浚渫工の生産性向上に向けた出来形測量・水路測量の作業効率化に関する検討

2022年7月

No.1211　ICT浚渫工におけるマルチビーム測深データを対象とした深層学習によるノイズ処理の検討

No.1212　コンテナターミナルにおける遠隔操作RTG導入に対応したレイアウト及びオペレーションに関する基本的考察

No.1214　管内水質量および付加質量が桟橋固有周期に及ぼす影響に関する解析的検討

No.1215　港湾の親水空間における転落防止柵の現状

No.1216　施工・維持管理段階において入手可能なデータを用いた信頼性指標による施設保有性能の時系列的評価の試行～船舶接岸時における桟橋鋼管杭の応力照査を対象として～

No.1217　津波発生時の船舶航行実態分析と緊急避難円滑化に向けた視点

国総研報告・資料は、国総研ホームページから全文（PDFファイル）をダウンロード可能
https://www.ysk.nilim.go.jp/kenkyuseika/kenkyusyosiryou.html