

新門司沖土砂処分場（Ⅱ期）事業における積極的なICTへの取組みについて

西野 智之¹・貞方 貴宏²・立石 悠貴³

^{1,2,3}九州地方整備局 北九州港湾・空港整備事務所 第二工務課（〒801-0841 福岡県北九州市門司区西海岸1-4-40）

国土交通省が掲げる生産性革命プロジェクトの一つで、I-Construction（アイ・コンストラクション）¹があり、測量から設計、施工、検査、維持管理に至るすべての事業プロセスでICTを導入することにより、建設生産システム全体の生産性向上を目指す取り組みが全国的に展開されている。

近年、新門司沖土砂処分場（Ⅱ期）事業においても、現地にて積極的なICTへの取組を行っており、先進的な技術の実験施工や検討も進められている。本稿では、今まで当所で実施してきたICT施工の事例や、先進的な技術について発表をする。

キーワード ICT、CIMモデルの作成、3次元データ、水中音響カメラ、ICT潜水、情報共有プラットフォーム化

1. はじめに

北九州空港は、福岡県北九州市小倉南区空港北町と京都府苅田町空港南町に跨る人工島に位置する空港（海上空港）である。

現在整備が進められている新門司沖土砂処分場（Ⅱ期）（以下「新門司（Ⅱ期）」と示す）は、北九州空港（新門司沖土砂処分場（Ⅰ期））に隣接しており、外周護岸で海面を囲う海面土砂処分場（南北2,775m×東西900m）である。

近年、関門航路、北九州港新門司航路・泊地、苅田港本航路では、国際的な船舶大型化に伴い、航路の拡幅、増深化事業が進められており、新門司沖土砂処分場（Ⅱ期）では、そこで発生した浚渫土砂の受け入れを目的としている。処分場の埋立容量は約3,200万m³（東京ドームの約25個分）である。2017年度より現地着手し、

2020年代半ばより、前期処分場（南北1,050m×東西900m）での土砂受入開始を計画している（図-1）。

2017年度の事業開始から、現在に至るまで、ICT地盤改良工・ICT基礎工・ICTブロック据付工など、ICTを用いた工事を取り入れ、実績を積み重ねている。ICT各工事では、工事の起工と完了時にマルチビームソナーと呼ばれる音響測深機を使い、水深や海底地形について3次元データを取得し、その取得したデータを元に工事数量の実績確認や、出来形のCIMモデル作成等に活用されている。

その中で、特に先進的であった取組みについて、次章以降で述べることとする。

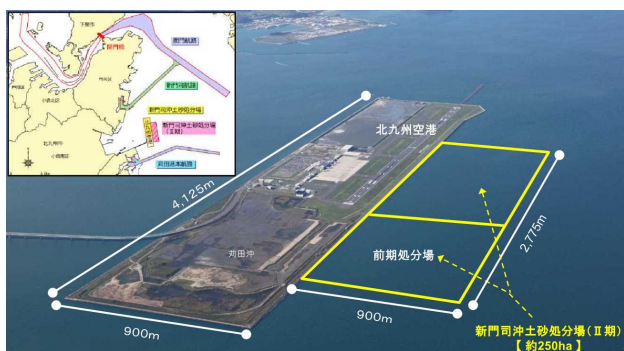


図-1 新門司土砂処分場（Ⅱ期）

2. ICTの取組み実績について

(1) ICT機械施工による工事の実施

2020年度に実施した工事では、ICT機械施工による工事を実施した。

通常の護岸工事の施工では、捨石投入船（ガット船）により石材を投入し、潜水士が逐一船上のオペレーターとやりとりをしながら、投入と基礎部分の捨石の均しを行う。しかし、ICT機械施工では、事前にマルチビーム測量で取得した3次元データを活用しながら、目標投入位

置や投入量をリアルタイムで可視化しながら、捨石の投入が可能である。また、起重機船(支援船)の可搬式発電機支援ユニットから動力ケーブルでつながった状態の水中バックホウを水中へ投入することで、潜水士による水中バックホウでの均し作業が可能となった(図-2)。

このICT機械施工により、従来の方法による均しに比べ安全かつ効率的に作業が実施できるだけでなく、捨石投入後に潜水士が行う陸側法面の荒均しと天端面の本均し作業の軽減にもつながった。



図-2 ICT 機械施工について

(2) 水中音響カメラを用いた水中可視化による施工管理の検討について

港湾工事では、浚渫作業などの水中施工中に、海底土砂の舞い上がりにより濁りが発生するため、目視による施工が出来ないことが頻繁に発生することにより、完了後の深淺測量等で出来形管理を行っている。

2018年度より、水中音響カメラを用いた水中可視化による施工管理の検討をしており、2019年度から2020年度の二カ年においては、現地適用性に向けた実証実験も行った(図-3)。

水中音響カメラは、音響ビームを多数発振することによって、リアルタイムで3次元かつ高精細の水中映像を捉えることのできるものであり、光学カメラに比べて海中の濁りの影響を受けにくく、最大30m程度までの距離にある対象物を解像度数cmという高い解像度で可視化することが可能になった。

実証実験では、作業船(トレミー船・浚渫船)に水中音響カメラを設置し、地盤改良工事(床掘工・置換工)の一

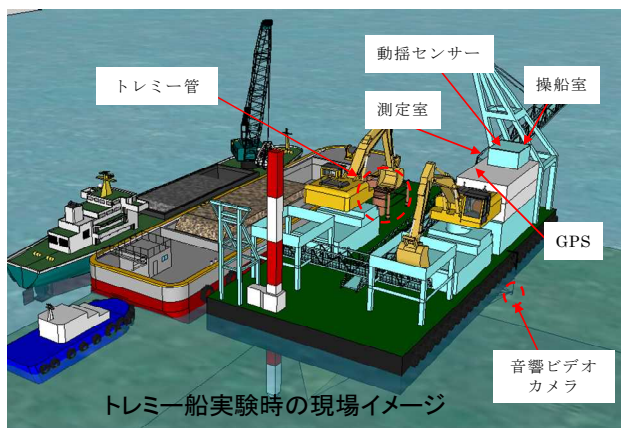
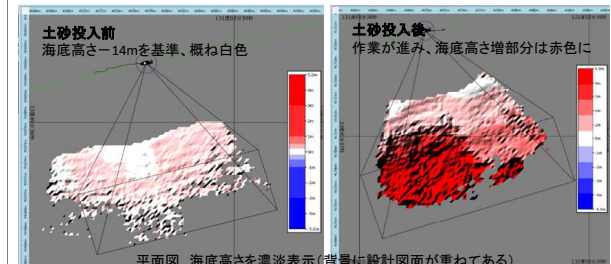
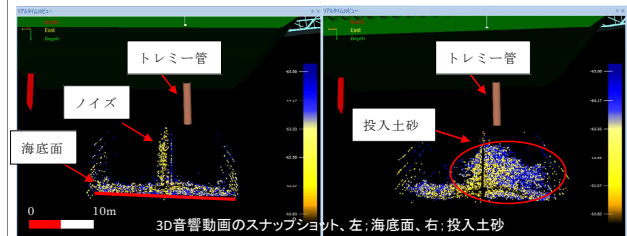
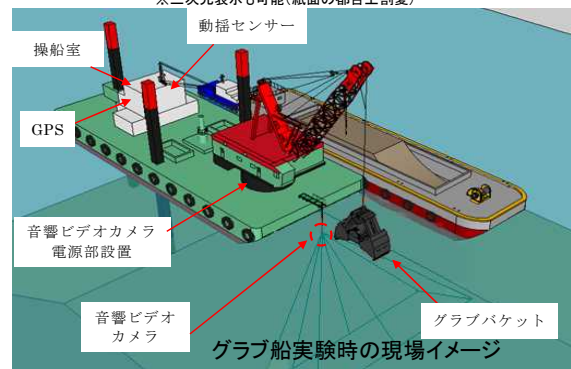


図-3 水中音響カメラの実績(1)

部施工を行った。実際に施工を実施した業者からの反応としては、今まで出来形深淺測量を実施するまで、どこまで施工が進捗したか把握ができなかったが、水中音響カメラを用いてリアルタイムで確認ができたため、通常の施工管理としては非常に有益な方法であるというものであった。



平面図、海底高さを濃淡表示(背景に設計図面を重ねてある)
※三次元表示も可能(紙面の都合上割愛)



3D音響動画のスナップショット

※「平面図、海底高さを濃淡表示」については、②で実施しているため割愛

図-3 水中音響カメラの実績(2)

(3) 設計から工事までのCIMの活用

新門司(Ⅱ期)整備に懸かる地形、地質・土質、構造物、周辺構造物等のCIMモデル化を実施した²³⁾。

既往の深淺測量成果(マルチビーム測量結果)より、海底地形モデルと、既往の航空測量成果(UAVによる航空レーザー測量結果)より、空港島全体の陸上部の地形モデルを作成した。海底地形モデルについては、取得したデータの容量が大きかったため、実際の現場の状況として必要十分な規模として20mメッシュ間隔の水深データを採用している。次に、既往のボーリングデータより、ボーリングモデル及び準3次元地質断面図を作成をした。

そして、既往の設計成果より、現計画時点の構造物モデルを作成。なお、詳細度は300を基本とし、実施設計対象施設はより詳細に、実施設計対象外の構造物は外形形状のみモデル化を実施した（図-4）。

3次元データを取得できることによる、最大のメリットは、今まで図面上の2次元でしか確認ができなかった出来形が、3次元化により、工事の状況が確認出来るようになり、設計で作成したCIMモデルにて、出来高情報の更新、品質管理、出来高管理等の属性情報を付与させることにより、CIMモデル上の構造物をクリックするだけで、その部材の数量や概算等を確認できるようになった。今後、これらを活用することにより更なる施工性の向上が期待出来る。

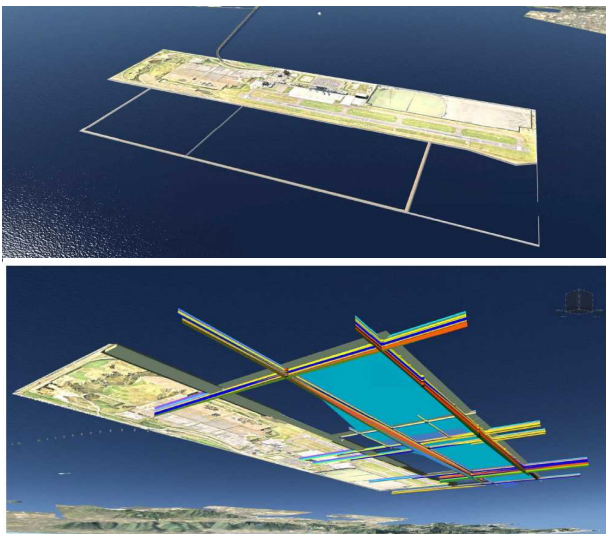
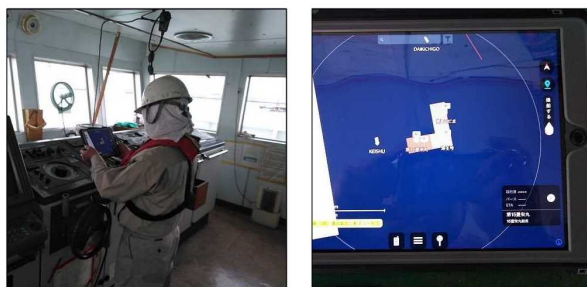


図-4 CIMモデル作成の実績

(4) 船舶動静共有航行支援システムに工事の実施

2020年度の工事では、工事の安全性向上を目的に船舶動静共有航行支援システムを活用した。本システムは、海上作業船での工事実施に当たり作業従事者に対して、工事区域周辺の作業船情報（船体形状、位置、航行）や一般通航船舶情報をリアルタイムに適用出来ることで、輻輳する工事区域間の安全性が向上した（図-5）。

実際に、船舶動静共有航行支援システムを利用している業者からは、工事区域等の監視エリアを予め設定出来るため、エリアへ接近、侵入する船舶が分かる点が良いという意見や、工事の作業船や工事資材を運搬する船舶など、輻輳する工事区域内の搭載船の動向が把握出来る



海上作業船内での航行支援システム利用状況 航行支援システムでの他作業船位置情報画面
図-5 船舶動静共有航行支援システムの利用状況

ため有効であり、また、夜間停泊を行う作業船は、他の船舶へ位置(存在)を知らせる手段として有効という、肯定的な意見が多かった。

3. 将来的なICTの取り組みについて

(1) ICT技術を活用した潜水作業の検討

海上、海中工事において潜水士の存在は必要不可欠であり、その人材確保や育成は急務であるが、建設業就業者数は減少している。今年度より、検討をしているICT潜水技術は、大きな柱として、生産性の向上、安全性の向上、担い手の育成の三テーマで人員不足や、人材育成という問題を解決する技術の検討を行っている。

技術的取組としては、今まで潜水士の作業が負担となっていた基礎捨石投入や均し作業では、投入管理システムにより3次元データと出来形予想図を表示した投入システムで管理し、潜水士がタブレットを用いて投入指示や情報管理を実施したり、同じく潜水士の負担となっていた出来形の管理も着底式音響測深機によるリアルタイム計測技術を開発することにより、生産性の向上を図っている（図-6）。また、前項2. (1)でもあった、水中バックホウ等による機械均し等により潜水作業の一部機械化を行うことにより、熟練の潜水士でなくても作業が可能となり、生産性と安全性の向上を図っている。

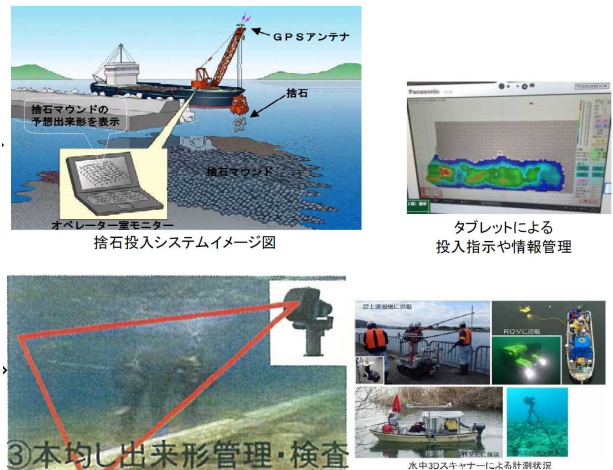


図-6 潜水作業の技術的取り組みについて

2021年度では、現地実証実験として、港湾工事における基礎捨石等の均し作業において、施工時や出来形計測データを高精度な3次元データで取得し、検査データとして活用することを目的としている。基礎均し状況の計測、可視化が可能となる測量方法として、着底式音響測深機を用いた水中測量の高精度化の検討と、水中でも使用可能なタブレットにより3次元測深データやGPS情報等を基に投入位置や投入量を管理することで、均し作業を低減させるシステムの構築の検討を予定している。

(2) 情報共有プラットフォームの検討

新門司(Ⅱ期)事業では、設計から施工の出来形管理、さらに、埋立から将来の土地利用まで、全てのデータをクラウド化し、1つのプラットフォームの構築が出来るような試みを現在進めている。

情報共有プラットフォームの制度設計については、以下のとおりである(図-7)。

- 1) システム管理者より、3次元データ・属性情報付加の提供をする。
- 2) 設計受注者は、3次元モデル(地形モデル、土質モデル、構造物モデル)、属性情報、統合モデル、施工計画モデルのデータの作成と更新を行う。
- 3) 設計受注者がCIMモデル等の3次元モデルを設計業務で作成し、属性情報の整理を行った後に、情報共有プラットフォーム上にデータを閲覧させる。
- 4) 工事受注者は、工事該当箇所の3次元モデルや属性情報を、情報共有プラットフォーム上で閲覧することにより、作業に必要な情報を確認しながら、施工を進める。
- 5) 工事該当箇所の施工が完了した後に、システム管理者へ3次元出来形データと属性情報付加の提供をする。
- 6) システム管理者は、工事受注者の提供したデータについて、不備等がないかを確認した後に、情報共有プラットフォーム上へデータの登録・または更新を行う。

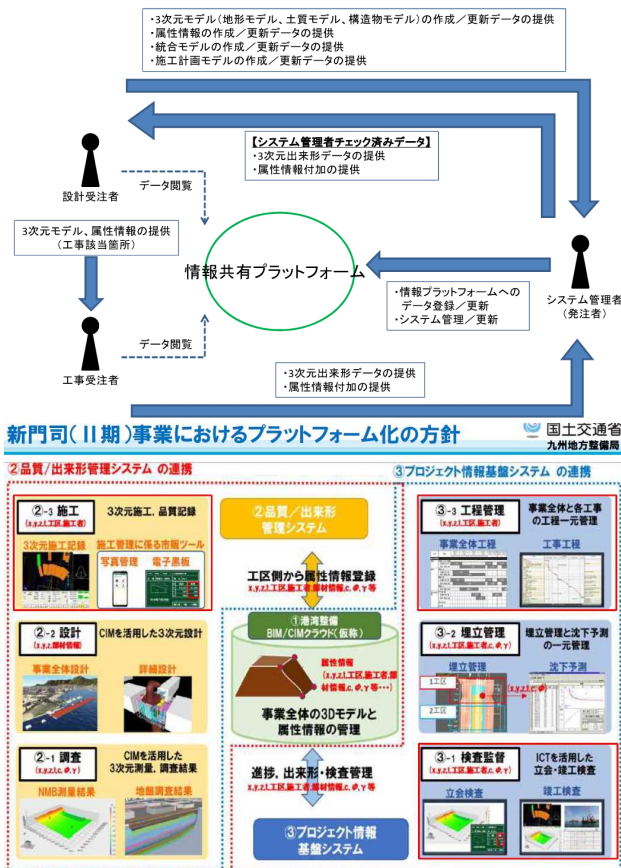


図-7 情報共有プラットフォームの制度設計図

今回検討している、情報共有プラットフォームの情報共有システムを検討した際、3次元データの閲覧に対応したWebベースのクラウドサービスが提供されており、これを活用した上で情報共有システムを構築することが効率的であることから、いくつかのクラウドサービスについて比較調査を行った。その結果、最も多くの3次元データ形式に対応、外部連携を可能とするAPI群、無制限の容量、これらを備えるAutodesk社のBIM 360 Docsを利用して情報共有システムの構築を進めており、クラウドサービスを実用的に運行するのは、港湾関係では我が国初の試みである。

今後情報共有システムの導入をする上で重要になってくる部分としては、1)CIMモデルを取り扱う際に、専門の知識を要求されるため、それらを極力排除し、目的の情報へわかりやすいアクセス手段の提供が必要。2)インターネット端末より、場所や時間を問わずデータを確認することが可能なシステムとすることで、現場での図面との比較や、現場等で取得したデータをすぐさま確認・反映させる。3)バックアップとしての機能、である。

今年度では、情報共有プラットフォームについて、クラウドサービスを実際に導入して試験運用を実施し、利用状況の確認や、課題の抽出等を行う予定である。

4. 終わりに

本稿では、新門司(Ⅱ期)事業におけるICT活用工事についてこれまでの実績についての報告や、将来的な取り組みについての紹介を行った。

ICTを活用することは、安全かつ効果的な施工が出来るだけでなく、人力で行わなければならない工種においても、作業の軽減の効果が見込まれるということがこれまでの実績より明らかになった。

また、将来的なICTの取り組みにおいても、生産性及び安全性の向上はもちろんのこと、人員不足や担い手の育成という問題を解決するということが考えられる。

なお、これらは新しい取り組みであるがゆえに、試行段階のものもあるが、今後の新規事業にフィードバックされ、参考となる取組にしていきたい。

今後も新技術を先進的かつ積極的に取り入れて、ICT技術に大きく寄与していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省 i-Construction : <https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html> (2021年7月現在)。
- 2) 国土交通省 BIM/CIM ポータルサイト : <http://www.niim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimindex.html> (2021年7月現在)。
- 3) 国土交通省 BIM/CIM 関連基準・要領等 (2021年3月) : https://www.mlit.go.jp/tec/tec_fr_000079.html