

港湾工事における仮想空間（VR）を用いた施工管理システムの開発

東洋建設(株) 土木技術部 正会員 ○甲田啓太

東洋建設(株) 九州支店

塩崎和行

山崎啓介

1. はじめに

北九州空港の東沖で整備中の新門司沖土砂処分場（Ⅱ期）事業（図-1）ではその護岸築造工事において、BIM/CIM や ICT 施工に関するモデル現場の位置づけがなされており、3次元データを駆使した生産性向上に資する様々な試行が行われている¹⁾。

BIM/CIM モデルは、構造物モデル等の3次元データを活用して、施工前段階での干涉照査や危険個所の見える化等の安全管理で積極的に使用されているが、2次元図面の代替利用に過ぎず、施工時の効果的な活用を進めることが課題である。

ICT 施工では施工時に3次元データを活用することで、水中部の位置計測やマシンガイダンスを行っているが、その3次元データは当該施工管理システム内での利用に留まっており、その他の施工管理に幅広く活用できていないことが課題である。

こうした課題を解決する方向性として、作業員やクレーンの動静を含む3次元データとBIM/CIMモデルを仮想空間内で統合したデジタルツインによる施工管理手法が提案²⁾されているが、水中部を対象とする港湾工事での事例は少ないのが現状である。

そこで港湾工事を対象として、BIM/CIMモデルとICT施工における3次元データの相互活用を図るために、仮想空間(VR)を用いた施工管理システム（以下、VRシステム）を開発した。本稿では、開発したVRシステムの概要と、施工現場での活用事例を報告する。

2. VRシステムの概要

本稿で報告するVRシステムは、新門司沖土砂処分場（Ⅱ期）事業の護岸築造工事で開発したものであり、図-2中の緑色でハッチングをしている3工種（基礎工、被覆工、消波工）のICT施工対象工種の内、消波工の消波ブロック据付作業において、実証と活用を行った。

VRシステムでは、BIM/CIMモデルとICT施工による3次元データを統合した仮想空間(VR)を構築しており（図-3）、作業船に設置したGNSS等各種計測機器と

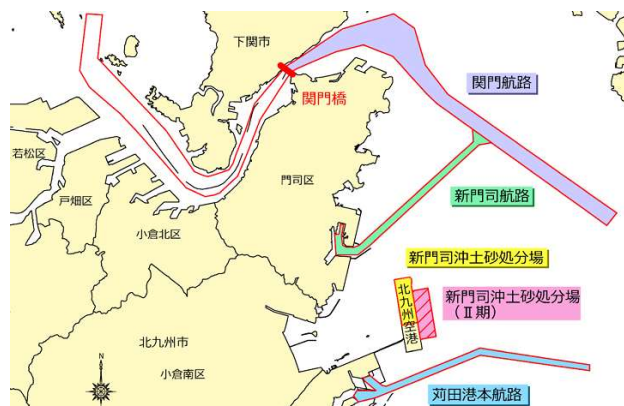


図-1 新門司沖土砂処分場（Ⅱ期）整備位置

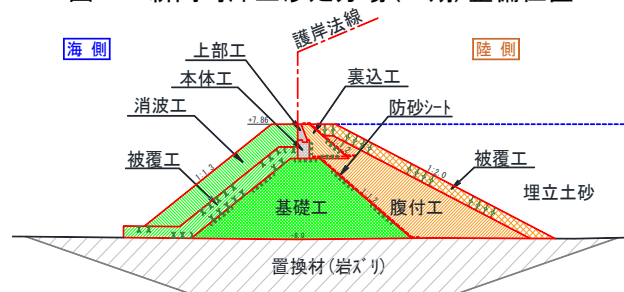


図-2 標準断面図

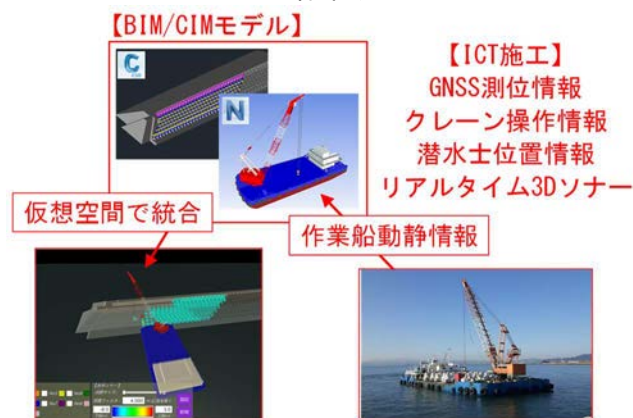


図-3 VRシステムの概要

VRシステム内のBIM/CIMモデルが連動することで、デジタルツインによる施工管理を目指したものである。

このVRシステムは、潜水土位置管理システム³⁾やリアルタイム3Dソナー等を統合的に表示可能である。したがって、ICT施工で使用する各種の施工管理システムや測量機器が計測する3次元データを、BIM/CIMモデルをフィールドとした仮想空間内で統合できるため、プラットフォームとして機能するだけでなく、水中部を含めた施工現場のデジタルライゼーションが図られる。

キーワード 仮想空間、BIM/CIM、ICT施工、デジタルツイン、生産性向上

連絡先 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1丁目105番地 東洋建設(株) TEL 03-6361-5464

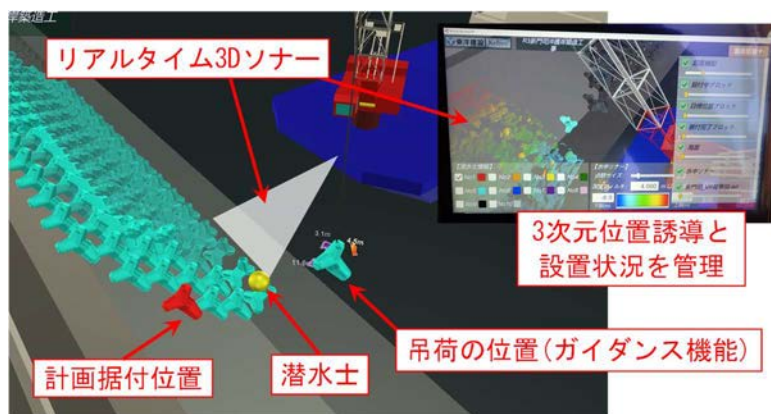


図-4 VR システム内に再現された施工状況



図-5 消波ブロック据付状況の遠隔管理

3. VR システムを用いた施工管理

VR システムを用いた消波ブロック据付状況を図-4に示す。VR システムにおいて、GNSS 測位情報やクレーン操作情報と作業船モデルを同期することにより、実際の施工状況が仮想空間内でリアルタイムに再現されていることが確認できた。

また、潜水土位置管理システムと併用することにより、これまで把握することが困難であった潜水土の位置関係を仮想空間内で可視化できた。そのため、陸上部の施工と同様に、潜水土と消波ブロックの離隔を確保したクレーン操作が可能となった。

さらに、リアルタイム 3D ソナーとの併用により水中部のリアルタイムな 3 次元測量結果が統合されたことで、これまでクレーンオペレータが視覚的に確認できなかった据付完了後の消波ブロックの傾きを把握できた。そのため、クレーンオペレータは次の消波ブロックを据え付ける際に、計画据付位置と下地の消波ブロックの傾きを考慮した箇所に素早く位置決めを行うことが可能になった。

これらは、VR システムをプラットフォーム化し、ICT 施工で使用する各種の施工管理システムや測量機器が計測する 3 次元データをリアルタイムに統合したことにより得られた効果であり、施工時の安全性と効率を向上させた。

さらに、遠隔地から施工状況を確認する場合、従来は Web カメラ等で船上の作業を監視することに限られたが、VR システムの仮想空間を共有（図-5）すれば、リアルタイムに可視化された水中部の施工状況を詳細に把握することが可能になった。そのため、遠隔地から安全面や工程上の施工管理に関する指示を行えるようになり、施工管理業務の効率化につなげることができた。

4. おわりに

本稿では、港湾工事における、消波ブロック据付作業を対象として、BIM/CIM モデルと ICT 施工を統合した仮想空間による施工管理システム「VR システム」を開発した。作業船の動静や潜水土の位置情報を含めた施工状況が構築された仮想空間の中でリアルタイムに再現されるため、水中部施工状況の詳細な把握を可能にした。さらに、構築された仮想空間に対して、外部からアクセスできるようにすることで、遠隔地からの施工管理業務を行うことができ、安全性と生産性向上に資する一つの施工管理方法を示すことができた。

今後は、施工時に得られる各種の情報を収集及び解析し、出来形管理や安全管理の面で応用すると共に、港湾工事における施工管理を目的としたクラウド型情報共有プラットフォームを構築していく考えである。

本稿が港湾工事における安全性や生産性向上に寄与し、インフラ分野におけるデジタル・トランスフォーメーション推進の一助になれば幸いである。

謝辞: 本稿の取組みに関して、国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港整備事務所の皆様には、生産性向上への試行としてご協力とご理解を賜りました。この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1). 株式会社九建日報社：「港湾整備で i-Con 拡大」、九建日報，第 16630 号，2021。
- 2). 鬼頭昂平，小俣光弘，土橋武夫，飯島芳則：デジタルツインによる現場管理手法に関する提案，土木学会年次学術講演会，No. 77，VI-71_1-2，2022。
- 3). 水谷征治，加藤直幸，草刈成直：潜水土位置管理システムの開発，土木学会年次学術講演会，No. 67，VI-279_1-2，2012。