

建設シミュレーションにおけるモーションキャプチャー活用の一事例

大成建設株式会社 正会員 ○布川 哲也
大成建設株式会社 正会員 齋藤 雅道

1. はじめに

我が国では、建設技能労働者の慢性的な不足や、働き方改革に伴う時間外労働の上限規制等への対応として生産性の向上が喫緊の課題となっている。BIM/CIM 活用をはじめ ICT 技術の活用等による、抜本的な生産性の向上が必要とされており、国土交通省の「2023 年度から小規模を除く全ての公共事業に BIM/CIM 原則適用」方針などをうけ、BIM/CIM 技術の活用が普及しつつある。

一般的に、プロジェクトマネジメントでは、事前に課題を顕在化させ、その後発生しうるリスクを明確することが、プロジェクトの効率的な遂行に不可欠であり、その第一歩として、計画時点における現状を正しく把握することが重要となる。しかしながら、従来の施工検討で用いられてきた 2 次元図面と文章による表現では、断片的な情報で計画が記述されるため、作業環境や作業プロセスを、漏れなく表すことは困難であった。また、BIM/CIM を活用し作業環境を正確に可視化した場合においても、作業者を含めた作業プロセスの見える化がされることは少ないというのが現状である。そこで本報告では、BIM/CIM モデルを用いて施工環境を再現し、施工シミュレーション技術および、モーションキャプチャー技術を活用することにより、施工機械や作業者を含めた施工プロセスの可視化に取り組んだ事例について報告する。

2. BIM/CIM モデルを活用した施工シミュレーション

深礎工法をもちいて、トンネル内に地中立坑を構築する工事の施工計画に、施工シミュレーションを試行した事例を、図-1 に示す。本事例は、設計段階の技術協力実施期間中に数量・仕様が確定した時点で工事契約する「ECI 方式」における設計業務において、設計段階から施工の観点を取り入れるため、施工シミュレーションを活用し、部材仕様や施工数量など計画の妥当性確認を行った事例である。

シミュレーションモデルは 3 次元 BIM/CIM モデルから作成し、施工機械形状や施工機械の稼働範囲は CAD データおよび、カタログ情報をもとにシミュレーションに反映した。図-2 に、天井クレーンおよび揚重治具を用いた揚重作業シミュレーション事例を示す。部材の揚重ルート上における構造物との動的干渉の有無や、狭隘な作業空間において揚重治具の取り回しが可能かを確認することにより、部材寸法仕様の妥当性を確認した。図-3 に、掘削シミュレーションの一例を示す。鋼殻や切梁などの構造物や設備配管などが、錯綜する作業環境においてシミュレーションを行い、機械選定、掘削可能範囲確認および、機械掘削範囲や人力掘削範囲設定など施工計画の妥当性を確認した。BIM/CIM モデルをベースとしたシミュレーションにより、構造物と施工機械との動的干渉の有無などを定量的な閾値を設けて判断することが可能であることを確認した。

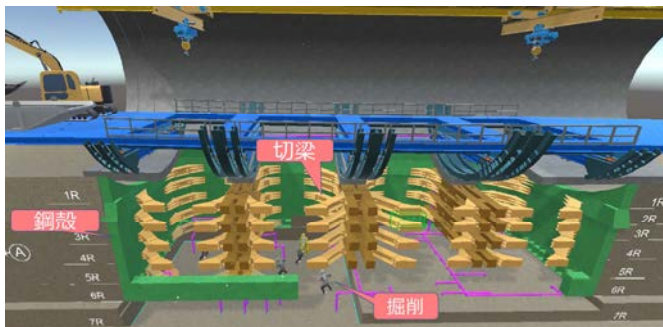


図-1 シミュレーション事例(深礎工法)

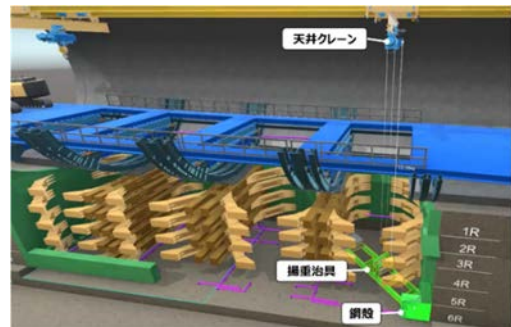


図-2 揚重作業シミュレーション例

キーワード BIM/CIM, 施工シミュレーション, モーションキャプチャー

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1

大成建設株式会社 技術センター イノベーション戦略部 TEL045-814-7257

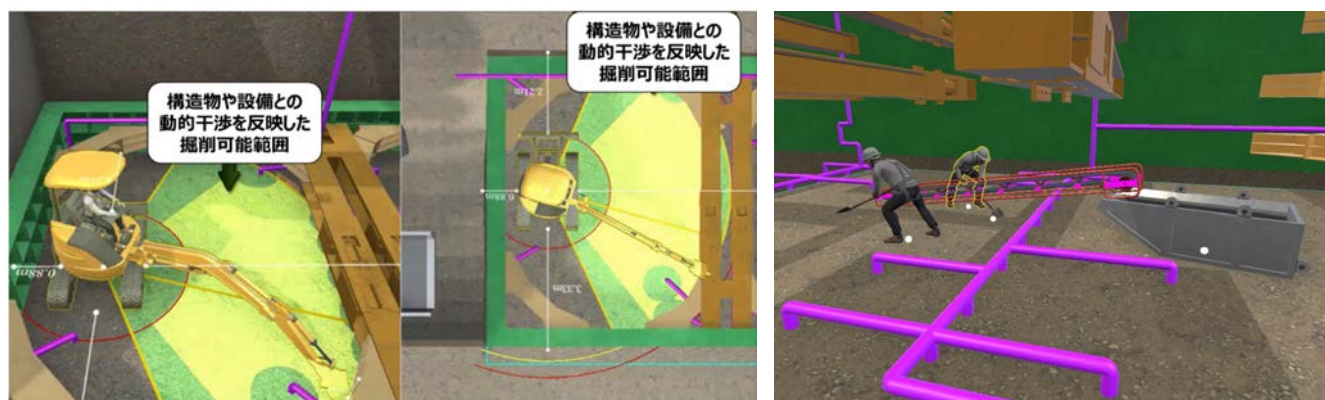


図-3 掘削作業シミュレーション例（左：機械掘削における動的干渉確認状況，右：人力掘削状況）

3. モーションキャプチャー技術の活用

作業者の作業動作を反映するため、モーションキャプチャー技術を活用した。作業者は、図-4 のようにヘッドマウントディスプレイ（以下 HMD）、コントローラーおよび、モーションセンサーを装着し作業を行う。装着者は、HMD を装着することにより、3 次元仮想空間内で臨場感のある体験が可能となる。コントローラーおよび、モーションセンサーにより、作業動作や作業姿勢などがリアルタイムに、仮想空間内のアバター動作に反映される。作業者は、現場環境を再現した仮想空間内で、危険要素や作業の役割毎の作業手順を、ロールプレイしながら確認することができる。作業プロセスは、第 1 人称視点、第 3 人称視点で記録することができ、作業の振り返りなどに活用することができる。従来の、2 次元図面や文章を用いた情報伝達手法に比べ、3 次元空間内で作業状況などが可視化され、精度の高い情報伝達が可能となる。また、管理者と作業者間で共通認識をもち作業プロセスの確認が可能となり、効率的なコミュニケーションに有効であることを確認した。

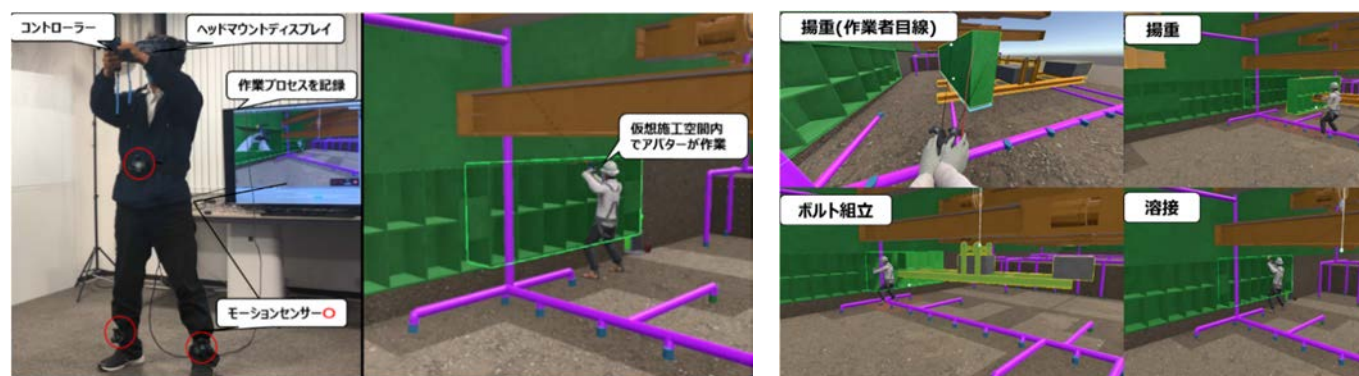


図-4 モーションキャプチャーおよび仮想空間内での作業状況（左）およびロールプレイ状況（右）

4. まとめ

BIM/CIM モデルを活用した 3 次元仮想空間内で施工機械および作業者の作業動作を含む詳細な施工プロセスをシミュレーションする技術を試行した。これにより、施工機械や作業者など作業動作を含めた再現性の高い施工プロセスを記録することが可能となり、計画の妥当性について閾値を設け定量的に評価できることを確認した。また、モーションキャプチャー技術を活用することにより、「ロールプレイ」などを通じた教育訓練に有効であることを確認した。施工プロセスの記録や映像を通じて、精度の高い情報伝達が可能となり、管理者と作業者間の効率的なコミュニケーションに有効であることを確認した。

今後は、本技術を活用した再現性の高い施工プロセスを蓄積するとともに、蓄積した計画と施工実績との対比・分析を通じて施工プロセスの改善や、蓄積したデータの類似工事計画への再利用など、生産性や施工安全性を高めるための取組みを継続して行きたい。