

BIM/CIM と Mixed Reality 技術を活用した鉄道工事の作業手順可視化

(株) 大林組	正会員	○山中	孝文
(株) 大林組	正会員	錦織	陽一
(株) 大林組	正会員	越智	啓太
(株) 大林組	正会員	元村	亜紀
東日本旅客鉄道 (株)	正会員	中山	泰成
東日本旅客鉄道 (株)	正会員	坂内	純一

1. 目的

建設業における労働生産性向上は喫緊の課題であり、ICT や BIM/CIM の活用を進めている。特に営業線に近接した鉄道工事においては、作業時間が終電から始発までの数時間に限定されることから、作業の手戻りを防ぐため、作業手順の確認には、関係者間で綿密な協議を重ねるため相当数の時間を費やしている。

本稿では、Mixed Reality (以下、MR) 技術を活用し、工事現場の作業手順を 3 次元アニメーションで可視化することにより、作業員間や職員間での作業手順の共有や危険個所の確認を容易にし、工事の生産性や安全性の向上を図った 2 つの事例について報告する。

2. MR 技術

(1) 技術の概要

MR とは MR デバイス (ヘッドマウントディスプレイやタブレット) を用いて BIM/CIM 等の 3 次元モデルを現実空間に重ね合わせて投影する技術である (写真-1、図-1)。筆者らは、今までも MR 技術を活用して近隣住民や工事関係者間での合意形成を行っていたが、主に構築物の完成形や施工途中の一場面を表示していたことから、現場作業の中での活用は限定的であった。そこで、“作業手順の MR 投影”に着目し、現場作業内で、より効果的に MR 技術を活用することを考えた。

(2) モデルの作成

作業手順の MR 投影には、DataMesh 株式会社の MR アプリである DetaMesh Director を用いた。パソコン用の専用ソフトウェアに BIM/CIM モデル内の必要な部材を取り込み、プレゼンテーションスライドを作成するように部材の表示・非表示、移動を設定することにより、簡単に作業手順の MR 投影モデルが作成できる。作成した MR 投影モデルは、専用のクラウドストレージ上にアップロードし、MR デバイス (HoloLens2 や iPad など) で現場に投影する。



写真-1 MR 投影および操作イメージ



図-1 MR デバイスの例 (HoloLens2)

3. 現場適用

本技術は、東日本旅客鉄道発注の駅改良工事と、鉄道営業線の直上に橋梁を架ける工事の 2 件で適用した。

(1) 鉄道駅改良工事での活用

本工事では、旅客通路内に新設する補強斜梁が露出するため、旅客視点での作業計画が必要になった。そこで、複雑な施工手順を MR 投影で可視化し、複数の作業員や職員で確認することで、実際の作業のスケール感や旅客への影響度を確認した (写真-2)。さらに、高架橋の鉄筋組立手順も MR 投影し、組立手順だけでなく材料の取り回しも事前にシミュレーションでき、経験の浅い鉄筋工でも手順を理解できることを確認した (写真-3)。

キーワード 鉄道工事, BIM/CIM, MR 技術, 生産性向上, 安全性向上, 施工計画

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株) 大林組生産技術本部先端技術企画部 TEL03-5769-1253

(2) 線路上空に橋梁を架設する工事での活用

本工事では、営業中の9路線全線を閉鎖して、約100分という限られた時間内に自動車専用道路の桁を送り出し工法により架設する。MR技術を活用することで、作業の一連の流れが可視化されるとともに、実際の作業では立ち入れない場所から作業工程を確認することができた。これにより、施工手順や施工上の危険作業、危険箇所をあらかじめ把握でき、工程管理や安全管理での有効性を確認した(写真-4)。

4. MR技術による効果

3次元で作業手順を事前に現地確認することにより、作業手順の共有や合意形成に係る時間を短縮できた。危険箇所の確認を事前に行うことで、作業中の手戻りや事故を未然に防止できた。

また、MR投影のもとになるBIM/CIMモデルは、東日本旅客鉄道が推進しているBIM/CIMの取組み(JRE-BIM)の一環で作成されたものをそのまま転用した。MR上のアニメーション作成および現地投影の準備は、大林組職員が行い、駅改良工事は0.5時間程度、橋梁架設工事は4時間程度で完了した。

従来、施工現場で詳細な作業指示や位置確認を行う場合は、BIM/CIMモデルがあっても2次元の施工図面を切り出す方法が一般的だったが、本技術を用いることで、BIM/CIMモデルを3次元モデルのまま活用できるため、BIM/CIMモデルの施工現場での活用として有効だった。

5. 結論と今後の課題

MR技術を活用して作業手順を3次元アニメーションで可視化することにより、受発注者双方にとって、容易に施工前の危険箇所の確認や作業手順の共有だけでなく、狭隘空間や線路上空といった作業環境に制限のある範囲での作業性検証、旅客への工事の影響度を踏まえた安全対策の事前検討といったBIM/CIMモデルの有効な活用方法を確認できた。

本技術は、MR投影モデルを現実空間に重ね合わせると、MR投影モデルが現実空間の手前にすべて表示される。そのため、MRを見る位置によっては、実際は現実空間の奥に隠れて見えないMR投影モデルも見えることになり、違和感が生じる。しかし、オクルージョン技術を導入することで、現実空間の奥にあるMR投影モデルを隠すことができ、より本物に近い形で投影することが可能になる。それにより、安全管理や出来形・品質管理といった現実空間との位置関係が重要になる場面でもMRを有効活用できる。今後は、建設現場でのオクルージョン技術の適用を目指したい。



写真-2 MR適用事例（補強斜梁の設置手順）

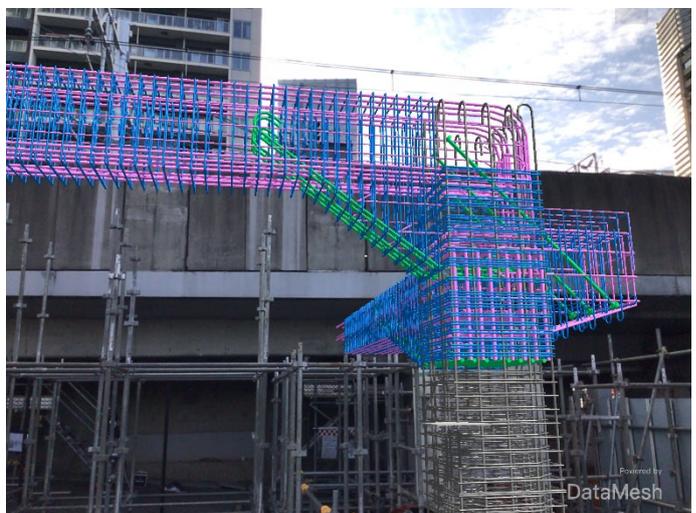


写真-3 MR適用事例（鉄筋の組立手順）



写真-4 MR適用事例（桁の送り出し手順）