

根古屋川橋第1橋の工場製作時における MR(Mixed Reality)の活用

関東地方整備局 常総国道事務所 夏堀 渉 松下慎治
川田工業 正会員 ○畠中真一 藤野大地
川田テクノシステム 青山貴彦 四月朔日勉

1. はじめに

関東地方整備局 常総国道事務所では、茨城県内の国道6号の牛久駅から荒川沖駅周辺の渋滞緩和と圏央道(首都圏中央連絡自動車道)へのアクセス向上のため、平成12年から牛久土浦バイパス(延長15.3km)の整備を進めている。根古屋川橋第1橋は、牛久側のバイパス起点に最も近い鋼5径間連続少数鈑桁橋(橋長181m)であり、本橋の上部工事は i-Construction の実現に向けた新技術導入促進Ⅱ型工事として発注された工事である。本橋の工場製作時において、出来形検証作業の省力化と、検証時の高所作業に伴う災害リスクの排除効果を確認するため、MR技術の実証試験を行ったので報告する。

2. MRの概要

MRは現実の映像と実寸大の3Dモデルを重ねて可視化できる技術であり、MRを実現する機器としてMicrosoft社製のHoloLensを使用する。HoloLensはヘッドマウントディスプレイと同様の形状であるが、視界を覆うディスプレイが透明であるため、HoloLens越しに周囲の風景が見える。このディスプレイに、3Dモデルを実物大で映し出すことで、現実の風景と3Dモデルを重ね合わせて見ることができる。さらに、HoloLensは各種のセンサーを使って周辺の地面や壁などを常時スキャンしており、それらの変化から装着者の移動や頭の向きを分析している。これにより、投影された3Dモデルはあたかも地面に固定されたように表示され、装着者は3Dモデルの中を歩いて通り抜けることができる、これまでに無かった表現方法を実現する装置となっている。HoloLensは市販のコントローラと連動させることができ、今回は3Dモデルの移動や回転操作をコントローラのボタンに割り当てて使用した。装着者の操作イメージを図1に示す。

3. 検証方法

出来形検証のフローを図2に示す。製作承認図が確定した時点で、全橋3Dモデルを作成し、これをHoloLensへ読み込ませ製品の仮組立時に投影する。投影した実物大の3Dモデルを、実物の鋼桁に重ね合わせ、周辺を巡回しながら対象とする部材の数量や取り付け位置に誤りが無いか検証する。対象とする部材は、主桁や横桁に取り付く上部工検査路金具(25箇所)、排水装置金具(90箇所)、足場吊金具(888箇所)の合計1003箇所とし、これらを対象に、金具の設置数の計上、金具の誤設置有無の判定、検査路・排水装置の経路の確認、の各項目を検証する。

図3に3Dモデルを重ね合わせた時の見え方を示す。実物の鋼桁(a)に対し、MR装着者には、設計上の金具類の配置が重なって見える(b)。部材は用途毎に色分けし、図面を携行しなくても一目で種類が判るようにしたほか、仮組立時には取り付けられない配管も表示させ、完成時の配管経路がイメージできるようになっている。

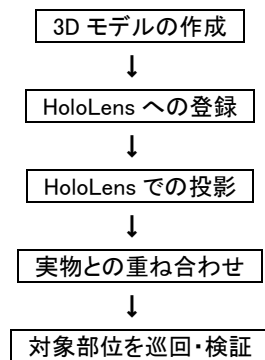


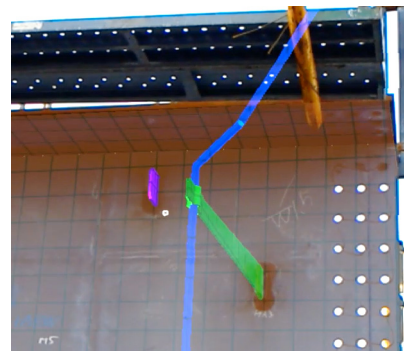
図2 出来形検証フロー



図1 装着者の操作イメージ



(a)実物の鋼桁



(b)装着者からの見え方

図3 MRにより完成時の排水管を表示させた例

キーワード：MR、複合現実、HoloLens、出来形管理、省人化

連絡先：〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 川田工業 TEL 03-3915-4154

4. 結果と考察

図 4 に(a)高所作業車を用いた従来方法と、(b)MR による検証作業の状況を示す。また、図 5 には仮組立した実物の鋼桁と 3D モデルを重ね合わせた状態での、(a)足場吊金具と(b)排水管支持金具や排水管の画像例を示す。

検証作業の省力化 図 4 のように従来方法では、高所作業車を移動させながら、2 人一組となって巻き尺で繰り返し計測を行っている。これに対し、MR による方法では、実物の部材と 3D モデルの像が図 5 のように相違なく配置されていることを確認しながら桁の周辺を巡回することで、図面や計測器を持たずに 1 人で検証作業を進めることができた。表 1 に MR での検証作業に要した時間(モデル作成は含まない)と、従来方法での時間を比較した省人化効果を示す。MR を導入することで 7 割以上の削減効果が確認された。

災害リスクの排除効果 MR による方法では、4m 程度の高さに取り付けられた金具も正確に視認できることがわかった。今回検証対象とした部材は全て、地面に立った位置から見える範囲にあり、MR による方法では高所作業は発生しなかった。高所作業車での作業を連続的に行っていた従来方法に比べ災害リスクを大幅に排除できることが確認された。

アンケート結果 MR を試行した作業者を対象に行ったアンケート結果では、「検証記録を動画として残せる」、「紙の図面では複数枚に分かれていた情報が MR では一度で見える」、「製造業のイメージアップになる」などの評価が得られた。一方で、「HoloLens 装着時は通常より視野が狭くなり、足下や周辺の状況把握が疎かになる」と言ったリスクに関する意見もあり、安全確保にも留意しつつ改良を進める必要性が指摘された。

重ね合わせ精度 HoloLens は内蔵のセンサーで現在位置を認識する仕組みで、巡回移動に伴い 3D モデルと実物との間にずれが生じる。今回の検証作業では、橋軸方向の移動に対し横桁位置(5～9.9m 間隔)毎にずれ量の測定を行い、平均で 48.5mm(サンプル数 96、最大値は 210mm)のずれが確認された。ずれの大きさと移動距離の間には有意な関連性が認められず、ずれの発生は環境の変動(屋外作業における直射日光の影響など)に起因するものが支配的であると考えられる。

5. おわりに

今回使用した MR 機器の精度は、ミリ単位での寸法チェックには不十分であるが、構造物を視覚的にイメージしたり、小さな部材の有無を全数チェックしたりする作業には効果的であり、省力化や安全性向上にも効果的であることが確認できた。将来的に CIM が導入されれば、コンサル設計で作成された 3D 図面から必要な情報のみを MR で投影することで、誰でも製品の出来形管理が行えるようになると期待されるため、今後も実用化に向けた開発をすすめる予定である。

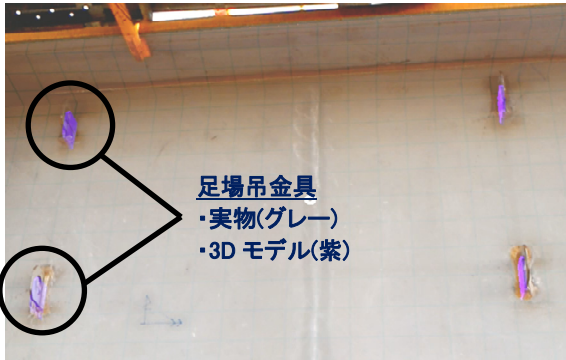


(a)従来方法

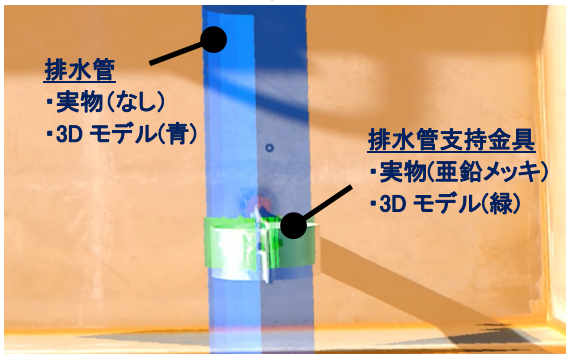


(b)MR による方法

図 4 検証作業の状況



(a)足場吊金具



(b)排水管支持金具と排水管

図 5 検証作業中の画像例

表1 省人化効果

従来方法	16 人・日
MR による方法	4.3 人・日
省人化効果	27% (▲73%)