

## 拡張現実(AR)を用いた鋼橋本体付き金具の取付け位置確認システムの検証

JFE エンジニアリング株式会社	正会員	○柿市 拓巳
JFE エンジニアリング株式会社	非会員	松岡 芳宜
JFE エンジニアリング株式会社	正会員	中野 隆
株式会社ポケット・クエリーズ	非会員	佐々木 宣彦

### 1. はじめに

鋼橋には、橋の主構造の他に排水支持金具や足場用吊金具、検査路受台など様々な付属物を取り付けられる。これらの付属物の取付け位置を確認する方法として、メジャーテープを用いて計測し、図面に記載されている寸法と実構造物の寸法が整合しているか1箇所ずつ確認していた。しかしながら、現状の方法では、①計測作業と記録作業で複数人の作業が必要、②図面読み取りの手間やヒューマンエラーリスク、③高所における部材確認時に墜落等労働災害が生じるリスク、などの課題があった。

上記の課題を解決するために、本論文では、現実空間にデジタル情報を重ね合わせるAR (Augmented Reality: 拡張現実) の技術に着目したり、工場で作成した主桁部材にCIMモデルを重ね合わせることで、付属物の取付け位置の確認を試みた。

### 2. CIMとARによる検査システム

#### (1) 検査システムの概要

ARによる検査の事前準備として、まず、設計段階で作成したCIMモデルをARによって投影できるように、主桁を1ブロックごとに分割し、実構造物と位置合わせが可能となるように座標調整などを行った。対象ブロックのみを表示したCIMモデルの例を図1に示す。

ここで、モデリングにはAutodesk社のAutoCADを使用して描画し、ARアプリに対応しているデータ形式にするため、同社のNavisworksを用いてFBXデータへと変換を行った。ARアプリはポケット・クエリーズ社のiVoRi XRを使用し、橋梁工事に適用できるように機能拡張の共同開発を行った。デバイスはApple社の11インチiPad Pro (第2世代)を使用した。

次に、工場製作した実物の主桁ブロックに対し、CIMモデルと位置合わせを行うための罫書線を追加し、罫

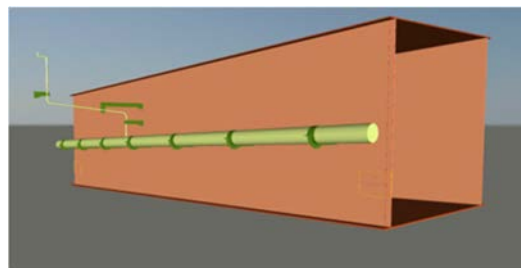


図1 CIMモデル (対象ブロックのみ表示)



図2 主桁ブロックへのマーカー貼り付け状況

書線に沿ってARマーカーを設置した(図2)。マーカーは主桁ウェブ面上の両端に貼り付けており、ARで投影を行う際は、この2つのマーカーを使用して橋軸方向を判別している。マーカーを設置した後、タブレット端末を用いて2つのマーカーを読み込み、そのマーカー位置を基準にしてCIMモデルをタブレット画面上に投影した。最後に、CIMモデルを重ねた画面を通して取付け金具の位置を確認した。

#### (2) 現場実証試験

本検証における実証試験は、大和御所道路樫原高田IC・Dランプ橋他上部工事(奈良県樫原市)にて、製作済みの主桁を用いて検証を行った。本工事は、国土交通省が建設業界の労働生産性向上を図るために導入した新技術導入促進II型の対象工事<sup>2)</sup>である。

今回対象とする付属物は、主桁本体付きの排水金具のみとし、全5ブロックにおいて取付け位置の確認を行った。確認を行う金具の数は合計で39箇所であった。

キーワード 拡張現実, AR, 新技術導入促進II型, 省力化, 付属物, 品質管理

連絡先 〒230-8611 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-1 JFE エンジニアリング株式会社 TEL045-505-7555

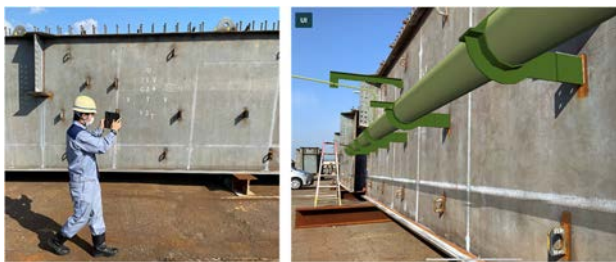


図3 排水金具の取付け位置確認状況

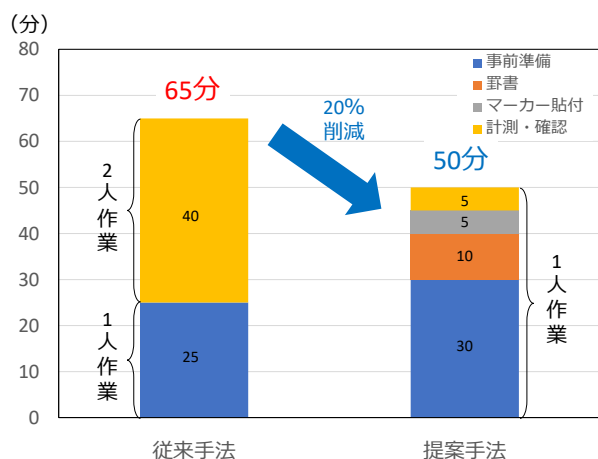


図4 作業時間の省力化効果

検証項目としては、確認精度と省人化・省力化の効果とし、従来手法と本手法で比較検証した。

### 3. 検証結果

排水金具の取付け位置の確認を行っている状況を図3に示す。このように、実構造物にCIMモデルを重ねて表示することで、排水金具の位置に異常がないかを視覚的に確認することができる。

投影誤差は、検査状況によって数mm～数10mmとばらつきが見られた。

また、作業人数においては、従来手法ではメジャーテープ使用し、複数人で距離を計測する必要があるのに対し、本手法では野書作業からタブレットによる確認作業まで一括して1人で行うことができた。

作業時間の省力化効果を図4に示す。今回の検証では、従来手法では2人作業で作業時間65分のところを、本手法では1人作業で50分の作業時間で確認することが可能となり、約20%の作業時間を削減することができた。

### 4. 考察

#### (1) 投影精度

投影誤差の大きさについては、数mm～数10mmとばらつきが見られた。原因の要素としては、タブレットに内蔵されている光波測距センサー(LiDAR)による精度誤

差、マーカ－を読み込む際の角度、屋外作業による日照条件、観測者の巡回移動による蓄積誤差など様々なものが考えられる<sup>3)</sup>。

本検証における確認作業では、取付け位置をmm単位で確認するには精度が不足するものの、金具の取付け位置に大きな異常がないか、金具自体が抜け漏れていないかなどの確認は可能であることが分かった。

#### (2) 作業時間

本手法の作業時間において、マーカ－貼り付け位置の野書作業があるが、この作業は原寸時に野書箇所を決定しておくことで省略することが可能であり、更なる省力化が見込めると考えられる。

また、本工事は高所作業台を使用せずに確認作業を行うことができた。通常の仮組立で金具の取付け位置が高所となる場合は作業台を使用することとなり、今回の検証以上にARによる省力化効果が期待できる。

#### (3) 安全性

従来手法では、確認作業時は高所作業台を使用するため、墜落のリスクが生じる。一方、ARによる確認作業ではマーカ－を貼り付ける作業を除いて、地上から全ての金具を確認することができるため、従来手法よりも安全に作業を行えることが確認できた。ただし、作業中はタブレット画面を見ながらの操作となり、作業者の視野が狭まるため、安全上留意する必要がある。

### 5. おわりに

本論文では、AR技術を活用して主桁本体付き金具の取付け確認システムの開発および検証作業を行った。検証結果として、mm単位で確認するには精度が不足するものの、取付け金具に抜け漏れがないか等の確認を行うことができた。また、作業人数が2人から1人となり、作業時間も約20%削減可能となった。

今後は安定した精度でモデルを投影できるように、一定間隔の距離に投影誤差を修正するマーカ－を設置することで、改善を進めていく予定である。

### 参考文献

- 1) 藤野大地ほか：MRを活用した出来形管理の効率化，川田技報，Vol.40，2021
- 2) 国土交通省：新技術導入促進Ⅱ型  
<https://www.mlit.go.jp/tec/shingijiyutodounyu.html>
- 3) 洲崎文哉ほか：地下埋設物を対象としたAR可視化システムにおける重畳の精度と安定性の検証，計算工学講演会論文集，Vol.26，pp.706-709，2021