

# 東根川橋における CIM モデルを用いた AR 技術の活用

清水建設(株) 正会員 ○今井 遥平  
 清水建設(株) 正会員 藤井 彰  
 清水建設(株) 正会員 長谷川高士

## 1. はじめに

東根川橋は、東北中央道に位置する橋長 236m の新設の PC 3 径間連続ラーメン箱桁橋である (図-1)。本工事は発注者指定型の CIM (Construction Information Modeling) 活用工事である。発注者指定型 CIM 活用工事とは、発注者が受注者に対して要求事項を設定し、①CIM モデルの属性情報の付与方法、②CIM モデルを用いた監督・検査の効率化、③受発注間での CIM モデルのデータ共有方法、の検討を実施する工事である。本工事では、国土交通省の「CIM 導入ガイドライン (案) 第 5 編 橋梁編」に従い、現場周辺の点群データおよび構造物の 3 次元データを用いて CIM モデルを構築した。



図-1 現場位置図

CIM モデルには施工中の各種データを紐づけすることで、今後の維持管理データとしての活用が期待されている。また、施工中の仮設物と施工ステップのモデル化により、施工の方法や進捗を第三者にわかりやすく伝えることも可能になった。その他の取り組みとして、「施工段階での CIM モデルによる効率的な活用」の一環で AR (Augmented Reality : 拡張現実) 技術を導入している。

本工事は張出し架設工法であり、コンクリート上部躯体への埋設物が多数存在し、設置確認作業が煩雑を極めた。そこで、AR 技術を用い埋設物の施工段階において、設置確認方法を効率化した。本稿では、東根川橋における CIM モデルおよび AR 技術活用事例を報告する。

## 2. 現場概要

本橋の橋梁一般図を図-2 に、橋梁諸元を表-1 に示す。本橋は、一級水系阿武隈川水系の一次支流である東根川を跨ぐ中央支間 110m を有する PC 3 径間連続ラーメン橋である。構造中心部に中央分離帯を有し、路肩を頂点とした拌み勾配の舗装表面であるため、中央分離帯をまたぐ排水スリットおよび、排水柵やスラブドレーンが左右路肩につくため、付属物が多いことが特徴である。

表-1 橋梁諸元

発注者	国土交通省 東北地方整備局
施工者	清水建設株式会社
工事場所	福島県伊達市保原町富沢
橋長	236.0m
支間長	63.0+110.0+63.0m
有効幅員	12.0m
上部構造	PC 3 径間連続ラーメン箱桁橋
架設工法	張出し架設工法

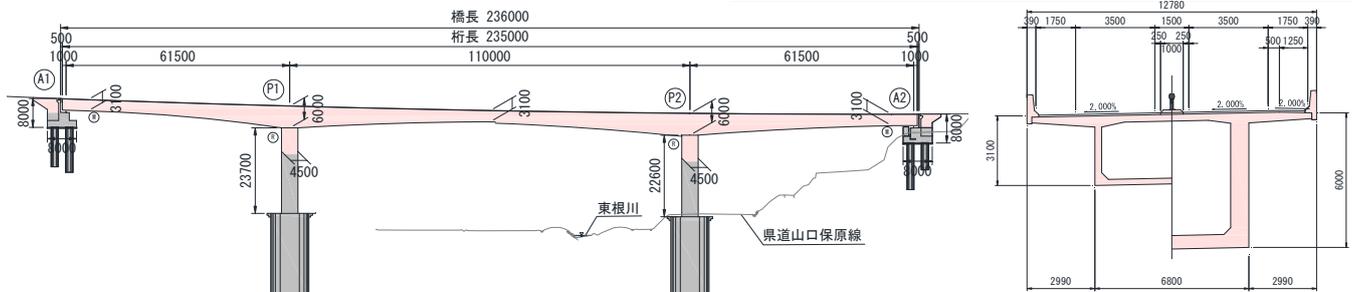


図-2 全体一般図

キーワード CIM, AR, SLAM, 張出し施工

連絡先 〒140-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1 清水建設(株) 土木技術本部 橋梁統括部 TEL : 03-3561-3869

### 3. CIMモデルの作成および活用

本工事は、国土交通省が提唱する i-Construction に基づき、ICT の全面的な活用を図るため、CIM (Construction Information Modeling/Management) を導入し、関係者間協議や情報共有、施工計画の検討、安全性に関わる検討、出来形管理等の施工管理のいずれかについて CIM モデルを活用する「CIM 活用工事」である。通常は、設計時のモデルを継承する。ただし、発注者協議の上、モデルの構築から行った。

#### (1) CIMモデルの構築

CIMモデルの構築にあたっては、詳細な構造がわかる程度の詳細度（詳細度 300）でモデル化を行い、周辺地形は現地で3Dスキャナによる計測を実施し、採取した点群データを統合した。上下部構造は土木設計ソフトウェア Civil3D (Autodesk 社) によるモデル化、遠方の地形に関しては国土地理院地形図による地形再現を行い、それらのデータを3Dモデルレビューソフトウェア Navisworks (Autodesk 社) にて統合し、CIMモデルを構築したり(図-3)。モデルには、上下部コンクリート、各種付属物(次章にて紹介)、仮設機材(移動作業車)をモデル化(図-4)し、張出し施工の施工工程(時間軸)をモデル化した4Dモデルとしている。4Dモデルとすることで、発注者や現場見学者、地域住民への工事説明を円滑に行うことができ、非常に好評であった(図-5)。

#### (2) 属性情報の付与

CIMモデルは、「調査・設計」→「施工」→「維持管理」と情報を充実させながらモデルを引き継ぐことでその利用価値が上がる。そのため、本工事では、工事完了後に構造物管理者へ提供し、維持管理データとして利用できるように、CIMモデルに施工時の情報を付与することとした。属性情報を付与した例を図-6に示す。付与した属性としては、各種立会写真や材料の試験成績表、出来形検測簿や打設トレーサビリティ、PC 緊張管理図および施工時写真である。



図-3 モデル作成概要

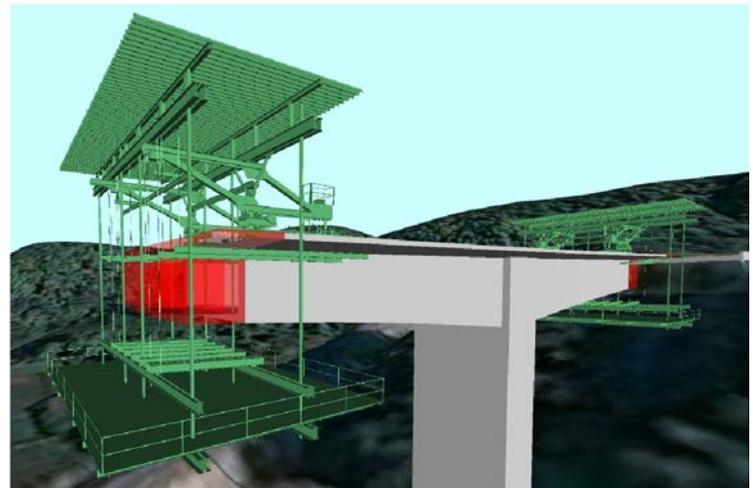


図-4 移動作業車のモデル化

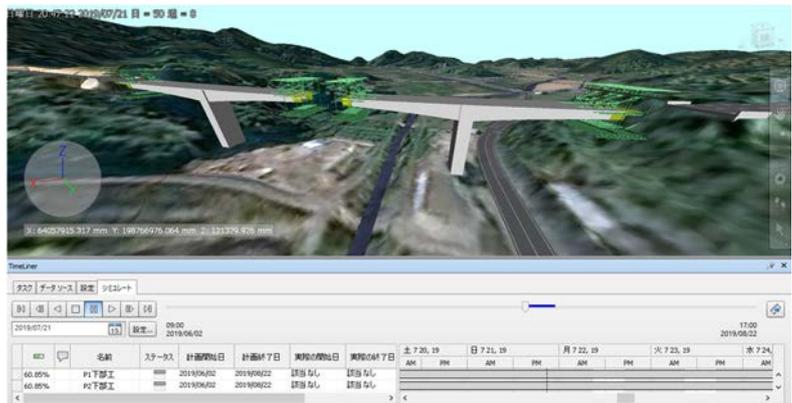


図-5 施工段階を考慮した4Dモデル

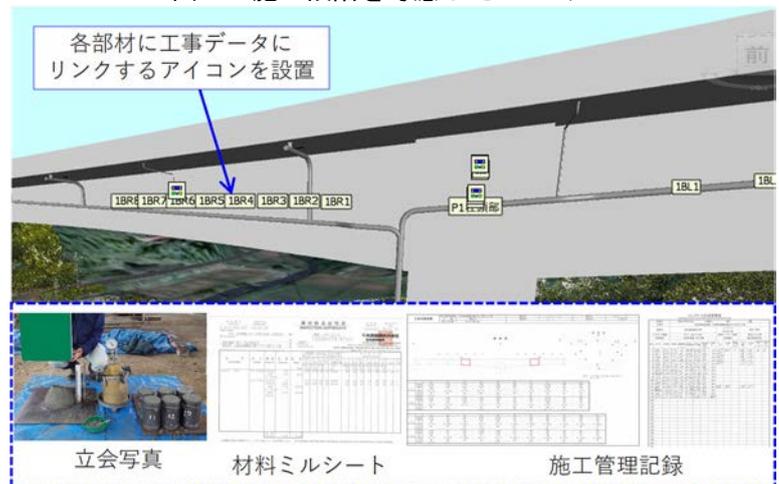


図-6 属性情報の付与

それらをフォルダにまとめて保管しリンクを張ることで、CIMモデル上の必要な部位をクリックすると該当する各種資料が閲覧できる仕組みとなっている。

### (3) CIMモデルを用いた照査

本報告では、CIMモデルを用いて検討を行った2つの事例について紹介する。1つ目は、施工数量の確認である。図-7に示すようにコンクリートの体積はCIMモデルを構築することで即座に算出される。これを発注時の数量と比較し、照査を行った。2つ目は、仮設機材の干渉確認である。本橋は、張出し最終ブロック付近で、斜面が近接しており、移動作業車と斜面の干渉が懸念された。そこで、移動作業車と斜面の点群データの干渉を視覚化確認することで、作業台リフトアップや土工形状変更の時期と必要性を即座に判断することができ、施工のフロントローディングにつながった。



図-7 コンクリート数量照査

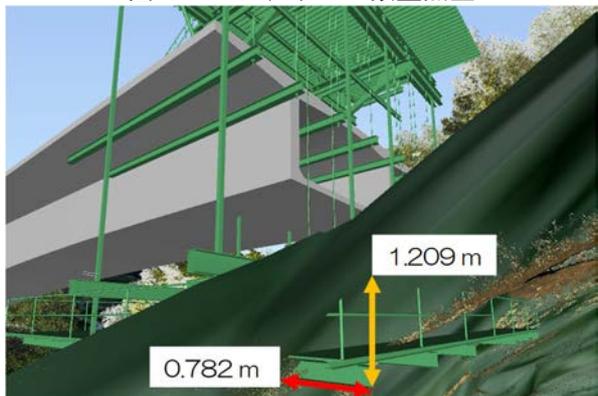


図-8 移動作業車と斜面の干渉

## 4. CIMモデルのAR技術への展開

橋梁の上部工工事では、移動作業車のアンカーなどの仮設埋設物や、排水柵などの本設埋設物が多数配置される(図-9)。従来、これらの埋設物設置は、図面の判読とチェックリストにより実施し煩雑を極めた。そこで図面判読時間短縮と、チェック漏れを防止するために、本工事ではARによる現地確認を実施した。具体的には、埋設物をあらかじめ3次元モデル化し、ARアプリを実装したタブレットを用いて埋設物確認を実施した。モデル化した埋設物一覧を表-2に示す。

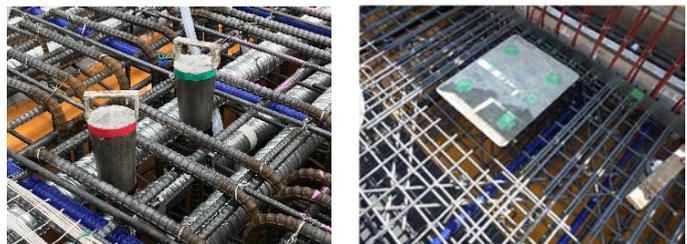


図-9 移動作業車アンカー(左), 排水柵(右)

本工事では、当社開発のアプリ(Shimz埋設ビュー)を活用している。本アプリは、Navisworkによって作成された3次元モデルをFBX形式に変換し、それを読み込むことで使用可能となる。現地でARを活用するためには自分自身の位置を取得する技術が必要となるが、GNSS測位が安定しない場所でも利用できる利点から、本工事ではSLAMを利用した位置推定方式を採用している。SLAMとは、Simultaneous Localization And Mappingの略語であり、あらかじめ所定の位置に座標データを持つマーカーを設置し、そのマーカーをタブレットカメラで読み取ることで自己位置を認識する(図-11)。自己位置認識後は周辺環境の情報から自己位置を追従する。

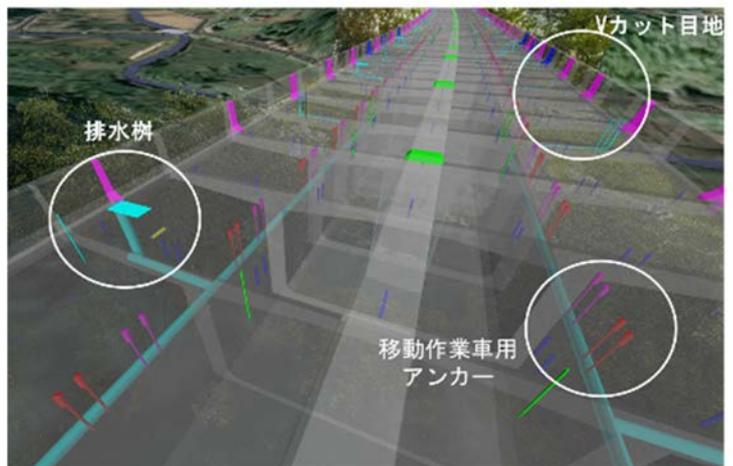


図-10 3次元モデル(橋面上)

表-2 モデル化埋設物一覧

本設埋設物	排水柵, 排水スリット, 排水管 壁高欄目地, グラウトホース
仮設埋設物	移動作業車用アンカー, 吊り足場用インサート, 仮設シース

追従する。

## 5. 現場での AR 活用

SLAM を利用した位置推定方式では移動距離とともに自己位置の誤差が大きくなる。過去の事例として、10m の移動で 20cm 程度の誤差が発生しており、本工事では橋軸方向については張出ブロック（2.0～3.5m）ごとに 1 箇所マーカ―を設置することとした。また総幅員が 12.78m あることから、橋軸直角方向についてもマーカ―を 2 列配置している（図-12）。この条件下で実際に AR アプリを使用したところ、迅速かつ、明確に AR が表示された（図-13）。これにより、施工時における埋設物確認作業の効率化が実現できた。ただし、表示位置については、軽微（5cm 以下）な誤差が発生している。原因は、撮影している 1 眼カメラで撮影した 2 次元映像と 3 次元 AR モデルを統合する際に生じる誤差と考えられる。

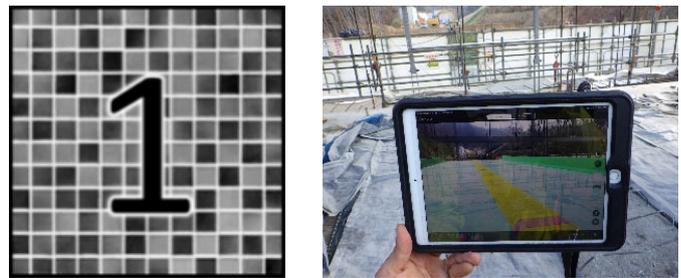


図-11 設置マーカ―（左）、タブレット画面（右）

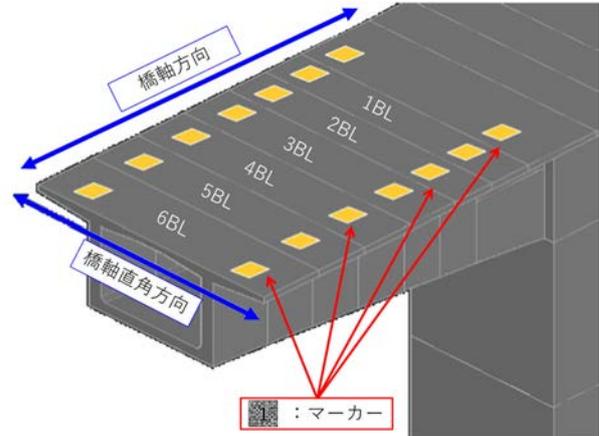


図-12 マーカ―設置箇所

## 6. 今後の課題について

今後、この AR 技術をより有効的に活用するための対策について以下にまとめる。

まずは、適切なオクルージョン処理である。オクルージョン処理とは、カメラで取得した映像に 3 次元モデルを表示させる際に、手前にある物体が背後にある物体を隠す処理のことをいう。この処理がなければ、モデルが周辺環境に重なる形で表示されてしまい、実際の設置面から浮いているように見えてしまう。この対策として、予め AR モデルを作成する際に物体の前後関係を指定した円柱等もモデル化し、本来見えない部分をアプリ内でも隠すような工夫が必要である。



図-13 埋設物確認状況

次に、深度センサーの使用である。深度センサーとは人や物などの対象物の形状を立体として捉えることができるセンサーである。これによりタブレットで撮影した 2 次元映像に奥行きを持たせることができ、3 次元 AR モデルを表示した際に、より誤差が小さくなることが期待される。

## 7. おわりに

本工事を通して、当社橋梁現場に AR 技術を導入し、埋設物設置確認作業の効率化が実現できた。また、AR 技術は、施工中の現地において、未施工部分を可視化することできた。これは、施工中でありながら完成躯体形状をイメージしやすく、現場見学者および現場従事技能者からも非常に好評であった。今後も CIM モデル活用を通して、現場のさらなる生産性向上を実現していく所存である。

## 8. 参考文献

- 1) 今村光希, 今井遥平, 小出太郎, 藤井彰, 長谷川高士: 東根川橋上部工工事における AR 活用の報告, 令和 2 年度土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会, VI-233, 2020 年