

口田儀第4高架橋におけるCIMの活用

(株) 日本ピーエス ○越智 寿一
 (株) 日本ピーエス 正会員 工修 松本 正之

キーワード：BIM/CIM, CIM, ドローン測量, 張出し施工

1. はじめに

CIMとはConstruction Information Modelingの略で、平成24年度から国土交通省が推進する建設生産性の向上を目的として導入されている技術である。橋梁上部工事はCIMの試行工事(受注者希望型)の対象になっており、口田儀第4高架橋においてもCIMの試行工事として発注された。試行内容としては仮設工を含む本工事対象物について、工事中における施工計画検討、施工管理、安全管理、協議などへの利活用であった。本稿は、口田儀第4高架橋において試行したCIMの活用内容、効果および今後の課題について報告するものである。

2. 工事概要

図-1に標準断面図、図-2に施工要領図、図-3にCIMガイドライン対応ソフトで作成した3次元完成イメージ図を示す。

工事名：多伎朝山道路口田儀第4高架橋PC上部工事
 発注者：国土交通省中国地方整備局松江国道事務所
 構造形式：PC4径間連続ラーメン箱桁橋
 橋長：426.000m, 有効幅員：10.150m
 活荷重：B活荷重, 斜角：90° 00' 00"
 架設方法：片持ち張出し架設工法

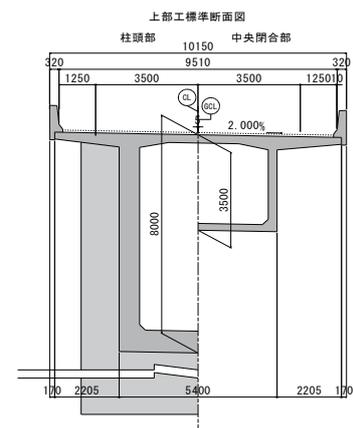


図-1 標準断面図

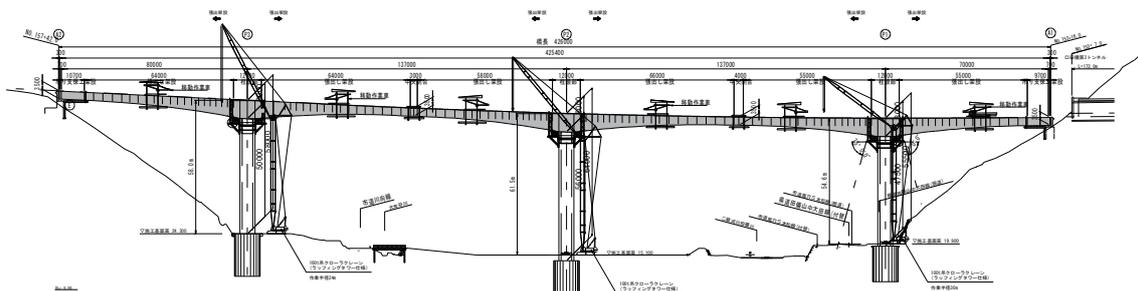


図-2 施工要領図



図-3 完成イメージ図 (3次元モデル化)

3. CIM 活用実施項目と効果

3.1 CIM 活用の目的

一般に CIM 活用の目的は、図-4 に示すように調査・測量・設計段階から 3 次元モデルを導入し、施工および維持管理の各段階においても 3 次元モデルに連携・発展させ、関係者間で事業全体の情報を共有することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものである。本橋では施工から CIM を開始し、図-5 に示すように施工時さまざまな用途に活用したのち、施工情報を追加したデータを発注者へ引き継ぎ、維持管理へと連携を図った。

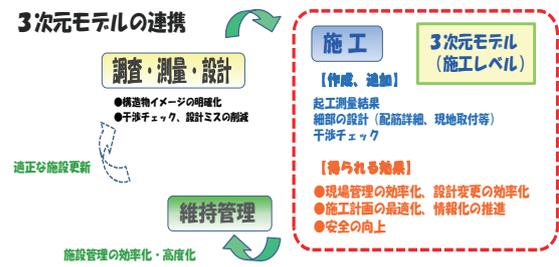


図-4 3次元モデルの連携イメージ

3.2 現地測量

本橋における現地測量は、従来の地上測量に変わって、ドローン (無人航空機 UAV) 測量を採用した。ドローン測量により、両側径間部の急傾斜の地形を測量する際の危険作業を軽減でき、さらに時間を大幅に短縮できた。また、交差道路の測量において、空撮作業のため道路を占有せず、短時間で測量を完了できたため道路利用者への影響を軽減できた。図-6 に示す飛行ルートにてドローン撮影した写真データから作成した点群データを図-7 に示す。CIM ガイドライン¹⁾に基づいて、主構造の形状が正確な CIM モデル詳細度 300、点密度が 0.5mメッシュ当たり 1 点以上の地図情報レベル 500 で完成した。



図-5 施工時活用状況

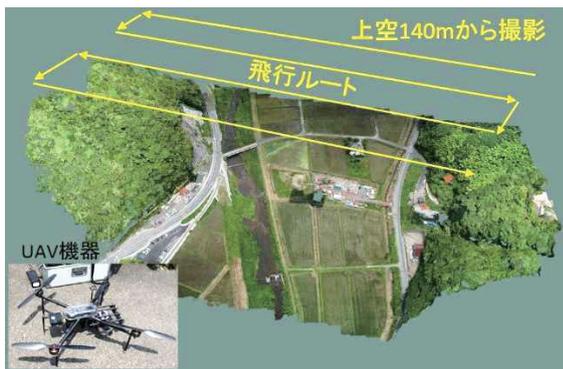


図-6 ドローン測量 撮影飛行ルート



図-7 現地測量データ (点群データ)

3.3 CIM 活用項目

(1) 設計照査

設計図書での照査において、PC ケーブルと配筋状態を把握するため構造物の 3 次元モデルを作成した。そして、照査段階で干渉確認および対処の方法の提案に利用した。図-8 に (a) 定着突起部と (b) 柱頭部の干渉確認 3 次元モデル図を示す。このモデルにより鉄筋位置や加工形状をシミュレーションして、解消方法を提案した。

(2) 施工計画

施工計画において、手戻りを排除した現場管理を行うため、移動作業車や支保工をモデル化し、設計計算の施工ステップ通りに施工シミュレーション動画を作成した。これにより施工ステップが分かり易く可視化され、作業車の移動順序や側径間の支保工設置の施工手順の確認ができ、実際の施工計画立案に役立った。

(3) 安全管理

安全管理において、上記と組み合わせて、交差道路上空の架設となる支保工設置や移動作業車の移動状況をシミュレーションし、安全対策設備の設置方法や交通規制の必要範囲を決定した。

現地の施工条件に合わせた安全対策を図るため、**図-9**に示すようにP1柱頭部の防護工の設置を検討した。柱頭部施工時やワーゲン設置時に、交差道路上空の作業となることから、3次元モデルを利用し飛来落下物に対する防護工の設置範囲を決定した。

(4) 協議資料

図-10に仮設工と干渉する森林の伐採範囲を示す。張出し施工における移動作業車の軌跡をシミュレーションすることで、両橋台接近時に伐採の必要性を明確にし、直接測量が困難な枝葉位置などを3次元モデルで把握することで、伐採の実施時期や必要最低限の施工範囲・数量を協議するための資料を作成した。

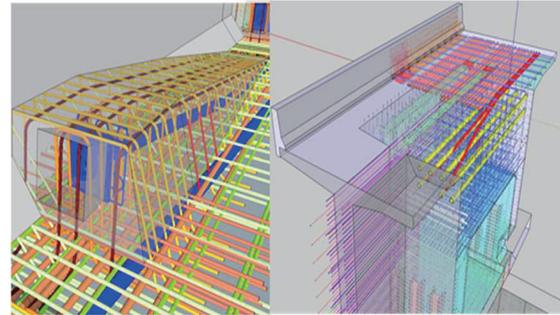
図-11に剥落防止対策の設置延長および変更した設置範囲を示す。交差道路の形状が複雑であったことから、剥落防止対策を行うための境界について協議を行った。協議において3次元で実際の地形を確認することができたことで理解が深まり、**図中**の交差道路右側の境界面が赤色面から黄色面に変更できた。

(5) 地元説明

本橋において、課題である交差道路上空の架設方法や安全対策について地元住民の理解を深めるため、3次元モデルによる施工シミュレーション動画を作成し視覚的にわかりやすく説明した。

(6) 施工管理 (属性情報)

図-12にCIM納品データの一部を示す。今後の維持管理に活用するために、構造物モデルにコンクリート配合や施工時の品質管理記録、使用材料の試験成績表、出来形管理情報、施工ダイジェスト写真などの工事情報を属性付けした3次元データを納品した。



(a) 定着突起部 (b) 柱頭部
図-8 干渉確認 3次元モデル

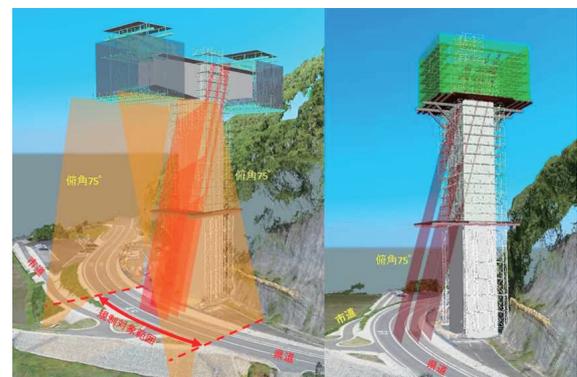


図-9 P1柱頭部防護工 (安全管理)



図-10 伐採範囲 (協議資料)

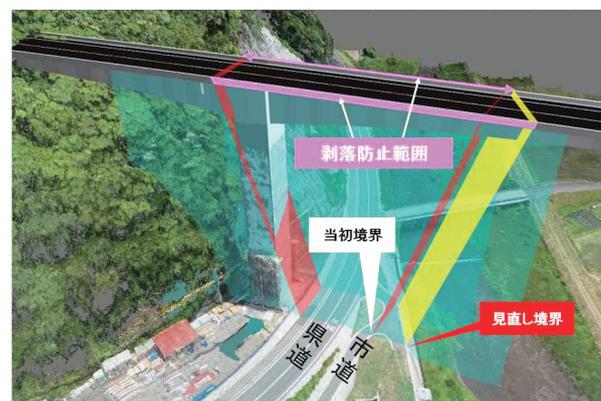


図-11 剥落防止対策範囲 (協議資料)

3.4 CIM 活用効果

(1) 設計照査

CIM 活用により、2次元図面と比べて鋼材の干渉位置の把握が容易となった。また、鉄筋配置変更などの検討に利用することで、変更処理、回答までの日数が短縮できた。

(2) 施工計画

張出し架設において、3次元モデルの施工シミュレーションを活用することで、周辺の地形を含めて、道路上空の施工方法と安全対策の範囲を可視化できた。

(3) 協議資料

3次元モデルを利用した協議資料にすることで、発注者との意思決定、合意形成の効率化に繋がった。また、協議資料の作成にかかる時間も大幅に短縮した。図-13に、CIM活用の有無による協議資料作成日数の比較結果を示す。従来の測量で外業3人×3日、内業2人×2日(図面含む)程度かかるところを、UAV測量で外業1人×1日、モデル化で内業1人×2日で完了し、作業日数を短縮できた。

(4) 地元説明

一般の方に3次元モデルで説明したことで、構造物をさまざまな視点で紹介でき、こちらの意思が直感的に伝わり短時間で深い理解が得られた。

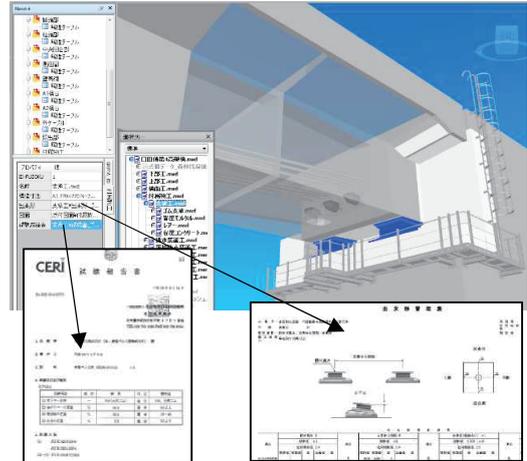


図-12 CIM 納品データ

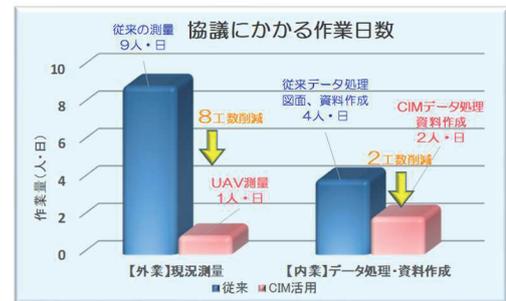


図-13 CIM 活用の有無による協議資料作成日数比較

4. 今後の展望

4.1 設計・施工の連携

設計段階から3次元モデルを導入することで施工時の照査や材料手配を効率化する。さらに、施工段階で実施時間を反映したシミュレーションを行うことで、工程管理の効率化を図る必要がある。

4.2 施工管理

計測機器と連携した出来形情報を3次元モデルに反映する必要がある。設計データとの比較を可視化することで人的ミスの軽減を図り、また、出来形管理表などを自動生成することで業務の効率化を図る必要がある。

4.3 維持管理

更新を見据えて、維持管理の段階で必要な3次元モデルの属性情報と詳細度を整理、検討する必要がある。

5. おわりに

CIM導入の結果、施工ステップの可視化によって、発注者との協議や地元および作業員への説明に効果が認められた。また、施工情報を属性付けした3次元データにより、CIMを維持管理に引き継いだ。しかし、維持管理においては、必要となる情報が異なる場合があるため、格納フォルダの構成に課題を残す結果となった。CIM活用には現場従事者のスキルアップが必要不可欠であるが、元請業者だけが利用するのではなく、協力業者や材料メーカー、そして発注者にも共有できるような環境整備が必要と考える。

参考文献

- 1) 国土交通省 CIM導入推進委員会 「CIM導入ガイドライン」 H29.3