

CIMを活用した施工計画への適用—新小和沢橋PC上部工事—

(株) I H I インフラ建設 正会員 ○ 田中 慎也
 (株) I H I インフラ建設 河合 克典
 (株) I H I インフラ建設 奥 義孝
 (株) I H I インフラ建設 今井 祐司

キーワード：CIM, 干渉チェック, i-Construction

1. はじめに

新小和沢橋は、木曾川に架橋するPC3径間連続ラーメン箱桁橋である。本工事は、施工段階におけるCIM(Costruction Information Modeling)の試行工事であり、設計照査、施工計画および実施工において3次元モデルを用いて生産性の向上を図った。

本稿では、設計照査時における鉄筋・PC鋼材間の干渉チェック、柱頭部ブラケットの組立て・撤去や張出し部移動作業車の組立てにおけるクレーンの架設シュミレーションへのCIMの活用方法について報告する。また、ドローンのICT技術をCIMに活用した事例についても報告する。

2. 工事概要

表-1 に工事の概要、図-1 に断面図、図-2 に全体一般図を示す。

表-1 工事概要

工事名	新丸山ダム井尻八百津線新小和沢橋PC上部工事
工事個所	岐阜県加茂郡八百津町
発注者	国土交通省 中部地方整備局 新丸山ダム工事事務所
工期	平成27年3月～平成28年9月
構造形式	PC3径間連続ラーメン箱桁橋
橋長	240.0m
支間	54.0m+115.0m+69.0m
架設工法	片持架設工法

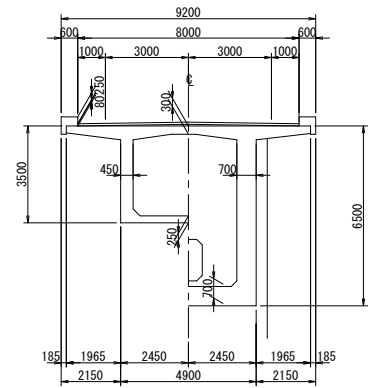


図-1 断面図

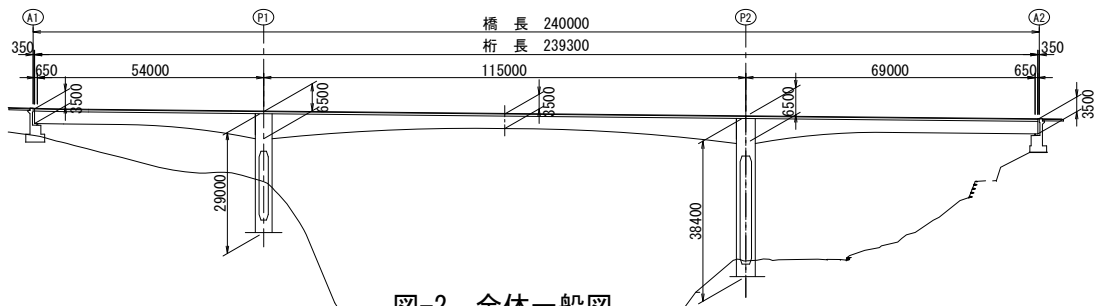


図-2 全体一般図

3. CIMの試行内容

表-2 に新小和沢橋 PC 上部工事で実施する CIM 試行内容およびそれにより期待される効果を示す。

表-2 CIM試行内容および期待される効果

試行内容	期待される効果
鉄筋・PC 鋼材の干渉チェック	設計・施工品質の向上, 作業の手戻り防止
ドローン測量による点群データの活用	施工の効率化
クレーン架設シュミレーション (柱頭部ブラケット, 移動作業車)	安全性の向上 関係者との合意形成の円滑化

4. CIM活用例

4.1 柱頭部の過密配筋における干渉チェック

(1) 干渉チェック

柱頭部では、上部工鉄筋と橋脚部の太径の鉄筋が配置されるため過密配筋となる。そこで、柱頭部の配筋および鋼材配置の状態を3Dモデル化し（図-3）、実施工に先立って干渉状況を確認し、施工上の懸念箇所の解消ならびに施工の効率化を図った。干渉チェックを実施した結果、様々な部材の干渉が確認された。ここでは、一つの干渉事例とその対応策について報告する。

図-4のように、橋脚主筋と横拘束筋の干渉があった。また、横拘束筋は端部が半円形フック形状となっていることから、橋脚主筋配置後に配置することが困難であることが判明した。半円形フック形状を有する横拘束筋を配筋するには、主筋と配力筋とともに複雑な順序で組立てる必要があり、施工能率が低下するばかりか、機械式継手を必要とする場合もある。

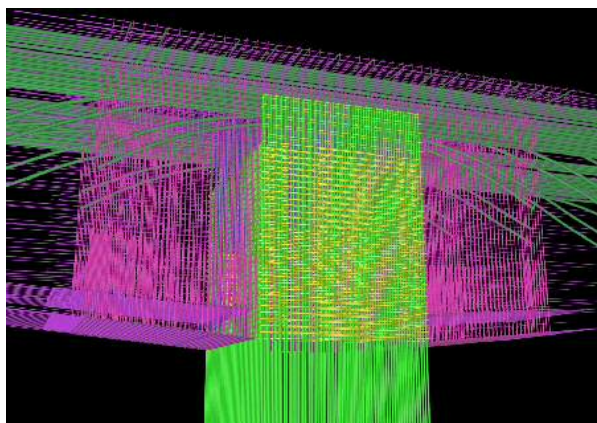


図-3 3Dモデル全体像

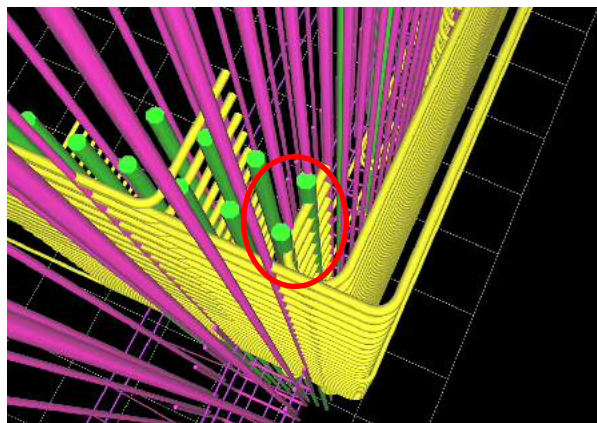


図-4 橋脚主筋と横拘束筋の干渉

(2) 対応策

橋脚主筋と横拘束筋との干渉への対応策を発注者と協議する必要があったため、合意形成の有効なツールとしてCIMを活用することで、発注者の理解を得ることができた。

対応策として、半円形フックと同等以上の定着性能を有するプレート定着型せん断補強鉄筋「Head-bar」（写真-1）を用いることとした。

「Head-bar」の施工性は、両端半円形フックでは配置困難な場所においても、迅速な施工が可能となり、配筋作業が単純化かつ省力化され、作業の手戻りを防止することができた。

（作業員の省力化：1日程度実現）



写真-1 プレート定着型せん断補強筋「Head-bar」

4.2 ドローン測量による点群データの活用

CIMはi-Construction（2015年11月、国土交通大臣が提唱）と密接に関係しており、測量や設計・施工、検査さらには維持管理・更新に至る各工程で、3次元データの全面的な活用に向けた取組みが進んでいる。本工事においても、ICT技術を活用し、施工の効率化および省人化を図る取組みを実施しているので以下に報告する。

(1) ドローンの活用

本橋は、新丸山ダム近くの下流側に位置し、自然に恵まれた環境である。架橋周辺は立木などの支障物が数多く存在したため、施工範囲（移動作業車、クレーンの配置範囲を含む）との干渉を事前に確認する必要があった。そこで、ドローンによる測量を実施（写真-2、写真-3）し、地盤および立木の点群データ（3Dデータ）を取得し、CIMに活用することとした。ドローンの飛行計画はモニター付受信機に予めセットしておき、高度100m、総飛行距離約1.7kmと設定した。



写真-2 ドローンとモニター付受信機



写真-3 ドローン打上げ状況

(2) 橋梁全体3Dモデルとの重合せ

図-5のように、ドローン計測により取得した点群データと橋梁全体3Dモデルとの重合せを行った。また、用地境界の範囲も落とし込みを行った。施工範囲と立木などの支障物との干渉チェック（図-6）を行い、伐採する立木を決定した。施工前の早い段階で伐採計画を行えたため、作業の手戻りを防ぎ、施工の効率化を図ることができた。（作業員の省力化：3日程度実現）

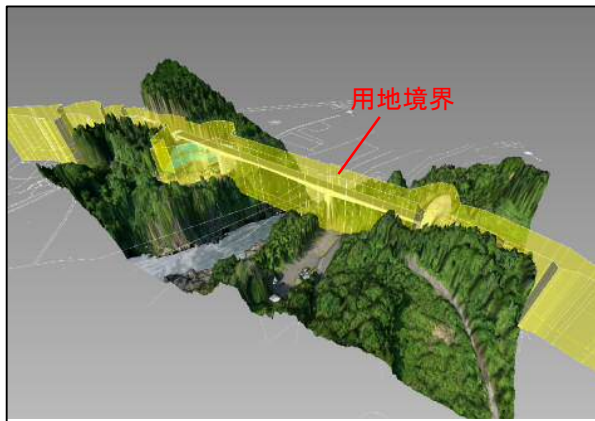


図-5 点群データと橋梁全体 3D モデルの重合せ

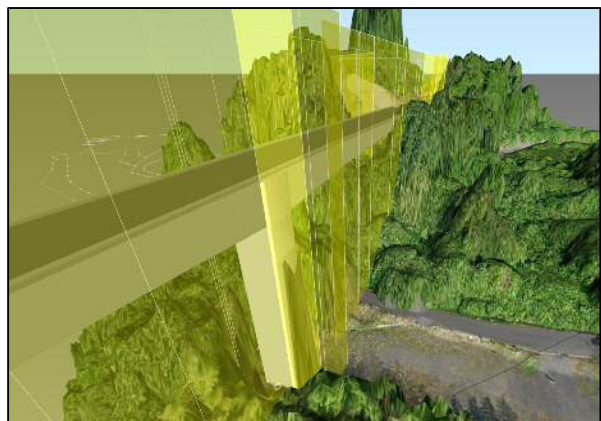


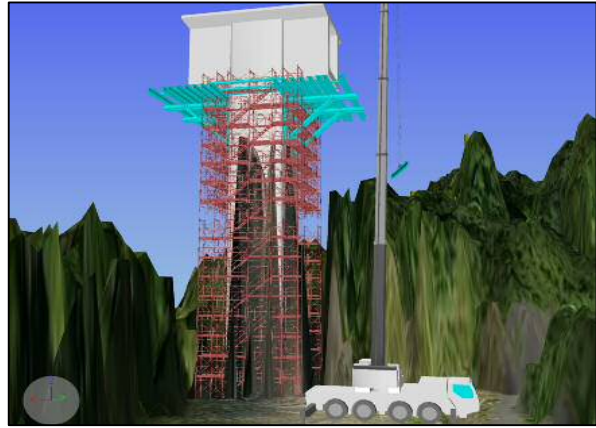
図-6 施工範囲と支障物の干渉チェック

4.3 架設シミュレーションと施工計画・安全管理への適用

現地の施工条件に合わせ、安全対策を確認しながら施工手順および施工方法の検討に資する3次元モデルを作成した（ドローン計測による点群データを活用）。作成した3次元モデルにより、クレーンの架設シミュレーションを行った。図-7に柱頭部ブラケット組立て・撤去時、図-8に張出し部移動作業車の組立て時における3次元モデルと実橋での架設状況との比較を示す。使用するクレーンの設置位置、旋回半径および施工ステップを正確に把握することで、実橋での架設の状況を精度良くシミュレーションすることができた。本橋では、架設に先立ち、発注者、施工者およびクレーンオペレーターで危険予知を3次元データによる架設シミュレーションを用いて確認し、安全対策について事前に議論した。



実橋での架設状況



3次元モデル

図-7 柱頭部ブラケット組立て・撤去時における3次元モデルと実橋での架設状況



実橋での架設状況



3次元モデル

図-8 張出し部移動作業車の組立て時における3次元モデルと実橋での架設状況

現場作業員との安全教育訓練の場では、CIMの施工ステップの可視化を用いた架設シミュレーションにより、各作業の潜在リスクを回避することで安全性の向上を図った(写真-4)。

現場見学会や住民説明会においては、施工ステップを組み込んだ工事完成イメージを可視化した3次元モデルの動画により説明した。構造物の出来上がりのイメージを立体的に伝えることにより、参加した周辺住民の理解度の向上が図れた。3次元モデルは、地元説明など関係者との合意形成にも有効なツールとして利用できた。



写真-4 安全教育訓練(作業周知会)

6. おわりに

本工事において3次元モデルによるCIMの試行を行った。今回のCIM試行を通して、施工の効率化、品質向上および安全性確保について効果が確認できた。

本工事は、平成28年9月に完成予定であり、今後は維持管理段階で3次元データが有効に活用できるように、必要となる完成時の属性情報と付与方法を整理する予定である。

本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。