

# 北条高架橋下部工事における CIM活用事例について

伊藤 美紀<sup>1</sup>

<sup>1</sup>株式会社井木組 工務管理部 主任

近年、建設業を取り巻く環境は大きく変化してきている。その中の一つに、2023年までの小規模を除く全ての公共工事におけるBIM/CIM原則適用がある。それに対応するため、受注者希望型のBIM/CIM活用工事として施工した橋梁下部工事の事例と効果・課題を紹介する。

キーワード BIM/CIM活用, 3Dモデル, 3次元計測, 担い手確保

## 1. はじめに

近年の建設業を取り巻く環境は、急速なICT化が進んでおり、各企業においてもそれらに対応することは喫緊の課題であるといえる。弊社では、対応を協議する中で、まず2025年に原則適応となるBIM/CIM活用について取り組むこととなった。最初の工事の施工中に、原則適応が2023年に前倒しされることとなり、さらに早急な対応が求められることとなった。

本報告では、早い段階で3Dモデリングソフトと専用PCを導入し、BIM/CIM活用工事に取り組んだことで見えてきた様々な課題と対策、今後の展望について考察する。

## 2. 工事概要

BIM/CIM活用を行った工事を表-1に示す。

どちらも受注者希望型である。

以下、工事名をそれぞれ「第2工事」「第9工事」と称する。図-1、写真-1、写真-2に概要を示す。

表- 1. 工事概要

工事名	国道9号北条高架橋下部第2工事	国道9号北条高架橋第9下部工事
発注者	中国地方整備局倉吉河川国道事務所	中国地方整備局倉吉河川国道事務所
工期	2019年2月21日～2020年3月13日	2019年12月12日～2021年5月31日
工事場所	鳥取県東伯郡北栄町田井地内	鳥取県東伯郡北栄町弓原地内
工事内容	RC橋脚工 場所打杭工 12本 (φ1200mm, L=44.5m)	橋台工 RC橋脚工 場所打杭工 18本(P10橋脚)/6本(A1橋台) (φ1200mm, L=46m) 等



図- 1. 工事場所位置図



写真- 1. 第2工事 完成写真



写真- 2. 第9工事 完成写真

### 3. CIMモデル活用事例・課題

#### (1) 活用までの道のり

弊社がBIM/CIM活用の取組みを始めた2019年当時は、CIMが少しずつ認知され始めた時期であった。身近にBIM/CIM活用工事の事例はほぼなく、特に鳥取県内では前例がなかったため、まず県外の先進業者の見学に向き、活用方法を学ぶとともに3Dモデリングソフトと専用PCを導入した。第2工事の受注後は、発注者との協議、計画書など提出物の作成、CIMモデルの作成・共有と確認を行ったが、CIM導入ガイドライン(案)等の基準を確認しながらの作業となり、多くの時間を費やすこととなった。

その分、設計業務で作成されていたモデルの照査、追加作成の有無、必要書類の内容確認などCIM活用に必要な事項は発注者とともに念入りに確認を行い、協議や打ち合わせがスムーズに行えるように準備を行った。また、施工中に定期的に行うCIM段階モデル確認の開催など、発注者と打ち合わせを重ねる中で課題の抽出・解決策の検討を行い、BIM/CIM活用工事の流れを確立していった。

#### (2) 施工段階におけるCIMモデルの活用

BIM/CIM活用工事を行うにあたり、リクワイヤメント(発注者からの要求事項)を選定し、それに合わせたCIMモデル活用を行う必要があった。しかし、第2工事では内容を深く掘り下げないままスタートし、慣れないモデル作成に追われ、リクワイヤメントをクリアすることが目的となってしまった。結果として、施工の効率化という観点からはモデルを活かすことができなかった。

一方で、CIMモデルを活用した工事検査や矢板工法の変更協議など、一定の効果もあった。これらを踏まえ、第9工事ではCIMモデルを活用することに重点を置き、安全訓練や打ち合わせでの積極的な活用を行った。

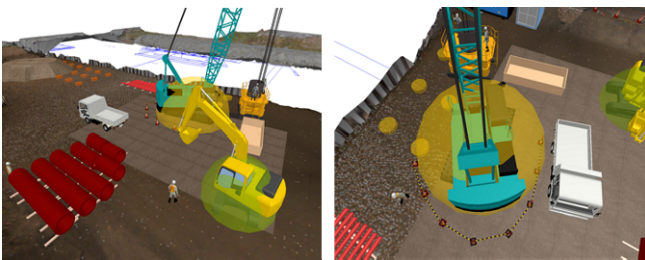


図- 2 安全訓練用モデル

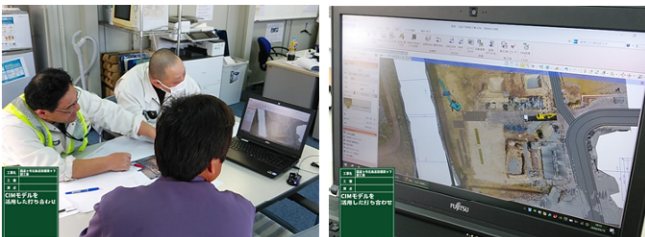


写真- 3. モデルを活用した打ち合わせ

主要な項目を次項に示す。

#### a) 安全訓練、打ち合わせ、仮設や機械配置の検討

各工程ごとのCIMモデル、施工順序動画を作成し、作業員に対する安全指導・KY活動に活用した(図-2)。実際の現場に近い視点で確認を行えるよう、VR(パーティクル・リアリティ)も使用した。また、施工ヤードの敷き鉄板の配置方法・枚数の検討や、橋台工の施工打ち合わせでもCIMモデルを活用した(写真-3)。

#### b) 工事検査での活用

CIMモデルに、基準点情報・コンクリートの品質管理書類などの施工管理情報をリンク付けた。中間検査・既済検査時にはCIMモデルをモニターに表示し説明を行った(図-3)。

#### c) 見学会・視察等の対応

倉吉河川国道事務所管内初のBIM/CIM活用工事ということで、中国地整の視察、鳥取県・技士会・地元高校生の見学会等の依頼が多くあった。作成したCIMモデルやVR機器を可能な限り使用し対応を行った。

#### (3) 3次元計測による出来形管理

作成したCIMモデルを利用し、地上型レーザースキャナー(以下TLSと称する)による杭頭処理・構造物の出来形管理の試行も行った(図-4)。各工事開始当初は構造物等の3次元計測を用いた出来形管理基準が未定であったことと、所要時間・人員の比較検討を行うため、通常の方法とTLSを使用した管理の2通りの方法で管理を行った。そのため、計測や出来形帳票作成に通常よりも時間を要した。

さらに、第9工事ではUAV写真計測による出来形管理を試行し、計測機器の違いによる作業性と測定精度の検証を行った。

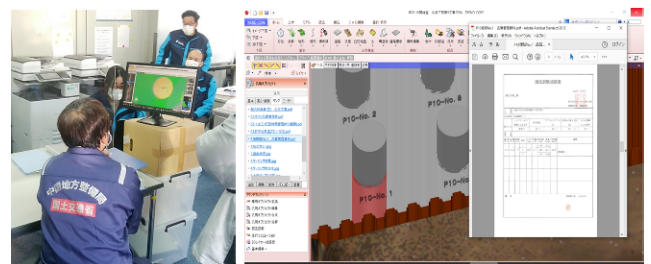


図- 3. モデルを活用した検査状況と属性情報イメージ

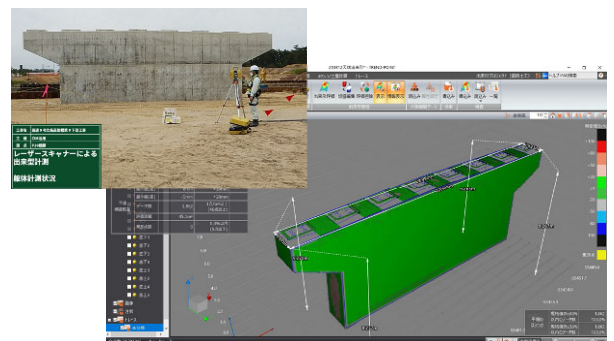


図- 4. レーザースキャナー計測状況と面評価点群データ

## 4. 期待される効果

第2工事・第9工事とBIM/CIM活用工事に取り組んできた中で特に効果があると感じたのは下記4点である。

### (1) 建設業のイメージアップ

国交省若手職員研修・鳥取県人材育成センター現場見学では、CIMモデルやVRなどの最新技術に触れてもらい、今後建設業に欠かせないものとなるBIM/CIM活用について理解を深める一助となった。また、高校生の見学会やインターンシップの受入れ、中学生の進路教育授業への参加を行った(写真-4)。特にVR体験が好評であり、VRを見る前と後では明らかに顔つきが変わっていた。『建設業は毎日外で働くもの』という印象が、『CIMモデル作成など室内で行う仕事もあると知ってイメージがひっくり返った』『いろいろな最新技術を使っていると知って驚いた』『CIMモデル作成やVR体験が楽しかった』など、前向きな印象に変化し、業務内容にも興味を持ってもらう事ができた。



写真-4. 中学生を対象としたモデル作成・VR体験

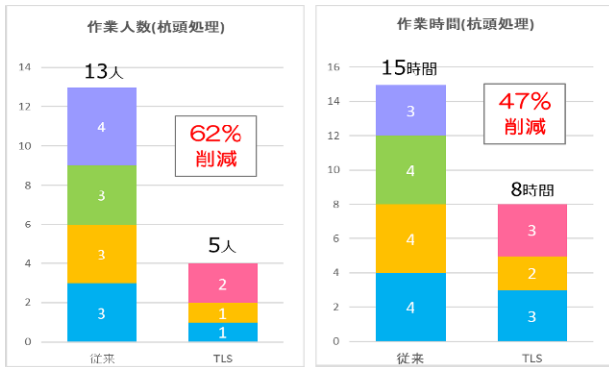


図-5. 杭頭処理時の出来形計測 人数と時間の比較

このことから、地域住民や若年層を対象としたCIMモデル作成やVR体験会などを積極的に行うことにより、建設業のイメージアップが図れるとともに、将来の担い手確保にも繋がる事が期待される。

### (2) 出来形管理の簡略化

第2工事ではTLSによる出来形管理を行うことにより、作業時間・人員ともに削減できることを確認した。表-2、図-5、図-6に示す通り、作業に必要な人数と作業時間は概ね5割〜7割程度削減できることが分かった。さらに、第9工事では、A1橋台躯体部の計測はTLSと角部の計測を合わせて1日ほどかかったが、UAVによる計測は1時間程度で完了した。このことから、TLSやUAVを使用した出来形計測は、作業の大幅な時間短縮と人員削減効果があるといえる。

計測の結果については、図-7、図-8に示す。黄色がTLS、紺色がUAVで取得したA1橋台の点群データであるが、両者を重ね合わせた結果、大きな誤差は見られなかった。

表-2 作業人員・計測時間の比較集計表

計測箇所等 作業内容	杭頭処理				梁部			
	人数		時間		人数		時間	
	従来	TLS	従来	TLS	従来	TLS	従来	TLS
杭径・出来形測定	3	1	4	3	4	1	32	2
杭心(位置、基準高)測定・隅角ポイント測定	3	1	4	2	2	2		5
スキヤニング		2		3	2			6
出来形写真撮影	3		4		3		4	
段階確認	4		3		6		3	
合計	13	4	15	8	13	5	39	13

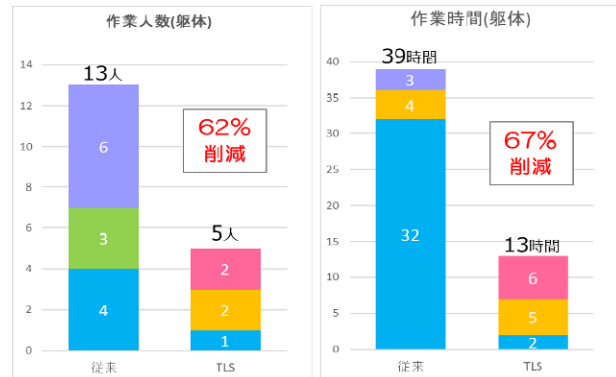


図-6. 躯体完成時の出来形計測 人数と時間の比較

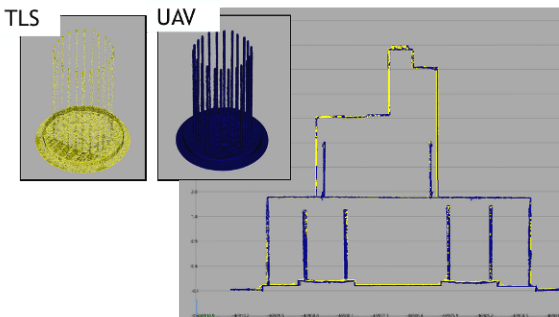


図-7. TLSとUAV取得点群の重ね合わせ

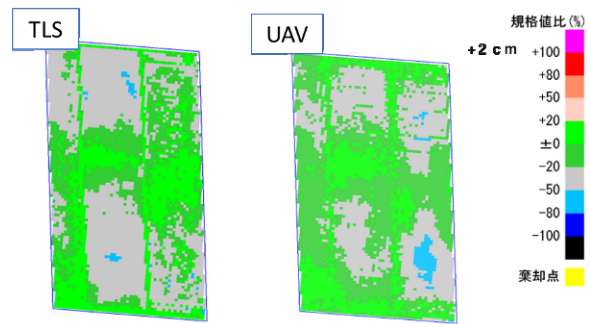


図-8. TLSとUAV面評価の比較

A1橋台底版の天端面において、取得した点群データを用いてヒートマップを作成した。図-8より、面的評価を行った場合は若干の誤差が見られるが、UAVによる計測はTLSと同等の性能があることが分かった。

また、作業の安全性の向上も見込める。通常、構造物の出来形計測は、足場上での計測など墜落制止用器具を使用しての作業となり、高所からの転落・墜落の危険性が伴う。しかしTLSを使用した計測は天端計測以外で足場に上る必要はなく、UAVでは地上から操作を行うので足場自体を必要としない。気象条件により計測可能な日時が限定される・TLSでは構造物角部の再現性が低く別途計測が必要となる・UAVではコンクリート塗装面など光が反射する箇所での点群生成ができない、などの課題もあるが、3D計測による出来形管理が受発注者ともに普及すれば、より安全・効率的に管理を行うことが可能である。

### (3) 工事検査・立会の簡略化

CIMモデルに施工管理情報を付与することにより、工事検査の簡略化が見込める。確認したい部分のモデルを選択し、リンクを開くことで、出来形や品質など関係する書類を表示することができる。これにより、中間検査・既済検査時の資料提示をスムーズに行うことができた。上記(2)にも記述した、TLSやUAVで計測した点群データを使用した出来形確認や、リモートでの立会・検査を行うことで、移動時間等の削減効果も見込める。

### (4) 関係者間の施工イメージ共有

第2・第9両工事ともに、CIMモデルを使用する機会が多かったのは安全訓練と下請企業との打ち合わせであった。2次元図面や口頭での指示は、各自が頭の中で想像しなければならず、経験や知識の差により認識のずれが生じ、施工不良や不安全行動を招く恐れがあった。しかし、VRを活用し、重機の配置・旋回範囲のシミュレーションや足場上の作業の注意点などを確認することによりそのずれをなくし、意識の統一を図ることが可能である。特に経験の浅い作業員や外国人労働者に対してわかりやすいと好評であった(写真-5)。

矢板打設前の敷き鉄板の配置方法の検討では、配置



写真- 5. VRを使用した安全訓練(場所打ち杭施工時)

方向などをCIMモデル上ですぐ確認・変更することで、打ち合わせの効率化・敷き鉄板配置方向と枚数の早期決定につながった。また、第9工事で施工した橋台は形状が複雑であったが、3Dで形状を再現したCIMモデルを作成することで下請け業者・発注者との打ち合わせを円滑に行うことができた。特に型枠施工時の打ち合わせでは、注意すべき点をCIMモデル上で説明することで、手戻り等なく施工が行えた。さらに、地下埋設物の図面をCIMモデルに表示することで、次工程の施工業者への情報共有も容易に行える(図-9)。このように打ち合わせに積極的にCIMモデルを活用することにより、受発注者間や施工業者との早期の意思決定が可能となる。

## 5. 今後に向けた課題と改善策

### (1) 人材の確保・育成と導入費用

中小企業の技術者は、1名~2名で日々の現場管理や書類作成業務を担っている場合が多い。そのような場合、現場管理に加えCIMモデル作成や調整・BIM/CIM関連書類の作成などを同時に行うのは困難であると言わざるをえない。また、CIMモデル作成やTLS計測で得られる点群データの処理には専用のソフトを用い、測量の知識も必要なため高度な専門性が求められる。そのため、現状ではTLS計測など外注に頼る部分が出てくるが、2023年度に原則CIM適応となることを鑑みるとある程度内製化が必要である。

そこで課題となるのが、CIMモデル作成・修正や各種3D計測データのデータ整理・帳票作成等を行える人材の確保・育成である。既存の社員を育成する時間と環境の整備も必要であるが、このような職種であれば、土木系学科だけでなく、PCの扱いに長けた情報処理系や、CG制作など3Dに関する知識のあるデザイン系など、これまで建設業に縁がなかった幅広い人材の雇用が可能となる。幅広い分野から人材を確保することで、建設業界の慢性的な人手不足を解決に導く可能性がある。

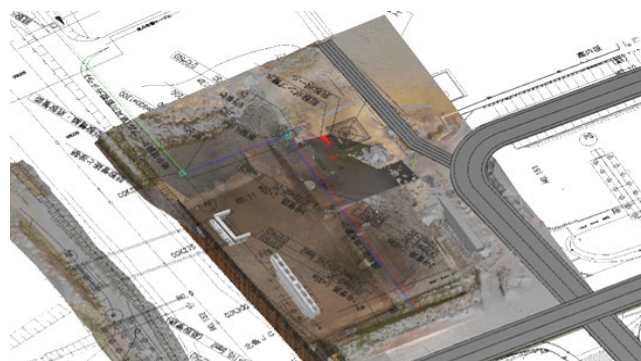


図- 9. CIMモデル上での地下埋設物位置の表示

ソフトやPC導入の初期費用がかかるという点は、外注に出す部分と内製化する部分の区分けを明確にし、必要機材は助成金制度を有効活用し早めの導入を行うことである程度対応は可能であると思われる。

## (2) CIM活用の流れに沿ったモデルの作成と引継ぎ

現状では、設計段階から完全なCIMモデルが作成されている工事は少なく、施工業者が足りない部分を補いながらCIM活用を行っている。設計段階からある程度モデルが作成されていないと、施工業者がすべて作成するのは困難である。

設計段階で作られたCIMモデルを施工・維持管理とつないでいくBIM/CIM活用本来の流れに沿っていけるよう、関係各所が課題を共有し対応する必要がある。そのために、さらなる情報公開と施工・維持管理段階でのCIM活用事例の公開を望む。また、施工業者が個々で作成したCIMモデルを集約し、次工程・維持管理に引き継ぐためのシステムの整備やモデルの形式の統一、データ容量の削減なども課題となる。

## (3) CIMモデルのさらなる有効活用

視察対応時に「鉄筋の干渉チェックを行っているか」という質問が多くあったが、施工業者による鉄筋モデルの作成は多大な労力と費用を要する。各段階において最も有効な照査項目・活用方法・必要な情報や詳細度を見極め、過度なモデルの作り込みが無いよう対策をとる必要がある。

施工段階においてCIMモデルを活かしきるには、発注者・受注者・下請け業者の積極的な協力が不可欠である。現場見学会、若手職員の教育、地元住民への説明会、打ち合わせなどCIMモデルを活用できる場をそれぞれの立場で積極的に企画・提案・実行していくこともBIM/CIM活用の推進にとって重要であると考えられる。

また、CIMモデルだけではなく、AR(オーグメンテッド・リアリティ)を使用した現地打合せや点群データを使用した出来形検査の導入など、各種デジタル技術を組み合わせることで、さらなる効率化が期待される。

## 6. おわりに

現在、国土交通省は、新型コロナウイルス感染症対策を契機とした非接触・リモート型の働き方への転換と抜本的な生産性や安全性向上を図るため、5G等基幹テクノロジーを活用したインフラ分野のDX(デジタル・トランスフォーメーション)を推進していく方針である<sup>1)</sup>。それに対応するためには、BIM/CIM活用だけではなく、リモートでの打ち合わせや検査、ARやVR、クラウドシステムを活用した情報共有、ICT施工など多くの技術が必要不可欠なものとなっていく。これからの建設業には、これらの技術の扱い方を見極め、上手に利用していくことが求められる。

様々な『工事現場の働き方改革』が広がる中、加速していくDXの流れに置いて行かれないよう業界全体として対応していくことが重要である。

謝辞：本論文の作成にあたり、国土交通省倉吉河川国道事務所をはじめ、ご指導・協力いただいた皆様に感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) BIM/CIM推進委員会（国土交通省）  
[https://www.mlit.go.jp/tec/tec\\_tk\\_000037.html](https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000037.html)（ ）