

ICT活用定着による工事全体の生産性向上・効率化への取組について

松林 幸男¹・古藤 秀樹¹・岸本 健一¹・小笹 涼平¹

¹島根県土木施工管理技士会（〒690-0048 島根県松江市西嫁島1-3-17）

国土交通省で2016年から始まった「i-Construction」により、建設業界におけるDX推進が叫ばれて久しい。また、2023年には「小規模を除く全ての公共事業へのBIM/CIM原則適用」も予定されており、建設生産システムの効率化はさらに加速していく状況にある。そのような中、工事受注者として施工各段階でICTの活用を定着させることで工事全体の生産性向上・効率化を目指す取組とその効果・課題を報告する。

キーワード ICT, i-Construction, DX, 生産性向上

1. はじめに

国土交通省で2016年から始まった「i-Construction」、また2023年に予定される「小規模を除く全ての公共事業へのBIM/CIM原則適用」でICT活用による建設生産システムの効率化は、さらに加速していく状況にある。

建設業のICT化が進む中、弊社では土木工事に落とし込んだICT活用の定着・浸透のため、「CIM-U-CYCLE」と銘打った独自の取組を進めることで、建設業の喫緊の課題である生産性向上・作業の効率化や作業のしやすさを追求している。

工事全体の生産性向上・効率化を目的とした本取組の実施結果について報告する。

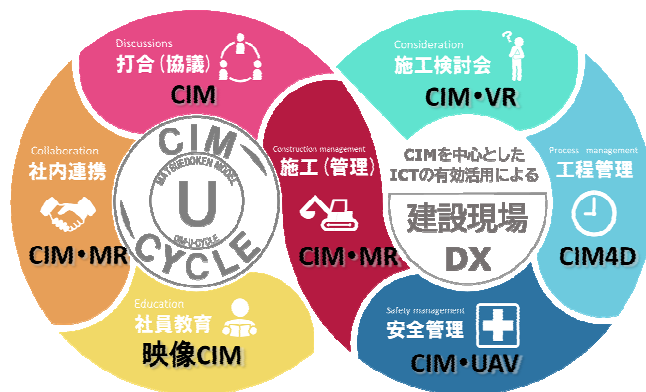


図-1. CIM-U-CYCLEイメージ図

2. 取組の概要

弊社では、工事を施工する受注者として建設生産システムのうち「施工」の部分を中心にサイクルとして細分化し、その各事項でCIMを中心としたICTを有効的に活用する「CIM-U-CYCLE(「U」は活用・使用(Utilization・Use・Up)を表す。)」と銘打った取組を社内展開している。(図-1)

工事施工サイクルの各事項「1. 施工検討会・2. 工程管理・3. 安全管理・4. 施工(管理)・5. 打合せ(協議)・6. 社内連携・7. 社員教育」でCIMを中心に、一般的に使用している機器・ソフトによりICTを有効的に活用・定着させ、大きな設備投資をせず「小さな投資で大きな効果」を生み出すことで、新しい建設業スタイルの創出を目指している。

重点的に取組を行った工事の概要を表-1. に示す。

工事名	令和2年度大田静間道路静間地区改良第10工事	令和3年度大田静間道路長久地区改良第2工事
発注者	中国地方整備局松江国道事務所	中国地方整備局松江国道事務所
工期	令和2年7月18日～令和3年8月31日	令和3年8月7日～令和4年8月31日
工事場所	島根県大田市静間町地内	島根県大田市長久町地内
主な工程	道路土工：掘削工、法面整形工、残土処理工 法面工：植生工、法砕工 排水構造物工：側溝工	道路土工：盛土工 地盤改良工：土質改良工 カルバート工：場所打ボックス

表-1. 工事概要

3. 各サイクルの取組内容

施工サイクル各事項毎の取組内容を次に示す。

(1) 施工検討「CIM・360°カメラの活用」

弊社が取組を行った工事については、いずれも設計段階でのBIM/CIM適用がなされる以前の工事であったため、工事受注後施工開始までの期間に発注図を元に自社にてCIMモデルを作成した。作成したモデルを用いて施工計画・設計照査(掘削工地山との取合・ボックスカルバート鉄筋干渉)など施工検討に活用した。

また、360°カメラにより現場内を隈なく撮影し画像をビューワ化(図-2)することで、事前の現地踏査を効率化した。

弊社では、工事施工前・中間・変更時にそれぞれ社内施工検討会を開催しているが、参加者の工事内容の理解度が増し、より詳細な検討に役立っている。

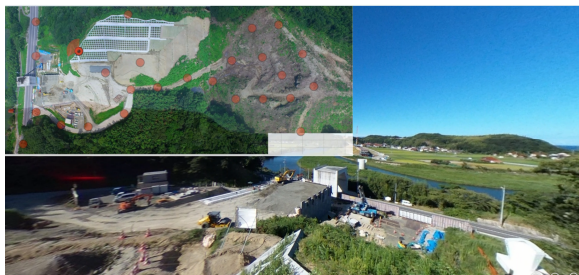


図-2. 現場内の360°ビューワ

(2) 工程管理「CIM・4D」

工程管理では、作成したCIMモデル(3D)に時間軸を加えた工程モデル(4D)(図-3)の活用検証を行った。掘削工事において、各工程毎のステップ図に加えて工事進捗が視覚的に把握できるようにデータを作成したが、モデル作成に多くの労力・時間を要してしまうとともに土工のモデルでは生産性向上や効率化にはあまりつながらなかった。今回は検証段階ではあったが、工程モデルは詳細な工程検討が必要な場合やそれを周知する必要がある場合など、ケースに応じて活用すべきである。

工事進捗の土工施工数量については、現場でUAV測量を行い本社で土量算出を管理を行うという社内分業で正確な数量が早く効率的に把握できるようにしている。

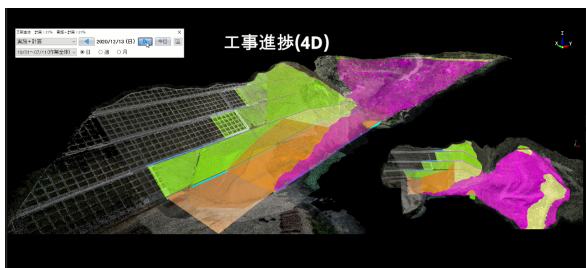


図-3. 工程モデル(4D)

(3) 安全管理「CIM・UAV」

施工時の安全対策として、CIMモデルを用いた安全施設の計画・危険箇所抽出と対策のシミュレーションを行った。また、狭隘な危険個所の安全巡視を補助的にUAVにて行うことで巡視時の危険性を低減した。(写真-1)



写真-1. UAVによる安全巡視

(4) 施工(管理)「CIM・MR(ミックスリアリティ)」

施工段階の取組として、ミニバックホウ・人力施工のICT施工を試行した。ともに3Dデータと自動追尾型トータルステーション・測量専用アプリを利用して、作業土工におけるミニバックホウの簡易ガイダンス、ボックスカルバートのコンクリートコテ仕上げ作業における簡易ガイダンス(写真-2)を試行した。コテガイダンスについては、多人数の打設作業でトータルステーションがコテに設置したプリズムを見失う事が多いなど、活用方法に改善の余地はあるが、スポット的な天端高さ確認を行うのに効果があった。出来形も従来の天端出し表示具のみを使用した場合と同等の精度を確保している。

また、MRグラスを用いた丁張レス施工も試行しているが、精度の検証も含めて今後も活用を検討していく。



写真-2. コンクリート仕上げの簡易コテガイダンス

(5) 打合せ(協議)「CIM」

現況地形に合わせた排水計画の変更協議をCIMモデルを用いて行った。(図-4)また、土工・法枠工やボックスカルバートなど完成形状イメージの確認をAR(オーグメンテッドリアリティ)機器を用いて行った。(写真-3)

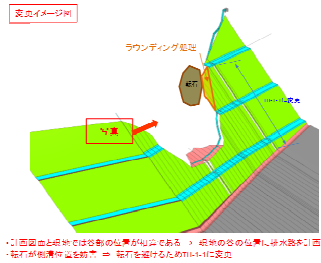


図-4. 協議資料



写真-3. ARによる完成確認

(6) 社内連携「CIM・MR」

コロナ禍の中、社内連携や打合せ、見学会等にオンラインミーティングを積極的に活用している。社内検査や社内協議では往復2時間の移動時間が短縮でき、現場見学会(写真-4)もCIM・UAV・MRを活用しオンラインでも充実したものになっている。



写真-4. オンライン見学会

(7) 社員教育「映像CIM」

CIM・VR(バーチャルリアリティ)を活用した安全教育や映像・動画(図-5)による技術継承を進めている。工事施工を映像化して教育資料とすることで、社員教育の効率化や教育品質の均一化が可能となった。



図-5. 教育動画

4. 取組の効果

「CIM-U-CYCLE」として取組を行った中で、その効果を感じたのは次の点である。

(1) 生産性向上・効率化

工事施工の中で一貫してICTを活用し、作成したCIMモデルをムダなく使い切ることで、各施工サイクルはもとより工事全体の効率化に繋がっていく。

従来、関係者それぞれが2次元図面から想像していた3次元の完成形を、モデル化することで可視化し、年齢や経験を問わずに素早く・間違いなく情報共有・合意形成が行えるのCIMのメリットであるが、今回行った各サイクルの積極的なCIM活用でその効果を実感することができた。施工検討段階のフロントローディングでは、土工法面端部の取合処理やボックスカルバート鉄筋干渉確認(図-6)など詳細を早期に確認・解決することで、効率的に確実な手戻り防止が行えた。

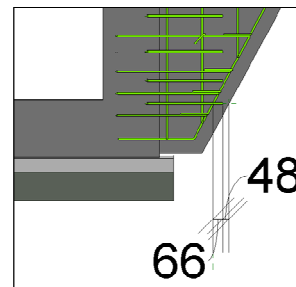


図-6. 鉄筋干渉確認(はみ出し)

特に、従来は測量作業を伴う現況地形との取合確認はCIMモデルにより机上での確認が可能になったため、5日程度の時間が短縮できた。そのほか設計変更への対応や、各施工段階におけるシミュレーション・イメージ共有な

ど施工計画・情報共有の効率化に繋がっている。

一方、工程管理で活用を検証した工程モデル(4D)はモデル作成にかかった労力・時間を上回る生産性向上や効率化にはつながらなかった。今回は検証段階ではあったが、土工事という内容上、施工ステップ毎のモデル作成で事足りるものであった。工程モデルについては活用する工事のケースに応じその採用を検討する必要がある。

また、実施工での簡易ガイダンス(写真-5)やCIMの丁張レス施工(写真-6)への活用については、許容できる精度となるような工夫や技術の進歩に期待する部分もあり、改良の余地が必要な状態である。



写真-5. ミニバックホウ簡易ガイダンス



写真-6. MRグラスを用いた丁張レス施工の試行

CIMモデルについて、今回は自社で作成したため、工事初期にモデル作成の手間・時間を要することとなったが、現場担当者でなく本社IT部門がモデル作成をサポートする内製化による社内支援体制をとることで、現場負担を低減させ現場の効率化を進めることができています。

また、CIMモデル活用と並行して360°カメラやUAVなど一般的に使用している既存の機器・ソフトの有効活用を試みることで、「小さな投資で大きな効果」を得ることができています。UAVを写真撮影や土工測量のみならず、狭い片切掘削部分など危険個所の安全巡視に利用するなど、それぞれの技術について活用方法の工夫をすることで更なる効果が望める。

さらにCIMや映像データの共有・蓄積は、現場・本社間の連携強化や社員教育まで1つの工事に留まらない継

続的な活用を見込むことができる。

(2) イメージアップ

コロナ禍のオンライン見学会のほか、現場来場による地元住民や高等専門学校の現場見学会を行い、弊社の取組を紹介した。

様々なデジタル技術を活用しながら施工を行っている状況を実際に触れてもらうことで、建設業のイメージアップに繋がっている。CIM、VR(写真-7)やICT施工など最新技術を身近に感じてもらうことでよりスマートになった魅力ある建設業を見学会等で積極的に発信し、建設業界の課題である担い手確保に繋がっていくものと思われる。



写真-7. 見学会でのVR体験

5. 今後の課題と考えられる改善策

(1) 効果の定量的検証とPDCAサイクル

「CIM-U-CYCLE」として様々な取組を進める中で、それぞれの定量的な効果検証が重要になる。

最新技術により生産性・業務効率を向上させ、同時に働き方改革への対応を行わねばならない。取組を実施し、活用効果を定量的に把握し改善すべきところは改善しながらPDCAサイクルの中でさらに効率性を高めていくことが重要となる。

またCIMモデルを自社で作成している現状では、CIMの活用ではなくデータ作成が目的になり、従来以上の労力をかけた割に活用が疎かになる場合が想定されるが、こうなるとは本末転倒となる。活用の目的を明確にし目的にあった詳細度でモデル作成を行い、必ず活用することが肝要である。

(2) BIM/CIM活用工事への対応

2023年よりBIM/CIM原則適用となることで、その活用が一般化するが、建設生産管理システムのフローの中で上流工程である「設計」で作成されたモデルに対して、「施工」を行う工事業者として工事で得られた属性情報

を取込み、確実に「維持管理」へ渡すことでBIM/CIMの目的である一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化に繋げていかなければならない。

その為には、関係者が連携することはもとより、BIM/CIM活用工事に対応すべく社内でBIM/CIMソフトの操作スキルを持ち、各基準に精通した技術者を育成していく必要がある。

現在弊社では本社IT部門での現場支援体制を構築しているが、今後BIM/CIM活用が本格化すると対応が困難になってくることも予想される。技術者の育成と共に外注先を確保するなどの体制づくりが必要となる。

その上で、更なる効率化が期待される数量算出・積算へのBIM/CIM活用が行える機能や基準の整備が望まれる。

(3) 新技術の試行

今後さらに進む最先端のデジタル技術は、建設業界の効率化に必要不可欠である。様々な技術を取込みDXを推進するためにAIやIoT、5G、クラウド、ドローン等最新技術の情報収集を行いながら、建設現場に利用できないかという目線で検討する姿勢が必要となる。

特に建設機械のICT施工のように、大きな生産性向上効果を上げている実施工の部分で、丁張レス施工が可能になるようAR・MR技術等を用いてトライアンドエラーをしながら試行・検証を進めていきたい。

6. おわりに

現在「i-Construction」, 「小規模を除く全ての公共事業へのBIM/CIM原則適用」に続いて国土交通省が進める建設DX(インフラ部門のDX推進アクションプラン)では、①行政手続のデジタル化②情報の高度化とその活用③現場作業の遠隔化・自動化・自律化を取組の柱としている。

建設現場に特に関係の深い③現場作業の遠隔化・自動化・自律化では、「現場にいなくても現場管理が可能に」がDXの目指す姿とされている。

このように今後デジタル技術でさらに高度化する建設業界でその対応が迫られる中、弊社としては今後も「CIM-U-CYCLE」により、常に新しい建設業スタイルの創出を目指す取組を進めていきたい。

謝辞: 本取組の実施にあたってご協力いただいた、国土交通省松江国道事務所にこの場を借りて深謝いたします。