

大河津分水路山地部掘削における BIM／CIMの取組状況報告

小幡 淳¹・田澤 信行²・片野 智博³・吉田 幸矢⁴

¹災害対策マネジメント室長（前信濃川河川事務所 副所長）（〒950-8801 新潟市中央区美咲町1-1-1）

²信濃川河川事務所 副所長（技）（〒940-0098 長岡市信濃1-5-30）

³信濃川河川事務所 計画課 専門官（〒940-0098 長岡市信濃1-5-30）

³信濃川河川事務所 計画課（〒940-0098 長岡市信濃1-5-30）

信濃川河川事務所は、i-Constructionモデル事務所として指定されており、大河津分水路改修事業が3次元情報活用モデル事業として選定されている。i-Constructionモデル事務所としての主たる検討事項である「監督・検査でのBIM/CIMの活用検討」、「3次元データを契約図書として扱う工事の施工検討」、「統合CIMモデル活用のフォローアップ」の3項目について大河津分水路改修で実施する山地部掘削の測量、設計、工事の各段階で導入しているBIM/CIMの取り組み状況について報告する。

キーワード BIM/CIM, i-Construction, 監督検査, 3次元データ

1. はじめに

国土交通省では、平成28年度より「ICTの全面的な活用（ICT土工）」、「全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）」、「施工時期の平準化」を代表とするトップランナー施策を中心に各種施策を建設現場に導入することで、建設生産システム全体の生産性向上を図り、より魅力ある建設現場を目指す取組の一つであるi-Constructionを進めている¹⁾。

さらに、平成31年度には、i-Constructionを一層促進し、「貫徹」に向け、設計から維持管理までの先導的な3次元データの活用やICT等の新技術の導入を加速化させることを目的とし、これらの取組をリードする直轄事業を実施する事務所を各地方整備局に1事務所を決定した²⁾。

信濃川河川事務所（以下、当事務所）は、北陸地方整備局のi-Constructionモデル事務所として指定されている。そのうち、3次元情報活用モデル事業として、大河津分水路改修事業が位置付けられ、本事業で実施する業務・工事において3次元データの活用を進めているところである。

現在、河口部では、流下能力の強化を目的として山地部を掘削しており、川幅を拡幅する河川改修工事を行っている。並行して、河床の洗堀を防止する床固工、新たな橋梁の構築等、複数の工事を同時に進めているところである（図-1）³⁾。

当事務所では、今年度、i-Constructionモデル事務所としての主たる検討事項である、「監督・検査でのBIM/CIMの活用検討」、「3次元データを契約図書として扱う工事の施工検討」、「統合CIMモデル活用のフォローアップ」の3項目がある。

本報告では、これら検討項目を踏まえ、山地部掘削工事における測量、設計、工事の各段階で行っているBIM/CIMの取り組み状況について報告するものである。

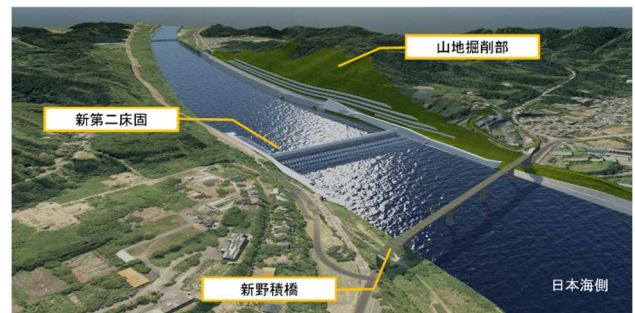


図-1 統合CIMモデル（完成予想図）

2. 「監督・検査でのBIM/CIMの活用検討」における取組

(1) 3次元データとVR技術を活用した出来形検査

出来形検査を行う際、検査官は現場に臨場し、検査対象物を基準に則り、検測する必要がある。一方、受注者は検査実施にあたって、現場の段取りや必要となる書類の準備をする必要がある。

当事務所では、対象構造物を3次元レーザースキャナで計測し、統合CIMモデルに取り込み、そのモデル空間にVR（バーチャルリアリティ）技術を活用し、出来形検査の試行を行った。

検査官は、事務所内にてVRゴーグルを装着し、ゴーグル内に表示される検査対象構造物の3次元モデルに計測ツールのカーソルを合わせ、長さや幅等の出来形を計測したり、鉄筋の本数や間隔をあたったりした。

一方で、使用するハードやソフトにも依存する部分ではあるが、バーチャル空間内に表示される構造物の端点をしっかりとグリップする等、VR機材のコントローラーを操作して、カーソルを合わせることが操作する職員の感覚で異なる等、使用に際し困難な点もあることが確認できた。また、本来であれば一人で対応可能な検査でもパソコンを操作する職員も補助として必要になることも確認できた。一般化していくには、誰が操作しても同様の品質で成果を出せる必要があり、職員の習熟度の向上に合わせ、ハード・ソフトの機能改善も必要であることが確認できた。今後、これらが改善されれば、さらなる生産性向上が期待できる。



写真-1 事務所職員によるVRによる検査の状況

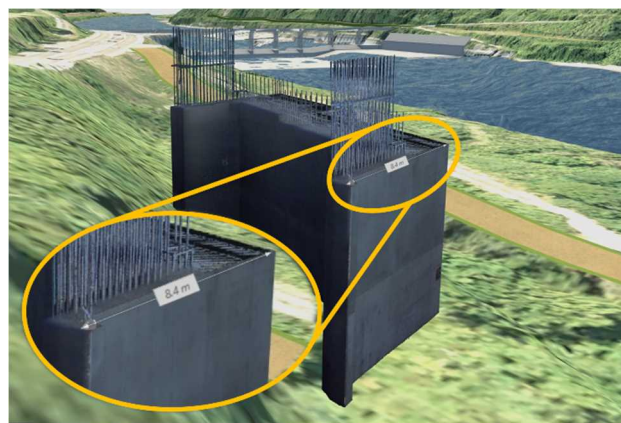


図-2 バーチャル空間に表示される検査対象の3次元モデル

(2) ウェアラブルカメラとウェブ会議による遠隔臨場検査

現在、実施中の「大河津分水路山地部掘削その8工事」において、ウェアラブルカメラとウェブ会議の併用による遠隔臨場検査を実施した。

対象工種は協議のうえ法面保護工とした。現場では、ウェアラブルカメラを装着した施工受注者が施工個所に赴き、大河津出張所において検査官と施工受注者が立会のもとウェブ会議により、検査官指示のもと施工個所の立会検査を行った（写真-2）。

これにより検査官は現地で立会うことなく検査を実施できるため移動時間を削減できる。一方、施工受注者は検査に際し、現場を止めることなく検査を受けることができ、さらに立会う人員の抑制や検査時間の抑制が可能となった。施工受注者からは、人工、工数で概ね50%程度の削減効果があったとの報告を受けており、遠隔臨場検査による効果を確認した。

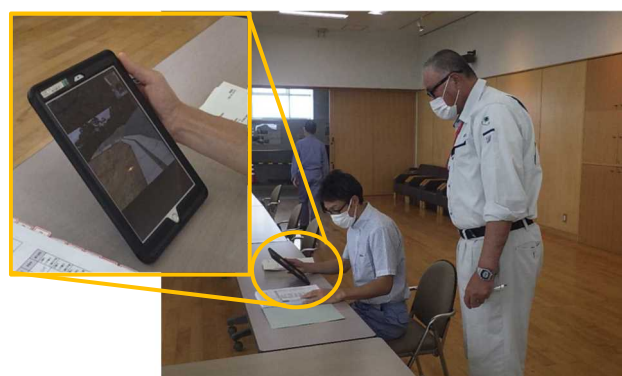


写真-2 検査官による立会検査の状況

(3) ウェアラブルカメラとMR技術を活用した段階検査

現在、実施中の「大河津分水路山地部掘削その6他工事」において、ウェアラブルカメラとMR技術の一つであるMicrosoft社のHololensを活用して、ICT法面出来形確認を対象とし、受発注者間の作業効率化を図り、契約の適正な履行として施工履歴を管理できるかの可否を確認することを目的として、遠隔での書類検査と臨場立会を年内に試行する予定である。

MR技術を活用することで、Hololensを装着した複数の担当者が、クラウド上で共有された書類や現地の情報をHololens越しに目の前で閲覧、確認できるため、あたかも臨場しているかのような環境で各種情報を確認することができるようになる。以下、試行内容について述べる。

a) 遠隔書類検査

当事務所、大河津出張所、施工受注者の現場事務所の3地点、もしくは2地点からHolostruction（小柳建設）⁴を使用し、書類検査（出来形ヒートマップ等）を実施する予定である。

試行の概念図を図-3に示す。試行手順は、下記の通りである。

- ①現場事務所にて、施工受注者からアバターで書類（出来形ヒートマップ等）の説明を実施。
- ②当事務所、大河津出張所の担当職員がHolostruction上で確認を実施。
- ③問題がなければ受発注間で合意。

b) 遠隔臨場立会

当事務所、大河津出張所、現場の3地点、もしくは2地点からウェアラブルカメラとHolostructionを使用し、遠隔にて現場検査を実施する予定である。

試行の概念図を図-4に示す。試行手順は、下記の通りである。

- ①当事務所、大河津出張所のいずれかの担当職員が、確認箇所をHolostruction上で決定する。
- ②測定箇所を現場事務所から施工受注者がウェアラブルカメラを通して現場の別の担当者に測定箇所の指示する。
- ③指示を受けた現場の担当者が指示された場所に移動し、GNSSローバーで測定する。
- ④測定結果（GNSSローバーの画面）をウェアラブルカメラで受発注間で遠隔共有し、閲覧する。
- ⑤測定結果をウェアラブルカメラを通して監督職員が確認し、合否を判断し、その後、結果を施工受注者に伝える。

なお、a) 遠隔書類検査、b) 遠隔臨場立会の試行内容及び結果の詳細については、実施内容の進捗にもよるが、「令和2年度 北陸地方整備局 事業研究発表会」にて報告する予定である。

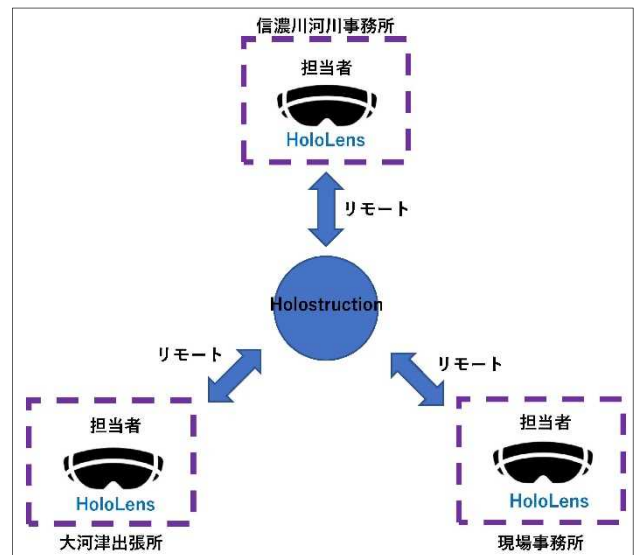


図-3 Holostructionを用いた遠隔書類検査の概念図

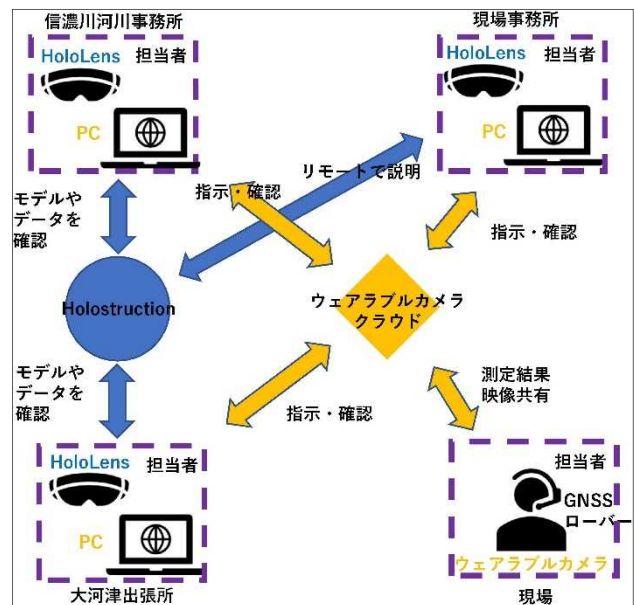


図-4 Holostructionを用いた遠隔臨場立会の概念図

3. 「3次元データを契約図書として扱う工事の施工検討」における取組

当事務所は、ICT土工を兼ねてより取り組みを進めてきている。ICT施工の履歴により取得された点群データを3次元モデル化して出来形を確認し、次工程での起工測量の有無を判断するために取得データの精度が、起工測量で必要となる精度を保持しているか確認するために、数量算出による精度誤差の検証を行った（図-5）。

一部の工事において、BIM/CIM活用業務・工事のリクワイアメントに示される「CIMモデルによる数量、工事費、工期の算出」において、土工事（盛土）における土量算出結果の比較を行った。



図-5 出来形の3次元データの統合CIMモデルへの組み込み例
(茶色い部分が出来形の3次元データ)

土量の算出は、現況地表面から盛土天端までの盛土量を2次元図面の平均断面法による算出結果と3次元モデルを基にしたメッシュ土量を算出し、比較した。その結果、表-1に示すように従来方法による算出結果を100とした場合、差異123m³、誤差約0.3%とわずかであり、3次元モデルによる数量算出も有効であることを確認し、3次元モデル（測量による点群データ）の精度の確認を行った（図-6）。

今後、今年度下期に発注予定の山地部掘削工事において、起工測量の有無による工数削減の効果検証について試行予定である。

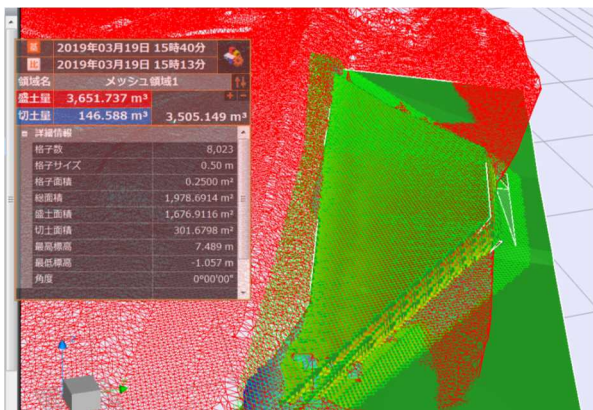


図-6 3次元モデルによる数量算出

表-1 従来方法と3Dモデルによる算出結果の比較

方法	体積 (m ³)	差異 (m ³)	誤差率 (%)
平均断面法 (従来)	3,664.0	12.3	0.3
3Dモデルによる算出	3,651.7		

さらに今年度は、山地部掘削工事において3次元データを契約図書として扱う工事を発注予定である。これにより施工受注者は着手前により正確に完成形の形状を把握でき、施工計画の立案が可能となり、着工時のフロントローディングにつながる事が期待できる。

なお国土交通省大臣官房技術調査課から、令和元年5月にBIM/CIM活用業務およびBIM/CIM活用工事において、3次元データを契約図書とした試行を行うために必要な

事項を定めたガイドライン⁹が公開されているが、ガイドラインには、「試行で利用する3次元データは、3次元モデル表記標準（案）に基づき作成された3DAモデルを基本とする」とあり、かつ「3次元データを使用する範囲、作業を明確化するため、試行を実施する際は、従来の2次元図面のうち、どの部分を3次元データによる契約図書として試行するかを受発注者間の協議で明確にすること」とある。

本取組では、このガイドラインに準拠しつつ、当事務所での当面の方針として、従来の2次元図面から得られる情報の漏れがないこと、基準となる断面図及びその寸法値が受け取った側が読み取れるよう3DAモデルの作成を行うとともに、閲覧に際し、特別なソフトに依存しないよう3D-PDF形式での作成とした（図-7）。また、その他、ICT建機との連携、次章で述べる統合CIMモデルとの連携も念頭にLandXML形式でのモデル作成も行った。

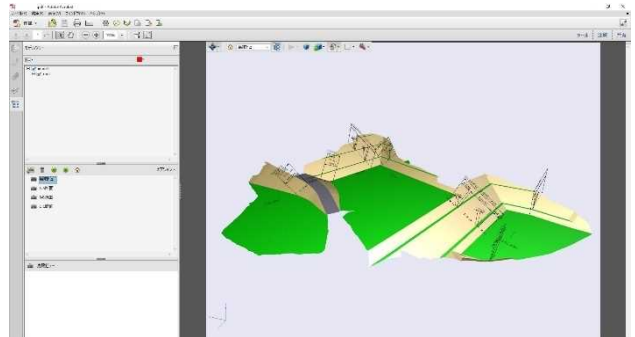


図-7 3DA/3D-PDFによる3次元データによる契約図書の作成例

4. 「統合CIMモデル活用のフォローアップ」における取組

当事務所は、全国に先駆け、平成28年度より統合CIMモデルの構築を行ってきた⁶。取組当初は、設計段階のモデルだけであったが、事業が進捗するのに合わせ、設計段階でのCIMモデルだけから、現在では、施工段階でのCIMモデルの組み込みも行っている（図-8）。



図-8 統合CIMモデル（令和2年7月現在）

統合CIMモデルには、過去から現在、そして竣工時の完成形の情報まで保持しているため、関係機関協議、地元説明や現場見学会等において必要な箇所を切り出し、説明のためのキャプチャ図の作成や全体の位置関係の把握や今後の進捗状況の把握が可能となる。

また、これらのモデルを大河津分水路改修事業に従事する設計受注者や施工受注者と共有することで、当事務所の3次元活用に対する取組方針や意向を正確に共有・伝達できるとともに、受注者側のモチベーション向上にも繋げることができ、その結果、受注者側の3次元データの活用やICT技術の導入の機運も向上にも繋がっているようである。

その実現においては、受発注間の統合CIMモデルの共有が重要となるため、当事務所では情報共有システムを活用し、受発注間での統合CIMモデルの共有環境を構築し、運用を進めている。



図-9 情報共有システムの活用

令和2年7月時点で、稼働中の工事、業務の11プロジェクト、約110名が参加している。

事務所職員は、2-3年程度で異動すること多いため、情報共有システム上で行われた意見交換や情報共有の履歴をアーカイブとして残すことは重要であり、ここで培われたノウハウやハウツーを受発注間で共有することで、次の工程や、維持管理段階にも活用ができる。さらには今後の局内の新規事業にフィードバックすることで、より質の高い事業執行も期待できる。

統合CIMモデルの活用は、こうした大きな取組となるため、その活用においては事務所職員のスキルアップや意識向上も必要である。また、学識者の意見を聞きながら進めていくことも重要であると考え、昨年度より事務所職員を対象としたBIM/CIM研修の実施(写真-2)や、i-Constructionモデル事務所アドバイザーでもある熊本大学大学院先端科学研究部の小林特任教授を委員長とする勉強会の開催(写真-3)も始めたところである。



写真-3 BIM/CIM研修の様子(令和元年11月開催)



写真-4 大河津BIM/CIM勉強会の様子(令和2年2月開催)

今後、これらの取り組みを継続的に実施していくことで、維持管理段階を見据えた統合CIMモデルの活用について、引き続き検討を進めていくこととしている。

5. おわりに

本報告では、大河津分水路改修事業において、i-Constructionモデル事務所としての主たる検討事項である「監督・検査でのBIM/CIMの活用検討」、「3次元データを契約図書として扱う工事の施工検討」、「統合CIMモデル活用のフォローアップ」の3項目について取組内容を述べた。

これまでの取組の成果もあり、受発注間ともに3次元データおよびICT技術の活用の機運が高まっていると感じているところである。

これらは、新しい取り組みであるがゆえに、具体的な進め方について検討に時間を要することも多々あり、いい成果が出るものばかりではない。しかしながら、当事務所が試行錯誤しながら行った取り組みが、他事務所

におけるBIM/CIM活用への参考，今後の局内の新規事業にフィードバックされ，参考となれば幸いである。

なお，今年度中に取り組む内容も多くあるため，執筆段階で本報告書に記載できていないものも幾つかあるが，事業研究発表会では，可能範囲で具体的に報告する予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省 i-Construction : <https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html> (2020年7月現在)。
- 2) 国土交通省報道発表資料 : https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000562.html (2020年7月現在)。
- 3) 大河津分水路情報館：分水路だより第61号，<http://www.hrr.mlit.go.jp/shinano/bunsui/event/dayori.html> (2020年7月現在)。
- 4) 小柳建設 Holostruction : <https://n-oyanagi.com/holostruction/> (2020年7月現在)。
- 5) 国土交通省 BIM/CIM ポータルサイト【試行版】 : <http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimindex.html> (2020年7月現在)。
- 6) 南健二・若杉匠・福田紗央：大河津分水路の改修事業におけるCIMの導入について，平成28年度 北陸地方整備局 事業研究発表会，平成28年7月26日。