

第65回(2021年度) 北海道開発技術研究発表会論文

歴舟川橋(仮称)におけるBIM/CIMの取り組み —鋼橋CIMを活用した見える化—

帯広開発建設部 帯広道路事務所 第2工務課 ○八十嶋 健太
佐々木 一靖
丸山 健一

帯広・広尾自動車道の忠類大樹IC～豊似IC(仮称)における歴舟川橋(仮称)の上部工事(橋梁形式:鋼4径間連続非合成少数鈹桁、架設工法:トラッククレーンノーベント工法)の施工において、ICT技術の活用を図るため、設計照査や各施工のプロセスで、BIM/CIMモデルの効率的な活用方策の検討を行っている。その内容と今後の活用拡大のための課題や展望について報告する。

キーワード: ICT、BIM/CIM、生産性向上、鋼橋

1. はじめに

国土交通省は建設業全体の大幅な生産性向上を図る新たな取り組みである i-Construction を平成28年より開始した。その中でも、ICTを活用した建設生産システムの高度化および生産性向上を目指して、BIM/CIMの導入に取り組んでおり、令和5年度には小規模を除く全ての公共工事においてBIM/CIMが原則適用となっている¹⁾。

本論文では受注者希望型として取り組みが進捗している帯広広尾自動車道 大樹町 歴舟川橋上部工事(以下、歴舟川橋(仮称)と呼ぶ)における実施内容を報告する。

2. 事業・工事概要

(1) 事業概要

帯広・広尾自動車道は、北海道横断自動車道帯広JCTから帯広市・とちか帯広空港を経由して広尾町に至る高規格幹線道路であり、高速ネットワークの拡充による地域間交流の活性化や重要港湾である十勝港の利便性向上、道路交通の安全性向上及び地域医療の安全性向上の支援を目的としている。このうち帯広JCT～忠類大樹ICは開通済みで、忠類大樹IC～豊似IC(仮称)に至る延長15.1kmの区間は平成28年度より事業を開始している(図-1)。

路線名: 帯広・広尾自動車道
区間: 自 河西郡芽室町字北明
至 広尾郡広尾町

計画延長: 約80km

構造規格: [帯広JCT～中札内IC]

第1種第2級4車線(暫定2車線)

[中札内IC～忠類大樹IC]

第1種第3級2車線

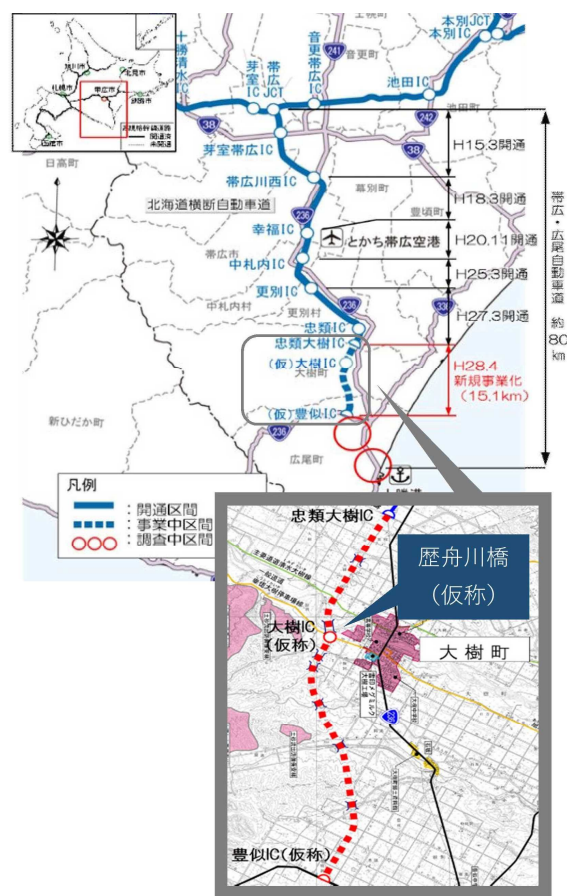


図-1 帯広・広尾自動車道および歴舟川橋(仮称)位置図

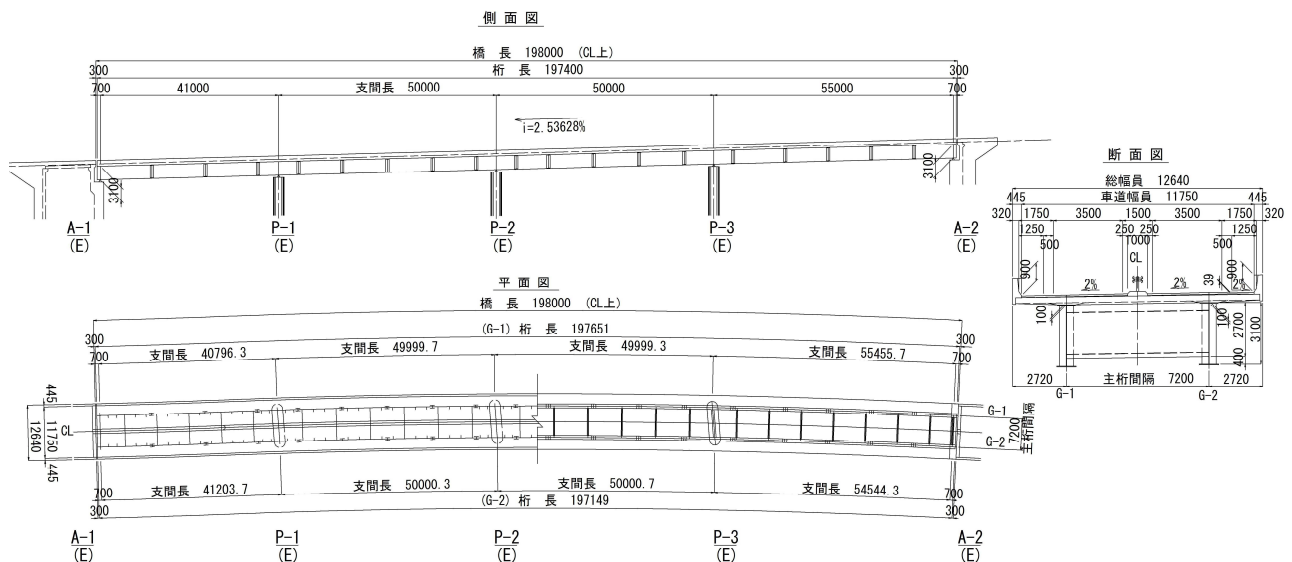


図-2 上部工構造一般図

(2) 橋梁工事概要

歴舟川橋（仮称）の上部工構造一般図を図-2に、令和3年12月時点の現況写真を写真-1に示す。

工 事 名：帯広広尾自動車道 大樹町 歴舟川橋
 上部工事
 工 期：令和2年11月10日～令和4年10月31日
 橋梁形式：鋼4径間連続非合成少数鈑桁
 床 版：鋼コンクリート合成床版
 橋 長：198.000m
 支 間 長：41.000m+50.000m+50.000m+55.000m
 有効幅員：5.500m+1.000m+5.500m
 主桁間隔：7.200m
 施工会社：株式会社横河ブリッジ

本工事のリクワイヤメント（発注者の要求事項）は受注者と協議の上、特記仕様書から以下の5項目を選定した。

- 情報共有システムを活用した関係者間における情報連携
- 後工程における活用を前提とする属性情報の付与
- BIM/CIMモデルを活用した効率的な設計照査
- 後段階におけるBIM/CIMの効率的な活用方策の検討
- その他
 （維持管理の効率化を目指したCIMモデルの構築・合意形成の迅速化）

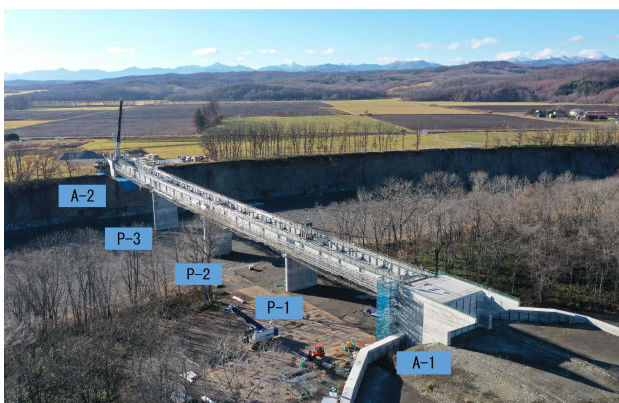


写真-1 現況写真（令和3年12月時点）

3. BIM/CIMリクワイヤメントの選定

YASOJIMA Kenta, SASAKI Kazuyasu, MARUYAMA Kenichi

4. BIM/CIM実施成果

以下に本工事の実施内容を記載する。本稿執筆時点では施工中であり、未実施の項目も含んでいる。

(1) コンカレントエンジニアリングの導入（リクワイヤメントa）

受発注者間のBIM/CIMに関するデータの受け渡しに情報共有クラウドシステム^{basepage²}を活用し、情報を電子的に交換・共有している（図-3）。受注者がリクワイヤメントに基づき作成するBIM/CIM実施計画書や、工事の進捗記録動画などのデータをシステムを介して展開することで、関係者が最新の情報を即座に確認できる。



図-3 basepage運用例

(2) 設計照査における干渉確認（リクワイヤメントc）

従来の手法であれば2次元の図面で行われる設計照査に、3次元データを活用した。下部工や付属物は橋桁本体とは異なる図面で工種ごとに記載されているため、不整合や干渉が起こりやすい。本工事では端支点横桁の巻立てコンクリートと下部工への昇降梯子との干渉を未然に防止できた(図-4)。干渉箇所の確認と対処方法の検討や構造修正後の確認を効率的に行えるようになり、施工段階での手戻りリスクを軽減することが可能である。

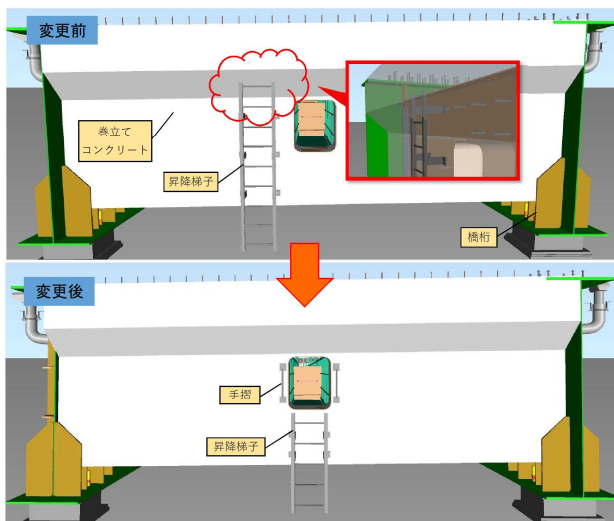


図-4 A-2側巻立てコンクリートと梯子の干渉

(3) 4次元CIMによる架設計画の可視化（リクワイヤメントd）

架設計画の3次元化にあたり、まず現場状況のデータが必要となる。地形の再現にはFARO製の3次元レーザースキャナーを使用し、施工開始直前の点群データを取得した。3次元レーザースキャナーとは、機械からレーザを放射状に広範囲に照射することで、対象物の表面形状および色を取得できる計測機器であり、本現場のように河川や傾斜地があっても離れた位置から安全にデータの取得が可能である。点群データをパソコンに取り込み、その上に橋梁モデルやクレーン・敷

き鉄板などの架設機材を配置した統合モデルを作成した(図-5)。

3次元の統合モデルに時間軸の情報を加えて4次元CIMモデルとすることで、架設の順序やクレーンの作業手順・移動位置をアニメーションで容易に把握ができ(図-6)、データを受発注者間の打合せおよび、現場作業員への周知に活用した。また、架設計画を見える化することで、橋梁の構造と架設手順の不整合を事前に洗い出すことが可能となった。本工事は橋桁と検査路を同時に架設した後、巻立てコンクリートを施工する手順であったが、上部工検査路の受台は巻立てコンクリートから支持する構造となっているため、施工後でないと上部工検査路の架設が困難であった。図-7で示すように上部工検査路の受台を横桁から支持する構造に変更することで、橋桁と上部工検査路の同時期の架設が可能となり、クレーン運用の効率化および現場作業員の省力化に繋がった。

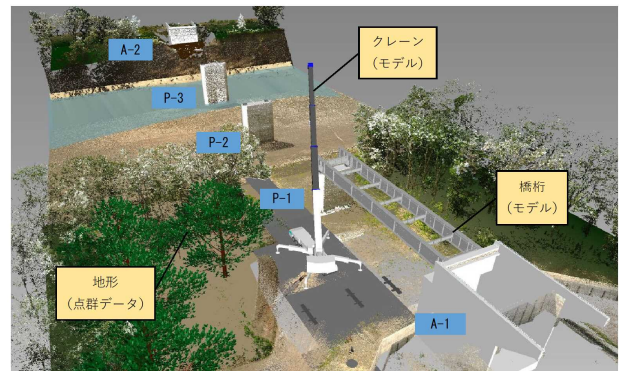


図-5 統合モデル

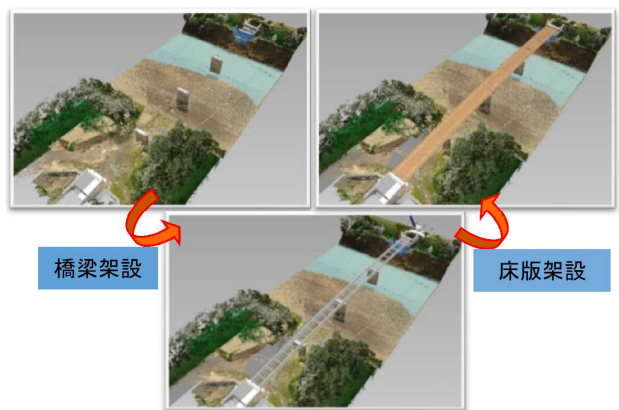


図-6 架設ステップ動画

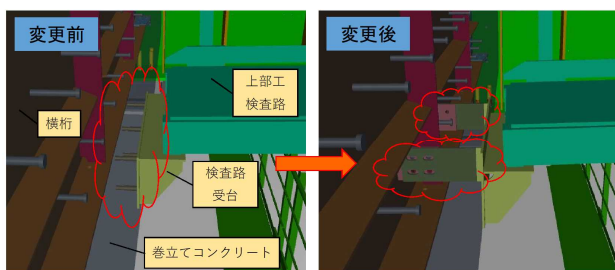


図-7 端支点部 検査路受台構造変更

(4) 河川の水位上昇の可視化（リクワイヤメントd）

P-2～P-3の橋桁架設では河川内にクレーンを設置する計画であった。歴舟川は上流での降水により水位が著しく変化するため、浸水時には一時的なクレーンの退避が必要である。水位の上昇によるクレーン設置位置の浸水シミュレーションを時間毎のアニメーション(図-8)で可視化することで、現場作業員への退避時期と作業内容の周知や危険予知の習慣付けに貢献した。実際の水位上昇時との比較を図-9に示す。

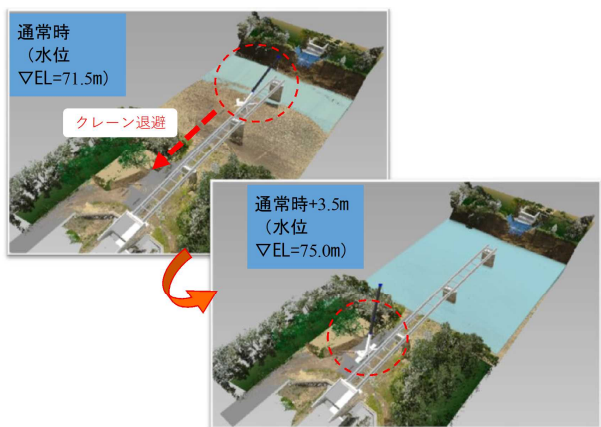


図-8 水位上昇シミュレーション動画

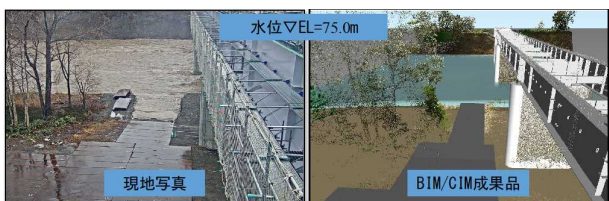


図-9 実写とシミュレーションの比較

(5) 点検時のポイントと動線の確認（リクワイヤメントe）

維持管理段階を想定し、着目すべき箇所と損傷の種類別に一覧表を作成している。滞水や土砂堆積による腐食、荷重が集中しやすい箇所の溶接部の亀裂など、一般的な着目点に加え本橋特有の構造もポイントとして挙げている。また、点検時の動線を動画で作成しており（図-10）事前に移動ルートや点検箇所を確認することで効率的で経験の有無に左右されない点検が可能

となる。

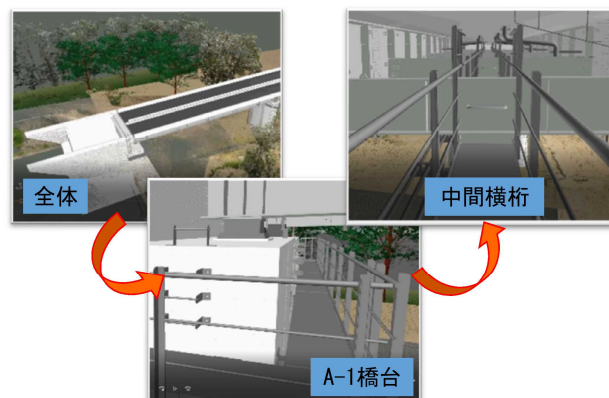


図-10 点検動線動画

(6) 維持管理段階での安全性確認（リクワイヤメントe）

(5)で作成した動画を用いて受注者と共に実際の点検動線を確認した。上部工検査路歩行時、横桁上フランジが邪魔になり、横桁を乗り越えることが困難となる箇所があったためステップの張出し幅を広げ、乗り越えやすくなるよう構造変更(図-11)を行った。また下部工検査路と橋脚の間に大きな隙間ができるため構造変更(図-12)を行ったほか、A-1橋台は橋座部が地上約13mと高所にもかかわらず転落防止措置がなされていないため、手摺を追加する（図-13）など、実際の点検時に発覚すると手直しが困難となる場所を事前に抽出できた。

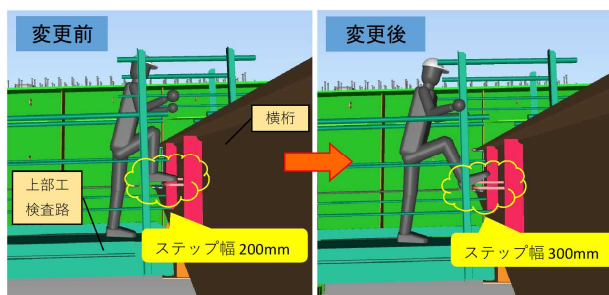


図-11 横桁ステップの構造変更

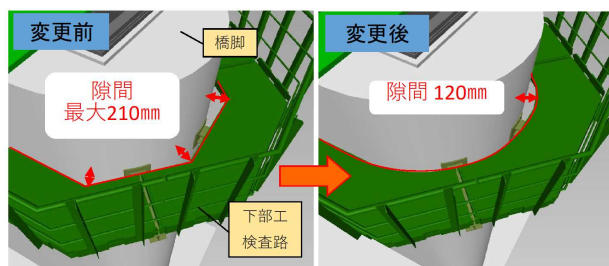


図-12 下部工検査路隙間

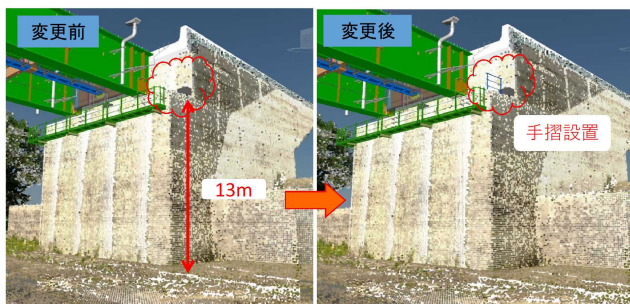


図-13 A-1橋台手摺追加

(7) 事前協議での活用（リクワイヤメントc）

(2)～(6)の協議事項に関し、受発注者間の打合せでBIM/CIMの成果品を活用した。従来の協議資料である2次元データだけではなく3次元データを用いた確認も行うことで、別構造への影響など広い視点からの協議が可能となり、迅速な合意形成に繋がった。

(8) 属性情報の付与（リクワイヤメントb）

維持管理段階において活用が想定される属性情報を3次元データに外部参照形式で付与する（図-14）。属性情報は鋼材・ボルト・塗装等の規格や出来形を想定しており、3次元データと共に確認が可能となる。別途納品したフォルダから該当するファイルを探す手間が省けるため、必要なデータを迅速に取得できる。また、リンク先はフォルダで管理されているため、定期点検記録なども追加が可能である。

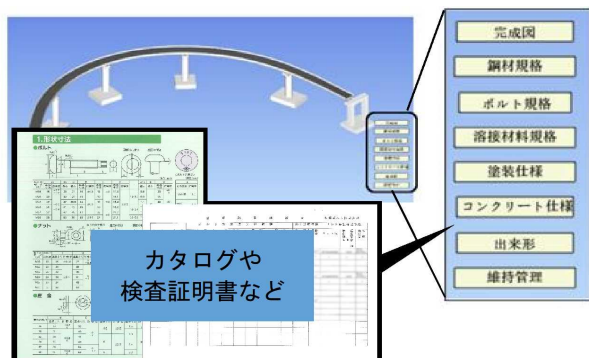


図-14 属性情報付加のイメージ

(9) VRの活用による合意形成の迅速化（リクワイヤメントc）

VR(Virtual Reality)とは「仮想現実」と呼ばれ、専用のゴーグルまたはスマートフォンにより360°映像を視聴することで実際にその空間にいるような感覚を得られる技術である。映像は原寸大で見ることができ、空間内を自在に移動することも可能である。今回はa)、b)、c)3種類のVRコンテンツを作成し各方面との合意形成に役立てた。

a) 専用ゴーグルを用いた完成イメージVR

開通後をイメージし、(3)で作成した統合モデルに加えて走行車両も搭載したVRコンテンツを作成した（図-15）。これにより車両走行時の景観を確認でき、天候や時間帯も空間内で変更することができる。統合モデルを使用しているため、開通後は簡単に入ることができない検査路上での視点も体験することが可能である。



図-15 完成イメージVR

b) スマートフォンを用いた完成イメージVR

専用ゴーグルが無くてもスマートフォンで体験ができるVRコンテンツを作成した。QRコードを読み込むことでブラウザ上にVR空間が表示される。簡易版であるため自由に歩き回ることにはできないが、事前に設定した複数の視点間を移動することはできる。統合モデルを使用しているため橋梁の細部の確認や、床版上からの視点も体験することが可能である。写真-2のQRコードをスマートフォンで読み込むと実際に歴舟川橋（仮称）のVR空間を見ることができる。また、専用のVR機材や操作補助員は不要となり場所を選ばず使用が可能であるため活用の際は広い。本工事では現場の看板にQRコードを設置し、現場見学者や作業員が完成イメージを確認できるようにしている。



写真-2 現場の看板とQRコード

c) 専用ゴーグルを用いた架設シミュレーションVR

クレーンによる橋桁の架設を再現したVRコンテンツを作成した。a)、b)とは異なり現場での作業を体験できる内容となっており、実際に架設に携わる現場作業員が事前に使用することで、架設手順の理解や安全意識の向上に繋がった。またVR空間を自由に移動できるため、実際は立つことができない視点位置から、近接物との離隔確認やクレーンオペレーター目線での動作確認を行うことも可能である(写真-3)。

既に橋桁の架設は完了しているため、今後地域住民などの見学会が開催される際にはVRでの架設体験を予定している。

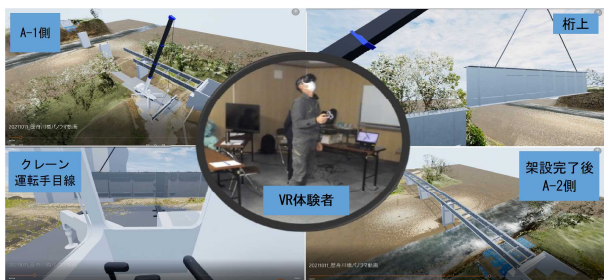


写真-3 架設VRイメージ

(10) 教育資料としての活用(リクワイヤメントb)

工場製作から架設までのそれぞれの過程において動画・写真による記録を行っており、短時間にまとめた動画を作成している。工場製作編・輸送編等をはじめ、今後は現場架設編も作成予定である。動画は地域住民等への見学会始め、局内での若手教育資料としても活用していく予定である。図-16のQRコードを読み込むと輸送編の動画の閲覧が可能である。



図-16 輸送編動画とQRコード

5. 本工事での効果と課題

歴舟川橋(仮称)でのBIM/CIM導入における効果として、従来の方法である2次元図面から3次元モデルへの移行により円滑な情報共有と効率的な合意形成が挙げられる。受発注者間のやり取りだけでなく設計照

査・架設計画・現場施工など、各フェーズにおける情報共有・安全教育といった場面でも有効であった。

また、維持管理段階を想定したBIM/CIM活用により、一定の成果を得ることが出来たが、下部工事ではBIM/CIMが導入されておらずデータの引継ぎが無かったため、下部工は現場データ作成時に取得した点群データを使用しており詳細な情報を付与できていない。今後の適用範囲拡大が期待される。

6. 今後の活用拡大への課題

北海道の強みである農水産業や観光を担う「生産空間」の維持に不可欠なインフラ整備や、激甚化・頻発化する災害への対応、インフラ老朽化対策等を担う建設業の役割は極めて重要である。一方、北海道では全国を上回るペースで生産年齢人口が減少しており、建設業の担い手確保は喫緊の課題となっている。こうした背景から、北海道開発局では建設業等の働き方改革実施方針³⁾、およびインフラDX・i-Constructionアクションプラン⁴⁾を策定し、働き方の転換と生産性や安全性の向上を推進している。その中で、BIM/CIMの活用は測量から設計、施工、維持管理に至る建設プロセス全体を3次元データでつなぎ、一連の建設生産システムにおける受発注者双方の業務の効率化、高度化を目指すものである。帯広道路事務所は、帯広開発建設部におけるインフラDX・i-Construction先導事務所として管内直轄工事の取組みをけん引するほか、地方自治体や地元業者のサポートを行っている。普及拡大には各プロセス間で真に有用なデータの受け渡しが不可欠であり、広い施工ヤードが確保可能な一方、積雪寒冷地であることなど、北海道特有の条件を考慮した情報のあり方を検討していきたい。

謝辞:「本論文を作成するに当たりご協力いただきました(株)横河ブリッジに感謝いたします。

参考文献

- 1)国土交通省:令和5年度のBIM/CIM原則適用に向けた進め方(令和3年3月2日)
- 2)川田テクノシステム株式会社:情報共有クラウドサービスBasepage
- 3)北海道開発局:建設業等の働き方改革実施方針(令和3年4月20日)
- 4)北海道開発局:北海道開発局インフラDX・i-Constructionアクションプラン(令和3年4月20日)