

北海道縦貫自動車道事業における BIM/CIMを活用した道路土工について —道路土工を対象としたBIM/CIMの事例紹介—

旭川開発建設部 旭川道路事務所
旭川開発建設部 旭川道路事務所
新谷建設株式会社

○長田 珪洋
宇高 勝美
湊 聡

北海道縦貫自動車道士別剣淵～名寄は、高速ネットワークの拡充による道北圏と道央圏の連絡機能の強化等を目的とした延長24.0kmの整備を行う事業である。

本報告では「北海道縦貫自動車道 士別市 川西北改良工事」におけるBIM/CIMを活用した受発注者双方の業務効率化・高度化の取り組みとともに、令和3年度i-Construction先導事務所である旭川道路事務所の活動を報告する。

キーワード：生産性向上、BIM/CIM、i-Construction、道路土工

1. はじめに

昨今、建設業が抱える課題として、少子高齢化における建設業就業者の高齢化や若年者の担い手不足、依然として多い建設現場の労働災害などが挙げられる。このような背景を踏まえ、国土交通省では平成28年を「生産性革命元年」と位置づけ、生産性の向上に取り組んでいる。建設現場においては、測量・調査から設計、施工、監督・検査、維持管理・更新までの建設生産・管理システムの各段階においてICTの活用や規格の標準化、履行期限の平準化によるi-Constructionを重要施策の1つとして取り組んでいる。そのうち、BIM/CIM活用の取り組みとは、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、施工、維持管理においても、情報を充実させながら活用し、併せて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、建設生産・管理システムにおける品質確保と共に受発注者間の業務効率化・高度化を図るものである。これらの背景を踏まえ、令和3年度には、北海道におけるインフラDX・i-Constructionの取り組みを推進するため、各開発建設部においても「インフラDX・i-Construction先導事務所」が設置された。

本報告は、北海道縦貫自動車道 士別市 川西北改良工事（以下、「本工事」という。）において、BIM/CIMを活用したことによる効果、留意点を報告するとともに、インフラDX・i-Construction先導事務所としての活動を報告するものである。

2. 事業概要

(1) 北海道縦貫自動車道 士別剣淵～名寄

北海道縦貫自動車道は函館市を起点とし、室蘭市、札幌市、旭川市、士別市、名寄市などを経由して稚内市に至る延長約681kmの高速自動車国道である。そのうち士別剣淵～名寄（以下、「本事業」という。）は、士別市と名寄市を通過する路線であり、高速ネットワークの拡充による道北圏と道央圏の連絡機能の強化を図り、地域間交流の活性化、物流の効率化等の支援を目的とした、延長24.0kmの事業である。位置図を示す。（図-1）

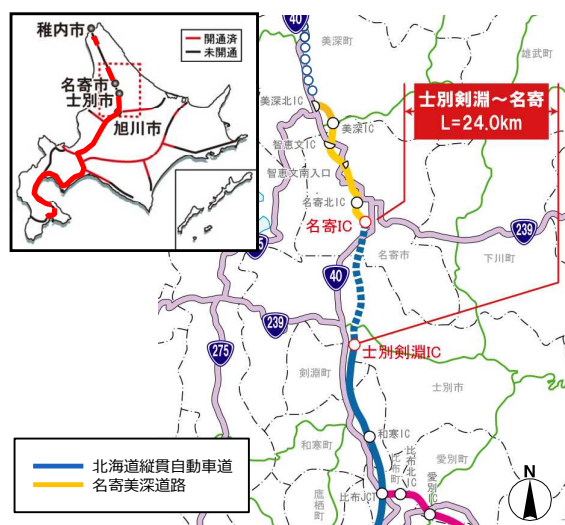


図-1 北海道縦貫自動車道 士別剣淵～名寄

本事業は主に耕作地帯において整備を進め、土工については区間内にある切土工区において掘削し、同事業の盛土材として使用している。

(2) 工事概要

本工事は道路土工が主体の工事であり、起点側に位置する切土工区において土砂掘削を行い、盛土工区へ土砂を運搬し、路体盛土工を施工した。工事区間を示す。(図-2)

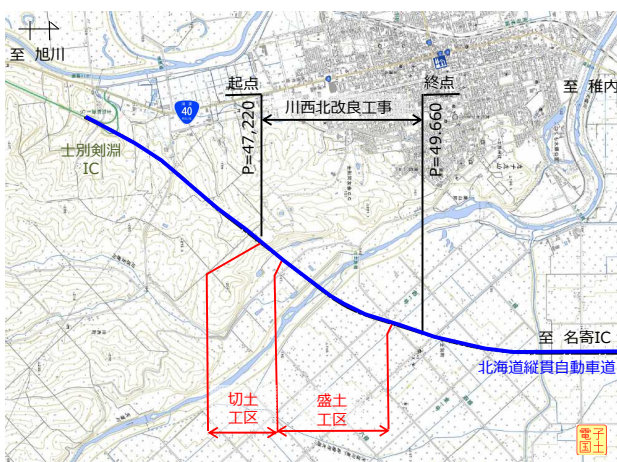


図-2 川西北改良工事 工事区間

3. 本工事におけるBIM/CIM取組の内容

(1) 段階モデル確認書を活用した品質確保

盛土工の品質管理として、これまでは締固め度測定結果表を紙媒体で管理していたが、本工事では3次元設計データ上に品質管理試験結果を付与して管理した。情報を付与する3次元設計データは、ICT施工で使用する盛土工間の3次元設計データを利用して、施工時と同じように層状転圧厚さ30cm毎にデータを細分化して作成し管理した。層状毎に細分化した3次元設計データに試験結果・測点・層・試験日の試験データを付与することで一元的に可視化することができ、簡易的且つ確実に管理することが可能となった。(図-3)



図-3 3次元設計データに管理情報を付与した品質管理の可視化

(2) 情報共有システムを活用した関係者間の情報連携

これまでの受発注者間の情報共有方法はCALS/ECにおける情報共有システム(ASP)を使用しているが、今回の取り組みでは、容量が大きい3次元設計データを扱うことから、ASPと併用してブラウザ上で自由に閲覧することができる情報共有システムを使用し、発注者、受注者および社内検査員で情報連携を行った。また、受注者が情報共有システムに3次元設計データだけではなく、施工中の点群データをアップすることで、発注者、社内検査員による3次元設計データの照査・確認にとどまらず、現場の進捗確認にも活用することが可能となる。各状況に応じた3次元設計データを関係者間で共有できるため、双方相違なく施工状況や完成形状を共有することが可能となった。

(3) BIM/CIMモデルを活用した効率的な設計照査

道路土工における設計照査は、測点毎の横断面図に現況地盤ラインを記載し、計画ラインとの比較による2次元での確認方法を行っていた。特に施工箇所が構造物周りで複雑な形状の場合は、重機・施工方法の選定、照査に多くの時間を要している。

当取り組みでは、2次元設計データに3次元設計データを重ね合わせることで、3次元設計データにスケールを合わせた重機の3次元モデルを配置すれば、重機・施工方法の選定を可視化することができる。また、複数の照査項目を一画面で効率的に行うことが可能であるため、効率的に設計照査を行うことができる。

(4) BIM/CIMモデルを活用した効率的な監督・検査

効率的な監督・検査を行えるように、(1)で作成した品質管理情報を付与した3次元設計データに、出来形管理、写真管理、工程管理の情報も加えて一元的に管理する取り組みを実施した。(図-4)

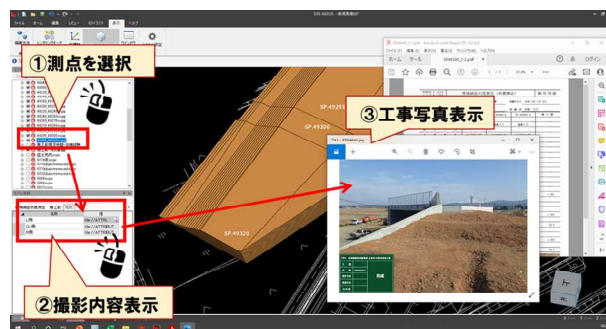


図-4 3次元設計データによる一元管理(例：写真データ付与)

一般的な拡張子(jpg, pdf, xls, docxなど)で作成された資料であれば、BIM/CIMモデルとして3次元設計データに付与できるので、下記のように様々な活用方法が考えられる。

a) 写真管理としての活用

3次元設計データに写真情報を付与することで、工事写真の撮影箇所の判別、現況及び設計と工事写真の比較が一画面で行うことができる。

さらに、本工事では写真管理の一環として着工前・完成の対比動画、施工完了までのタイムラプス動画を作成し、3次元設計データに付与して監督検査の効率化を図った。

b) 出来形管理としての活用

レーザースキャナ・UAVのICT測量機器で計測した出来形結果を、ヒートマップでとりまとめて点群データ化することで、3次元設計データに付与できるので、紙では分かりにくい細部の確認も一画面で行うことができ、簡易的且つ確実に管理することができる。

c) 工程管理としての活用

盛土各層毎に細分化した3次元設計データに時間軸を関連付けることで、各区間の各層の施工時期情報を加えることができる。プレビュー機能を使えば目に見える形で施工日・施工順序を再生表示することができ、履行状況および工程管理をする上で、より効率的となった。

4. 道路土工においてBIM/CIMを活用することによる効果と留意点について

これまでBIM/CIMといえば、鉄筋配筋の3次元設計データを作成し、照査時に活用するといった構造物主体の活用ケースが多かった。

本工事で道路土工を対象にBIM/CIMを活用することによる成果、留意点・課題について下記に述べる。

(1) 活用効果について

「3. 本工事におけるBIM/CIM取組の内容」で述べた下記4項目で取組を行った。

- ① 段階モデル確認書を活用したBIM/CIMモデルの品質確保
 - ② 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
 - ③ BIM/CIMモデルを活用した効率的な設計照査
 - ④ BIM/CIMモデルを活用した効率的な監督・検査
- 今回取り組んだ上記4項目の①、③、④の3つが管理項目の一元化から派生している。上記4項目以外にも第3者

への説明資料として活用したが、3次元設計データに管理項目を一元化して1つの画面で管理していることで、資料作成を要す際にとっても優れている。

以上のことから、道路土工においてBIM/CIMを活用することにより、管理項目を一元化することで生産性向上に寄与した。

(2) 留意点・課題について

点群データ等の容量が大きいファイルのやりとり大容量送信サービスが使用できなかったり、ブラウザ上のアプリケーションを使用できないケースが多いので、発注者側の端末セキュリティレベルの検討が今後の課題である。BIM/CIMモデルの活用においては、運用前に具体的な運用方法の協議が必要である。

5. 納品された3次元設計データの有効的な活用について

本事業の整備を進め、開通後の維持管理段階において3次元設計データを活用することで、受発注者双方の業務効率化・高度化が図られることから、BIM/CIMの継続的な活用が望ましいと考えられる。

施工時においてICT建機に反映させる3次元設計データは、表面データを用いることが多い。表面データは、LandXML1.2のSurfaceの仕様にあわせて、TIN(Triangulated Irregular Network)を表現する最小限の要素(点と面の要素)で、面的に表現する。(図-5)

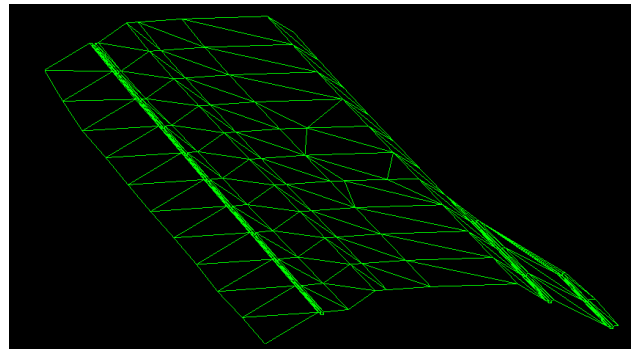


図-5 TIN (不等辺三角形の集合データ)

電子納品の際に、表面データとして納品すると、「測点」「中心線形」「カーブ要素」等の情報が無くなるため、継続工事の際に再利用することが困難である。

そこで、納品時の留意事項として、継続工事で3次元設計データを活用するために、中心線形データを紐付けて納品することも可能である。中心線形データとは、LandXML1.2のAlignmentsの仕様にあわせて平面線形と縦断線形の2つでモデル化しているものである。次年度工事発注の際には、中心線形データを使用することで、当

年度工事で作成した3次元設計データを有効活用することができる。「中心線形データ」と「表面データ」の変換は、出力時の設定に留意することで対応は簡易に可能となる。(図-6)

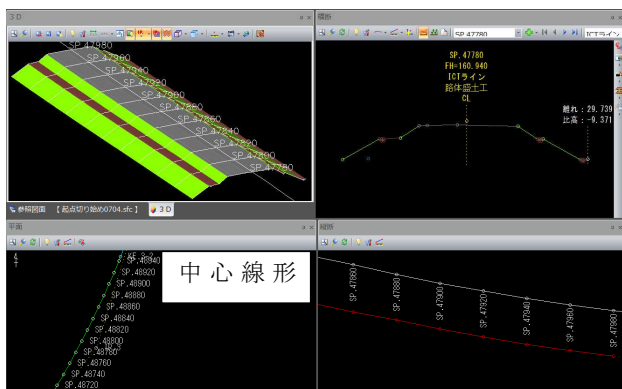


図-6 Alignment(中心線形データ保有のデータ)

今後は、事業計画段階から平面線形情報や縦断線形情報を3次元設計データ作成後に貸与させ、工事に合わせて変更し、出来形を電子納品し、維持管理にも活用する事が、本来のBIM/CIMのメリットにつながると思う。BIM/CIMでは構造物に注目が行くことが多いが、工事件数の多い道路土工において3次元設計データの使用が活発になることで、その後の施工や出来形の管理に用いることが可能となり、有効的なBIM/CIMの活用になると考える。

6. インフラDX・i-Construction先導事務所の活動報告

令和3年度、旭川道路事務所は旭川開発建設部における「インフラDX・i-Construction先導事務所」として、ICT、BIM/CIMを活用した工事の実施、遠隔臨場を活用した段階確認や工程会議を行った。今年度、ICTを活用した工事、遠隔臨場を活用した工事を表-1に示す。

ICT活用工事	11件
遠隔臨場活用工事	11件

表-1 旭川道路事務所第3工務課におけるICT・遠隔臨場実施件数

遠隔臨場の取り組みとして、「段階確認」「立会」「工事完成検査」の検査・確認時にweb会議ツールを用いて実施した。現場で検査を行う場合、旭川道路事務所から工事現場まで距離が約70km(移動時間往復で約3時間)あり、移動に多くの時間を要する。そのため、移動時間の削減や新型コロナウイルス感染対策として、人と人との接触を減らす目的で、成果が上げられた。

Masahiro Osada, Katsumi Udaka, Satoshi Minato

今年度においては、週1回Web会議ツールを活用した週間工程会議を実施した。移動時間の削減、新型コロナ対策とともに関係工事間との密な調整や、受発注者間との情報共有に成果が上げられた。

工事安全衛生協議会においても、通常では施工現場に行き、工事の安全点検を行っているところであるが、Web会議ツールを活用し、現場臨場と同様の成果が上げられた。留意点としては、主に改築工事においては、通信回線が不安定な区間が存在し、遠隔による臨場が実施できない事例があった。今後の対策としては、Wi-Fi中継機の採用など受注者と協議しながら取組むと考えている。

7. おわりに

今回、盛土工を対象としてBIM/CIM活用に取り組んだ結果、盛土の品質・出来形管理の他、施工段階における情報共有、効率的な設計照査において一元的な管理ができ、道路土工を主とした工事においても業務効率化・高度化を果たす効果が確認できた。しかしながら、今回は本事業のうち、1現場での取り組みであるため、今後各現場においてBIM/CIMを活用していくことでどのような効果が上げられるのか、引き続き生産性の向上に努めていきたいと考えている。

また、今年度においてはインフラDX・i-Construction先導事務所として、積極的なICT活用ならびに遠隔臨場の活用に取り組んだ。本報告のとおり留意点は散見されるものの、取り組みを継続し、改善・改良を念頭にさらなる生産性向上に向け取り組みを進めていきたい。

謝辞：今回の論文作成にあたっては、JCMA i-Construction認定講師の大平涼様にご協力いただきました。ここに深く感謝の意を表します。