

日高自動車道におけるICTの取組について

室蘭開発建設部 苫小牧道路事務所 第2工務課

○高橋 陽生
上杉 朗裕
瀧谷 明人

苫小牧道路事務所はi-Constructionを推進する先導事務所に位置づけられており、少子高齢化の進展により、建設業界における担い手不足の深刻化等に対応するため、建設現場の生産性の向上等について推進している。高規格道路である日高自動車道においてICTを活用した生産性向上の取組を実施しており、本稿ではICT活用工事の取組事例やICTの取組を通しての気づき等について報告する。

キーワード：ICT、生産性向上

1. はじめに

近年、建設事業を取り巻く環境は、高齢化、人口減少、公共インフラの老朽化、気候変動等、様々な要因により大きく変化している。これらの変化に素早く柔軟に対応するため、i-Constructionでは、ICTの全面的な活用、全体最適の導入、施工時期の平準化を苫小牧道路事務所のトップランナー施策として全ての建設現場へ取組を進めている。

(1) 日高自動車道について

日高自動車道は、図-1に示すように苫小牧市を起点に、浦河町に至る高規格道路である。北海道縦貫自動車道の苫小牧東インターチェンジに接続し、現在4つの市町に7つのインターチェンジを設け、日高厚賀インターチェンジまでの約60kmを利用できる。

現在、厚賀静内道路という約16kmの区間で工事を進めており、令和7年度に(仮称)新冠インターチェンジまでの約9kmの部分開通を予定している。ここで5つめの町に日高自動車道が到達する。さらに厚賀静内道路の先、静内三石道路の静内-東静内間8kmでは、調査、測量、設計を進めている。どちらの道路も完成2車線、設計速度80km/hで整備している。

(2) 厚賀静内道路事業の特徴

この事業は、総幅員13.5mの完成2車線、延長約16kmの道路である。丘陵地と沢地形、馬の牧場が広がる平地を通過し、橋梁8橋、トンネル2本を含む構造物延長比率が約4割を占める。工事は構造物を先行し、ICTを活用して進めた。

(3) 北海道開発局の取組

令和3年8月、小樽開発建設部のモデル事務所のノウハウを全道的に展開するために、北海道開発局インフラDX・i-Construction先導事務所を設置している。苫小牧道路事務所はその先導事務所の一つであり、地域の業者(工事・業務)の多様なデジタル技術の活用促進をサポートしている。



図-1 日高自動車道の全体図

2. ICT活用工事の取組

活用のシーンとして、測量・準備、設計・協議、施工、施工後の維持管理、各段階で展開している。1段目の準備段階では、ドローンによる点群取得、既存の点群の活用、既存の3次元モデルの活用を行う。2段目の施工前段階では、交差点の視認性の確認、土量の確認協議、施工ステップの確認を行う。3段目の施工段階では、ICT施工、施工後の土量の把握を行う。4段目の施工後の維持管理段階では、地下埋設物の可視化を行う。これらに取り組んだ。（図-2参照）

(1) 準備段階：『起工測量から3次元モデル作成』

ドローンにより地上の撮影を行い、撮影画像の位置補正のため地表に置いたターゲットも撮影する。ドローンの飛行は自動飛行も可能であり、左右に撮影を行いながら前進するが、前後に撮影を行うこともある。

飛行ルートは、撮影した写真が重なるよう設定し、精度を確保する。進行方向の重なり具合をオーバーラップ、並び方向をサイドラップと呼び、規定されている。取得した点群データと重ね合わせた3次元モデルを工事の基礎として、土量の算出や施工計画、安全対策の検討に活用する。関係機関や住民説明にも活用でき、合意形成の円滑化に寄与する。（図-3参照）

(2) 準備段階：『構造物の出来上がり確認』

トンネル坑口に施工する積みブロックの3次元モデルを、前年度取得した出来形点群データにCIMPHONY Plus（福井コンピュータ、以下福井C）上で重ね合わせることで、完成形を確認したものである。これにより、取り合いの不具合や新たに検討を加える必要がないかを確認できる。（図-4参照）

(3) 準備段階の『引継ぎデータによる構造物位置の確認』

図-5は（仮称）新冠インターチェンジであるが、前年度各工事で作成した構造物の3次元モデルがクラウドに保存されており、そのデータを利用し、重ね合わせたものである。

本線部分の2つのボックスカルバートと1つの橋台、ランプを含む土工部分の3次元モデルを航空写真に重ね合わせたものが左側、点群データに重ね合わせたものが右側の図である。過年度の工事および業務で保存されたデータを重ね合わせて有効に活用している。（図-5参照）

(4) 準備段階の『交差点部の視認性確認』

図-6は（仮称）新冠インターチェンジのランプが接続される国道交差点で、標識柱の位置関係や信号柱の視認性を走行シミュレーションにて確認したものである。（図-6参照）



図-2 各フェーズの活用シーン



図-3 ドローンによる現況データ取得と土工モデル確認



図-4 現況データと構造物の配置確認



図-5 前年度作成の3次元モデルを活用し構造物位置確認

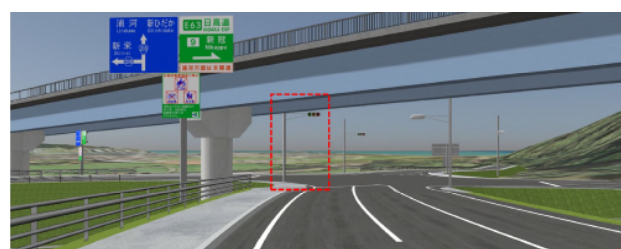


図-6 交差点部の視認性確認

(5) 施工前段階の『施工管理での活用』

図-7は起工測量で取得した点群データと3次元モデルを重ねて土量を算出している。白い部分が点群データで、オレンジの線が設計断面である。3次元モデルを作成するには設計の縦・横断面図のデータを用いる。通常、設計断面は20m間隔であるが、断面同士の間が直線で結ばれるため、縦・横断的に道路の線形が変化する際には、その再現性が劣る。そのため、細かく断面を追加して3次元モデルを作成する必要がある。

右下の図では、点群データと3次元モデルとの高さ関係から盛土、切土を表している。点群データより上に3次元モデルがある場合は赤色系の盛土、下ならば青色系の切土となる。左下の図は、その色系のヒートマップを点群専用ソフトのTREND-POINT（福井C）により描いたものである。したがって、差引きを行えば、切土量や盛土量が算出される。（図-7参照）

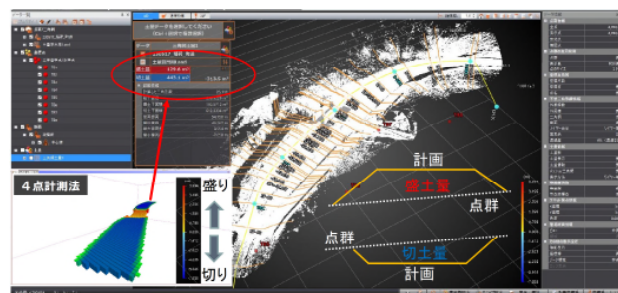


図-7 点群専用ソフトを介し、工事土量を確認



図-8 高所作業の安全教育（動画活用）

(6) 施工前段階の『リスクに関するシミュレーション』

図-8は周辺の状況を取得した点群データと3次元モデルの時間変化によるステップを重ね合わせることで、施工が進む高所作業の手順を動画により確認し、安全教育に用いたものである。（図-8参照）

(7) 施工前段階の『4Dモデル施工ステップの確認』

図-9は橋梁工事の進捗をステップで確認したものである。クラウドを利用することで受注者負担がないCIMPHONY Plusのタイムテーブル機能を利用している。（図-9参照）

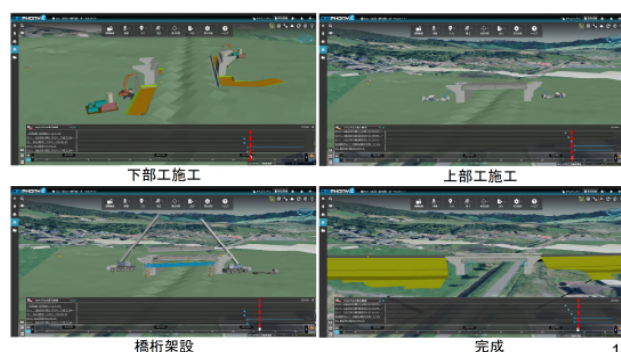


図-9 橋梁の施工手順確認（クラウド活用）

(8) 施工段階：『3次元施工用データによる自動制御施工』

3次元設計データから作成した3次元施工用データを建機に入力し、マシンコントロールによる自動制御施工で掘削および法面整形を行うことで、手間のかかる丁張の設置が不要となる。（図-10参照）

(9) 施工段階：『掘削及び法面整形、盛土層状・締固め』

図-11は、掘削法面整形、盛土の敷き均しと締固めの様子である。図-11上のバックホウによる掘削および法面整形は、マシンガイダンスによる施工で、3次元施工用データを建機に入力し、表示される設計断面とバケットの位置関係をオペレーターが把握して建機操作を行っている。図-11右下のブルドーザーによる盛土敷き均しは、マシンコントロールによる施工で、設計断面と排土板の位置関係を建機が把握し、自動で排土板が制御される。図-11左下は、場所ごとのロードローラーの走行回数を把握することで、過転圧や転圧不足を防ぐことができるものである。（図-11参照）

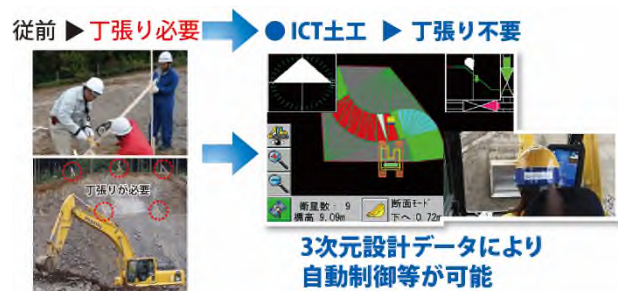


図-10 ICT土工による丁張の省略



図-11 施工工事の自動化

(10) 施工段階の『施工管理での活用』

CIMPHONY Plus（福井C）は、3次元点群データや3次元モデルの計画データを使用して、現場の進捗確認や分析を行うクラウドサービスである。この中で、差分機能は特に以下の点で役立つ。

計測データ間の比較：現況データと設計データを比較し、差分土量を算出することができる。これにより、工事の進捗状況を正確に把握できる。

断面抽出：断面形状を抽出し、現状と設計との違いを視覚的に確認することができる。

進捗確認：差分土量計測により、工事の進捗を定量的に評価することが可能である。

これらの機能により、CIMPHONY Plusは現場の「見える化」を実現し、効率的な工事管理をサポートすることができる。

起工測量の点群データと出来形での点群データを重ね合わせ、その差分から土量を算出する。受注者負担がないクラウドで点群差分機能を利用することができる。主に現場の出来形確認に用いられる。（図-12参照）



図-12 橋梁の施工手順確認（クラウド活用）

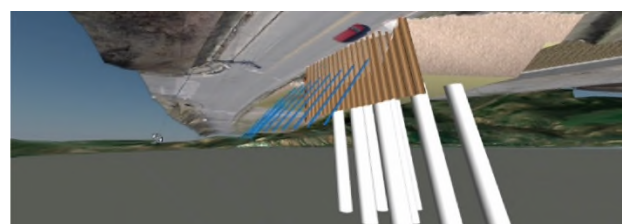


図-13 仮設工事時点の不可視部分（地下埋設）の確認

(11) 施工後の維持管理段階：『地下埋設物の可視化』

杭頭の偏心の点群データを取得し、橋台施工後の状態を3次元モデル化することで、施工管理とともに維持管理に引き継ぎ活用ができるものである。（図-13参照）

3. ICTを活用による時間短縮効果

ここでは2つの工事を取り上げ、起工測量、掘削、盛土敷き均し、盛土転圧、法面整形においてICTを活用したことで得られた日数の削減効果を表している。

電子納品に至るまでの一連の作業において、29%（75日減）、25%（54日減）の効果があつた。

ICTを活用することで、起工測量、数量算出や図面作成、丁張りの設置、施工および施工管理といった作業全体にわたって削減効果を得られた。（図-14参照）

4. まとめ

最後に、これまでの現場施工を通して施工者から聞かれた声を「気づき」として課題を表し、それらが現在どうなっているのかをまとめる。

実施体制の充実：人材育成に力を入れているものの、データの処理が外注頼りであればノウハウが蓄積されない。デジタル人材の確保は、今後も課題である。

ソフトウェアへの改善要望：様々なBIM/CIM対応ソフトがあり、受注者すべてが実装するのは難しく、サポート体制が必要である。

データ連携への改善要望：クラウド利用によるデータの一元管理は、工期短縮、安全性・品質の向上につながった。ICTデータの連携が簡略化されると、多方面での活用も可能となる。

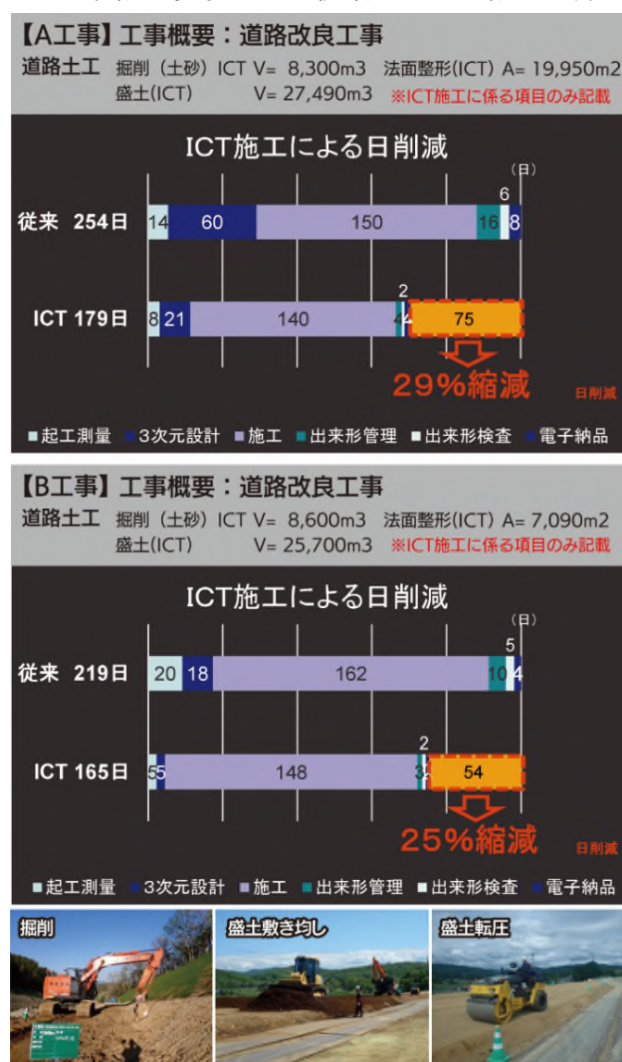


図-14 ICT活用による作業日数削減効果

実施体制の充実：北海道開発局では、ICT・BIM/CIM
アドバイザー制度という取組を行っており、

【分野】①3次元測量

- ②3次元設計データ作成
- ③ICT建設機械による施工
- ④3次元出来形管理
- ⑤総合マネジメント
- ⑥BIM/CIM
- ⑦デジタル技術を活用した監督・検査
- ⑧無人化施工

以上の8つの分野におけるアドバイザーを公募、登録し名簿を公表することで、発注機関や地元企業がアドバイザーを選んで支援を受けられる。令和6年度から支援を受ける費用を原則無償として展開しており、より支援が受けやすくなっている。

データ連携の改善要望：苫小牧道路事務所では、受注者要望に基づき令和4年からクラウド（希望する受注者は無償で利用可）によるBIM/CIMの取組をサポートする場を提供している。（図-15参照）

なお、以上の取組は、第705回建設技術講習会において紹介したものである。

この講習会は、国土交通省や地方公共団体の建設技術関係者が集まり、技術水準の向上や公共事業の円滑な推進を目的としている。視察先は高規格道路日高自動車道であり、令和6年9月6日（金）に開催された。参加者は約200人程度の参加があり、大型バス5台で移動した。この講習会を通じて、北海道開発局の取組み、日高自動車道における最新の建設技術や取組事例を紹介させていただいた。（図-16参照）

5. 今後の取組み

維持管理における地下埋設物の出来形の引き渡しについては、従来であれば、試掘を行って確認しながら、数度に渡る試掘調査により位置を特定していた。

また、設計時には把握できない干渉チェックの不足などから、実際の設置位置と相違するケースが多々あった。こうしたことから、例えば、日々の工事で管路を埋設する前にスマホなどを利用して点群データを取得することで、実際に設置された位置を簡易に維持管理に引き継ぐことが可能である。

このような簡易的なデータ取得を活用し、必要な情報を必要な分だけ効率的に取得する技術を随時利用していきたいと考えている。なお、ドローンを使用する場合には、撮影の効率性を考慮し、まとまった延長で取得した位置情報に簡易的に取得した情報を組み合わせて維持管理に引継ぐことが可能である。これにより、すべてをドローン撮影する場合に比べて、埋め戻しされずに長期間掘削したままの状況を持たなくても済むという利点がある。（図-17参照）



図-15 苫小牧道路事務所で運用したクラウドの概要

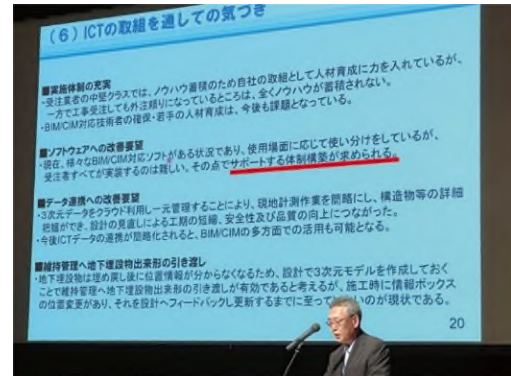


図-16 建設技術講習会での日高自動車道の取組紹介状況

今後の維持管理へ引継ぎとして、現場施工状況に合わせた埋設物(出来形)の位置情報取得方法を模索。

●従前の埋設物管理 ▶ 試掘必要



●将来の埋設物管理 ▶ 試掘不要



図-17 今後の維持管理へ向けたデータ取得シーン

謝辞：本論文執筆にあたり、多くの皆様にご意見とご協力を賜りました。この場をお借りして感謝申し上げます。