

第67回(2023年度) 北海道開発技術研究発表会論文

# 倶知安余市道路におけるi-Constructionの取組み について

## —3次元データを活用した建設現場の生産性向上—

小樽開発建設部 小樽道路事務所 第1工務課 ○徳谷 祐輝  
鎌田 将慶  
池田 志樹

少子高齢化の進展により、建設業界における担い手不足が深刻化する中、国土交通省では建設現場の生産性の向上をはかるため、i-Constructionを推進している。小樽開発建設部は平成31年3月にi-Constructionモデル事務所に指定されており、3次元情報活用モデル事業である倶知安余市道路において、ICTを活用した生産性向上の取組みを推進してきた。本論文では、今年度行われている3Dデータ活用の取組みについて、その効果や課題を報告する。

キーワード：i-Construction、3次元データ、施工進捗管理

### 1. はじめに

「倶知安余市道路」は、北海道開発局小樽開発建設部が整備を進めている道路事業の一つで、虻田郡倶知安町から余市郡余市町までを結ぶ、延長39.1kmの高規格道路である(図-1)。本道路の整備により、札幌方面からニセコ方面までの所要時間が短縮され、観光振興による地域活性化、救急搬送の速達性向上、災害時における代替路機能の強化、道路交通の安全性向上、農産品等の輸送安定性向上などの効果が見込まれている。

小樽開発建設部は平成31年3月に、3次元データ等を活用した取組みをリードする「i-Construction モデル事務所」(全国で13箇所)に選定されており、建設中の高規

格道路である倶知安余市道路が3次元情報活用モデル事業となっていることから、当事業では3次元データの活用やICT施工等の新技術の導入に積極的に取り組んでいる。本稿は、この「倶知安余市道路」事業の現場において行われている、3次元データを活用した生産性向上のための取組みについて報告するものである。

### 2. ICT技術活用による生産性向上の意義と必要性

取組み事例の紹介に先立ち、今回の取組みの背景にある、建設現場におけるICT技術の活用の意義や目的について整理する。

我が国では少子高齢化および人口減少が急速に進行している。特に15歳から64歳までの生産年齢人口については、2021年から2050年までの30年で29.2%減少することが見込まれており、労働力の不足、国内需要の減少による経済規模の縮小など様々な社会的・経済的課題の深刻化が懸念される<sup>1)</sup>。

建設業界においても担い手不足の問題は深刻化することが予想され、生産性の向上が急務となっている。こうした社会的背景のもと、国土交通省は平成28年を「生産性革命元年」と位置づけ、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて抜本的に生産性を向上させるi-Constructionを、重要な施策の一つとして推し進めているところである<sup>2)</sup>。

この一例として、ICT建機を用いたICT土工は、現在多くの工事現場において実施されている。3次元設計データと衛星通信による位置情報を用いて、オペレーター



図-1 倶知安余市道路 位置図

の操作をサポートするマシンガイダンス（MG）や、自動で操縦までを行うマシンコントロール（MC）などの技術が導入されており、丁張り等の作業が不要となったり、経験の少ない若手のオペレーターでも施工品質を確保することができる。これにより、施工期間の短縮や作業員の安全性確保、人手不足の解消等の効果を見込むことができる。平成28年度の国土交通省の資料において、ICT土工の実施によって、通常の施工と比較して平均26.1%の作業期間短縮効果があったことが報告されている<sup>3)</sup>。

この他にも、3次元設計（BIM/CIM）の活用により、施工現場で支障になるものがないかの事前確認や、作業員への作業内容の伝達を容易にすること、プレキャスト製品を用いて現地での施工期間を短縮することなど、生産性向上に向けた様々な取組みが建設現場において行われているところである。

本稿において紹介する取組みは、受発注者間ならびに各受注者間の調整業務の効率化をめざして行われたものであり、i-Construction施策の目的である、「あらゆる建設生産プロセスにおける抜本的生産性向上」に資する取組みであることを念頭に一読いただきたい。

### 3. 余市ICにおける施工進捗管理・共有の事例

#### (1) 現場の概要

本稿では、現在小樽開発建設部において建設中である倶知安余市道路のうち、余市IC周辺の工区における取組みを紹介する。令和5年現在、倶知安余市道路のうち、仁木IC（仮称）から余市ICまでの3.3kmの区間が令和6年度に供用予定となっており、当現場はこの区間内に位置している(図-2, 3)。なお、余市ICから小樽方面へは、平成30年に後志自動車道（NEXCO東日本が建設）として開通済みであり、倶知安余市道路は後志自動車道の余市ICに接続することになっている。本稿において取り上げる余市ICは、後志自動車道の余市ICから約1km倶知安寄りの位置に、倶知安方面へのONランプ（Aランプ）と倶知安方面からのOFFランプ（Dランプ）のみのハーフインターとして新設されるものであり、同一のIC名称でありながら、1kmほど離れた位置となる。したがって、混同を防ぐため、本稿では単に「余市IC」と記載する場合は新設される倶知安余市道路の余市ICを指すこととし、NEXCO側の余市ICについては「余市IC（NEXCO）」と表記する。

令和6年度供用予定である仁木IC（仮称）から余市ICまでの区間は、令和5年度現在、供用に向けて鋭意施工を進めているところである。このうち、余市IC付近の工区では、令和5年4月時点ではボックスカルバートや道路土工20万m<sup>3</sup>以上（切土・盛土の合計）等が未施工であり、

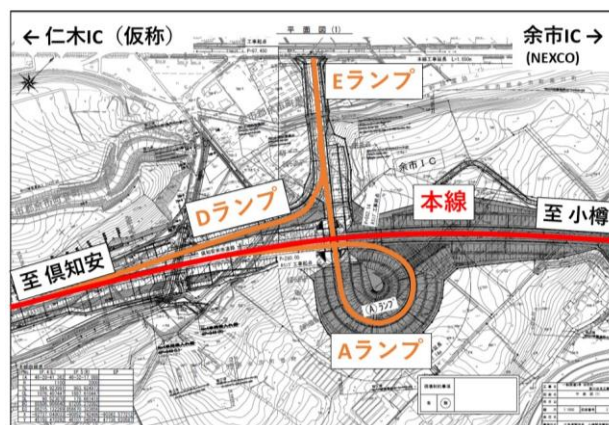


図-2 余市IC 平面図



図-3 余市IC 航空写真（R5.9.29撮影）

令和6年度供用予定区間内で最も残工事量が多い工区であった。そのため、この余市IC付近の工区が供用に向けた施工スケジュールのクリティカルパスであった。

この工区で令和5年度に実施している工事は改良工事5本と舗装工事1本である。最初に改良工事で道路土工（掘削約115,000m<sup>3</sup>、盛土約97,000m<sup>3</sup>）やボックスカルバート設置を行い、次に後発の改良工事、舗装工事に引き渡して下層路盤、舗装工の施工を行うという流れで実施している。工事の受注者はそれぞれ異なり、掘削による発生土を別工事の盛土現場へ運搬するという、工事を跨いだ土砂流用が多く発生する現場であることから、土配計画が複雑になることが予想された。また、掘削・盛土の進捗状況によって後発工事への引き渡し時期が変動したり、舗装施工時期により工事で使用できる出入口が変わったりする等、円滑な工事实施のために様々な調整が必要とされた。

#### (2) 当現場におけるICT活用の取組み

##### a) 全体概要

先述の状況を踏まえ、小樽道路事務所では施工進捗管理や情報共有の円滑化を目的として、コマツカスタマー

サポート株式会社が提供するSmart Construction Dashboard（以下、SCダッシュボード）という3次元測量データを用いた出来高管理システムを試行的に導入した。

このシステムは、3次元点群データをクラウド型のプラットフォームに登録することで、設計データとの比較や進捗状況の数値化、可視化等ができるものである。ブラウザ上で表示や編集を行うことが可能であるため、処理能力の高いPCを導入したり、専用ソフトを個別にインストールしたりする必要がなく、比較的容易に導入をすることができる。

当現場では、同工区における工事の受注者の一つである協成建設工業株式会社が余市IC周辺地域の3次元測量やデータ整備を一括して行い、そのデータを発注者や他の受注者に共有するという形でSCダッシュボードを活用している。測量は空中写真測量（UAV）を用い、原則として毎週金曜日の朝にドローンを飛行させ、空撮画像をSfM処理することにより3次元点群データを取得している。

取得したデータはSCダッシュボード上で蓄積され、発注者および各受注者は割り振られたアカウントを用いてデータにアクセスし、各工事における1週間の作業進捗や、全体の中での進捗率などを数値化、可視化して見ることができるになっている。

なお、今回SCダッシュボードで利用する3次元点群データは、あくまで出来高管理を目的としたデータであるため、出来形管理で求められるような高い測定精度（計測性能：地上画素寸法10mm/画素以内、測定精度：鉛直・水平方向±50mm以内<sup>4)</sup>）は必要ないと判断し、等対地高度撮影を行うことで測定精度を担保しつつ、撮影する画像枚数を減らして処理データ量の縮減をはかっている（地上画素寸法19.3mm/画素に設定）。これにより、ドローンの飛行から3時間程度でデータ処理が完了し、SCダッシュボードへのデータの反映が可能となっている。

今回の導入範囲は、余市IC周辺の本線900mおよびAランプ455m、Dランプ448m、Eランプ144mの区間であり、対象エリアの面積は約74,000㎡である。SCダッシュボードの導入により、工事現場の施工状況を一括で管理することで、道路土工の施工速度や土砂の搬入、搬出などの調整に活用している。

#### b) SCダッシュボードの主な機能

SCダッシュボードでは、設計データ、計測データ、航空写真（オルソ画像）等、システムに取り込んだデータが3D空間上に表示される。工事着手前の地盤線と、施工中毎週計測している施工ラインのデータ、設計データを重ねて表示することができる。各時点における土量は自動で計算され、計測時点までの施工量および残施工量、進捗率などを自動で算出、表示するほか、地点ごとの進捗率を色分けして表示することができる（図-4）。

また、道路中心線上の縦断ラインや、各測点における



図-4 進捗率の色分け表示の例



図-5 施工断面表示の例



図-6 施工進捗のグラフ（掘削、盛土）

横断ラインに沿って、施工前、各計測時点、設計図面など、段階ごとの断面を表示することで、各地点の進捗状況を可視化することが可能である（図-5）。

さらに、全体および工事ごとの施工数量の時間的推移をグラフ化することができるため、施工完了時期を想定しやすくなる（図-6）。

## 4. 施工進捗管理・共有システム導入による効果

SCダッシュボードを用いた施工進捗管理・共有システムの導入によって得られた効果について、主に生産性向上、業務の負担軽減という観点から検証する。

## (1) 発注者のメリット

システム導入による最も大きなメリットは、2章において述べた通り、発注者である小樽道路事務所と各受注者との間の調整業務が効率化される点である。

当現場においては、土砂の仮置きができるスペースが限られており、掘削による発生土量と盛土による使用土量を概ね一致させる必要があること、不良土改良や転石のふり分けなどが必要で、日当り施工量に制約があること、複数工事間で複雑な土砂のやりとりが発生することなど、制約条件が多いため、円滑な工事進捗のためには、発注者側は施工量を的確に把握し、定期的に土砂運搬計画を検討し、受注者へ施工速度や土砂搬出入先を的確に指示することが求められた。

発注者は受注者からの情報をもとに工事の進捗状況を把握することになるが、従来受注者からの定期的な進捗報告手段は週間行程表での工種別、金額ベースの出来高報告のみであり、日々の施工数量そのものが定期的に報告される枠組みはなかった。また、受注者は、高頻度で測量を行っていたのは時間と手間がかかり過ぎてしまうため、一般的には土砂運搬のダンプ台数をベースに日々の施工数量を推計するが、これは誤差が大きく正確性に欠ける面がある。今回のように工事を跨いだ土砂流用が多い現場の場合、掘削工事と盛土工事で把握している土量が合わなくなる場合もあり、受注者間のトラブルの原因になる可能性もある。このように、従来の手法では、発注者が複雑な土配計画を立てるために必要な情報を入手する手段が乏しかった。

従来の手法と比べて、施工進捗管理・共有システムの導入による具体的なメリットとして以下の3点が挙げられる。

### a) 現場状況把握の精度向上と時間短縮

SCダッシュボード上で、施工箇所毎に最新の施工ラインや直近の施工量、進捗率などを容易に、正確に把握することができるようになった。従来は現場を見に行かなければわからなかったような情報を事務所にいながら把握することができるため、業務時間を短縮する効果もあった。

### b) 土配会議の効率化

土配計画の検討について、小樽道路事務所では定期的に道路土工を実施する受注者の現場代理人を事務所に集め、土配会議を行っていた。先述の通り、土配計画の検討の際には非常に細かい調整を要する状況であったが、SCダッシュボードによって進捗状況や見通しが一目でわかるようになったことで、情報共有が容易となり、会議時間が短縮された。

### c) 後発工事との調整、指示の効率化

道路土工の完了後は、すぐに後発の路盤工事や舗装工事へ引き渡すことになっており、完了時期の見通しを立てやすくなったことで、後発工事の受注者へ早い段階から指示を出すことができるようになった。

このように、発注者側は業務の手間や時間を大きく短縮することができるほか、現場に行かずとも日々の進捗を具体的にイメージしやすくなることで、監督業務を円滑に実施することができるようになる効果があった。この結果として、当現場では遅滞なく道路土工の施工を完了することができた。

## (2) 受注者のメリット

受注者にとってどのようなメリットがあったか、聞き取りを行った結果、①施工実績把握の手間削減、②発注者への進捗報告の円滑化、の2点が挙げられた。

①について、今回は代表してICT関連の部署を持ち、ICT関連技術に精通した技術者がいる協成建設工業株式会社が、複数工事の工事範囲の設計データ作成、測量などを一括して行った。毎週の測量時には、ドローン飛行時間で約30分、データ処理で約3時間程度（うち、データ補正などの実作業は平均約1時間）を要していたが、一括して実施することにより、各事業者で個別におこなう場合と比べてトータルでの作業時間を短縮している。

②について、発注者への施工状況の報告にあたり、従来では数量の集計や写真の撮影などの報告用資料準備の手間があったが、これらが必要なくなることによる業務削減効果が得られた。

## 5. 本取組みの課題及び留意点

4章で述べたように、発注者、受注者双方で業務効率化の効果が得られた今回の取組みであるが、一方で技術面、運用面における課題も見られた。ここでは、本取組みにおける課題や留意点について述べる。

### (1) 測量技術面での課題

今回、3次元点群データ取得にあたって使用したドローンによるUAV測量について、技術的な課題は以下の2点である。

#### a) 冬季における雪への対応

北海道をはじめとする寒冷積雪地においては、冬季には積雪によって実際の土のラインが見えなくなってしまう。積雪深を考慮した補正をかけるという方法もあるが、積雪深は必ずしも一定ではないこと（吹きだまり等）、除雪作業で積雪深が変わってしまうことを考慮すると、冬季の使用は現実的ではない。ただし、先述の通り、出来高管理の場合に要求される測定誤差範囲は、出来型計測よりも緩い（鉛直・水平方向±200mm以内<sup>9)</sup>）ため、ある程度の誤差を許容した運用をすれば、積雪20cm程度までなら対応ができるという受注者の意見もあった。積雪期における活用可否は目的に応じて現場で判断することが望ましい。

## b) データ欠損の発生

ドローンによるUAV測量では、空撮写真をもとに3次元点群データを出力するため、天候や日陰の影響でデータの欠損が生じることがある。今回は、試験的に複数の時間帯で飛行をし、欠損が最も少なくなった朝の時間帯の撮影を基本として実施したが、日によっては欠損範囲に手動でデータの補正を行う必要があったため、ドローン飛行時の天候や時間帯に留意する必要がある。また、同様に積雪時にも画像処理が難しくデータの欠損が生じやすくなるため、注意が必要である。通常の3次元起工測量や出来型計測と異なり、毎週継続的に測量を行うことから、1回当たりの手間をいかに削減するか、という省力化との兼ね合いで求める精度の水準を検討する必要がある。

## (2) 運用面での課題

今回は、ICT関連の豊富な知見を有する受注者がいたため、1社が代表して試行的な本取組みを実施することができたが、設計データのつなぎ合わせや、測量データの整理等を行えるだけの技術が求められるため、地域によってはそのような技術者が不足していることも考えられる。その場合には、発注者側で3次元データ作成を行ったり、令和6年3月より開始される北海道開発局ICT・BIM/CIMアドバイザー制度を活用する等、サポート体制を充実させることにより、小規模事業者でも同様に業務効率化の効果をを得ることができると考えられる。

## 6. 今後の展望

最後に、本取組みで用いたドローンによるUAV測量及び3次元点群データを用いた施工進捗管理・共有の技術について、今後のさらなる活用の可能性を考察する。

### (1) AIを活用した掘削・盛土施工順序の計画

今回は、SCダッシュボードで出力したデータを検討材料として、最終的な計画検討を人が行っており、検討業務の負担はまだ大きく残った。この検討部分につい

て、将来的にAIによる検討が可能になれば、さらなる業務効率化が図られる。毎週継続的に蓄積された施工量のデータや現場条件などのデータが全国的に蓄積されていけば、これらのデータをもとに、AIが掘削および盛土作業の最適な施工順序の検討、それに伴う土砂運搬計画の整理（いつ、どの工事からどの工事へ、どれだけ運搬するか）を行うことができるようになる可能性がある。

### (2) 事業全体の施工計画検討への活用

通常、土配計画は事業全体で残土、不足土とならないように整合をとる必要があり、工区、年度をまたいで全体の土配計画の最適化ができることが望ましい。今回は余市ICの工区内、単一年度内での計画検討材料としての活用にとどまったが、適用する工区、年度を拡大し、事業全体の施工計画検討にも活用されれば、一層の効率化が期待される。土砂仮置き場の確保や土砂運搬距離を考慮した最も効率的に施工するための土配計画を立てることにより、事業費の縮減効果も期待できる。将来的に、事業全体の土配計画を検討できるような水準までAI技術が発展することが前提となるが、さらなる生産性の向上が見込まれる。

謝辞：この論文を執筆するにあたり、協成建設工業株式会社の下澤様には、技術的なご指導、データの提供、質問事項への回答など、多くの力添えをいただきました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1)総務省：情報通信白書令和4年版
- 2)国土交通省：i-Construction～建設現場の生産性革命～  
<https://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>（2023-12-31 参照）
- 3)国土交通省：ICT 土工の現状分析について  
<https://www.mlit.go.jp/common/001174968.pdf>（2023-12-31 参照）
- 4)国土交通省：3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）  
<https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001612930.pdf>（2023-12-5 参照）