

北海道開発局における ICT土工の取組と効果について

国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部 釧路道路事務所 第3工務課長 こばやし たかし
小林 孝士

1. はじめに

国土交通省では、平成28年を「生産性革命元年」と位置づけ、調査・測量、設計、施工、検査及び維持管理・更新のあらゆるプロセスにICT*1を取り入れることで建設現場の生産性を向上する『i-Construction』を推進している。

本稿では、釧路開発建設部管内で最初にi-Construction対応型工事として着手した「北海道横断自動車道釧路市湯波内西改良工事」におけるICTを活用した土工の概要について紹介する。

2. 工事概要

北海道横断自動車道は、黒松内町を起点として、小樽市、夕張市、清水町、本別町等を経由し、根室市・網走市へ至る延長約694kmの高速自動車国道である。このうち道東自動車道本別～釧路間は、本別ICから釧路西ICに至る延長65kmの事業である。

高速ネットワークの拡充により釧路圏と道央・十勝・オホーツク圏の連絡機能の強化を図り、地域間交流の活性化及び物流の効率化等の支援を目的として整備が進められ、平成28年3月に阿寒



図-1 位置図



図-2 工事箇所図

ICまで供用している。湯波内西改良工事は阿寒IC～釧路西IC間に位置し、釧路開発建設部管内で最も早くICTを全面的に活用した（ICT土工）工事である（図-1、2）。

【工事概要】

工 事 名：北海道横断自動車道 釧路市
湯波内西改良工事
工事箇所：北海道釧路市桜田
工 期：自)平成28年3月22日
至)平成29年3月7日
受 注 者：白崎建設(株)
工事延長：L=520m
工事内容：切土工V=70,000m³,盛土工V=52,000m³,
その他排水構造土工,道路付属物工等

元地形データ及び3次元設計データの作成を行い、ICT建機による丁張り不要の土工を実施している。

(1) ICT土工の概要

ICTを活用した土工工事の流れは図-3に示すとおり、①UAV^{※2}による起工測量、②3次元地形データ(点群データ)・3次元設計データの作成、③ICT建機データ登録・施工、④出来形測定(UAV)の順で行われる。

本工事では、図-4、5に示す範囲において、掘削土を盛土材料に流用し、掘削工、法面工、路体盛土工においてICT土工を行っている。起工測量はドローンによる航空写真測量で実施し、3次

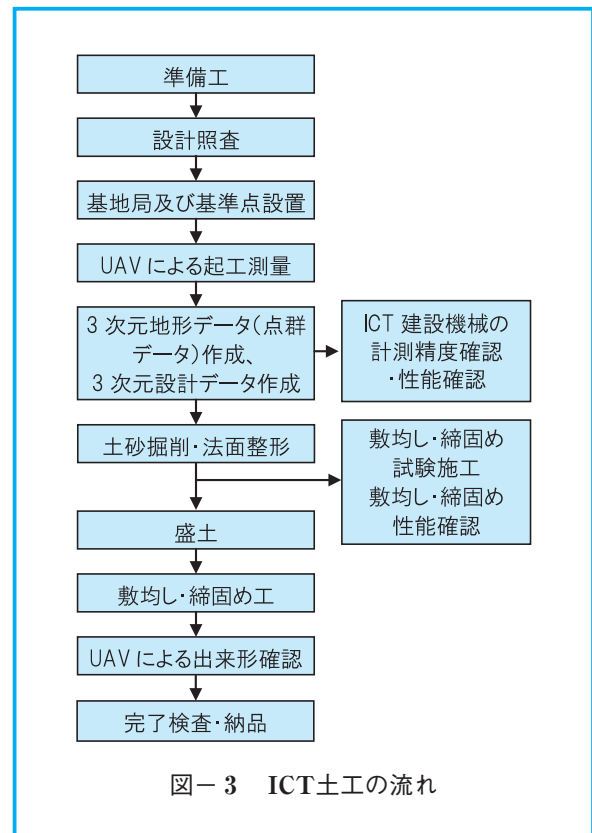


図-3 ICT土工の流れ

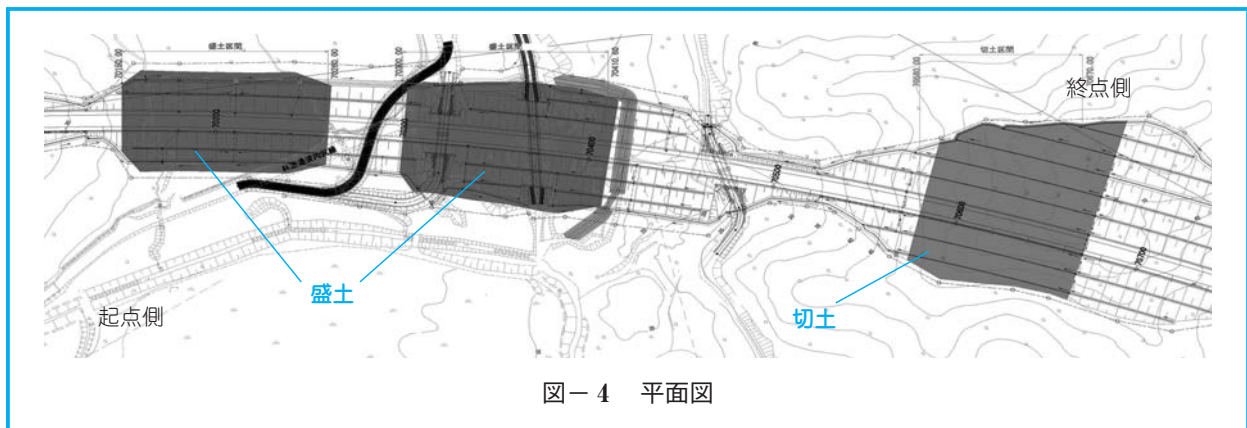


図-4 平面図

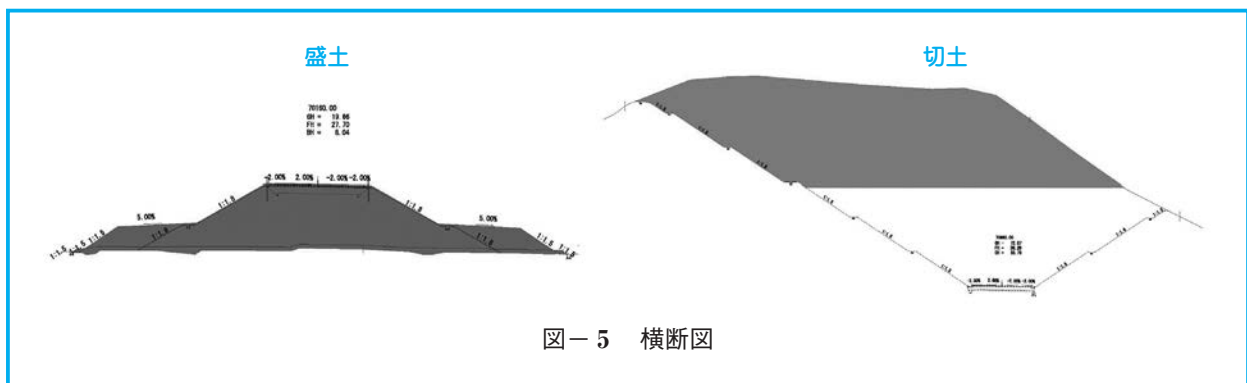


図-5 横断面

3. 測量・施工計画

UAVによる空中写真測量は、飛行経路をi-Construction基準の進行方向90%及び横方向60%のオーバーラップ率となるように計画した。次に、計画した飛行（測量）範囲の外周及び内側に標定点及び検証点を設置した。UAVの飛行は設定した飛行経路及び高度に従って自動航行されるため、オペレーターは基本的に離着陸の操作を行うのみである（図-6、写真-1）。

本工事では、立木伐採を前年度に行っていたため、UAVによる空撮は支障なく実施することができた。UAVを用いた測量とすることで、従来の作業では20m間隔で丁張りを設けて12日間を要するところ、約2時間で完了した。また、UAVで撮影した写真をもとに専用ソフトを用いて点群データを作成し、3次元図面を作成するまでの期間をあわせても3日で完了した（写真-2）。

4. 測量データ処理・地形データ作成

空中写真測量において撮影した写真を合成処理した画像をオルソ画像といい、この画像を点群処理ソフトウェアで点群化した。作成された点群データには草等の不要点（ノイズ）が発生するため、これを除去処理した。取得した点群データ全てを使用するとデータ処理に伴う負荷が著しく増大するため、代表点を抽出して点群密度を減少させた（起工測量時データ密度:0.25m²当たり1点以上）。

抽出した代表点による点群データの各点を三角形で結び、面の集合体を作成した。これをTIN^{*3}データといい、このTINデータを変換して3DCADへ移行し現況地形データとした（図-7）。

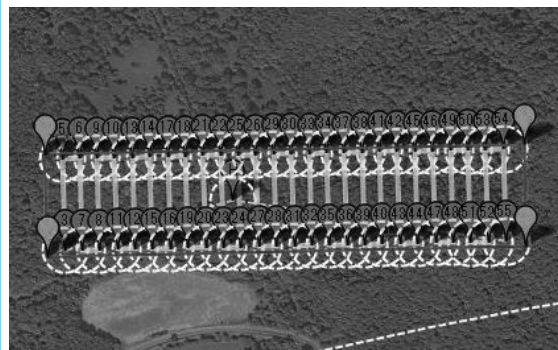


図-6 飛行経路計画（左側が起点）



写真-1 UAV（ドローン）による施工前の測量



写真-2 着工前（奥が起点側）

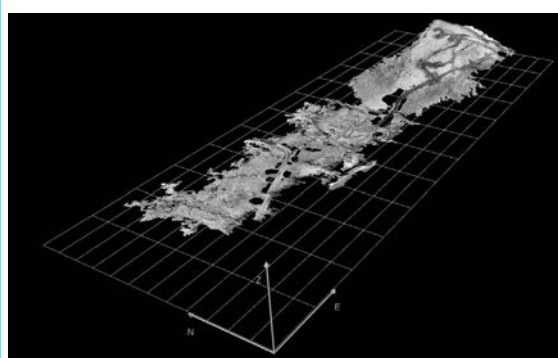


図-7 点群処理（ノイズ除去後）イメージ

5. 設計データ作成

本工事では、発注時の設計図は従来の2次元図面であり、3D化する必要があった。3Dモデル作成には測量用ソフトウェアを使用し、平面線形・縦断線形・横断形状から3次元設計形状データ(TIN)を作成・変換して3D CADデータへ移行した。作成された現況地形データと設計形状データを重ねると3Dモデルが完成する(図-8)。

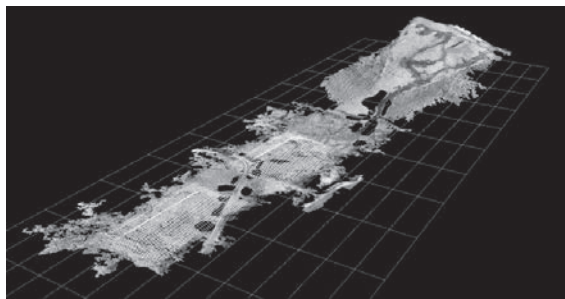


図-8 3Dモデル (TINデータ)

6. ICT建機データ登録・施工

作成された設計データ及び施工データをICT建機に登録することで、建機内のモニターに設計面が表示される。本工事で使用しているICT建機は、バックホウ0.8m³級1台、ブルドーザ8t級1台である。いずれも、設計面に対して建機の動きを制御するMC(マシンコントロール)システムを搭載しており、法面整形等における丁張りの設置が不要となっている。

ICT建機のレンタル料金は、従来の機械と比べて高くなっている。しかし、建機が自動で施工基面までの高さ調整を行うため、熟練のオペレータでなくとも迅速かつ正確に作業を進められる。また、仕上げ作業時の手元作業員が不要となり、建

機と接触する危険性が大幅に軽減されている(写真-3, 4, 5)。

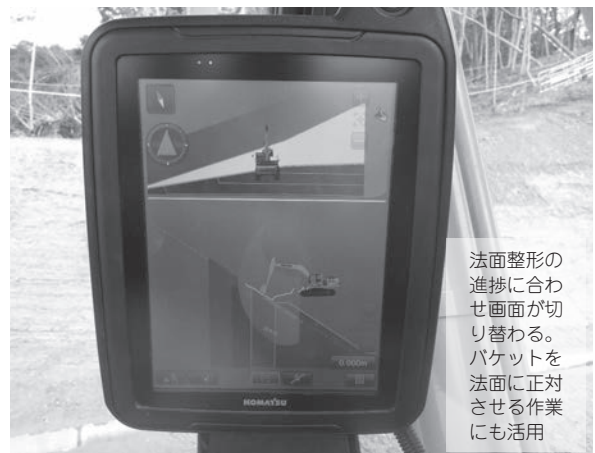


右下が完成法面。
ICT建機で掘削と
法面整形を実施

写真-3 ICT土工施工中



写真-4 ICTバックホウ法面整形状況



法面整形の
進捗に合わせ
画面が切り替
わる。バケッ
トを法面に正
対させる作業
にも活用

写真-5 ICTバックホウ内のタッチパネル画面

7. 出来形管理・検査・納品

ICT土工では、3次元の図面が完成図となる。

図-9に示す出来形合否判定総括表のとおり、3次元設計データと出来形計測データから、設計面と出来形面との標高差を色分けして可視化したヒートマップにより出来形の良否を確認することができる。

現場検査における出来形確認は、従来は最低でも2断面の測定が必要であったが、GNSS^{*4}ローバーを使うことで任意の点の高さを瞬時に確認でき、確認作業も1人で行うことができる。これらにより検査及び納品において省力化が図られる(写真-6、図-9)。



写真-6 GNSSローバーによる出来形確認

8. ICT土工の効果と課題

土工におけるICT活用の効果としては、起工測量におけるUAVの使用による現地作業時間の短縮、3次元データによる作図及び数量計算の手間削減が挙げられる。施工においては日々の丁張り設置手間の削減と、建機単独での作業が実現されたことによる作業日数の短縮が挙げられる。

本工事では、施工の中間段階の実績から試算したところ、表-1に示すとおり、従来施工に比べ

表-1 従来施工とICT土工の施工日数(試算)

		従来施工	ICT土工
測量		12日	3日
施工	土砂掘削	140日	117日
	法面整形	16日	12日
検査・書類作成		12日	8日
合計		180日	140日

出来形合否判定総括表(イメージ)

工種		道路土工		測点
種別	平場	測定箇所	掘削	合否判定結果
標高交差	測定項目	規格値	判定	出来形管理図(ヒートマップ)
	平均値	-1mm ±50mm		
	最大値(差)	1,366mm ±150mm	異常値有	
	最小値(差)	-438mm ±150mm	異常値有	
	データ数	28,049	1点/m ² 以上 (7,029点以上)	
	評価面積	7,029.04m ²		
ばらつき	棄却点数	189	0.3%未満 (85点以下)	
	規格値の±80%以内のデータ数	26,986		
	規格値の±50%以内のデータ数	25,487		

図-9 出来形合否判定総括表(イメージ)

てICT土工の方が、測量、施工、検査・書類作成において施工日数が短縮され、合わせて40日の短縮が見込まれている。

ICT土工では、3次元設計データ通りに自動制御されたICT建機を操作することで、若手のオペレータでも熟練のオペレータと同等の施工精度が期待でき、より均一な品質の確保が可能となる。本工事では、免許を取得して間もない若手オペレータがMCシステムが搭載されているブルドーザの操作を行っている。

土量については、面的に取得したデータから容易に算出することができる。また、日々の施工において土工量がデータとして記録できるため施工管理がしやすくなる。

一方、課題としては、冬期の積雪があるときの出来形確認・検査の対応や3次元データの取扱いに精通した人材の育成、ICT土工によらない作業への対応、若手が熟練者と一緒に経験できる機会の確保などが挙げられている。

9. おわりに

i-Constructionは、建設現場の生産性向上と魅力ある建設現場を目指している。平成28年4月にi-Constructionのトップランナー施策の一つとしてスタートした「ICTを活用した土工」については、今後の普及に向けて、施工事例の共有や実地研修・講習会等による技術者の育成などの取組を進めていく必要がある。

本工事においては、生産性向上に資するよう引き続き施工の効率性や安全性など現場での検証を行うこととしている。

- ※1 ICT : Information and Communication Technology
- ※2 UAV : Unmanned Aerial Vehicle
- ※3 TIN : Triangulated Irregular Network
- ※4 GNSS : Global Navigation Satellite System