

切土・盛土における ICT 活用工事の実施結果および ICT 建機の出来形精度検証

安藤ハザマ	正会員	○木付	拓磨
安藤ハザマ	正会員	齋藤	祐磨
安藤ハザマ	正会員	川本	卓
国土交通省	非会員	青木	雅人

1. はじめに

国土交通省の土工工事における公告工事件数のうち、48%が ICT 技術を全面的に活用する ICT 活用工事（ICT 土工）で実施され、起工測量から竣工までの延べ作業時間が約 3 割削減されている¹⁾。このように、ICT 活用工事を実施することで生産性の向上が図れることが明らかになった。一方、ICT 建機による法面整形や盛土の敷均し作業において、従来建機との出来形精度を比較した場合、その優位性について定量的に評価された事例は少ない。そこで、国土交通省では初めての発注者指定型 ICT 活用工事である当工事において、ICT 建機の出来形精度について従来建機との比較を行ったため、その比較結果および ICT 活用工事の実施結果について報告する。

2. 工事概要

当工事は国土交通省東北地方整備局発注の国道 283 号釜石西地区道路改良工事であり、発注者指定型の ICT 活用工事である。工事内容は延長約 1.1km 区間において、切土工および補強土壁を主体とした盛土工を行い、自動車専用道路である釜石道路を整備するものである。平面図および ICT 活用工事の実施範囲・内容を図-1 に示す。

3. 3次元起工測量

3次元起工測量については、TLS（地上型レーザスキャナ）で計測を行った。前工事である森林の伐採・集積作業で造成したパイロット道路の切土法面がほぼ垂直であり、一部でオーバーハングしていたこと、および約 80m 区間で高低差が 50m 程度あり、起伏が激しく急峻な斜面を有する地形であったため、要求精度を確実に満足できる TLS を選定した。現場での計測期間は 4 日間（延べ 11 人工、機械の据え替え約 50 回）であり、TS やレベルによる横断測量と比較すると約 70%程度の省力化を図ることができた。TLS の計測状況を図-2 に示す。

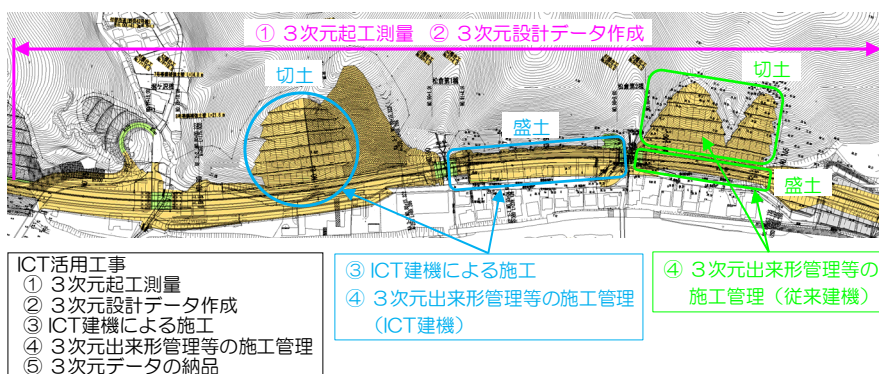


図-1 平面図および ICT 活用工事の実施範囲・内容



図-2 TLS 計測状況

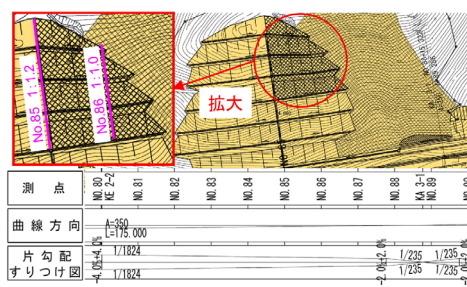


図-3 法面勾配のすりつけ区間

4. 3次元設計データ作成

3次設計データの作成範囲については、土工部分のみで要件を満たすが、全体の完成形イメージを容易にするために工事範囲全域のデータを作成した。作成する際の留意点の一つとして、図-3 に示す切土法面のうち、ハッチングされた No.85～No.86 区間は、道路線形が曲線区間であり、道路の横断形状が片勾配のすりつけ区間かつ法面勾配のすりつけ（1:1.2 から 1:1.0 勾配）区間となっている。このような設計条件では、作成ソフトが対応していない場合があるため、近似的なモデルで対応する必要があるため、出来形に影響のない精度の近似的なモデルを作成した。

キーワード i-Construction, ICT 活用工事, ICT 建機, マシンコントロール, 精度検証

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 安藤ハザマ 土木事業本部 技術第二部 TEL.03-6234-3672

5. ICT建設機械による施工

切土・盛土法面整形および盛土の敷均しに使用する ICT 建機については、MC（マシンコントロール）建機を採用した。MC 建機は MG（マシンガイダンス）建機と比べて、出来形精度および生産性向上において、優位性があるため採用した。施工中の測量作業では、切土法面の最頂部に最低限の切出し丁張を設置したのみで、その他の丁張やトンボは一切設置せずに施工を完了した。このため、測量作業が 25 人日程度削減され、また、建機による接触・巻き込まれ災害を排除することができた。施工状況を図-4 に示す。



図-4 丁張レスでの法面整形状況

6. 3次元出来形管理等の施工管理

ICT 建機施工が完了後の 3 次元出来形管理については、UAV による写真測量で計測した。出来形計測を外注業者に依頼したため、現場の進捗に応じたタイムリーな計測ができない場合があり、今後の運用について課題を残した。

7. ICT建機の出来形精度

ICT 建機 (MC) と従来建機との出来形精度を比較するため、バックホウによる切土法面整形およびブルドーザによる路床盛土の敷均しについての出来形を 3 次元計測し、両者のヒートマップを比較した。従来建機による施

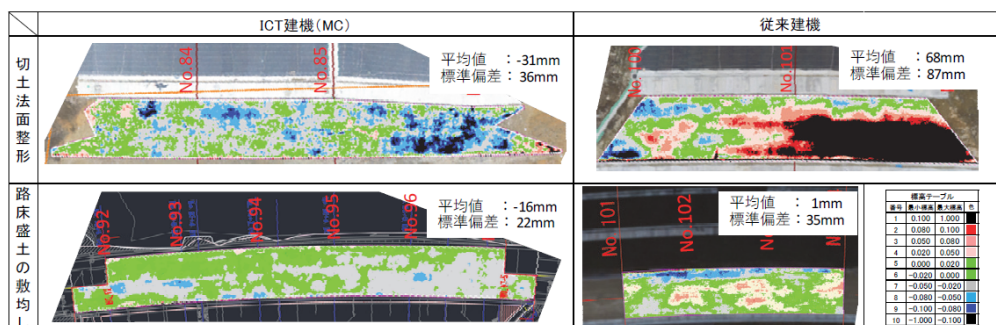


図-5 切土法面および路床盛土のヒートマップ

工では、切土法面整形および路床盛土の敷均しで 20m 毎に丁張あるいはトンボを設置した。

切土法面および路床盛土のヒートマップを図-5 に示す。図中には各ケースでの設計値に対する精度結果（設計値－出来形値）も示している。切土法面整形での ICT 建機は $\pm 0 \sim -80\text{mm}$ 程度であり、仕上り面が一樣で平滑である。従来建機では最大 $+251\text{mm} \sim -80\text{mm}$ 程度であり、仕上り面に凹凸がある。特に、丁張の見通しから遠ざかる法面中段から法尻にかけて精度が極端に悪くなっている。路床盛土での ICT 建機は $\pm 0 \sim -50\text{mm}$ 程度であり、切土法面と同様に仕上り面が一樣で平滑である。従来建機では $+80\text{mm} \sim -80\text{mm}$ 程度であるが、ほぼ平滑に仕上がっている。標準偏差の比較でも 10mm 程度の差であった。

次に、個々の 3 次元点群データの規格値に対する精度結果を表-1 に示す。ICT 建機では従来建機に比べて 1.3～1.6 倍程度の精度向上が図れている。一方、路床の敷均しでは ICT 建機が従来建機に比べて 1.0～1.1 倍程度の精度向上に留まっている。以上の結果より、ICT 建機は従来建機より出来形精度の高い施工が可能であり、特に切土法面整形での効果が高いといえる。路床盛土において切土法面整形のような精度向上が認められなかった理由の一つとして、ブルドーザでの敷均しが排土板の上下作業であり、バックホウでの法面整形ほど複雑かつオペレータの技量に左右されないことが考えられる。

8. まとめ

土工工事において ICT を全面的に活用することで、生産性の向上が図れることを確認した。また、ICT 建機 (MC) と従来建機との出来形精度を定量的に評価し、切土法面整形および路床盛土の敷均しにおいて、ICT 建機 (MC) が出来形の精度を向上させるために優位であることが分かった。

参考文献

- 1) 国土交通省 ICT 導入協議会：ICT 活用工事の実施状況（H30 年度）、第 8 回 ICT 導入協議会資料、2019。

表-1 出来形精度一覧表（上：切土法面 下：路床盛土）

切土法面の出来形精度		①ICT建機	②従来建機	①/②
規格値（ $\pm 160\text{mm}$ ）の 100%以内のデータ数： $\pm 160\text{mm}$		100%	80%	1.3
規格値（ $\pm 160\text{mm}$ ）の 80%以内のデータ数： $\pm 128\text{mm}$		99%	73%	1.4
規格値（ $\pm 160\text{mm}$ ）の 50%以内のデータ数： $\pm 80\text{mm}$		91%	59%	1.5
規格値（ $\pm 160\text{mm}$ ）の 30%以内のデータ数： $\pm 48\text{mm}$		70%	43%	1.6
規格値（ $\pm 160\text{mm}$ ）の 10%以内のデータ数： $\pm 16\text{mm}$		24%	16%	1.5

路床盛土の出来形精度		①ICT建機	②従来建機	①/②
規格値（ $\pm 150\text{mm}$ ）の 100%以内のデータ数： $\pm 150\text{mm}$		100%	100%	1.0
規格値（ $\pm 150\text{mm}$ ）の 80%以内のデータ数： $\pm 120\text{mm}$		100%	100%	1.0
規格値（ $\pm 150\text{mm}$ ）の 50%以内のデータ数： $\pm 75\text{mm}$		99%	98%	1.0
規格値（ $\pm 150\text{mm}$ ）の 30%以内のデータ数： $\pm 45\text{mm}$		95%	86%	1.1
規格値（ $\pm 150\text{mm}$ ）の 10%以内のデータ数： $\pm 15\text{mm}$		39%	35%	1.1