

高速道路ジャンクション工事における ICT 土工への取り組み

株式会社熊谷組 正会員 ○木下 広一
株式会社熊谷組 奥村 拓央
株式会社熊谷組 正会員 神崎 恵三

1. 概 要

当工事は横浜市内にある既存の高速道路ジャンクションの改良工事であり、主な工種は切盛土工 25 万 m^3 、トンネル工（上下線合計）530m、橋梁下部工 7 基である。このうち、従来から効率化が課題となっている土工について、ICT 土工技術を導入し、その適応性や効果を検証した。

2. 起工測量および土量算出

起工測量を実施するにあたり、地上型レーザースキャナー測量（以下、TLS 測量）を活用した。TLS 測量は、広範囲を面的に測量できるため、従来のトータルステーションによる測量と比べ、効率化が図られる。さらに、別途作成する 3 次元設計図と TLS 測量で取得される地山の 3 次元点群データを用いた土量の自動算出、高精度な点群データを活用した出来形管理により、従来の出来形検査を大幅に簡略化することができる（図-1）。一方、山間部に位置する現場では、測量機器の盛替作業回数が多くなり、平地部ほどの効率化は図られなかった。

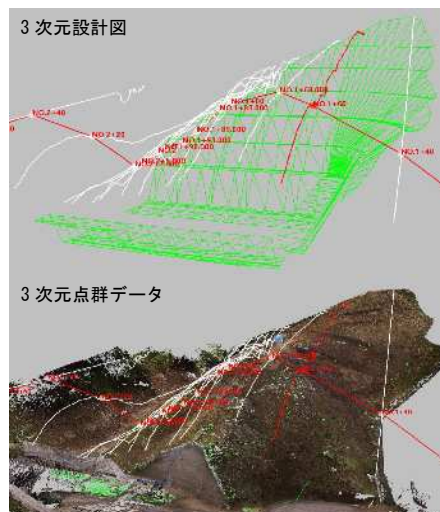


図-1 3次元設計図と起工測量点群データ

3. マシンガイダンスバックホウ

ガイダンスモニターに表示される補助情報をもとに整形作業を行うため、丁張が不要となり、丁張設置作業の省略が可能となった。加えて、傾斜地において、従来のようにオペレーターが法肩まで上り、丁張と仕上げ面の精度確認を行う必要がなくなったため、確認作業の効率化が図られた。また、ワンマン作業が可能であることから、重機周りの補助作業員が不要となり、安全性の向上にもつながっている（図-2）。



図-2 マシンガイダンスバックホウによるのり面整形

一方、丁張が設置されておらず、仕上げ面である設計データの情報を確認するのは画面を見るオペレーターに限られるため、オペレーター以外の者は適正な施工が行われていることを TLS 測量による出来形確認を行うまで判断できない。また、衛星の位置関係によって GNSS の精度が落ちる時間帯があり、その間施工が行えないといった問題が生じた。

4. TLS 測量による出来形確認

MG バックホウで仕上げたのり面に対し、TLS 測量によるレーザースキャニングを実施し、点群処理および解析を行うことによって、のり面出来形ヒートマップを作成し、のり面仕上げの出来形確認を行った（図-3）。

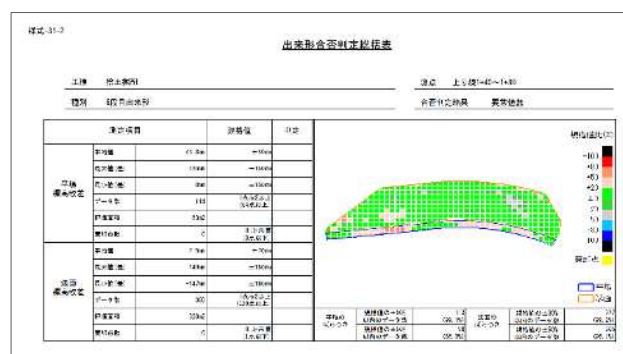


図-3 TLS 出来形測量結果(ヒートマップ)帳票

キーワード 効率化, ICT 土工, 3 次元, マシンガイダンス (コントロール), 安全

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組 首都圏支店土木事業部 TEL 03-3260

ヒートマップにおいては、切土のり面全体の平均で $\pm 70\text{mm}$ 以内、個々の値で $\pm 160\text{mm}$ 以内の規格値で出来形検査を行う。設計断面のみならず、のり面全体の出来形を確認することが可能であるため、品質の向上が大いに期待できる。

一方、ヒートマップの作成にあたっては、点群処理・解析等に日数を要した。

5. マシンコントロールブルドーザー

盛土の敷均し作業では、搬入ダンプから降ろした土砂山に対してマニュアル操作で山崩しを行い、その後、オートマチックモードに切り替えて敷均しを行った（図-4）。位置情報を活用したブレードの自動制御では、従来の標尺や丁張と比較して施工範囲の全面的なデータがあるため、敷均し精度を向上させることが可能となった。また、標尺・丁張の設置やレベル等による敷均し厚さの確認が不要となることから作業効率化が図れることを確認した。



図-4 マシンコントロールブルドーザー

しかし、搬入土砂の荷卸し場所は、MC ブルドーザーのオペレーターの指示により指定されるため、指示位置の良し悪しによって、効率性に差が発生する。運搬土砂の荷卸し位置の決定には、敷均し作業の経験を要するため、オペレーターの熟練度によっては、多少ではあるものの作業効率変動する。また、標尺や丁張の設置を行わないため、オペレーター以外の周囲の人間は盛土の完成形（形状、高さ）がイメージできず、適切な施工が行われていることを完成まで確認することができないといった課題も挙げられている。

6. GNSS による締固め管理

GNSS による締固め管理システムは、GNSS ローラーの軌跡から転圧回数を計算し、盛土施工を管理するものである。

従来工法において、転圧回数管理は重機オペレーターに頼っていた面があるが、当システムでは締固めエリアの転圧回数が視覚的に分かるため、踏み残しがなくなり全面的な施工が可能となる（図-5）。効率の面では、従来、路体・路床は1層あたりの締固め度の測定に20～30分程度を要し、その間は次層の施工は基本的にできなかったのに対し、転圧管理システムは、画面上の管理ブロック色で転圧が完了したことを確認できるため、直ちに次層の施工に移行することが可能である。



図-5 GNSS 転圧管理システムと振動ローラー

また、従来はRIの出力用紙から数値を読み取って様式に入力、集計するなど、管理書類の作成に大きな労力を要していたが、当システムでは、車載PCで転圧回数分布、軌跡等の提出様式データを直接作成できるため、管理書類の作成において大幅な省力化が達成された。

4. おわりに

高速道路ジャンクション工事において、ICT 土工の導入により、測量や土工工事における外業日数の削減等の効率化、ワンマン作業における安全性向上等が確認された。一方で、工事箇所が山間部・沢地形に位置するため、作業エリアの高低差が大きく、形状が複雑なため、設計データの作成時等の内業では、周辺環境形状とのすり合わせを行う必要があるなど、労力が費やされた。また、山間部での施工であったため衛星からの電波が樹木等に遮蔽されるなど、GNSSの受信環境が十分とはいえない条件であり、衛星の配置等によっては、精度が低下するといった課題も見受けられた。以上のことから、ICT 土工を導入する際は、高低差の大きな現場や、狭隘な現場よりも、平面的かつ広がりを持つ現場の方が、より大きな効果（効率化）を得られると考えられる。