

データ利活用型 ICT 土工管理システムの開発（その2）

ー転圧施工履歴データによる土量算出手法ー

戸田建設株式会社 正会員 ○本木 章平 坂崎 信夫

戸田建設株式会社 非会員 羽田 正冲

西松建設株式会社 正会員 田中 勉

株式会社奥村組 正会員 宮田 岩往

1. はじめに

近年、ICT（情報化施工技術）の高度化により、写真測量やレーザースキャナを用いた3次元点群データを利用することで、面的に広範囲な土工の出来形状を高精度かつ効率的に取得できるようになっている。一方で、国土交通省では「ICTの全面的活用」によるさらなる生産性向上に向けて、ICT建設機械の「施工履歴データによる土工の出来高算出要領（案）¹⁾」をまとめており、ICT建設機械で得られる施工データの有効活用が期待されている。

筆者らは、ICT締固め機械の施工履歴データ（以下、「転圧施工履歴データ」）を活用して盛土の施工土量を算出することを目的とし、実現場において、従来の測量方法との土量算出精度及び土量算出に要する作業時間の比較実験を行った。本稿では、得られた実験結果について報告する。

2. 転圧施工履歴データを用いた土量算出手法

盛土の品質管理方法の一つに「TS・GNSSによる盛土の締固め管理システム」を用いた方法があり、一般的には、平面位置（x座標、y座標）データを用いて締固め機械の転圧回数を管理する。同時に、このシステムでは締固め機械の施工位置を3次元点群データで取得しており、この高さ（z座標）データを用いて転圧した盛土表面形状をサーフェス（面）化して土量算出することが可能である。転圧施工履歴

データを用いた土量算出フローを図-1に示す。

転圧施工履歴データを活用することで、測量せずに容易に転圧後の盛土量を算出することが可能である。また、転圧施工履歴データでは周辺の不要な地形データを取得しないため、土量算出における点群処理が簡素化される。さらに、メッシュ化（0.25m×0.25m 又は 0.5m×0.5m）されたデータであるため、データ容量が軽量で扱いやすいのも特長である。

3. 比較実験

3.1. 実験目的・実験概要

転圧施工履歴データを用いた土量算出手法の有効性の検証を目的とし、従来の測量方法との土量算出精度及び土量算出に要する作業時間の比較実験を行った。実験は、土地造成工事の一部の盛土範囲（面積：34.8m×127.6m、最大盛土高さ：1.6m）にて実施した（写真-1）。盛土の施工期間は、2020年11月4日から11月30日である。



写真-1 盛土前の状況

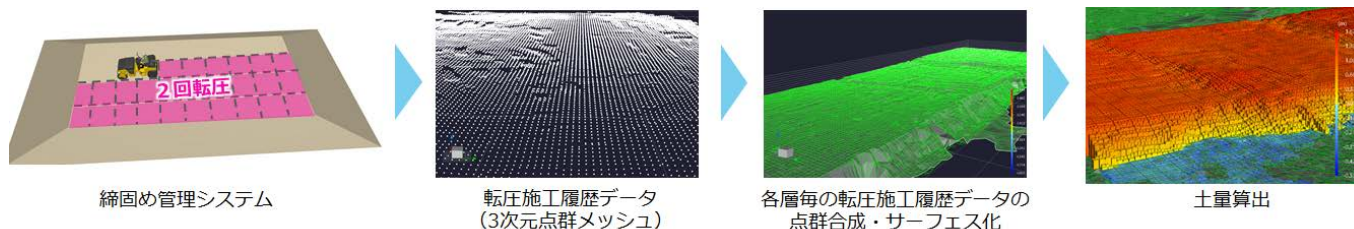


図-1 転圧施工履歴データによる土量算出フローの概要図

キーワード：ICT 土工，ICT 建設機械，締固め管理システム，転圧，施工履歴データ，土量算出

連絡先：〒104-0031 東京都中央区京橋 1-18-1 戸田建設（株）技術開発センター TEL 03-3535-2641

3.2. 実験方法

(1) Step1：起工測量

盛土施工前の地形データを地上型レーザースキャナ（以下、「TLS」という）により計測した。

(2) Step2：転圧施工履歴データの取得

実験対象期間の盛土施工において、GNSS 締固め管理システムを搭載したブルドーザによる転圧回数管理を行い、日々の転圧施工履歴データを取得した（写真-2）。なお、締固め管理システムはライカジオシステムズ社製の iRollerCE を使用し、1 層の仕上り厚さを 30cm とした。



写真-2 盛土の施工状況

(3) Step3：従来の測量方法による盛土の出来形計測

以下 3 つの従来の測量方法により、盛土の出来形計測を 2020 年 12 月 5 日に実施した。

- ① TLS 測量
- ② UAV を用いた空中写真測量
- ③ GNSS ローパーを用いた横断測量

(4) Step4：盛土量の算出

Step1 の起工測量の地形データを基準面とし、Step2 及び Step3 で得られた盛土の出来形形状データ（①と②）を比較面とし、差分から盛土量を算出した。なお、土量計算は 3 次元 CAD ソフトによる 4 点平均標高法を使用し、③については平均断面法を用いた。

3.3. 転圧施工履歴データへの沈下補正

本実験では、盛土終了から一定期間経過後に出来形計測を行ったため、軟弱地盤である当該盛土範囲では圧密沈下による影響を考慮する必要がある。そこで、圧密沈下量を計測するために予め設置した沈下板を用いて、盛土終了後から従来の測量方法による出来形計測までの沈下量を算出した。計測結果から算出された沈下に伴う推定土量は 180 m³ であり、転圧施工履歴データを用いた土量算出結果に補正した。

3.4. 実験結果

転圧施工履歴データを用いて算出した土量算出手法と、従来の測量方法を比較した。算出土量の比較結果を表-1 に、作業時間の比較結果を図-2 に示す。

転圧施工履歴データを用いた算出土量は、TLS 測量と比較して-473 m³であり、全体土量 4,891 m³に対する誤差率は 10%であった。盛土の出来高数量確認や進捗管理に適用できると考えられる。

また、土量算出までの作業時間は、TLS 測量と比較して 90%以上短縮できることを確認した。また、従来の測量方法と比較しても大幅な省力化・効率化が期待できると考えられる。

	算出土量 (m ³)	①との差分 (m ³)	誤差率 (%)	備考
① TLS測量	4,891	—	—	
② UAVを用いた空中写真測量	4,927	36	1%	
③ GNSSローパーを用いた横断測量	4,944	53	1%	
④ 転圧施工履歴データを用いた土量算出	4,418	-473	-10%	沈下に伴う推定土量 -180m ³ を補正

※差分及び誤差率は地上型レーザースキャナ測量結果との比較

表-1 算出土量の比較



図-2 作業時間の比較

4. まとめと課題

盛土の出来高数量確認や進捗管理方法の一つとして、転圧施工履歴データを用いた手法が有効であることを確認した。特に従来の測量方法と比較して、作業時間の大幅な削減効果を確認した。

一方で、切土部や法面部のデータ取得に課題があり、他の ICT 建設機械の施工履歴データの活用を含め検討する必要があると考えている。

参考文献

- 国土交通省：施工履歴データによる土工の出来高算出要領（案），平成 31 年 3 月