

GNSS 搭載振動ローラで取得した施工履歴データの活用方法の検討

安藤ハザマ 正会員 ○澤城 光二郎 正会員 黒台昌弘
 施工技術総合研究所 正会員 竹本 憲充 正会員 藤島 崇

1. はじめに

i-Construction における「ICT の全面的な活用」の取り組みの中で、マシンコントロール(MC)・マシンガイダンス(MG) 技術を搭載した ICT 建機が実用化され、現場施工への適用が進んでいる。これらの技術において建機の姿勢制御等のために取得されている機体各部の移動軌跡データ(施工履歴データ)を、作業後の構造物形状を計測した出来形・出来高データとして利用する管理手法がバックホウやブルドーザにおいて要領化されている¹⁾²⁾。一方、振動ローラ(以下、ローラ)については盛土締固めの品質管理において、機体に搭載した GNSS の位置情報による締固め回数管理が要領化されている³⁾が、この時に取得された移動軌跡の施工履歴データの座標値そのものを出来形データとして利用する要領化は行われていない(図-1)。

本検討では、盛土の最終転圧時の施工履歴データが出来形計測値として利用できる標高精度を有するかを確認することを目的に、当社技術研究所の実験ヤードにおいて施工履歴データの精度検証実験を行った。また、一般的な GNSS 搭載振動ローラでの活用を想定していることから、ジャイロセンサなど特殊なセンサ類の設置が必要な機体傾斜については考慮しない状態での検証としている。



図-1 施工履歴データの活用イメージ



図-2 当社保有振動ローラ

2. 使用機材と諸条件

本実験では図-2に示すような当社保有の VRS-GNSS 搭載ローラを使用し、検証エリア内を走行することで施工履歴データを取得した。検証エリアは図-3に示すような 6m×10m の範囲とし、傾斜が1度以下の平坦面と、4度程度の傾斜がある斜路面の2箇所を設定した。また、エリア内には走行レーン(幅 2m×3 レーン)と 1m メッシュの格子点(全 77 点)を設けた。

本実験で使用したローラの機器構成及び精度検証のために使用した測量機器を表-1に示す。実験ではローラの施工履歴データ取得(各レーン1往復ずつ走行)の後、検証エリア格子点のレベル計測(全 77 点)、検証エリアの地上レーザ(TLS)計測の順番でエリア毎に3回繰り返して実施し、TLSで取得した点群を基準データとして、施工履歴データを重ね合わせた際の標高較差から精度を検証した。この時、基準となる TLS 計測の点群とレベル計測の各点との標高較差を算出し、較差平均±10mm 以内という結果を得たことで、TLS 計測の基準データとしての妥当性を確認している。

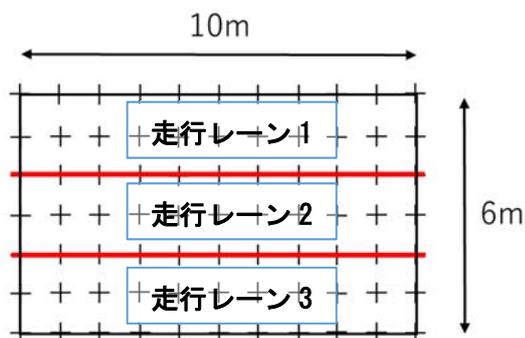


図-3 検証エリア模式図

表-1 使用機材一覧

振動ローラ			
機器	型式	メーカー	用途
振動ローラ	SV512D	酒井重工	エリア内走行
GNSS受信機	iCON gps 80	Leica	走行軌跡計測
GNSSコンパス	V103	ヘミスフェア	方位角計測
その他計測機器			
機器	型式	メーカー	用途
VRS-GNSS	HiperSR	トプコン	基準点測量
地上レーザ	P40	Leica	エリア内点群計測
レベル	SDL-50	ソキア	格子点標高計測

キーワード 施工履歴データ, i-Construction, 振動ローラ, VRS-GNSS, 出来形管理

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ 技術研究所 先端・環境研究部 TEL 029-858-8815

施工履歴データは、図-4 に示すように GNSS アンテナ直下と鉄輪中心位置にオフセットした軌跡データとした。この時、GNSS アンテナの機体取り付け精度や複数台の VRS-GNSS の利用などの影響で、オフセット位置の座標値に誤差が生じる可能性が考えられた。そこで、静止状態のローラ鉄輪中心を基準点測量用に用意した VRS-GNSS で計測した結果と、ローラ搭載 VRS-GNSS からのオフセット値との比較を行った。その結果 X 方向-50mm, Y 方向-33mm, 高さ方向 77mm の較差があったことから、施工履歴データの XYZ 座標にそれぞれこれらの値を補正值として加減して以下の精度検証を行った。

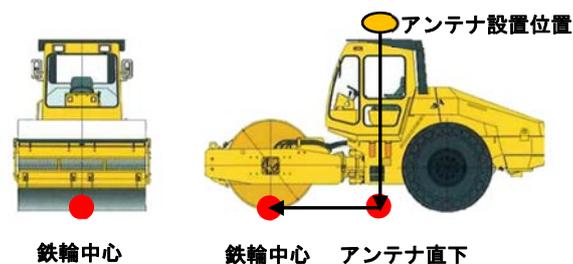


図-4 座標オフセット

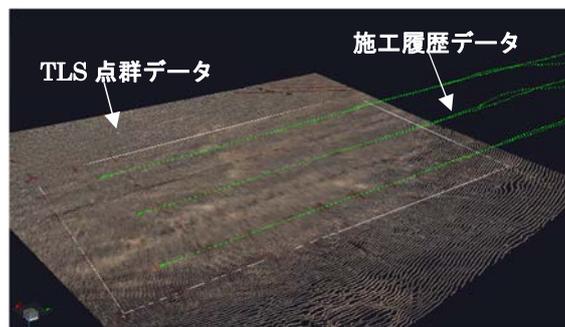


図-5 取得データの重ね合わせ（アンテナ直下）

表-2 標高精度結果（アンテナ直下）

(mm)	平坦-1	平坦-2	平坦-3	斜路-1	斜路-2	斜路-3
較差平均	-27	-34	-21	-32	-23	-16
標準偏差	9	8	8	13	13	14

表-3 標高精度結果（鉄輪中心）

(mm)	平坦-1	平坦-2	平坦-3	斜路-1	斜路-2	斜路-3
較差平均	-28	-33	-21	116	125	130
標準偏差	12	12	11	33	38	36

3. 実験結果

平坦面と斜路面で各 3 回の計測で取得した①アンテナ直下と②鉄輪中心の施工履歴データの標高精度を示す。

① アンテナ直下

平坦面の TLS 点群と施工履歴データを重ね合わせた例を図-5 に示し、標高精度の結果を表-2 に示す。3 ケースの平均を取ると、平坦面で較差平均が-27mm, 標準偏差が 8mm, 斜路面で較差平均が-27mm, 標準偏差が 12mm となった。

② 鉄輪中心

標高精度の結果を表-3 に示す。3 ケースの平均を取ると、平坦面では較差平均が-27mm, 標準偏差が 12mm, 斜路面では較差平均が 124mm, 標準偏差が 36mm と、斜路面の較差が大きい結果となった。

①と②の結果を合わせたグラフを図-6 に示す。縦軸は標高較差、横軸はデータの種類を示している。GNSS アンテナ直下と比較して、鉄輪中心の軌跡は特に斜路面において較差が大きくなっていることがわかる。また、平坦面では軌跡計測位置による較差への影響が比較的小さいことがわかった。

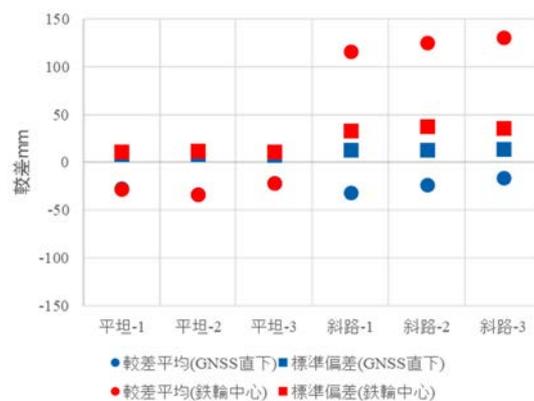


図-6 条件ごとの標高較差結果

4. まとめ

平坦面において i-Construction の出来形管理基準値の ± 50 mm に近い水準の精度を示したことから、傾斜が 1 度以下の地形については施工履歴データの盛土出来形管理への適用性を確認することができた。

一方で、斜路面では精度が低下する傾向が見えたため、管理基準を満足する路面傾斜の上限値を確認する必要がある。また、取得した GNSS 値を鉄輪中心までオフセットした時に較差が大きくなることを確認した。これは、本実験において機体傾斜を考慮していないことが原因と考えているが、傾斜を考慮する場合にもセンサ類の精度や取り付け位置などの要因により、座標オフセットが複雑化することで同様に較差が大きくなると推測される。これらから、出来形データとしては鉄輪中心データではなくアンテナ直下データを使用するという選択も必要であると考えている。本検証の結果を今後の検討に生かし、振動ローラの施工履歴データ活用につなげていきたい。

参考文献

- 1) 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）H 31.3
- 2) 国土交通省 施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）H 30.3
- 3) 国土交通省：TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領 R2.3