

レーザートラッカーシステムを用いたプルーフローリング試験の検討

奥村組土木興業（株） 正会員 ○松下 怜斗 藤森 章記 笠屋 裕廉
（一社）日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 藤島 崇
東京貿易テクノシステム（株） 眞田 裕樹

1. はじめに

プルーフローリング (Proof rolling) 試験は、地盤変形の不均一な箇所を目視で確認して、たわみ量が特に大きい箇所を判断するものである。現状の試験では、数値的に変形量を測定して定量的に合否を判定するというものではなく、定性的な判断による評価方法が一般的に利用されている。そこで、舗装工事の品質管理の高度化 (デジタル化) を目的に、プルーフローリング試験の目視判定の代替手法として、レーザートラッカーを用いて試験車両の通過に伴う地盤変位を定量的に計測し、評価する手法を検討した。

本稿は、検討技術の適用性について試験施工により検証した結果を報告するものである。

2. システムの概要

レーザートラッカーは、高速・高精度で計測対象物の3次元座標を計測することができる計測システムである。工業分野での使用実績が多くあり、近年では、建設分野における橋梁・鋼構造物等での適用実績も増加している。今回、検討に使用したレーザートラッカー「ATS600」システムの機器構成を写真-1に、使用機器の仕様を表-1に示す。

本レーザートラッカーの自動追尾能力は、従来の自動追尾式トータルステーションの 20° /秒 (参考機種) に比べて 144° /秒、計測値のサンプリング速度は 1kHz (=1,000 回/秒) と非常に高速である。また、リフレクター計測の絶対精度は ±15 μm+6 μm/m と高精度である。これらの機能により、動的に移動する物体についてもリアルタイムに3次元座標を計測することが可能である。さらに、リフレクター計測に加え、非接触で計測対象物の点群データを計測することも可能である。

本レーザートラッカーを用いて、プルーフローリングの代替手法として試験車両の軌跡を計測し、地盤の変状をリアルタイムに計測することを検証した。

3. レーザートラッカーによる計測方法

事前準備として、写真-2に示すようにリフレクターを強力磁石で振動ローラの後部に装着し、振動ローラとリフレクターの位置関係を把握するための点群データ (図-1) を非接触で計測した。振動ローラに設置したリフレクター位置の3次元座標を取得し、その値をオフセットすることで走行中のローラ中心軸及び地盤変



写真-1 レーザートラッカー「ATS600」システムの機器構成

表-1 使用機器「ATS600」の仕様

項目		ATS600
精度	絶対角度性能 ¹	±15 μm+6 μm/m
	長さ測定 ¹	±100 μm
	レンジノイズ ²	< 80 μm
	絶対精度 ²	< ±300 μm
範囲	リフレクター測定 (半径)	0.8~80m
	非接触測定 (半径)	1.5~60m
速度	スキャン速度	1kHz
	スキャンレート 高速モード	< 10 秒/m ²
	標準モード	< 135 秒/m ²
サイズ 重量	本体サイズ	477×285mm
	本体重量	14.2kg
	コントローラ サイズ	249×148mm
	コントローラ 重量	1.65kg

¹ リフレクター計測

² 非接触計測

キーワード レーザートラッカー、プルーフローリング、品質管理

連絡先 〒552-0016 大阪市港区三先1-1 1-1 8 奥村組土木興業株式会社
環境開発本部 技術部 TEL06-6572-5262

位を算出する。リフレクターをロックオン(自動追尾開始)することで試験車両の3次元座標(軌跡)を自動計測できる。測定結果は、電子データとして記録され、後処理をすることで、通過前後の地盤変位差をグラフやヒートマップ等で可視化表示することができる。



写真-2 リフレクター設置状況

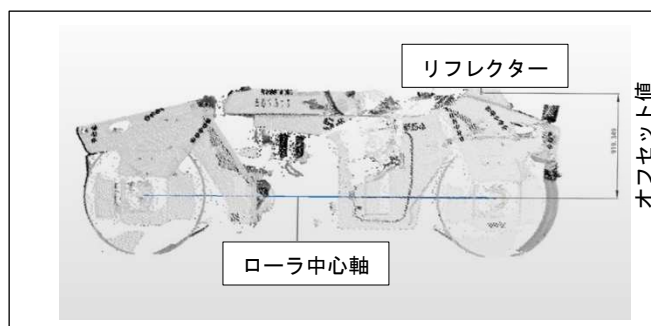


図-1 振動ローラの点群データとリフレクター位置

4. 試験施工

(1) 試験概要

試験施工は国土交通省発注の新設舗装工事で実施した(写真-3)。試験施工では、地盤変状が大きい状況の適用性についても確認するため、下層路盤を撒き出し後、転圧回数1回～8回の各層でのデータを取得した。試験ヤードは幅6m×長さ20mで、振動ローラの走行速度は約4km/hとした。また、路盤材の撒き出し前後と転圧後の点群データを非接触で計測を行い、下層路盤の厚さについても確認した。

(2) 試験結果

計測した振動ローラの軌跡図を図-2に、締固め後の地盤高さの計測結果を図-3に、下層路盤の締固め後高さと走行時のローラ下面の高さの差を地盤変状として求めた計測結果を図-4に示す。



写真-3 計測状況

図-2に示すように移動走行する振動ローラの3次元座標を取得することができ、図-3の締固め後の路盤高さ(図-3)との差により地盤変状を定量的に把握できた(図-4参照)。締固め後の高さは、レベル測量との比較においてほぼ同等であった。今回は、計測間隔を試験車両が50mm移動毎に設定したが、データの欠損等もなく移動物体の計測ができた。また、非接触計測では、点群密度を均等に設定できることや計測範囲を設定できることなど、従来の地上型レーザースキャナーに比べて有効な機能を有していることが確認でき、今後は出来形管理にも適用できる可能性がある。

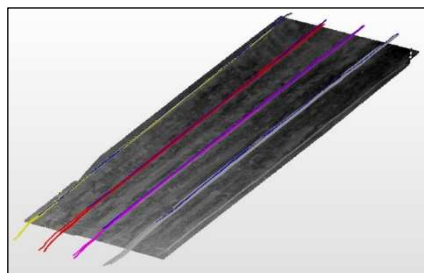


図-2 振動ローラの軌跡図

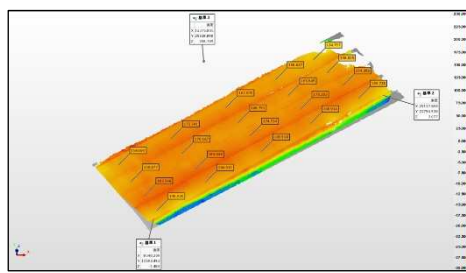


図-3 撒き出し厚のヒートマップ

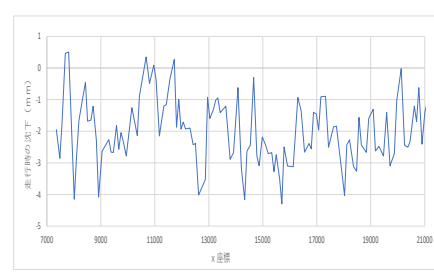


図-4 地盤変状の計測結果(一例)

5. まとめ

本システムを使用することにより、締固め作業中の振動ローラの動的な軌跡を高精度で計測することができた。また、走行車両の軌跡から地盤の変状を定量的に把握できることが確認できた。

たわみ量の絶対値を計測することで、ベンケルマンビーム試験の代替手法としての適用にも期待ができる。本技術は現時点で1現場での実績のみであり、今後も引き続き検証を行い、現場実証等を継続的に実施することで、更なる開発や改良を進めてきたいと考えている。