

軌道移動体レーザ計測装置を用いた 鉄道建設工事の出来形検査

～鉄道建設DXの推進に向けて～

キーワード 鉄道建設, 三次元点群, 移動体計測, 出来形検査

鉄道事業推進部 窪津 俊亮・近藤 健一
営業企画部 おおはし 大橋 邦臣

はじめに

近年、鉄道建設分野において、三次元点群データを活用した線路内作業の効率化・高度化の取り組みが注目を浴びています。アジア航測は、西日本旅客鉄道株式会社（以下、JR 西日本）との共同開発成果をもとに、鉄道 MMS (Mobile Mapping System) の技術開発を行い、ホーム高さ・離れや建築限界などを解析するサービス「Railis (レイリス)」を事業展開しています。

今回、北陸線敦賀駅付近の上下乗換線設備新設 PJ において、手押し型の軌道移動体レーザ計測装置（以下、手押しレーザ）で取得した三次元点群データによる出来形計測業務を実施しました。本業務成果は、JR 西日本で初めて国の鉄道施設検査（完成検査）に活用いただきました。本稿では、本 PJ 事例をもとに、今回適用した手押しレーザの概要と測定精度の検証結果を紹介します。

手押しレーザ

手押しレーザの装置外観を図 1 に示します。本装置は、軌道上を時速 1 ～ 3km の速度で移動しながら、トロリーに搭載したカントセンサ、ゲージセンサで軌道情報を、レーザ計測装置で断面データを、さらに慣性計測装置 (IMU) と距離計で軌道線形情報をそれぞれ取得します。標定点で位置情報を付与することで、軌道周辺の三次元データを連続的に作成することができます (図 1)。

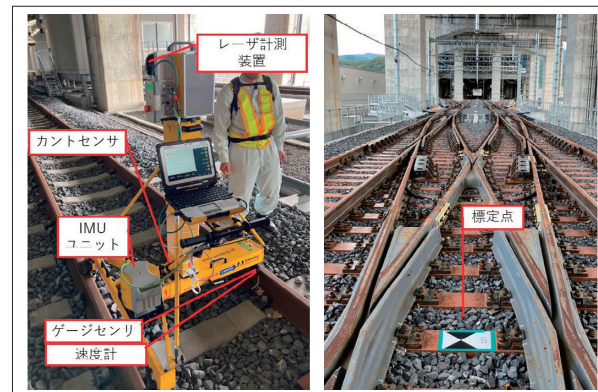


図1 手押しレーザと標定点

手押しレーザによる三次元点群の取り扱い

手押しレーザによる計測では、移動距離が長くなると IMU による誤差が蓄積されるため、線路周辺に標定点を設置し位置補正を行います。本業務では、計測範囲の駅ホーム (4 線区間) を含む延長約 1100m に対し、約 50m 間隔で標定点を 125 箇所設置しました (図 2)。このうち 53 箇

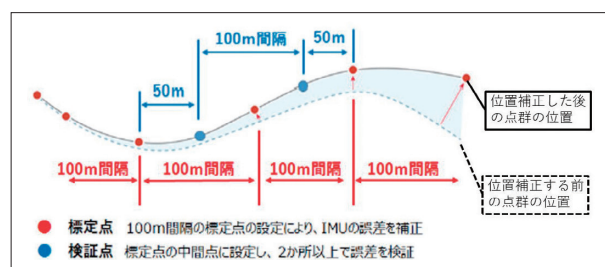


図2 標定点と検証点の設置間隔

所を走行軌跡の補正 (約 100m 間隔) に活用し、残りの 72 点は検証点として精度確認に用いました。

取得点群の位置精度は、実測した座標 (XYZ) と点群データ (xyz) の較差により確認しました。その結果、較差の最大値は 14mm でした。また、軌道横断方向の距離精度については、実測した座標 (XYZ) と点群データ (xyz) の 2 点間距離の較差により確認しました。2 点間距離 (最大 10m 程度) の較差は最大 6mm、平均 2mm でした。

手押しレーザ計測において、標定点 (位置座標) を 100m 間隔で設置することで、鉄道建設の出来形計測にも活用できる、位置精度の高い三次元デジタル空間を取得できることが分かりました。

出来形計測への活用

手押しレーザで取得した三次元点群データの解析および閲覧には、JR 西日本の保守部門で利用いただいている三次元点群ビューア (Laser Map Viewer: 以下、LMV) を活用しました¹⁾。LMV は、軌道中心線からのホーム高さ・離れや建築限界枠内の支障点数を自動で解析することができます (図 3 と 4)。本業務では、この LMV 機能を利用して、ホーム高さ・離れのほか、施工基面幅や軌道中心間隔などの 8 つの出来形検査項目について計測を行いました (図 5)。

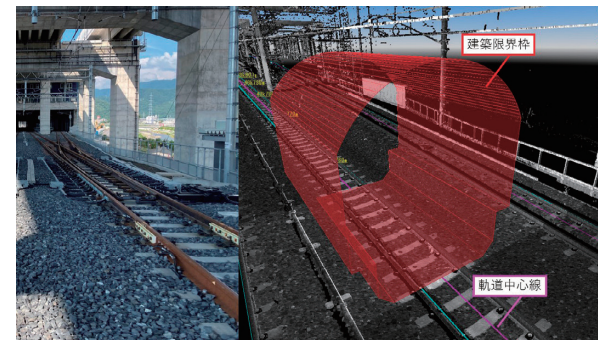


図3 軌道中心線の自動抽出と建築限界枠のイメージ

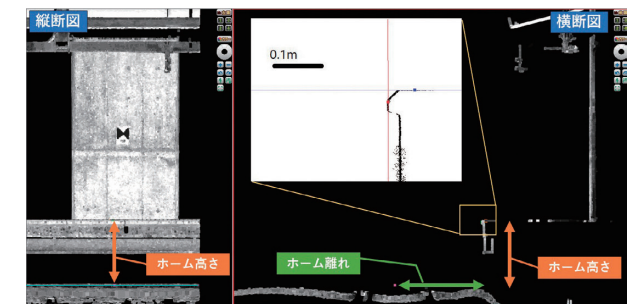


図4 ホーム高さ・離れの計測例

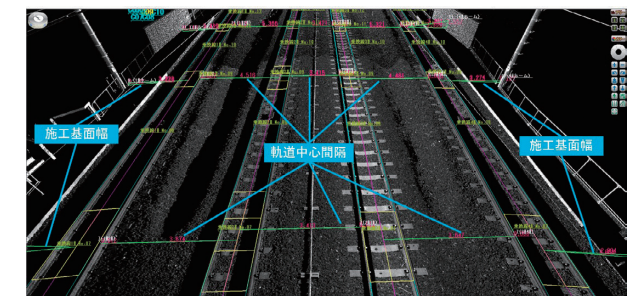


図5 施工基面幅・軌道中心間隔のLMV計測例

計測精度の比較検証

ホーム高さ・離れ (全 232 測点) について、点群計測結果と従来手法 (以下、手計測) の計測結果を比較検証しました。その結果、点群計測と手計測の計測値較差は、ホーム高さで -4mm ～ 1mm、ホーム離れで -3mm ～ 4mm と

いう結果になりました (図 6)。手計測と LMV による点群計測値の差は非常に小さく、手押しレーザの高い計測精度を確認することができました。

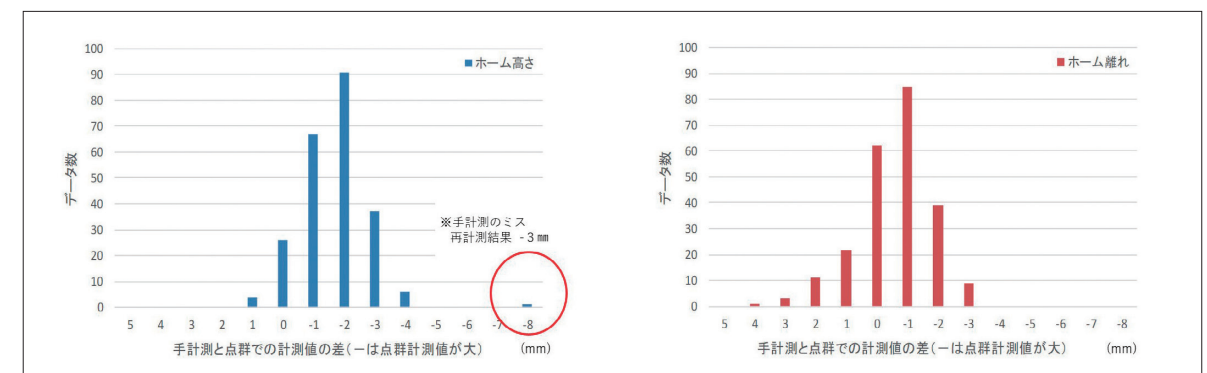


図6 点群と手計測の計測値の比較

おわりに

本稿では、北陸線敦賀駅付近上下乗換線設備新設 PJ の出来形検査の事例をもとに、手押しレーザで取得した三次元点群データと LMV の計測機能を活用した場合の計測精度などを紹介しました。今後、労働者人口の減少が確実に見込まれる中、本技術の活用により現場計測作業の労力軽減効果が期待されます。当社は、鉄道事業者のパートナー

として、三次元点群の有効な利活用を企画・提案して鉄道建設 DX (業務変革) を推進していきたいと考えています。

最後に、本業務の遂行に当たり、西日本旅客鉄道株式会社様には多大なご指導、ご協力を頂きました。ここに記してお礼申し上げます。

参考文献 1) 松本康寿ほか: 鉄道分野におけるMMSの導入とその活用, インフラメンテナンス実践研究論文集, Vol.3, No.1, 235-241, 2024.3