

論文 MMS(Mobile Mapping System)を用いた 鉄道構造物の検査・測定に関する精度評価

平松 孝晋¹・桶谷 栄一¹・北 健志²・宮下 純平³・近藤 健一⁴

¹正会員 西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 施設部（〒530-8341 大阪市北区芝田 2-4-24）
E-mail: takahiro-hiramatsu@westjr.co.jp, eiichi-oketani@westjr.co.jp

²正会員 西日本旅客鉄道株式会社 大阪工事事務所（〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20）
E-mail: kenji-kita@westjr.co.jp

³正会員 西日本旅客鉄道株式会社 敦賀工事事務所（〒914-0053 福井県敦賀市舞崎町 2-5-28）
E-mail: jumpei-miyashita@westjr.co.jp

⁴正会員 アジア航測株式会社 鉄道事業本部（〒530-6029 大阪市北区天満橋 1-8-30）
E-mail: ken.kondo@ajiko.co.jp

JR 西日本では、ICT 技術の活用による生産性向上と働き方改革の取組みの一環として、道路分野で利活用が進む MMS（Mobile Mapping System）技術の鉄道設備の検査業務への適用検討を進めており、これまでに、様々な線区で試験計測を行うとともに、検査業務向けのアプリケーションを開発してきた。

本研究では、MMS によって取得された三次元点群データの位置精度および寸法等の測定誤差について、従来の現地測定結果との比較検証に基づき、誤差要因の考察と改善策の検討を行ったうえで、点群データを用いた検査業務の適用評価を行ったので報告する。

Key Words: Mobile Mapping System, LiDAR, Point Cloud, GNSS, IMU, Position Accuracy

1. はじめに

現在、線路内における調査や計測などの作業は、主に現地で手計測によって行われている。しかし、技能労働者の高齢化や、労働志向の変化にともない、現場作業の労働力不足が予想されており、これらの線路内作業を効率化、省人化するための技術の導入が急務となっている。

JR 西日本（以下、当社）では、ICT 技術を活用した生産性の向上と働き方改革に取り組んでおり、その一環として、道路分野の測量技術である MMS（Mobile Mapping System）の鉄道への適用を検討してきた。当社はこれまでに、MMS の三次元点群データを用いた軌道中心線の抽出¹⁾、建築限界支障検知²⁾、ホーム限界測定³⁾などのアプリケーションを開発しており、安全で効率的な測定作業の実現に向けて、一定の可能性を見いだしてきた。

MMS による自動測定の優れた特徴は、手法の画一性、客観性、網羅性、再現可能性にある。その反面、現行の検査基準に定められた精度や周期を満足しない場合や、従来手法とは異なる誤差要因も存在する。そのため、これらの特性を踏まえて、作業手順や運用体系を構築する必要がある。

そこで本論文では、まず、MMS のレーザ測距の相対精度について整理する。次に、三次元点群データの絶対位置精度と位置合わせ精度について評価する。その上で、鉄道構造物の検査適用に際しての制約条件と限度、改善点について考察する。最後に、三次元鉄道空間情報構築に向けた試案を述べる。

2. MMS について

(1) 測定原理

MMS は、車両等の移動体に搭載した各種センサを用いて、周辺の三次元形状を計測する技術である（図-1）。

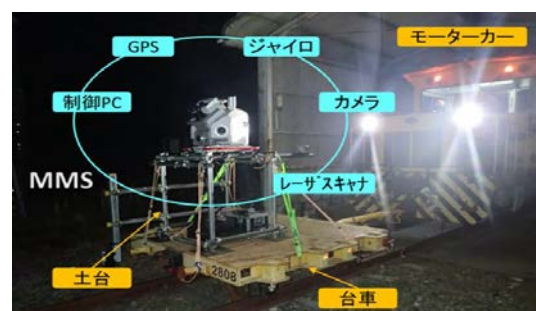


図-1 MMS 搭載設置の様子

自車の位置と姿勢は、GNSS（全地球航法衛星システム）、IMU（慣性計測装置）、オドメータ（走行距離計）によって、走行軌跡として記録される。周辺の三次元形状は、レーザ測距装置（LiDAR）と全周囲カメラによって計測される。これらのデータを統合することで、地球上の絶対座標（緯度、経度、標高）における周辺設備の位置および形状データを取得することができる。

(2) 試験計測

当社の車両基地や営業線、開業前新線等において、MMS をモーターカーや軌道自動自転車で牽引し、様々な条件下のデータを取得した。

MMS の性能は、1 秒間に 100 万発のレーザを照射し、公称測距精度（標準偏差）は 0.5-3.1mm、到達距離は約 119m である。GNSS と IMU を統合解析して得られる走行軌跡の絶対位置精度（平均二乗誤差）は、上空視界良好な安定走行区間において水平 2cm、鉛直 1.5cm である。

3. 測距精度の検証

MMS の点群データを検査等の測定作業に用いるには、誤差を考慮した許容値を定める必要がある。そのため、測距精度、断面測定（相対測距）精度、および測定基準位置（軌道中心線）精度を検証した。

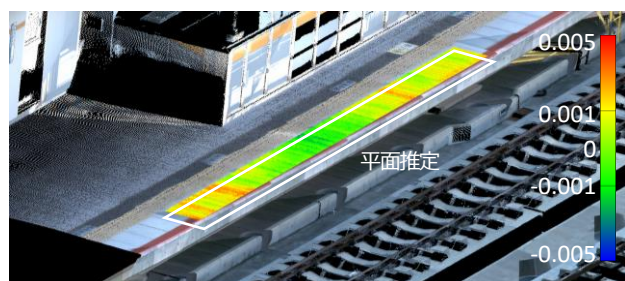


図-2 ホーム端部の近似平面からの残差

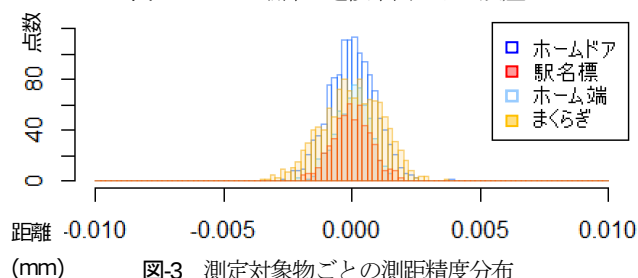


図-3 測定対象物ごとの測距精度分布

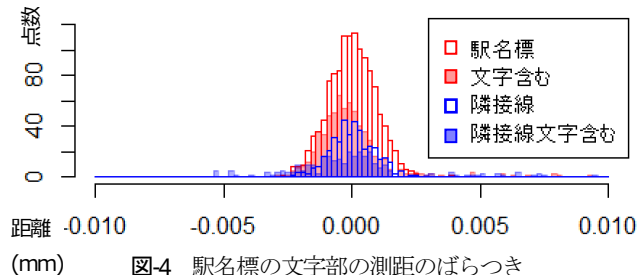


図-4 駅名標の文字部の測距のばらつき

(1) 相対測距

使用した MMS が照射するレーザは、赤色光の位相差方式であり、スキャン速度と測距感度が高い反面、対象物の材質や状態によってばらつきが生じる場合がある。

a) 平坦面のばらつき

変状や劣化のない開業前新線を対象として、構造物の点群を抜き出して（図-2）、近似平面からの残差を求めた（図-3）。まくらぎ、ホーム端、スラブなどの表面は、残差は標準偏差 0.7-1.1mm の正規分布を示しており、レーザの検出限界以下のランダムノイズである。したがって、点密度が十分な平坦部の測距の値は、測定値の平均値を最確値とみなしてよい。

レーザ光は距離に応じて減衰・拡散するため、距離が離れるほど、測距精度も低下すると想定された。しかし、走行線と隣接線の構造物の測距結果を比較したところ、有意な差は見られなかった。

駅名標やホームドアの文字部（黒）など、反射率が低い部分では、測距精度にばらつきがみられ、色が測定誤差を生じる要因となった（図-4）。ホーム端の塗装（赤）による測距精度への影響は確認できなかった。

b) 材質による違い

保守基地線に材質の異なる板を配置し（図-5）、点群の取得状況を確認した（表-1）。黒色の板は、特にばらつきが大きく、点密度も低かった。光沢の有無や角度の違いには、明確な傾向は見られなかった。鏡面板、透明板、反射材では、全く点群を取得できなかった。

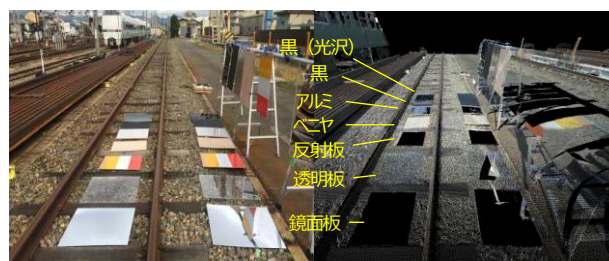


図-5 測距精度評価用ターゲット板

表-1 部材ごとの反射強度の標準偏差と密度

	ベニヤ		アルミ		黒		黒（光沢）	
	標準偏差 (mm)	密度 (cm ²)	標準偏差 (mm)	密度 (cm ²)	標準偏差 (mm)	密度 (cm ²)	標準偏差 (mm)	密度 (cm ²)
直下 0°	0.6	2.90	6.7	4.45	14.2	0.20	4.0	3.89
斜め 45°	0.6	2.50	18.5	0.46	9.3	1.07	5.6	3.33
真横 90°	0.8	4.20	-	-	16.0	1.08	5.3	5.86

(2) レール頭頂面の測距精度

計測の基準となる軌道中心線を定義するには、レール頭頂面の形状を高精度で計測する必要があるが、レールの状態や環境要因の影響を受ける。そこで、往復計測したデータの再現性を評価するとともに、レール上に水を撒いた際の影響を確認した。

a) 往復差

図-6 は往復計測した点群のレール断面図（切断幅 1m）である。計測点群の再現性を評価するため、レール頭頂面の点群を抜き出して（図-7）、高さの垂直残差を求めた（表-2）。残差の分布は往復ともに平均 0mm、標準偏差 3mm の正規分布であり、往復の計測結果の差異はほとんどなかった。ただし、ランダムノイズが部分的に発生しており、その垂直残差は最大 1～2cm 程度であった。

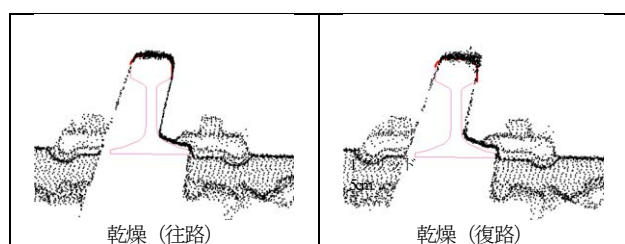


図-6 レール断面図（往復）

表-2 レール頭頂面点群の統計量

	最大	最小	平均	標準偏差
往路(mm)	11.6	-11.0	0.0	2.8
復路(mm)	12.4	-11.5	0.0	3.0



図-7 レール頭頂面点群のサンプリング

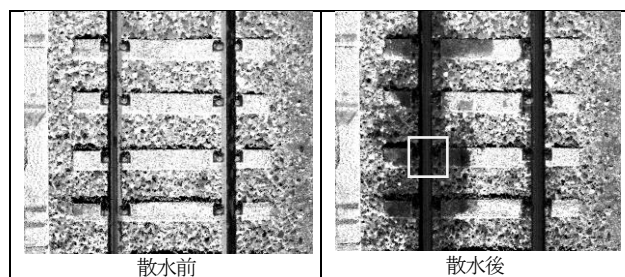


図-8 反射強度カラー画像の平面図（乾湿）

b) 乾湿

雨天後の路盤や、散水をともなう探傷車によって牽引する場面を想定し、乾湿の違いによる測距精度の変化を確認した。散水前後の点群を反射強度で色付けした画像を図-8に、レール断面を図-9に、近似面からの垂直残差分布を表-3にそれぞれ示す。着水部はレーザの反射強度が著しく低下し、垂直残差の較差と標準偏差が2倍程度増加した。

c) 光沢面

摩耗により平坦化したレール光沢面の断面を図-10に示す。レーザ光が鏡面反射する箇所では、反射強度や点密度が低下するだけでなく、垂直残差も4倍程度増加した。ただし、レール位置および形状の推定は可能である。

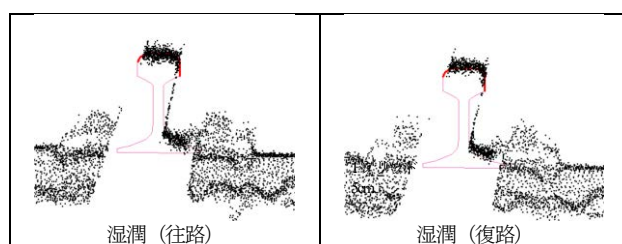


図-9 散水後のレール断面図（往復）

表-3 散水後のレール頭頂面点群の統計量

	最大	最小	平均	標準偏差
往路(mm)	19.1	-19.2	0.0	6.2
復路(mm)	19.3	-16.7	0.0	5.5

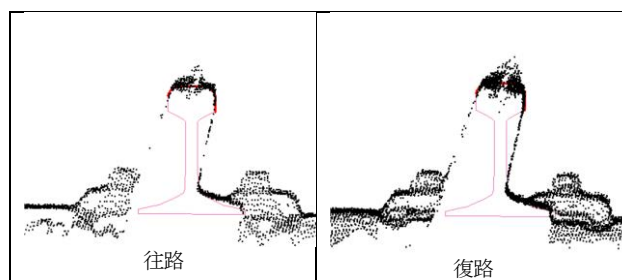


図-10 レール頭頂面の光沢部

表-4 散水後のレール頭頂面点群の統計量

	最大	最小	平均	標準偏差
往路(mm)	23.0	-22.8	0.001	8.5
復路(mm)	20.9	-19.9	0.001	7.9

(3) レール位置抽出精度

レール位置の抽出には、新名（2015）の手法⁹⁾を用いた。当手法は、理想的なレール断面形状と、取得した点群データとの間で、ICP（Iterative Closest Point）マッチング処理を行い、ゲージコーナー位置を推定した上で、左右レールの中線である軌道中心線を三次元空間内に定義し、勾配やカントを算出する。ICP 処理の際、指定幅で切り出した点群断面で位置を探索するため、曲線部の矢高や、勾配部の比高、および頭頂面ノイズなどが点群の“厚み”となって断面画像に表現される。この厚みの分が、位置推定の誤差要因となり、軌道中心線やカントなどの算出結果にも影響する。線路線形による厚みは、断面幅を狭めるか、前後区間での平均を取ることで極小化できるが、頭頂面ノイズはレール状態の影響を大きく受ける。

そこで、主要営業線の上下線を 20km/h で往復走行して取得した点群データを用いて、軌道中心線、カント、軌間を算出した（図-11）。軌間については、上り線、下り線の往復の差が標準偏差 1mm 程度であり、再現性が高い（図-12、表-5）。一方、カントについては、往復の差が標準偏差 3.4mm であった。レール頭頂面の高さ方向の誤差は、カントの算出値に与える影響が大きいことがわかる。

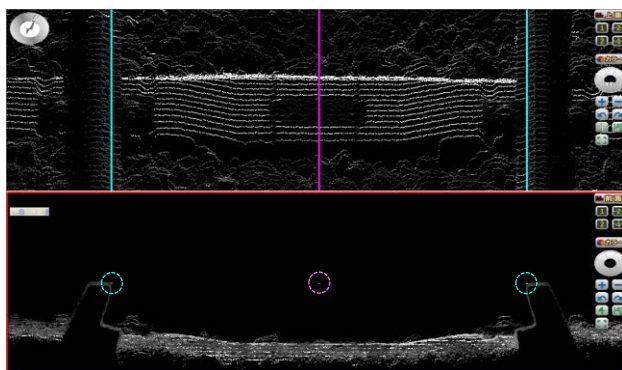


図-11 軌道中心線抽出結果

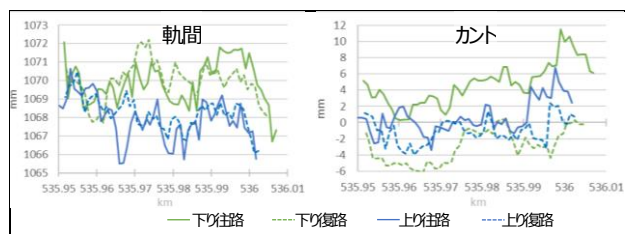


図-12 軌道情報の算出結果

表-5 算出した軌道情報の往復差の統計量

	上下	最大	最小	平均	標準偏差
軌間 (mm)	下り	1.970	-2.560	0.022	1.188
	上り	1.530	-3.940	-0.325	1.050
カント (mm)	下り	10.530	-4.820	1.616	4.331
	上り	4.590	-8.820	0.386	2.905

(4) 断面測定精度

軌道に直交する断面の測距精度は、前述の測距誤差に加えて、レール位置抽出誤差、カント算出誤差などの影響を受ける。

a) 構造物限界測定

建築限界の管理対象となる設備の測定への活用を検討するため、スルーガーダー橋のフランジ部を点群測定した（図-13）。測定方法は、点群ビューアの断面測定機能を用いて、軌道直交断面（幅 50cm 表示）の画面上で、端部を目視で確認し、マウスでクリックして指定した。

起点側と終点側の 2 箇所を往路と復路で 2 回測定し、離れと高さの値の往復差を求めたところ、標準偏差 4.71mm、最大差 8mm であった。図 14 のように、当該箇所では、2 年おきに現地計測しており、過去 5 回の測定値の標準偏差 2mm であった。MMS 点群の再現性は、現地測定よりも若干ながら低いと言える。その要因は頭頂面ノイズに起因するカント算出誤差と推定される。なお、往復の平均値との差を求めても、算出値の改善はわずかであった（表-6）。

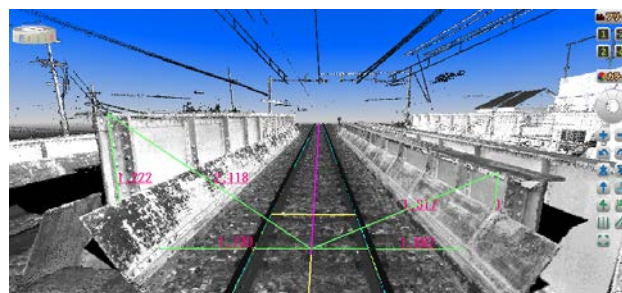


図-13 構造物の限界付近の断面測定

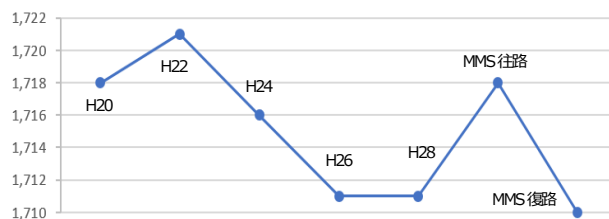


図 14 時系列変化の例（上り内終点方の離れ量）

表-6 断面測定精度

上下	最大	最小	平均	標準偏差
MMS 往復測定値の差 (mm)	-8	-8	0.25	4.71
MMS 平均測定値と 前回値との差(mm)	9.5	-7	-1.06	4.23

b) ホーム限界測定

ホーム限界測定への活用を検討するため、開業前新線の新駅ホームを対象に、軌道中心線からホーム端までの離れと高さの測定精度を確認した。測定方法は、点群ビューアの断面測定機能（図-15）での手動計測と、ホーム限界自動測定機能（図-16）の2種類を使用した。

自動測定機能では、指定間隔ごとに軌道中心線からホーム端部の代表点（最高点および最近点）までの距離を算出する。代表点の設定パラメータには、指定間隔の他に、測定モード（最短距離または平面推定）、最小点数（ノイズ除去）、平面推定閾値があり、ホーム端の形状（笠石やホーム櫛の有無）に応じて値を調整する。ここでは、現地実測に合わせて、指定間隔を5mとした。

急曲線区間に位置する駅ホームにおける、①現地実測、②MMS点群の手動計測、③MMS点群の自動測定の3者を比較した結果を図-17、図-18に示す。

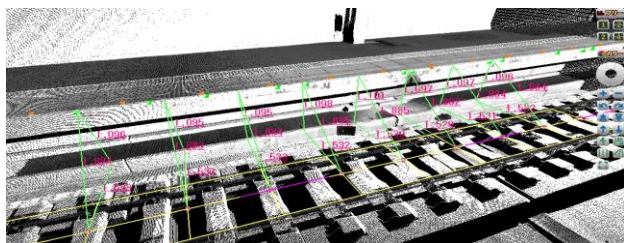


図-15 ホーム端の断面測定

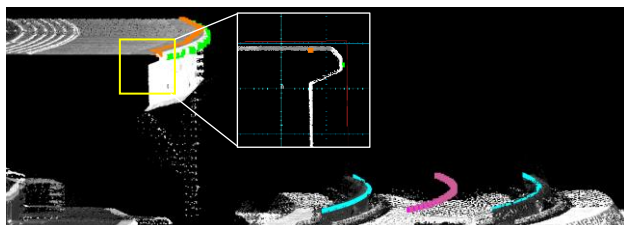


図-16 ホーム限界測定アプリケーション

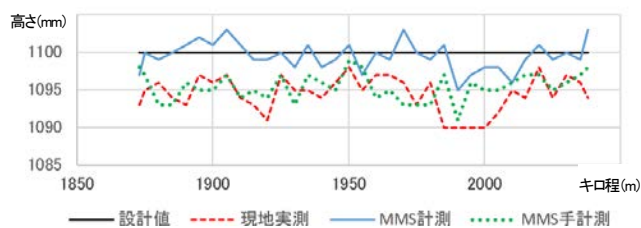


図-17 ホーム高さ測定値

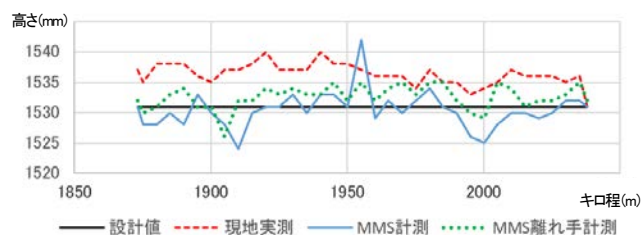


図-18 ホーム離れ測定値

ホーム高さの測定値は、現地実測と MMS 手動計測の値がよく一致しており、MMS 自動測定値だけが約 5mm 程度高い。これは、人間は目視でホーム端付近のノイズ点群を除外しているのに対して、自動測定ではノイズも含めて最高点を代表点とみなすためである。ホーム離れの測定値は、現地実測と比べて、MMS の測定値が自動・手動ともに 5mm 程度近い傾向にある。これは、ノイズの影響に加えて、曲線区間での断面の厚みに起因すると考えられる。

ホーム限界測定は、レール頭頂面ノイズの影響を受けるため、カント算出値を確認した。設計値が 10mm であるのに対し、MMS 計測結果は平均 10.8mm、標準偏差 1.1mm、最大差は 3.7mm であり、精度は良好であった（図-19）。開業前の新線はレール摩耗による光沢面が無く、軌道自動自転車で低速走行したため、営業線をモーターカーで牽引した区間よりも、レール頭頂面の点群のばらつきが小さかったためと考えられる。

c) 軌道中心間隔測定

開業前新線の一部区間を対象として、軌道中心線間隔の測定を行った。隣接線側のレールは、側面しか映らない（図-20）。そのため、隣接線右レール外側の座標と、隣接線左レールの内側の三次元座標を求め、規格レール幅を加えることで、隣接線の軌道中心線の位置を推定した（図-20）。

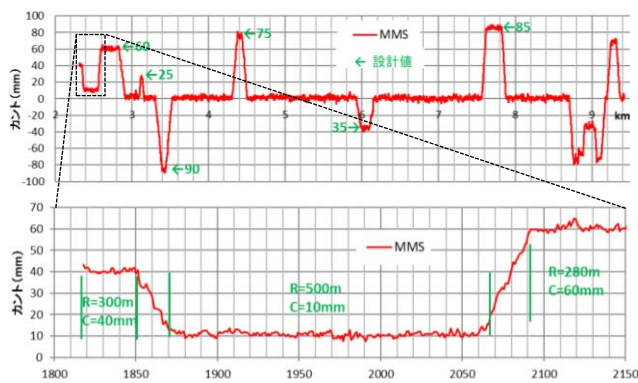


図-19 カントの算出値

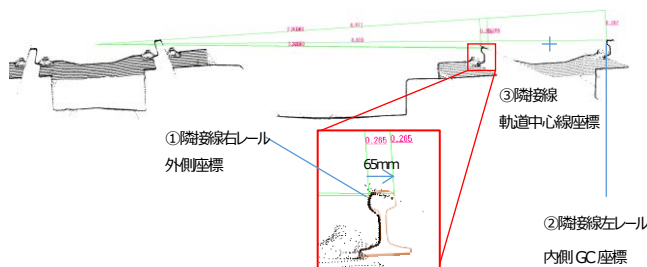


図-20 点群断面による軌道中心間隔測定

設計値、実測値、および MMS 点群からの測定値の比較を図-21 に示す。設計値と実測値の差はほとんど無いが、MMS 点群からの推定値は平均 40mm 程度の差が存在した。これは、レール側面の点群から軌道中心線を推定する際の手作業の誤差が混入することに加えて、断面測線の位置（キロ程）の違いによる影響も考えられる。

(5) 建築限界支障判定

建築限界確認アプリケーションは、建築限界枠を三次元空間上で定義し、枠内に含まれる点群の有無を自動判定する機能である。曲線区間においては、算出した軌道中心線の曲線半径に基づき側方に拡幅する。

図-22 に判定箇所の一例を示す。赤色で示す点群は、基礎限界内であることを示すが、当該物は一時的な仮設物（ピン柵）であり、実際の管理上、縮小限界の適用対象である。黄色で示す点群（電化柱）は、建築限界に近接するものである。限界枠への近接距離（青枠）は、任意の距離を指定することができ、ここでは 100mm を表示している。限界枠内に含まれる点群の集合は、点群の密度、位置、除外範囲（上部限界内の架線など）に基づき、支障物とノイズに判別される。空中のノイズ点群は、隣接する建物の鏡面反射によって生じ、反射強度の弱い面状の分布を示す。

4. 絶対位置精度の検証

MMS の走行軌跡は、GNSS の衛星電波を受信しづらい環境や、IMU のドリフト誤差が蓄積する停止部において、歪みが生じる場合がある（図-23）。これらの現象把握と要因推定、精度改良の検討を行った。

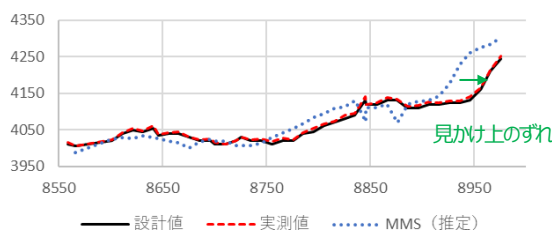


図-21 軌道中心線間隔測定値

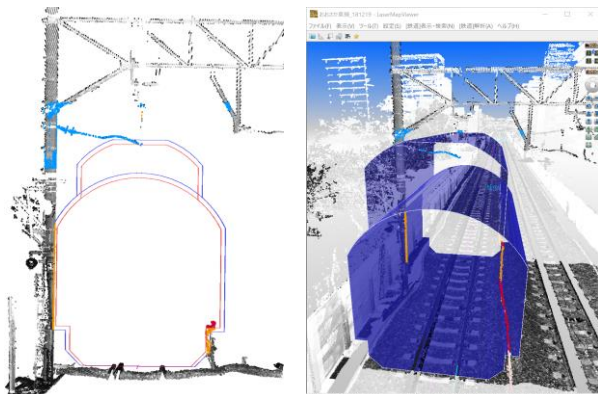


図-22 建築限界検知箇所（一時的な仮設物）

(1) 走行軌跡解析

上空が開けた区間の走行軌跡の位置精度は、機器の公称精度どおり数センチである。しかし、ビル群などの上空視界が狭い区間では、衛星数の不足、衛星配置の偏り、電波の多重反射や回折（マルチパス）、電波妨害などの要因により、測位精度が悪化する。特に、トンネルや高架下では、電波が遮断されるため、サイクルスリップ（波数の積算カウントが不定となる）が生じ、走行軌跡にずれが生じる。ずれの場所は、測位誤差の空間分布を示す解の品質図と予測測位精度グラフ（図-24）で確認する。

衛星電波が遮断された区間では、絶対位置のずれが生じており、点群データにも距離の伸び縮みや歪みが含まれる。そのため、上下線の往復データを重ねると、不整合（青：上り線、赤：下り線、図-25）が生じる。

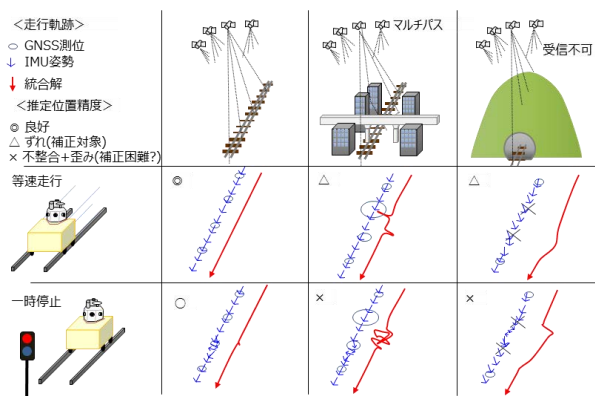


図-23 走行軌跡の精度劣化箇所

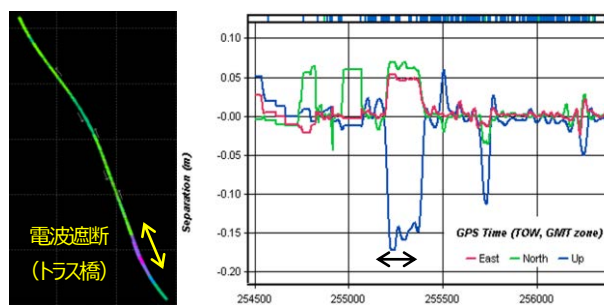


図-24 走行軌跡の解の品質図と予測精度グラフ

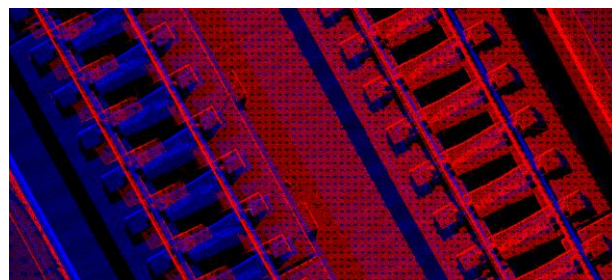


図-25 測位精度低下箇所の位置合わせ（上下線の不整合）

(2) 停止判定処理

上空が開けた衛星受信が良好な区間では、1秒おきに衛星測位による絶対位置補正（アップデート）が行われるため、IMUのドリフト誤差の影響は軽微である。しかし、トンネル内はIMUとオドメータだけの自律航法（デッドレコニング）になるため、時間とともに測位誤差が蓄積される。特に、トンネル内で停車すると、走行軌跡の位置は大きく乱れ、トンネル区間全体に歪みが波及する。これを補正するには、走行軌跡データのうち、曲率や勾配が異常な屈曲部を抽出し、手動で停止判定（ZUPT）処理を行う必要がある（図-26）。

(3) 位置合わせ精度

上下線や往復走行など、複数のMMS点群データを接合するには、ICPマッチング等の位置合わせ処理を行う。表-7は、上下線の重複区間にある明瞭な地物をタイポイントとして選定し、上り線に対して下り線のデータを相対的に位置合わせした結果である。走行範囲の起点と終点の位置を完全に一致させたとしても、衛星測位の精度不良区間において歪み誤差が残存する。そのため、合成後の点群データ上で測定した場合には、10mm程度の誤差が加わることを考慮する必要がある。

(4) 線路延長の距離測定

断面方向の測定精度は、主にレーザ測距精度で説明できるが、線路長手方向の測定精度は、走行軌跡の解析精度、特にGNSS測位精度に依存する。

また、レーザスキャナの回転数は200Hzであり、走行速度に応じてスキャン間隔が広がる（表-8）ため、点群の隙間を補って測長することになり、断面方向よりも誤差が大きくなる。

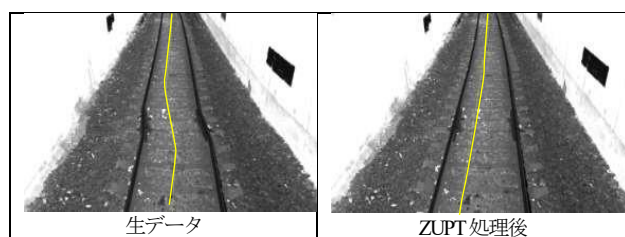


図-26 ZUPT処理による走行軌跡の歪み除去

表-7 上下線計測データのタイポイント較差

28点		最大	最小	平均	標準偏差
位置合わせ前 (mm)	水平	0.090	0.003	0.044	0.019
	垂直	0.089	0.036	0.058	0.017
位置合わせ後 (mm)	水平	0.043	0.001	0.016	0.011
	垂直	0.014	-0.014	0.000	0.007

表-8 走行速度とスキャン間隔

走行速度(kmh)	5	10	20	30	40
スキャン間隔(mm)	69	13.9	24.8	41.7	55.6

5. 鉄道構造物検査への適用評価

以上に述べた計測誤差を考慮したうえで、検査対象ごとの余裕量の設定基準について考察した。

(1) 断面測定

レール頭頂面の点群は、標準偏差 3mm 程度のばらつきがあり、湿潤状態では2倍、光沢面では4倍程度まで増加する。さらに、レール位置の推定、軌道中心線定義、カント算出、断面の厚み、測定対象の材質によって、それぞれに誤差が加わる。したがって、限界管理対象の断面測定など、高い精度が要求される測定をMMS点群データ上で行う場合には、各要因ごとの誤差やノイズの影響を低減させるため、断面測定箇所を少しずらして複数回読定を行うなどして、得られた値の平均値を用いることとする。特に、異常値や管理値に近い値が現れた際には、天候やレール摩耗の影響がないか、計測記録や撮影画像などを参照したうえで、結果を解釈することとする。

(2) ホーム限界測定

ホーム限界測定には、高い精度と信頼性が要求される。そのため、自動測定を複数回行い、前後区間で平均し、ランダムノイズの影響を低減させる。なお、測定誤差が発生した際には、影響が安全側に作用するため、管理値に抵触した箇所がただちに危険とは限らない。誤差による余裕量（バッファ空間）の目安は 3mm 程度とし、注意すべき測定値が区間で連続する場合には、点群の断面計測を手動測定し、ノイズの影響を排した値を採用する。

(3) 建築限界支障判定

建築限界支障判定には、レーザ測距、レール抽出、カント・曲線半径の算出の過程でそれぞれ誤差が加わるため、拡幅量や上部限界の誤差が大きい。したがって、限界枠付近の支障判定には 10mm 程度の余裕量を設定する。

また、スキャン間隔の隙間にある微小な物体を検出できないことや、最小支障判定数や点密度の閾値を用いた空中ノイズの除去処理の際の検出漏れや過剰検出の可能性があるため、限界内の点群集合が全て支障物とは限らない。自動で支障検知した箇所に対しては、反射強度と点密度が高いものを目視により形状を確認し、構造物であれば支障とみなし、それ以外の空中ノイズ、植生、移動体との再判定を行う。

(4) 線路延長測定

MMS点群による長手方向の測長精度は、GNSSの受信状況と、MMS計測時の走行速度によって左右される。総延長を高精度（誤差2cm程度）で測長できても、途中区間は局所的な伸縮が含まれている可能性がある。また、スキャン間隔の隙間があるため、スラブやレールをmmオーダーで測長するのは困難である。

(5) 鉄道空間情報の基盤構築

これまでは、検査業務の効率化を目的として、MMSのアプリケーション開発と、点群データの絶対位置精度の検証を行ってきた。MMSは本来的に測量機器であるため、即時の検査結果を確認できないという欠点があるが、位置精度が保証された点群データのアーカイブには、幅広い利活用の可能性があり、後から任意に情報を抽出したり、台帳整備時の参考資料としても使用できる。

MMSデータは、地図情報レベル500の図化が可能な点密度を有している。基準点による絶対位置補正や、既存のGISデータとの整合を図ることで、線路平面図の更新や、BIM/CIM等の三次元モデルの作成、列車制御用データベースの構築の基礎データとして使用できる可能性がある。将来的には線路周辺の3次元地理情報を整備することによる、さらなる利用展開を考えている。

6. おわりに

本稿では、MMS点群データを用いた鉄道構造物の測定作業への適用について検討し、測定精度に基づく利用の可能性と限界を明らかにした。測定作業にあたっては、レーザの特性や、計測時の環境条件、GNSS衛星の受信状況など、複数の誤差要因が伝播することを踏まえ、断面測定精度には3mm、建築限界支障判定には10mm、長手方向の測長には20mmの誤差の存在を考慮すべきである。今後は引き続き、試験データ取得と検証を行い、MMSの利活用に最適な管理値の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 新名恭仁, 今西進也, 桶谷栄一, 本間亮平, 辻求, 近藤健一: MMS(Mobile Mapping System)による点群データからのレール抽出と点群の鉄道での活用に関する考察, 第19回鉄道工学シンポジウム論文集, 2015
- 2) 新名恭仁, 桶谷栄一, 横内広高, 本間亮平, 辻求, 近藤健一: MMSによる鉄道設備のモニタリング, 写真測量とリモートセンシング, 55巻2号, pp. 95-99, 2016
- 3) 宮下純平, 犬飼洋平, 平松孝晋, 政井一仁, 本間雄一: 新駅設置工事の出来形測定における3D点群データの活用について, 土木学会第73回年次学術講演会, VI-730, 2018
- 4) 遠藤健, 池田直広, 田野井淳一: 三次元形状計測機を用いた鉄道建築限界管理技術の研究開発, 東急建設技術研究所報, No. 44, 107-112, 2018
- 5) 遠山 喬, 長峯 望, 大森 達也, 北尾 憲一, 中曾根 隆太: 測域センサを用いた建築限界判定装置と管理システムの開発, 鉄道総研報告, Vol.32, No.5, 2018

(2019. 4. 5 受付)

Accuracy evaluation of mobile mapping system for railway structures

Takahiro HIRAMATSU, Eiichi OKETANI, Kenji KITA,
Jumpei MIYASHITA and Ken-ichi KONDO

JR West has been examining the application of MMS (Mobile Mapping System) technology to inspection of railway equipment as part of its efforts to improve productivity and work style reformation by using ICT technology. In this research, measurement accuracies of 3D point cloud data acquired by MMS are compared and verified with the conventional on-site measurement. Then, the consideration of the error factor and the improvement measures were examined. On that basis, we report the inspection work using point cloud data and the arrangement for 3D model construction.