

## 3D プラットフォーム (MIM) の構築に向けた MMS 点群データに関する検証

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 栗林 健一  
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 白崎 広和  
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 齊藤 岳季

### 1. はじめに

鉄道構造物を有益な資産として今後も供用し続けるためには、あるタイミングで大規模な改修を選択することが必要となる場合がある。しかし、将来の労働力不足が予想される中で大規模改修などの事業を円滑に進めるためには、生産性向上などを柱とする魅力ある建設現場の構築が必要と考えられる。建設現場の生産性向上のための方策 (i-Construction<sup>1)</sup>) の一つとして、各建設生産プロセスから得られる情報の共有化およびそれに伴う業務の効率化、また各プロセスで得られる電子情報を他のプロセスに活用することによって、建設事業全体の生産性向上に期待がかかる。

JR 東日本では 2031 年より新幹線大規模改修を計画している。そこで、新幹線大規模改修事業の生産性向上を目的として、図 1 に示すような MIM (Maintenance Information Management/Modeling) を提案し、構築に向け検討を行っている。MIM 上の建設生産プロセスの各情報は部材などを単位とする 3 次元モデルによって管理される。各情報には、構造物の緒元や検査情報、位置情報を有する点群データをもとにした断面情報、また施工計画管理 (施工・品質・リスク) および竣工検査情報等が含まれる。これらの情報は次の維持管理の世代に有益な情報として引き継がれる。

視覚的に認識しやすい 3 次元モデルは、これまで使用されている 2 次元の資料に比べ、事業や建設現場に従事する関係者が短時間で情報を共有化できる。さらに、より高精度な寸法や位置情報を有している 3 次元モデルほど建設現場での活用機会が拡がることから、様々な事業者<sup>2)</sup>や測量会社等において既存構造物の 3D データを取得し、3D モデルへの活用の検討<sup>3)</sup>がなされている。

本研究では、新幹線大規模改修工事の MIM の構築に向け、レーザプロファイラ等で構成される MMS (Mobile Mapping System) を用いて実際の新幹線構造物の 3D 点群データを取得した。本稿では、3D 点群データの精度等について検討を行ったので報告する。

### 2. 3D 点群データの精度等の検証

#### 2.1 検証概要

レーザプロファイラとデジタルカメラを車両に搭載した MMS を用いて構造物の 3D 点群データ (トンネル、高架橋、付帯設備) を取得した。測定した構造物は、上越新幹線の A トンネル (坑口から約 1,000m)、複数の高架橋、B トンネル (坑口から約 1,000m) の線路内および線路外 (側道) における約 7km を対象とした。

MMS とは、GNSS、IMU、デジタルカメラ、レーザプロファイラ及びオドメータ等を搭載し、位置情報に同期した周囲の 3 次元データを移動しながら計測できる移動体計測システムである。線路内からの測定は TMW (保守用車) の架台にプロファイラを取り付け、測定を行った。測定結果の一例を図 2 に示す。

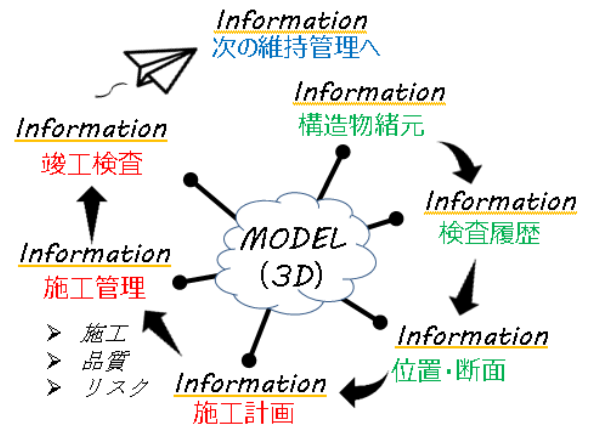


図 1. MIM の概念図



図 2. 測定結果の一例 (TMW より)

キーワード i-Construction, MIM, MMS, 3D プラットフォーム

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2 丁目 479 JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

2.2 測定位置情報の検証

MMS の測定結果は平面直角座標系のデータに変換を行い、並行して実施した基準点測量との比較を行った。MMS の位置情報の精度は GNSS (1 回/秒) 観測と IMU (200 回/秒) 補間に基づく。そのため、図 3 に示すようにトンネル区間に入ってから徐々に基準となる測量結果と大きな較差を確認できた。GNSS+IMU では十分な精度確保できない結果となった。

そこで、搭載しているレーザドップラ距離計により重み付けを行い点群の座標展開を実施し、図 4 に示すように展開図上で付帯物等間の 2 点間距離やトンネル内の付帯物等の形状について測定を行った。表 1 にこれら 3D 点群データ上の測定結果と現地での付帯物等の測定結果との比較を示す。比較検証の結果より、おおむね較差は 10mm 程度であり、良好な結果が得られたことを確認できた。

2.3 気象条件などの影響

本研究での測定では気象条件等の影響についても確認を行った。B トンネル内での測定は、計測当日の天気が雨であったこと、また計測直前に軌道モーターカーが走行していたためトンネル内は煙や濃霧に覆われていた。取得データを解析したところデータ不良が見受けられた。このことから煙やの濃霧なども状況時では計測に影響を及ぼす可能性を確認した。

また、取得データを分析した結果、反射輝度で判読可能であったが、カメラデータも使用できるように照明がある方が望ましい。特にレーザ点群間隔より細かな対象物には必須と考えられた。

2.4 検証結果のまとめ

精度は明かり区間では良好な結果を確認することができた。一方で MMS は GNSS 観測の可否により左右されるためトンネル内での測定結果は測量結果と差が生じた。そこで、レーザドップラ距離計により重み付けを行い点群の座標展開を実施することで付帯物などの位置情報をおおむね 10mm 程度の誤差で捉えることができた。これは工事管理上で必要な値としては満足できるレベルと思われる。

3. おわりに

本研究の測定結果からも MMS は、比較的容易に広範囲にわたって 3D 点群データを取得でき、また構造物や部材の位置情報を高精度に取得することが可能であった。その精度は、構造物を管理する 3D モデルの骨格に活用できると思われる。引き続きは 3D モデルプラットフォーム (MIM) の構築についても検討を行い、次の維持管理世代に繋がる情報管理の構築に取り組みたい。

参考文献

1) i-Construction (建設生産性革命) の推進に向けた積算基準の見直しについて：国土交通省，2016.3  
2) 首都高技術(株)：ホームページ，技術紹介，インフラドクター  
3) 点群座標データを用いた 3 次元モデルの生成に関する研究，土木情報利用技術論文集土木学会，Vol.19，pp.165-174，2010

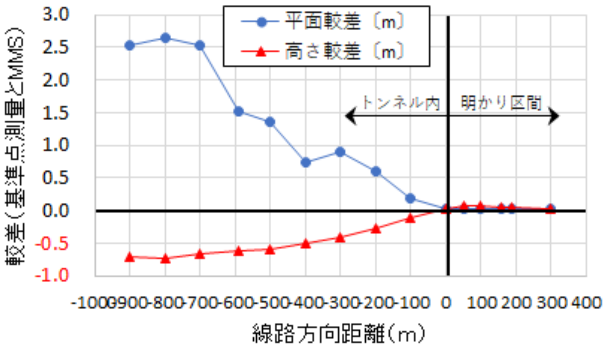


図 3 MMS と測量結果の較差 (m)

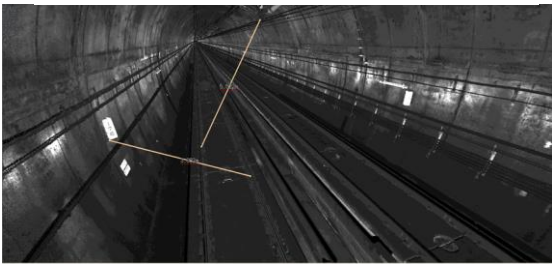


図 4 レールからの覆工までの距離

表 1 トンネル内の 3D 点群データの精度検証

| 検査対象                  | 現地調査     | MMS      | 較差     |
|-----------------------|----------|----------|--------|
| 軌間内レール幅               | 1,437 mm | 1,442 mm | -5 mm  |
| スラブ軌道目地間隔             | 45 mm    | 57 mm    | -12 mm |
| 左レール頭頂部<br>・ トンネル壁面   | 1,510 mm | 1,512 mm | -2 mm  |
| 右レール頭頂部<br>・ 下り線キロポスト | 3,860 mm | 3,862 mm | -2 mm  |