

限界管理業務の効率化に向けた点群データの精度などの検証

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 向井 鷹則
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 齊藤 岳季

1. はじめに

維持管理における様々なデータを位置情報により紐づける GIS プラットフォームの活用は、データ共有による診断技術の深度化、時系列のデータ管理に基づく劣化予測、検査や施工データの IoT 化による業務の効率化等が期待される。既存設備を対象とした GIS プラットフォームの基盤は 3 次元レーザスキャナーにより取得する点群データとなるが、この点群データは GIS プラットフォームの基盤位置情報だけではなく、トンネルの内空変位計測やホームなどの限界管理の代替データとしての期待も大きい。MMS を用いることで、一度に大量の点群データを取得できることから、様々な限界管理等の計測業務の集約でき、大きなコストダウンが見込める。本研究では、点群データの有効活用に向け、非 GNSS 区間の既存設備の位置情報の把握方法の検討、また限界管理等計測業務の基本となる相対座標の精度検証を行ったので報告する。

2. 非 GNSS 区間における既存設備の位置情報の把握

GIS プラットフォームの構築には既存設備を MMS (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) により位置情報を取得する必要がある。しかし、非 GNSS 区間である長大トンネル等では正確な位置情報が取得できない。これまでの計測¹⁾でも、トンネル区間に入ってから徐々に大きな較差 (対基準測量結果) が確認された。そこで、正確な既存設備の位置情報の把握に向け、軌跡解析について検討を行った。

GNSS 区間での MMS の軌跡解析は GNSS の位置情報と IMU 観測データの軌跡により行う。一方、非 GNSS 区間であるトンネルでは、IMU とレーザドップラー観測データより軌跡を求め軌跡モデルを作成する。本検討では、同じ計測日データについて SLAM 処理の一種であるマルチパス処理の効果の検証を行った。マルチパス処理は軌跡モデルから生成した点群から同一点を抽出し、同一点として再度計算を繰り返すもので、今回においては任意の 11 箇所 (約 1km ごと) のキロポスト付近を同一点とみなし、解析を行った。図 1 に片道走行時だけの軌跡解析結果を示し、図 2 に二往復走行 (4 データ) でマルチパス処理を行った結果を示す。同日同線路での統合解析により誤差が 63m から 2m に減少することが確認できた。将来は、さらに別日別線路データを追加したマルチパス処理することで精度向上が期待でき、点群データで既存設備の位置情報を把握できると考えられる。

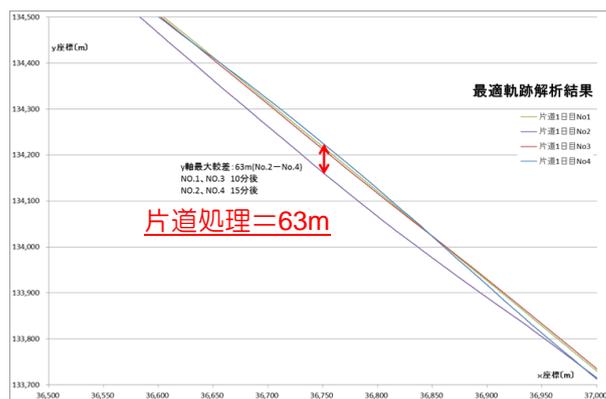


図 1 最適軌跡解析 (片道処理)

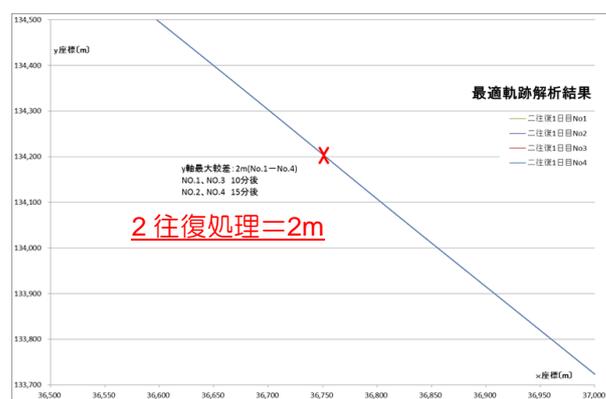


図 2 最適軌跡解析 (2 往復処理)

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

3. 限界管理業務への活用に向けた精度検証

3.1 検証概要

点群データは GNSS の精度に依存することから絶対座標に基づく限界管理には不向きである。しかし、同一計測断面付近における 2 点間距離は 3 次元レーザスキャナーの精度に近いと考えられるため、相対変位に基づく限界管理に活用できる可能性がある。

そこで、計測保守用車（図 3）に MMS を取り付け、時速 30km/h で走行し、レーザプロファイラより 6.6m 離れた模擬不陸パネルの計測を行った。模擬不陸パネルは異なる高さを有する 36 枚のパネルをランダムに配置したものである。図 4 に設置状況と模擬パネルの正面図を添付する。

3.2 検証結果

取得した点群データの 3D 化を図 5 に示す。図 6 に検証結果を示す。図 6 は隣り合うパネルの不陸量（高さの差分）について正解値と計測結果をプロットしたものである。正解値と計測結果がほぼ同一であることが分かる。

使用したレーザプロファイラの製品誤差はレーザからの離隔距離 5m 以内で 0.5mm であるが、隣り合うパネルの不陸量（高さの差分）の計測における平均誤差は 0.6mm、最大 1.87mm の誤差であった。走行時においても製品誤差程度の精度でデータを取得できることが確認できた。



図 3. 計測保守用車

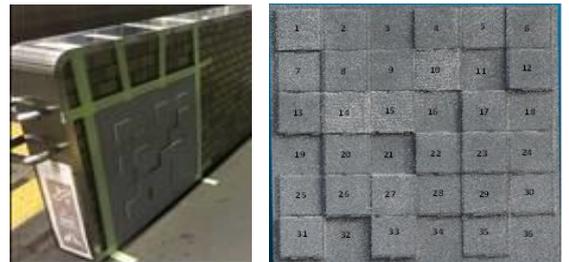


図 4. 模擬不陸パネル



図 5. 3D 化点群データ

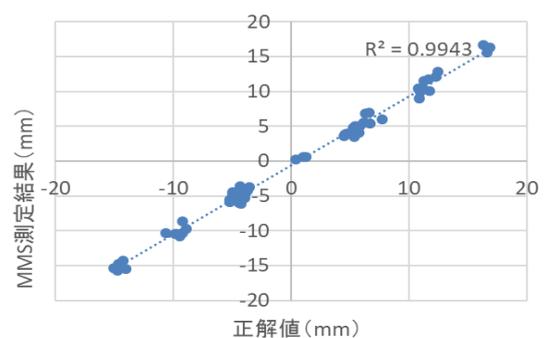


図 6. 不陸パネルの計測結果

4. 限界管理業務への活用

マルチパス処理により非 GNSS 区間においても既存設備のおおよその位置情報を把握することができると考えられる。また、MMS による同一計測断面付近における 2 点間距離は 3 次元レーザスキャナーの精度に近いことも確認できた。

そこで、実際に非 GNSS 区間で取得した点群データをもとに長大トンネル内の中央通路内に設置する仮設物の限界干渉性（車両限界）の確認を行った。確認の結果、当該箇所では車両限界に干渉することが分かる。なお、車両限界は既存の軌道データ（高低差や曲率半径など）により作成しており、全て点群データより作成したものではない。

5. おわりに

位置情報を持つ点群データは様々な維持管理業務の効率化に活用でき、業務の効率化が期待できる。

一方で、軌道データに関する点群データの解析法など解決できていない部分も多い。

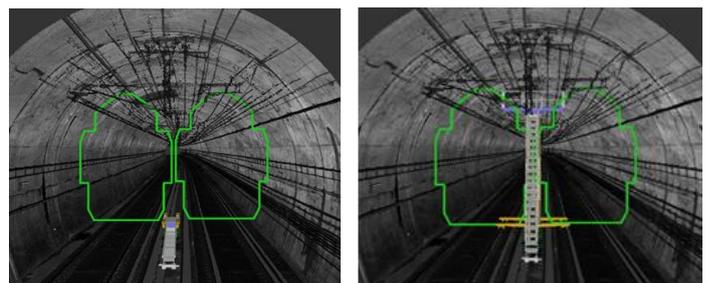


図 7. 限界測定干渉確認例

参考文献

- 1) 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, 栗林, 白崎, 齊藤, 土木学