

新幹線における点群データの取得と自動判定方法の検討

東日本旅客鉄道	正会員	○安藤	洋介
東日本旅客鉄道	正会員	須藤	雅人
東日本旅客鉄道		糟谷	賢一
日本インシーク		田中	恭介
エリジオン		渡辺	友彦
エリジオン		伊名波	翔

1. はじめに

JR 東日本では、新幹線の線路点検における検査精度の向上や作業員の労力軽減を目的に、2019年に線路設備モニタリングに向けた新型保守用車（以下、「試験車」という）（図1）を試験導入した。2020年には、本試験車の屋根上にMMS（モバイルマッピングシステム）を搭載して線路設備の点群データの取得を開始し、同時にデータ処理および自動判定方法を検討してきた。本稿では、試験車に搭載したMMSとこれまでに検討した点群データを用いた自動判定方法を紹介する。



図1 新型保守用車（試験車）

2. 試験車に搭載したMMSの仕様

図2に、試験車の屋根上に搭載したMMSの外観を示す。試験車の東京方の屋根上にレーザプロファイラ2台、慣性航法装置としてIMUとGNSSアンテナ2台、その他にデジタルカメラ、LED照明、降雨センサーを搭載している。レーザプロファイラのスキャン回転数は200Hzであり、設置角度は鉛直方向45°、水平方向は左右にそれぞれ45°である。また、降雨センサーにより降雨降雪等を検知した場合には、自動で雨除けカバーが閉じてレーザプロファイラを保護する機構となっている。

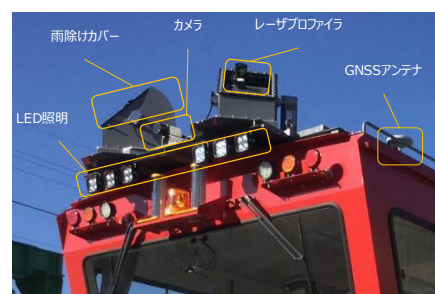


図2 搭載したMMSの外観

3. 点群データの処理

試験車で取得した計測データの処理は、1次処理と2次処理に大別される。1次処理は、計測データを点群データとして活用できるようにするための処理であり、試験車の走行軌跡の決定や点群生成を行う。一方、2次処理は、既存の点群データ処理ソフトに鉄道用プログラムを開発し、点群データからレールを認識して軌道を抽出したり、キロ程等の軌道情報を付与したりするとともに、次章で述べる自動判定を実施する処理である。

2次処理におけるレールの認識は、図3に示すように、レールの図面と点群とをフィットさせることでレール位置を求め、レールの内軌側を示す線を表示させる。また、このようにして求めた左右1対のレールを1つ

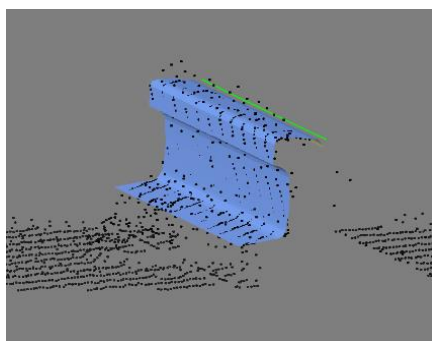


図3 レールの認識

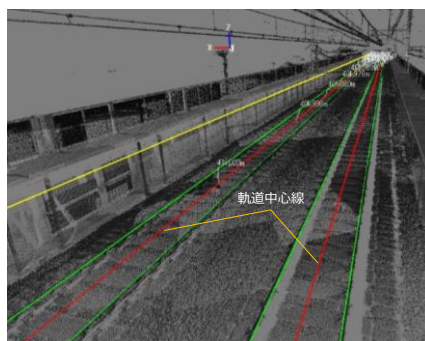


図4 軌道の抽出

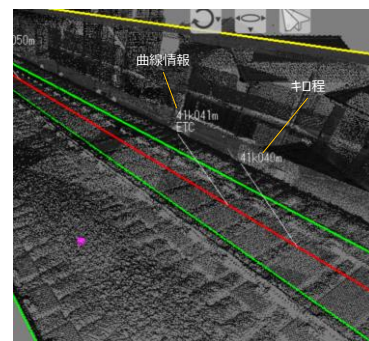


図5 キロ程等の表示

キーワード 点群データ, MMS, 新幹線, 軌道中心間隔, 建築限界, 道床形状

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地 東日本旅客鉄道(株) TEL 048-651-2389

の軌道として認識し、図4に示すように、左右レールの中心を算出して軌道中心線として表示させる。なお、軌道抽出の対象は、試験車で取得して1次処理した点群データ全体であり、試験車の走行線以外の隣接線等の軌道も抽出できる。また、図5に示すように、試験車のキロ程情報を点群データに付与することや、あらかじめ登録した台帳情報をもとに曲線や分岐器の旗揚げ表示も可能である。

4. 2次処理における自動判定機能

(1) 軌道中心間隔判定

軌道中心間隔は、図6に示すように、点群データから抽出された隣合う2軌道の各軌道中心線の最短距離として任意の間隔で算出できる。ここで算出された値を別に設定する規定値と比較して判定を実施する。

精度検証では、本線の直線100mの2区間を速度25km/hおよび50km/hで各6試番走行して計測した点群データから、上記の方法で軌道中心間隔を10m間隔で算出して評価を行った。同区間について治具を用いた従来の手法で検測した結果を真値とした場合、速度によらず全試番での最大誤差は6.5mm、標準偏差は2.0mmであり実務上十分な判定精度を有していることが確認できた。

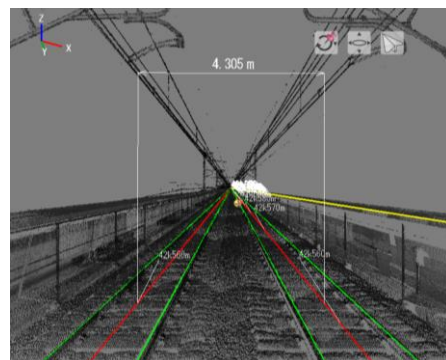


図6 軌道中心間隔判定

(2) 建築限界支障箇所判定

建築限界の支障箇所判定は、図7に示すように、抽出された軌道に対して3次元的に配置した建築限界枠の内部の点を支障点としてカウントし、支障点の数が任意に設定する閾値よりも多い場合に当該箇所を建築限界の支障箇所と判定する。

精度検証では、基地線において、建築限界を支障する位置としない位置にそれぞれ平板を2箇所ずつ設置し、試験車を10km/hの速度で6試番走行させた。その結果、平板を支障する位置に設置した箇所は、いずれの試番でも支障点数が顕著に多くなり、適切な閾値を設定することで建築限界の支障判定が可能であることがわかった。なお、点群を間引くことで模擬的に速度を70km/hとした状態のデータにおいても、同様の結果が得られている。

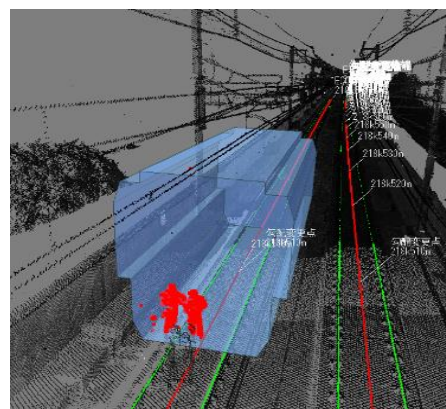


図7 建築限界支障箇所判定

(3) 道床形状不足箇所判定

道床形状不足箇所判定では、図8に示すように、まくら木方向の正射断面から、軌道中心から道床法尻および法肩までの幅、余盛高さをそれぞれ算出し、規定値との比較により不足箇所を判定する。

精度検証では、基地線において、道床肩部に道床肩部を模擬した模擬箱を設置し、試験車を10km/hの速度で6試番走行させた。そして、模擬箱を設置した位置における軌道中心から道床法肩までの幅および余盛高さを算出し、測量による実測値を真値として比較検証した。その結果、軌道中心から道床法肩までの幅の全試番の最大誤差は碎石1個分程度、余盛高さの最大誤差は13mm、標準偏差は2.5mmであり、実務上の判定に十分な精度を有していることが確認できた。なお、上記と同様に、模擬的に速度を70km/hとした状態のデータにおいても、同様の結果が得られている。

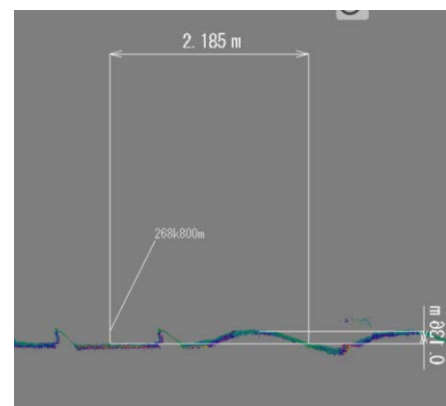


図8 道床形状不足箇所判定

5. おわりに

JR 東日本では、2024年度新幹線に導入する「線路設備モニタリング車」にMMSを搭載する予定である。また、2次処理で用いる自動判定機能は、試験車に搭載したMMSのみならず、1次処理済であれば他の点群データも利用可能であり、当社在来線の一部区間のデータでも活用されている。