

新幹線線路設備モニタリング装置の開発（その1）～保守用車・軌道材料モニタリング装置～

J R 東日本 正会員 ○安藤 洋次郎
J R 東日本 中郷 智
J R 東日本 折本 大輝

1. はじめに

JR 東日本では、新幹線の軌道管理における検査・巡視の車上化と判断基準の統一化などを目的に専用保守用車の開発を行っており、2019 年 10 月に新幹線線路設備モニタリング装置を搭載した新型保守用車（以下、「試験車」という）を導入し試験走行を開始した。本件では、導入した試験車の概要及び軌道材料モニタリング装置に関する開発の取り組みについて述べる。

2. 試験車の開発

(1)試験車の開発経緯

新幹線線路設備モニタリング装置の開発にあたり、線路設備検査・巡視の検測精度向上だけでなく、従来の検査方法による作業員の労力軽減が大きな課題であった。そこで在来線で実績のある軌道材料モニタリング装置の新幹線用の開発のほか、複数の検査装置を開発し試験車に搭載することとした。

在来線では、軌道変位モニタリング装置と軌道材料モニタリング装置の2装置を旅客営業列車に搭載している。しかし、新幹線の旅客列車は最高 320km/h で走行するため、軌道材料モニタリング装置による画像取得が技術的に困難であること、また、旅客列車の床下に前述の複数の装置を搭載するスペースを確保することが困難であることから、専用の保守用車（試験車）（図-1）を製作し、開発した各装置を搭載することとした。

(2)試験車の車両仕様と搭載装置

試験車の車体については、複数の装置を搭載することが可能な大型の保守用車とする必要があった。

そこで、既に当社で運用中であった標準軌用のレール探傷車の車体をベースとして車両製作を行った。基本的な車両の主要性能諸元は表-1 に示すとおりである。試験車には表-2 に示す3つの装置を搭載した。軌道材料モニタリング装置（図-2）は試験車前後の台車の内側の車体下部に、分岐器・軌道変位検査装置¹⁾は副運転台側の台車下部に、モバイルマッピングシステム（MMS）²⁾については主運転台側前頭部に搭載した（図-1 再掲）。

(3)試験走行の経過

車両本体と軌道材料モニタリング装置、分岐器・軌道変位検査装置については、2019 年 10 月より新幹線本線で走行試験を行っている。その後、2020 年 12 月には MMS の装置を搭載し、さらに走行試験を重ねている。これまでに、新幹線本線上で約 180 回走行し、各装置によるデータの収集、検査・巡視等に用いるためのロジック開発を進めてきた。



図-1 製作した試験車

表-1 試験車の主要性能諸元

試験車の主要性能諸元	
総重量	48.1t
軸重	15.0t 以下
車体長	17, 200mm
最小走行曲線半径	100m
最大走行速度	70km/h（平坦）

表-2 試験車に搭載した測定装置

装置名称	装置機能概要
軌道材料モニタリング装置	線路設備の画像を収録
分岐器・軌道変位検査装置	レール断面、軌道変位を測定
モバイルマッピングシステム（MMS）	線路沿線の点群データを収集



図-2 軌道材料モニタリング装置外観

キーワード 新幹線，線路設備，試験車，軌道材料モニタリング

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センター テクニカルセンター tel:048-651-2389

3. 軌道材料モニタリング装置により取得される画像を用いた判定ロジックの開発

(1) 軌道材料モニタリング装置について

軌道材料モニタリング装置は目視等で実施していた軌道管理の検査や巡視の一部の代わりに、画像を用いて判定することを目指し開発を行っている。装置には対象物の位置座標を点群として収録するプロファイルカメラ 5 台と、濃淡画像を収録するラインセンサカメラ 7 台を搭載し、スラブやまくらぎ全体を画角に捉えている。位置座標を真上からの視点に変換した距離画像と、濃淡画像（図-3）はそれぞれレール長手方向の分解能が 1.0 mm, 0.5 mm となっている。これらの画像を解析することで軌道材料の異常の有無を抽出している。

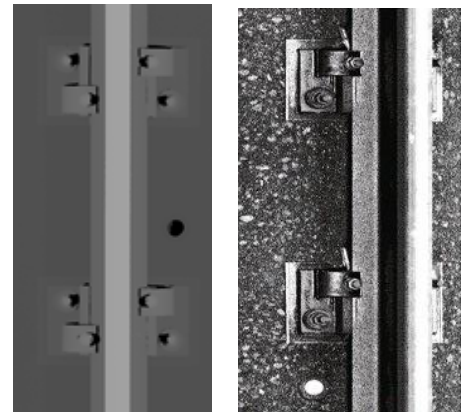


図-3 距離画像（左）、濃淡画像（右）

画像を用いた判定項目としてレール締結装置の脱落・緩み、継目板ボルトの脱落、IJ フロー、伸縮継目のストローク・照り面重なり量、杭間レール伸縮量、レール表面傷、下部限界の支障などを開発している。本件では一例としてスラブ用板ばね直結 8 型締結装置の脱落・緩みについて説明する。

(2) 締結装置の脱落・緩み

判定にはまず締結装置や構造物の基準データを作成する必要がある。図-4 のように判定をするべき締結装置や構造物にマーカーを設置した後、種別 ID やキロ程が記載された csv ファイルを出力する。判定には距離画像を使用し、判定に用いるテンプレート画像を図-5 に示す。

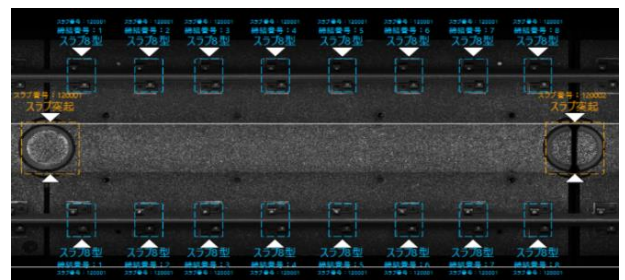


図-4 基準データ

基準データの位置において、テンプレート画像と取得した画像をマッチングさせることで締結装置を検出する。この際、マッチングスコアが閾値より低かった場合に板ばねの“脱落”と判定する。基地線にて脱落模擬試験を行った後、本線における試験の結果では 99.7% (N=17,449) の精度で判定できており、判定不良箇所は全てボンド箇所などが締結装置に支障し、マッチングスコアが低くなった場所である。

①' テンプレート画像
幅 145mm × 高さ 235mm



図-5 テンプレート画像

締結装置が存在する場合は、距離画像から締結装置ボルトを検出し、ナットの高さを算出する。さらに、タイプレート上に定めた基準面の高さを算出し、その高さの差が閾値以上である場合に“緩み”と判定する。この判定処理を締結装置毎にテンプレート画像・閾値を変えて実施することで、全体の 96% 以上の締結装置を判定できる。

締結装置が存在する場合は、距離画像から締結装置ボルトを検出し、ナットの高さを算出する。さらに、タイプレート上に定めた基準面の高さを算出し、その高さの差が閾値以上である場合に“緩み”と判定する。この判定処理を締結装置毎にテンプレート画像・閾値を変えて実施することで、全体の 96% 以上の締結装置を判定できる。

4. まとめ

試験車の開発及び軌道材料モニタリング装置で取得した画像を用いた判定に関する開発を実施した。2024 年度の新幹線線路設備モニタリング装置の本導入に向けて、必要となる検査の判定ロジック開発及び本線での試験を実施し、さらなる改良をしていく予定である。

参考文献

- 1) 青木, 星野他: 新幹線線路設備モニタリング装置の開発(その2)～分岐器・軌道変位検査装置～, 土木学会全国大会第 78 回年次講演会, 2023
- 2) 安藤, 須藤他: 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, 土木学会全国大会第 78 回年次講演会, 2023