

1801 在来線多目的試験車 (MUE-Train) による 保線設備モニタリング装置の走行試験

正 [土] ○松田 博之 正 [土] 片岡 慶太 正 [土] 小関 昌信 (東日本旅客鉄道株式会社)

正 [土] 矢澤 英治 (財)鉄道総合技術研究所)

Test of Track Monitoring System with MUE-Train

○Hiroyuki MATSUDA, Keita KATAOKA, Masanobu KOZEKI, East Japan Railway Company

2-479, Nisshin-cho, Kita-ku, Saitama

Eiji YAZAWA, Railway Technical Research Institute.

This paper describes development and validity of a track monitoring system, which estimates the track conditions, that aims at mounting on the commercial vehicle. To detect the track conditions from the data that can be obtained in the interior of the commercial vehicle, two methods have been proposed: the one to detect track irregularities using inertial mid-chord offset method and the other to detect failure of track materials using three-dimensional information. The developed systems have been installed onto the 209 series experimental train MUE-Train to carry out a field test for the validation of the systems. As the result of the test, it was found out that the developed track monitoring systems have a good prospect for practical use.

Keywords: Track monitoring system, MUE-Train, Inertial mid-chord offset method, Three-dimensional information

1. はじめに

鉄道車両を支える軌道設備は、列車の繰り返し走行や自然環境に暴露されて、変位・劣化が進行するため、それらの状態を検査により的確に把握し、その進行性を監視することが重要である。当社の在来線における軌道変位の管理では、年に数回、軌道検測車 (East-i) によって変位を測定するほか、検測車では検査できない部分については、保線技術者の目や検査機器によって定期的に変位や材料の劣化の進行性を監視している。しかし、長区間にわたる保線設備を検査することは、多大な労力を要する作業であり、作業負担の軽減とメンテナンスコスト削減の観点から、効率的な検査方法について検討する必要がある。また、検査の質の向上を図るためには、継続的に設備の状態を把握し、故障の予兆を把握することが必要である。

そこで、当社では営業用車両に検測装置を設置し、営業運転中に測定することにより、軌道の状態を高頻度に監視 (モニタリング) することをめざして開発を行っている。本稿では、軌道の状態をモニタリングするための装置として開発を進めている、慣性正矢軌道検測装置 (車体装架型) および軌道材料画像撮影装置の概要と、それらを 209 系在来線多目的試験車 MUE-Train に搭載し、走行試験を行った結果について紹介する。

2. 慣性正矢軌道検測装置 (車体装架型)

2.1 慣性正矢軌道検測装置の概要

慣性正矢軌道検測装置は、慣性正矢法を利用して、床下のセンサボックスと、床上のデータ収録のための小型の機器箱を取り付けるだけで軌道変位の検測が可能になる装置である。従来の軌道検測車は、2 台車方式であり、

全ての軸箱にレール変位検出装置が設置されており、全体的に複雑で大きな装置となっている。そのため、軌道検測車に搭載されている装置をそのまま営業列車に設置するのは難しい。営業列車に設置するためには装置を小型化する必要がある。これを実現できる手法として慣性正矢法による軌道検測装置を選定した。

この装置では、実際に車体に起きた揺れを積分演算することにより、装置自体の変位を算出する (慣性法) とともに、装置とレールとの相対変位をレーザーにより測定する (2 軸レール変位検出装置)。この両者の差を計算することにより、軌道変位が求められる。この方法の場合、1 点の測定だけで軌道変位が得られるため、従来の軌道検測車のように車両 1 両分を占めていた装置に比べ、小型化・低価格化が実現できる。また、従来の軌道検測車は、車両工場での検査時に、軸箱と一体で取り付けられている関係部品を取り外し、検査終了後に再設置する作業が行われているが、慣性正矢軌道検測装置は、外付け装置のため、こうした解体・組立作業が不要となる。

2.2 車体装架型慣性正矢軌道検測装置の開発

慣性正矢軌道検測装置については既に、九州新幹線において台車装架型の装置の試行が報告されている。しかしながら、台車装架型装置は寸法上の制約があるため、取り付けが困難な台車もある。そこで、車両への取付箇所の制約が少ない、車体装架型の装置を開発した (図 1)。車体装架型の場合、設置位置からレールまでの距離が離れているため、測定可能な範囲を広くとる必要があり、結果として測定対象外の物体をとらえてしまう恐れがある。このため、測定対象物を正しく判断し、迅速に処理するための改良が重要な課題となった。

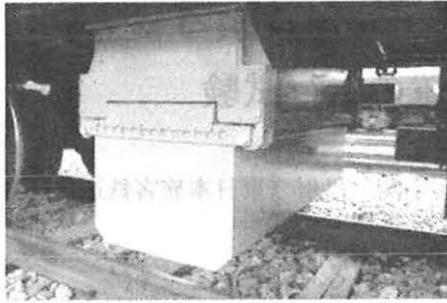


図1 慣性正矢軌道検測装置（車体装架型）

2.3 MUE-Train を使った走行試験

車体装架型慣性正矢軌道検測装置の検測精度や耐久性の検証のため、図2に示す試験車 MUE-Train に装置を搭載し、2009年1月以降、東北線、中央線、埼京線などにおいて走行試験を実施している。延べ走行距離は、2009年9月末までに、約8500km（稼働時）となっている。

図3は、測定再現性の確認を行うために、10m 弦高低変位を、7回、同じ区間で検測した波形である。図中、 σ で表示した数字は、最上段の波形を基準とした場合の、当該区間の再現性誤差の標準偏差である。図に示すように、再現性誤差は全て0.3mm以下となっており、十分な検測精度が得られていることがわかる。なお、通りについても再現性誤差は最大で0.32mmとなり、一般的に在来線の検測装置の精度の目安としている0.5mm以下を達成している。なお、本装置は通りの検測精度にジャイロの精度が大きく影響するため、さらに高精度のジャイロを採用することにより一層の精度向上が期待できる。



図2 209系試験電車（MUE-Train）

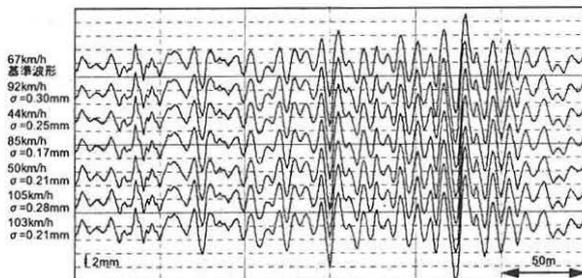


図3 10m 弦高低検測波形の繰り返し再現性

3. 軌道材料画像撮影装置

3.1 軌道材料画像撮影装置の概要

軌道材料画像撮影装置は、例えば、レール継目板ボルト、レール締結装置、レールボンドの脱落、レール締結装置の緩み、軌道パッドのずれ、接着絶縁レールに発生する金属フローなどを画像撮影し、自動判定することをめざして開発している装置である。

軌道材料をラインセンサカメラなどで撮影する装置に

ついては、国内外でも既に実用化されている。しかし、軌道材料の異常状態を自動判定する機能については、多くの例を見ない。その異常状態を高頻度に自動撮影、自動判定することができれば、線路設備の信頼性が向上するほか、定期検査や徒歩による巡視の労力が軽減される。

現在開発している軌道材料画像撮影装置（図4）は、2つの収録装置で構成されている。1つは、軌道材料の写真画像を撮影するためのラインセンサカメラである。もう1つは、レール近辺の標高情報（3次元画像）を取得するための装置である。本開発では、主に標高情報を活用して軌道材料の異常状態を自動判定させる予定である。

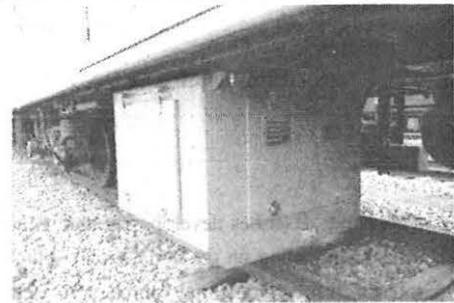


図4 軌道材料画像撮影装置

3.2. MUE-Train を使った走行試験

軌道材料画像撮影装置を試験車 MUE-Train に搭載し、2009年1月以降、東北線や日光線においてデータ収録試験を行っている。

図5に、レール付近の軌道材料を3次元画像化した例を示す。図では、白色の箇所ほど標高が高く、黒色の箇所ほど標高が低いことを表している。ただし、レール頭頂面は今回は収録対象外としている。また、破線部の断面図を下の画面に表示した。これまでの収録試験の結果より、図のような標高情報の収録が110km/hまでの速度域で可能なことが確認できている。

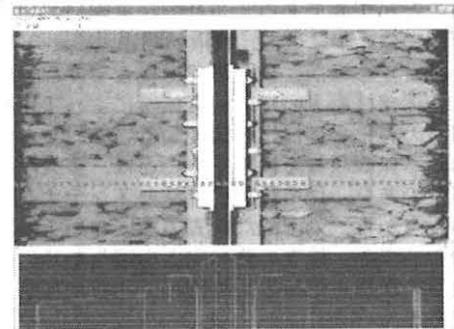


図5 軌道材料の3次元画像化

4. おわりに

現在のところ、軌道材料画像撮影装置には自動判定機能はないが、収録したデータを蓄積して検証することにより、今後、自動判定機能を組み込んでいく予定である。また、慣性正矢軌道検測装置についても引き続き走行試験を継続し、耐久性の確認などを行っていく予定である。

参考文献

- 1) 森高、松本、矢澤：九州新幹線車両による総合軌道検測実現に向けた技術開発、日本鉄道施設協会誌、2009.11
- 2) 竹下、矢澤：慣性正矢法による軌道狂い検測装置の開発、鉄道総研報告 vol.14・No.4、2000.04