

営業列車を用いた軌道の状態監視

東海旅客鉄道	正会員	○中川 正樹
東海旅客鉄道	正会員	三輪 昌弘
東海旅客鉄道	正会員	高見沢 実

1. はじめに

安全・安定輸送を支える上で、軌道状態やその変化を監視（以下、軌道の状態監視と記す）し、必要に応じて対策を施すことは重要かつ当然のことである。本報告は、東海道新幹線における軌道の状態監視の現状と今後について述べるものである。なおここで言う軌道の状態監視は車上から行うものであり、車上装置と地上装置で1つのシステムとして構成されるものであるが、本報告ではそのうちの車上装置を対象とするものとする。

2. 現在の軌道の状態監視

東海道新幹線の軌道の状態監視は、電気・軌道総合試験車による最高速度 270km/h での全線測定が柱となっている。この専用の軌道検測車による軌道の状態監視は、測定方法や速度の差こそあれ 1964 年の開業以来継続して実施されてきた。

一方、速度向上や年々増加する列車本数により軌道への影響が増加することに対して、安全レベルのさらなる向上のため、複数の営業列車に自動動揺測定装置（愛称：レイダース）と呼ばれる装置を搭載し、軌道検測車による状態監視の補完を行ってきた。このレイダースは営業列車の運転室内に加速度計を設置し、上下・左右の動揺加速度を自動的に測定するもので、得られた加速度が設定値を超過した場合には、自動的に中央施設指令及び関係保線所に情報の伝達を行うものである¹⁾。現在レイダースは、700 系車両の複数編成に搭載されている。

3. 営業列車による軸箱加速度を用いた軌道の状態監視の必要性

レイダースは、約 10 日に 1 回の走行である軌道検測車とは異なり、最低 1 日 1 回という高頻度で動揺加速度を測定し、軌道の状態監視を行うことが特徴である。しかし新たな車両形式になればなるほど、台車・車体間のばね系が改良されると共に、左右系についてはセミアクティブサスペンションが搭載されるなど、台車からの振動に対する減衰性能が向上している。これはつまり車上での監視では、発生した振動にばね系や制御系を介して、間接的に地上の状態を監視していることになるため、高頻度ではあるが高精度な監視を実施しているとは言えない状況になっているということである。一方で 1 日 300 本以上の全列車が最高速度 270km/h で運転するようになって以降の軌道整備量の増加や軌道狂い進みの早期化などにより、軌道の状態監視に対して、より精度の高い性能が求められるようになった。

このような背景のもと、700 系車両の後継である N700 系車両に新型レイダースを搭載することが決定した。最大の特徴は、新たに軌道の状態監視を行うためのセンサを軸箱に設置することとしたことである。東海道新幹線の営業列車で、定常的に軸箱加速度を測定することは初の試みである。センサは両先頭車に設置し、新たに設ける軌道状態監視用センサを台車軸箱に、従来から設置されている運転室内のセンサは、乗り心地管理用とすることとした。

4. 新型レイダースに盛り込まれる性能

新型レイダースに盛り込まれる性能のうち、軌道の状態監視結果として得られるものは以下の予定である。

1. 軸箱加速度（上下・左右）
2. 高低狂い（10m 弦）
3. 軌道材料（接着絶縁継目の継目板）の状態

このうち、2. 高低狂いは慣性測定法により得るものであり 1. 軸箱加速度（上下）から算出する。3. 軌道材料

キーワード 軌道，状態監視，軸箱加速度，高低狂い，慣性測定法

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道㈱ 総合技術本部 技術開発部 TEL 0568-47-5371

料の状態評価は、1. 軸箱加速度と2. 高低狂いの両方から得られるものである。また高低狂い、軌道材料のそれぞれが車上でリアルタイムに演算され、設定値を超えた場合には現行のレイダースと同じく自動的に中央施設指令や関係保線所に情報の伝達が行われる仕様となっている。

5. 台車に設置されるセンサに求められる性能

台車軸箱への加速度計の設置については、軌道検測車でも行われており、軸箱上部に接着剤等で直に接着している。軸箱加速度を測定する際には、治具等を介した取り付け方法や余分な自由度を増加させる設置箇所は極力避けるべき²⁾ということが一般的に言われる。軌道検測車の台車の場合は、専用の台車であることなどから、本来取られるべき手法により加速度を得ることが比較的容易であると言えるが、新型レイダースにおいては、

新規設計の台車ではなく、既存の台車に加速度計を設置する必要がある

専用の台車とすることはできず、各種検査の際には台車が変更される場合がある

という制約を受けるため、測定用治具（以下、治具と記す）を介した監視が不可避となった。営業列車に装着する治具が備えるべき性能は、以下の3点である。

- (1) 監視に必要な周波数帯において、直付加速度計により近い精度での監視が可能
- (2) 走行に支障しない大きさ・重量
- (3) 検修作業への影響が極力小さい

そこで上記項目は満たすが、形状等を違えた治具を複数個試作し、装着後に行った走行試験において得られた軸箱加速度について精度の検証を行った。

6. 試作型治具を介して得られる結果の精度検証

精度の検証は、得られた結果自体の再現性と共に、軸箱加速度（上下）については上部直付の加速度計との整合性、さらに軌道検測車で測定した高低狂いと慣性法で得られた高低狂いとの整合性についても検証を行った。ある評価区間において上部直付センサから得られた加速度と治具で得られた加速度について、新型レイダースで必要とする周波数帯域に関するコヒーレンスを図1に示す。いずれの周波数帯についても高い相関を示していることが図から確認できる。さらに図2に慣性法により得られる高低狂いとその比較対象となる軌道検測車の高低狂いの一例を示す。慣性法により得られる高低狂い（下）は所定の精度を満たすことを確認している。

7. まとめと今後の予定

東海道新幹線で行われている軌道の状態監視と本稼働を待つ新型レイダースについて述べた。新型レイダースは今年度末に本稼働を迎える予定である。さらに新型レイダースで得られるデータを用いて、新たな対象に対する状態監視手法についても検討を行っている。状態監視項目の充実、東海道新幹線の安全・安定性がさらに向上しつつ、さらにはこれまでの保守のやり方を大きく効率化できるような可能性を持っている³⁾と考えられる。

【 参考文献 】

- 1) 田中他：東海道新幹線の保線, 社団法人 日本鉄道施設協会 pp.140-pp.141, 1998.12
- 2) 須永他：短波長軌道狂いの波形診断方法, 研究開発テーマ報告, 鉄道総合技術研究所, 2002.6
- 3) 森村勉：最近の技術開発について思うこと-状態監視システムの実現に向けて-, JREA, 社団法人日本鉄道技術協会, pp.8-pp.11, 2008.1

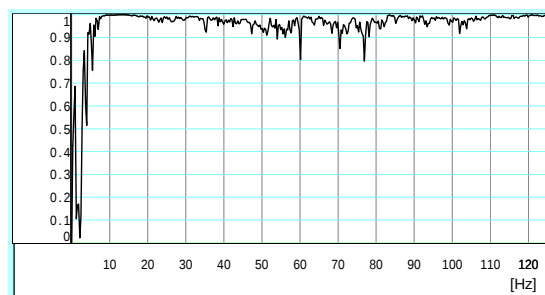


図1 得られた加速度のコヒーレンスの例

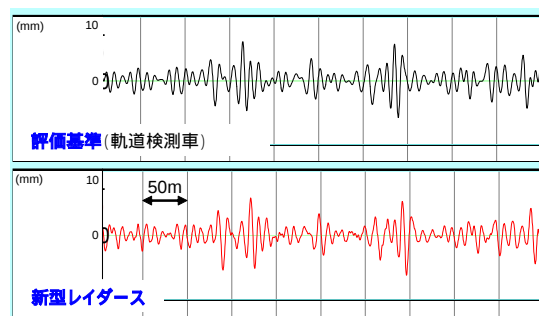


図2 高低狂いの精度検証結果の例