

軸箱加速度と高低狂いを用いた接着絶縁レールの状態監視（その1）

J R 東海 正会員 ○安達 修一 J R 東海 正会員 渡邊 康人
J R 東海 正会員 三輪 昌弘 J R 東海 正会員 中川 正樹

1. はじめに

東海道新幹線では、新 ATC 化に伴って接着絶縁レール（以下 IJ という）の敷設数が大幅に増加し、現在の敷設数は約 2,600 本にのぼっている。IJ 数が増える一方で、最近になって IJ 継目板の折損事象が発生し、再発防止が重要課題となった。このために考案した、IJ の保守管理手法について以下に報告する。

2. 新しい保守管理手法の概要

折損した IJ 継目板を分析した結果、折損に至るメカニズムは、継目板中央部底面の接着層が剥離し、継目板の腐食ピットが破壊の起点となり、列車荷重に伴う繰返し応力により亀裂が進展して破断に至るものであった。この現象を防止するためには、継目板の腐食防止処理、超音波探傷による検査、強度の高い IJ の開発などがあげられるが、同時に、発生応力が極端に大きくならないような保守管理が重要である。ここでは、継目板応力を一定以下に維持することで、超音波探傷の検査周期未満での折損を防ぐという考え方を基本に、軌道検測車等で得られる情報を用いて、継目応力を状態監視する方法について検討した。

別報¹⁾での報告のとおり、試験設備を用いて実施した IJ への動的載荷試験の結果から、IJ 継目板応力は車両の軸箱加速度と軌道沈下量の組み合わせ、図 1 の応力推定線を用いて状態監視をできることが分かった。IJ 継目板応力が大きい IJ に対して適宜適切な補修を実施することで、発生応力が大きくならないように保守管理すればよいと言える。

3. 継目板応力の推定

軌道検測車等で測定した軸箱加速度や高低狂い及び、この車両が通過した際に地上側で実測した継目板応力を比較したところ、図 1 に示すとおり、状態監視に用いる推定方法が妥当であることが検証できた。

図 1 を実用面で使いやすい形に作り直したものを図 2 に示す。横軸と縦軸にそれぞれ軌道狂いと軸箱加速度をとり、これらの交点から推定継目板応力を管理できる図とした。

4. 軸箱加速度の速度補正

別報¹⁾により、軌道検測車で測定される軸箱加速度は、100Hz のローパスフィルター処理を行うとともに、走行速度の 2 乗に比例するものとして、軌道検測車の走行速度と営業列車の走行速度の比の 2 乗で補正して評価に用いる。

5. 高低狂いの特徴

IJ 近傍区間 4 箇所の軸箱加速度のパワースペクトルを図 3 に示す。高低狂いの波長が 4～6m で卓越しており、軌道整備の投入・管理においては、その波長領域を含む高低狂いを使用することが重要である。この波長領域の成分を加味した高低狂いは、例えば、短波長成分を含む 10m 弦狂い（現行では 6m 以下の波長

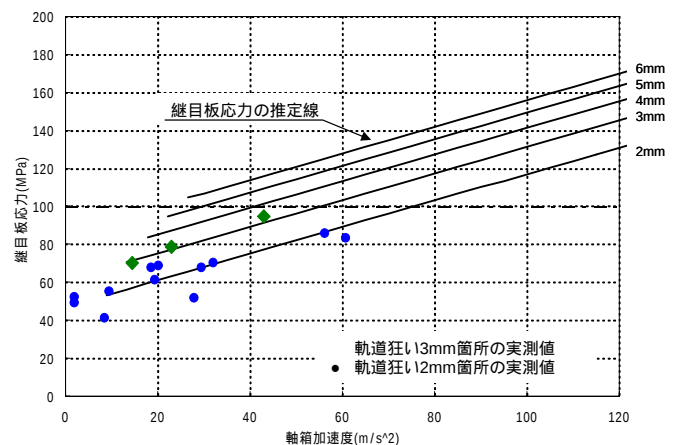


図 1 軸箱加速度・軌道狂いから推定した継目板応力

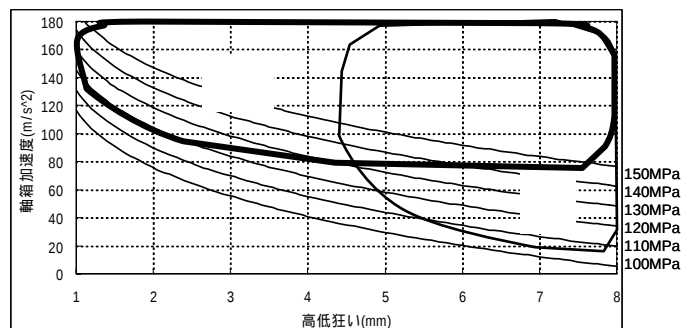


図 2 推定継目板応力管理図

キーワード 状態監視，軸箱加速度，接着絶縁レール，IJ

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-9-1 J R 東海 新幹線鉄道事業本部施設部 T E L 03-5218-6273

成分をカットしている)や 5m 弦狂いなどがあげられるが、2 台車偏心矢測定方式の軌道検測車では、これらの算出が可能である。

6. 補修効果の検討

図 2 を用いて、推定される継目板応力が大きい IJ に対し、高低狂いや軸箱加速度を小さくする軌道整備やレール凹凸削正を試行した。図 2 の「 」の領域に対してむら直しなどの軌道整備を中心とする補修、「 」の領域に対してレール凹凸削正を中心とする補修が有効であることから、補修効果の検討を行なった。

むら直し施工前後のチャート変化の一例を図 4 に示す。この施工例では、高低狂い 3.8 mm、軸箱加速度 74m/s^2 が高低狂い 1.0 mm、軸箱加速度が 44m/s^2 となり、推定継目板応力は 94MPa から 76MPa となった。図 5 は、他の施工結果を含めた推定継目板応力の変化を表している。なお、施工前後の確認には、短波長成分を含む 10m 弦狂いを用いた。

レール凹凸削正施工前後の 2m ストレッチ及び軸箱加速度の変化の一例を図 6 に示す。この施工例では、軸箱加速度 116m/s^2 から 53m/s^2 になり、推定継目板応力は 124MPa から 49MPa となり、補修効果があると考えられる。図 7 は、他の施工結果を含めた推定継目板応力の変化を表している。なお、レール凹凸削正に併せて、高低狂いも改善されているのは、タイタンパーによる軌道整備も実施しているためである。ただし、レール凹凸削正後であっても、改善度にばらつきがあるため、効果的な削正方法を見いだすことが今後の課題である。さらに、これらの改善状態がどの程度の期間維持されるかも重要な要素であり、追跡調査を行っていく予定である。

7. まとめ

IJ 継目板応力を、高低狂いと軸箱加速度から推定する手法を確立した。この推定応力に着目し、適宜適切に軌道を補修することで、IJ 継目板の折損防止を図れる。高低狂い及び軸箱加速度は軌道検測車にて測定可能であり、効率的な管理手法と言える。なお、高低狂いとは、4～6m の短波長成分を含めた評価が必要である。

むら直しや、これとレール凹凸削正を組合せた施工の有効性についても検討した。

参考文献

- 1) 三輪ほか；軸箱加速度と高低狂いを用いた接着絶縁レールの状態監視(その 2)，第 62 回年次学術講演会講演概要集，第 部門，土木学会，2007.09(掲載予定)

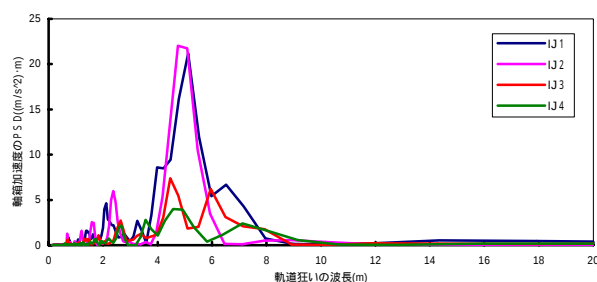


図 3 IJ 近傍区間高低狂いのパワースペクトル

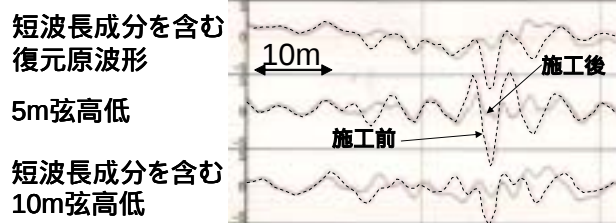


図 4 むら直し施工前後のチャート変化

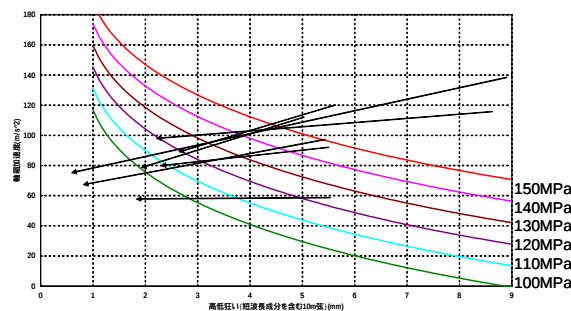


図 5 むら直しによる推定継目板応力の変化

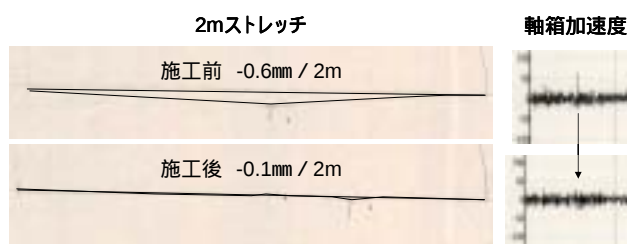


図 6 削正時のレール凹凸及び軸箱加速度の変化

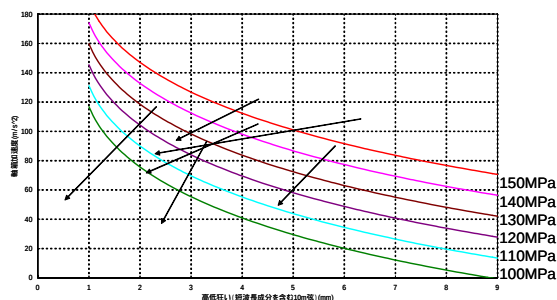


図 7 レール凹凸削正及びつき固めによる推定継目板応力の変化