

線路状態診断システムを活用した軌道管理手法の検討

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○吉田 謙一

1. 目的

従来、軌道パッドやスラブ検査等の保守状態検査は、巡視等といった人間の技量に頼るものであり、現場の特状によっては不良箇所の発見が難しいのが現状である。そこで本研究では、線路状態診断システムの低周波データに着目し、現場状態との整合性を検証することで、軌道パッドやスラブ等の不良箇所の把握を的確に行う軌道管理手法の可能性について検証を行った。

2. 現状の把握

当社管内の新幹線軌道は、本線軌道の約 9 割がスラブ軌道となっている。その中で軌道パッドやスラブ等の保守状態確認は、総合巡視等による徒歩・目視により実施しているが、以下のような問題点が考えられる。

徒歩による検査のため、時間的制約が大きい。

目視検査のため、不良箇所の見落としが懸念される。

動的での確認が難しい。（夜間では動的での確認不可）

そこで、上記の問題点を解決するために今回、線路状態診断システムに着目した。

3. 線路状態診断システムの概要

現在、East-i（電気軌道総合試験車）では、短波長の軌道管理を目的に「線路状態診断システム」による測定を四半期毎に実施している。（図 - 1）測定項目は、軸重・横圧・軸箱加速度及び軸箱加速度データを 3 種類の周波数帯で分析（低周波・波状磨耗・レベル）したものである。各周波数帯と測定速度による関係を表 - 1 に示す。今回、軸箱上下加速度（低周波）の検討を行った。

4. 軸箱上下加速度（低周波）2.0g 以上箇所の現場調査

線路状態診断システムの軸箱上下加速度（低周波）の閾値については、現在、過去の調査結果に基づき、2.0 g に設定している。

軸箱上下加速度 2.0 g 以上の箇所を抽出し、現場調査を行った。その結果、抽出した 133 箇所のうち約半数にあたる 65 箇所で締結装置の隙間やスラブ、バラストの腐りを確認することができた（図 - 2）。

5. 軸箱加速度（低周波）とスラブ腐り量の検証

続いて、軸箱加速度（低周波）の値とスラブ腐り量との関係を定量化するため、前項の調査でスラブの腐りが確認された箇所について、腐り量の測定を行った。その結果を図 - 3 に示すが、軸箱加速度と腐り量との間には、明確な相関は見られず、一概に軸箱加速度の値から腐り量を推定することは難しいことがわかった。

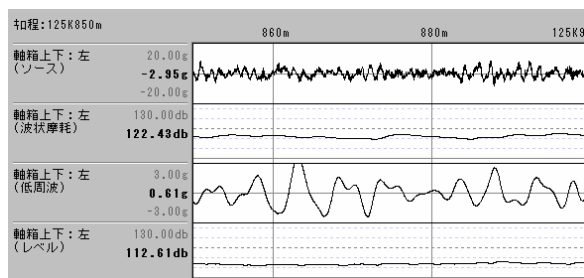


図 - 1 線路状態診断システム画面

表 - 1 速度と周波数別の波長

	低周波 30 Hz 以下	波状磨耗 50 ~ 100Hz	レベル 500 ~ 1000Hz
275km/h	2.55m 以上	0.76 ~ 1.53m	0.08 ~ 0.15m
245km/h	2.27m 以上	0.68 ~ 1.36m	0.07 ~ 0.14m
110km/h	1.02m 以上	0.31 ~ 0.66m	0.03 ~ 0.06m

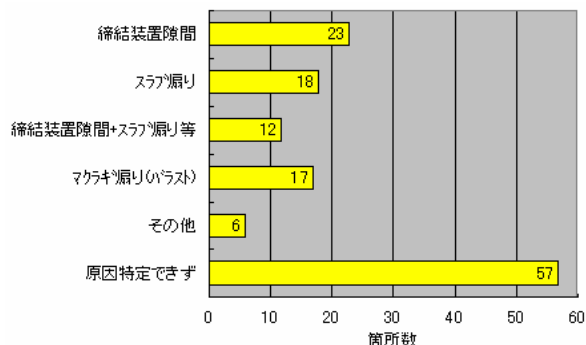


図 - 2 現場調査結果

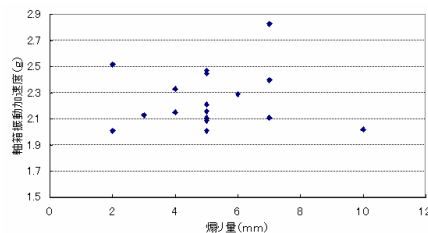


図 - 3 軸箱加速度と腐り量の関係

キーワード 線路状態診断システム、軸箱加速度、スラブ検査、軌道パット

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2 丁目 0 番地 JR 東日本 テクニカルセンター TEL 048-651-2389

6. スラブ補修による軸箱加速度の変化

軸箱加速度(低周波)の値が大きかった箇所について、スラブ区間のてん充層補修を実施し、施工前後の軸箱加速度の変化について確認した。その結果、軸箱加速度(低周波)の値は2.21gから1.43gに軽減し、スラブてん充層補修の効果が認められた。(図-4)

また、当該個所の動的凹凸状態を把握するため、当社のレール探傷車に搭載されているレール凹凸測定装置データを使用して当該箇所のレール凹凸状態(動的)を確認した。(図-5)その結果、凹凸波形には、ほとんど変化が見られず、2mストレッチで0.5mm程度の波長の凹凸が施工前後を通じて残存していることがわかった。この凹凸は、施工後の状態で軸箱加速度(低周波)で1.43gであり、基準値内に収まっているが、繰り返し同一個所が荷重を受けるレールのクセとなっている。よって、長期的にみれば、スラブCAや軌道パット等の劣化に影響し、スラブCAの劣化や軌道パットの損傷が促進されやすい箇所といえる。よって、当該個所の予防保全策としては、この山を完全に除去することを目的としたレール削正が必要と考えられる。

7. 軸箱加速度(低周波)の周波数帯変更の検討

スラブの煽り等を確実に捉えるために、周波数帯の設定変更を行った。設定周波数帯は、レール凹凸データの周波数分析より、スラブ区間で2.5m付近にピークが見られることから、275km/h走行の場合でもスラブ長5mの半分の2.5m程度で煽っている場合でも捉えることが出来るように40Hz以下とした。

図-6は、30Hzにおいてスラブの煽りを捉えているチャートであるが、40Hzの場合でも30Hzと同様にスラブの煽りを捉えていることがわかる。一方、図-7は、30Hzでは、顕著な波形変化が見られないが、40Hzでは捉えることが出来た例である。同個所の走行速度が約245km/hであることより、当該個所では1.70m～2.27mの範囲の波長の煽りがあるものと推定することが出来る。

8. 本研究のまとめ

今後、軸箱加速度(低周波)データと従来の保守状態検査データをあわせて活用する事により、管理精度の向上が期待される。

軸箱加速度(低周波)により、スラブの煽りやパット抜け等不良箇所をある程度把握できる事がわかった。スラブ煽り個所でてん充層補修を行うことで、軸箱加速度(低周波)の低減を図ることが出来るが、長期的にはレール削正等の対策が必要である。

低周波の周波数帯の設定を30Hzから40Hzに変更することで、従来より広範囲の波長域の煽り等の不良箇所を捉えることが出来る。

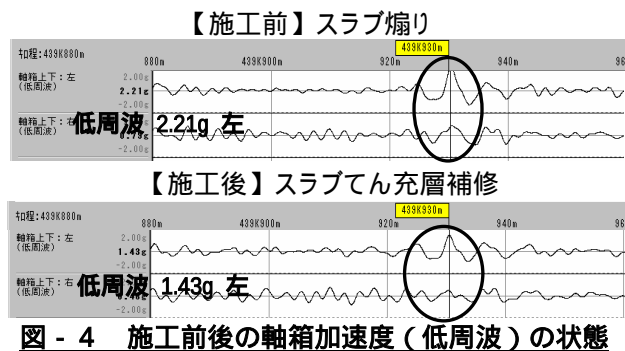


図-4 施工前後の軸箱加速度(低周波)の状態

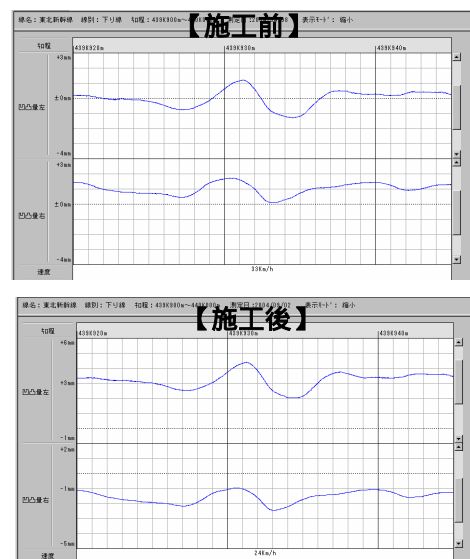


図-5 施工前後のレール凹凸状態

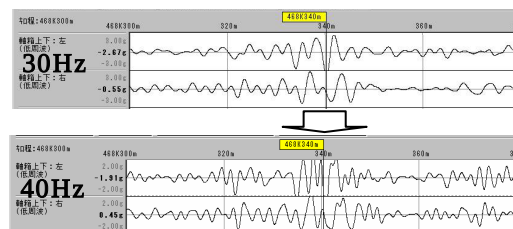


図-6 周波数帯変更による波形変化

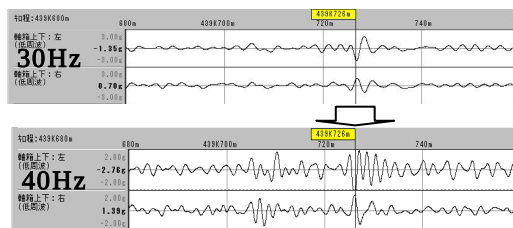


図-7 周波数帯変更による波形変化