

線路状態診断システム(低周波)を活用した有効な軌道管理手法について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 酒井 大一

1. はじめに(研究の背景・目的)

現在、線路状態を的確に表現できるツールとして、East-i で検出する軌道変位検査と線路状態を軸箱加速度の周波数特性を生かし、不良箇所を要因別に表す事ができる線路状態診断システムがあり、後者は人間による判断ミスや見落としを補う事ができるとされている。

今後大量退職時代を迎え、技術判断を要する線路巡視等において、不良箇所の見落としや不良箇所を不良箇所と判断できなくなる等、個人の判断に委ねる検査において技能に差が生じる事が懸念されており、課題である。

そこで、線路巡視等において見落としした軌道パッド抜け、レール凹凸による輪重変化、波状摩耗、列車走行時にしか診る事が出来ないマクラギ・スラブのあおり等について、線路状態診断システムを活用し、人間による判断ミス、または経験工学からの脱却を図り、線路状態把握に有効な軌道管理手法を確立する事を目的とし、研究を行った。

2. 線路状態診断システムの特徴

前述した検出特性を基にデータをチャート化しており、なかでも低周波データについては、East-i では検知しづらい波長、約 2.5m の軌道変位による浮きマクラギ・スラブあおり・軌道パッド抜けの把握に有効であることから、「**低周波データ**」に着眼する事とした。【基準値：2.0g】

3. 現状の分析

現状の分析に当たり、これまで行ってきた個人の判断に委ねる検査(線路巡視等)と低周波で検出した基準値超過箇所が、どの程度ヒットしているか解析すると共に、ヒット箇所データは活用し、確認箇所の軽減を図る。

(1) 低周波基準値超過箇所について

郡山と同等な保守体系を持つ仙台新幹線保線技術センターの約 3 倍の発生数であり、特にバラスト区間は約 4 倍の発生数である。特質すべき点はバラスト敷設延長に対して、発生数が非常に多い現状である。

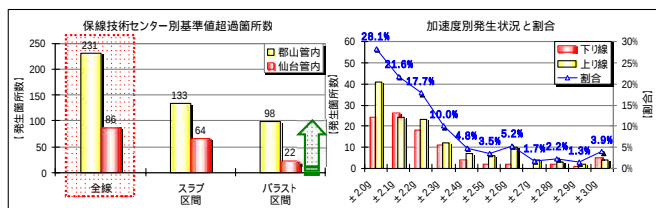


図-1 基準値超過箇所数内訳

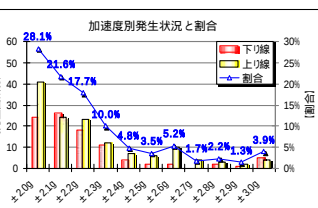


図-2 加速度別発生状況内訳

(2) 各静的検査と低周波(動的検査)の相関性について

浮きマクラギ・スラブあおり・軌道パッド抜けの把握に有効であることから、浮きマクラギを「道床・路盤検査」データ、スラブあおりを「スラブ検査」データ、軌道パッド抜けを「線路巡視」データと、低周波データを組合せ解析した結果が以下のとおりである。

・道床・路盤検査とスラブ検査結果から

いずれの検査共、目視検査である為、外観の不良状態(事象)は掴めるが、浮きマクラギとスラブあおりの発生要因である“下面のスキ間”“あおり”確認は列車走行時にしか診る事が出来ない。同検査と低周波(動的検査)基準値超過箇所とは合致しない結果となった。

・線路巡視結果から

軌道パッド 1 枚抜けは、高い確率で発見されているが、低周波で検出した基準値超過箇所とは、あまり一致しない。低周波データで確認してみると“軌道パッドが抜けていた”ことに気付く発生主義的な活用方法が現状であり、超過箇所は見落とししていたという結果となった。

4. 現場調査について(調査箇所:2.0g 超過 231 箇所)

前後 5m に亘り、日中:列車通過時のあおり確認。夜間:材料状態を調査した結果が以下のとおりである。

2.0g 超過箇所の約 75%を“あおり”が占めていた。

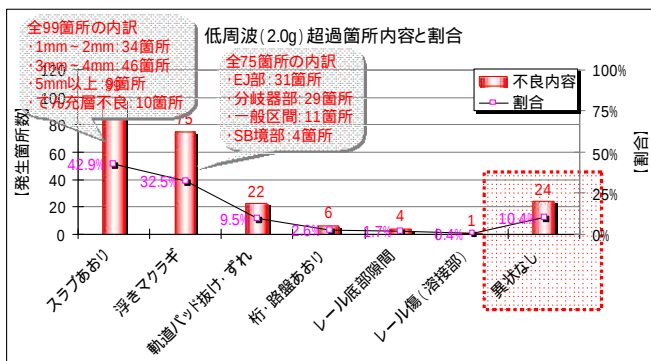


図-3 超過要因調査結果

異常なし 24 箇所について、再調査(軌道変位・2M ストレッチゲージ測定等)を行い、更に解析をすると 2.5g 超過 9 箇所に $\pm 1.0\text{mm}$ 以上のレール凹凸が確認された。

キーワード 線路状態診断システム, 低周波, レール凹凸, スラブてん充層補修, レール削正

連絡先 〒963-8003 福島県郡山市燧田 195 東日本旅客鉄道株式会社 郡山新幹線保線技術センター TEL024-934-4163

5. 施工・検証結果について

(1) 浮きマクラギ・スラブあおりについて

むら直し・スラブてん充層補修を行い、施工前後の低周波データを比較したところ、低減幅（改善幅）に差はあるものの施行全箇所において、むら直し・スラブてん充層補修の効果が認められた。また、スラブ端部のあおりについては低周波チャート波形が顕著に現れていた。

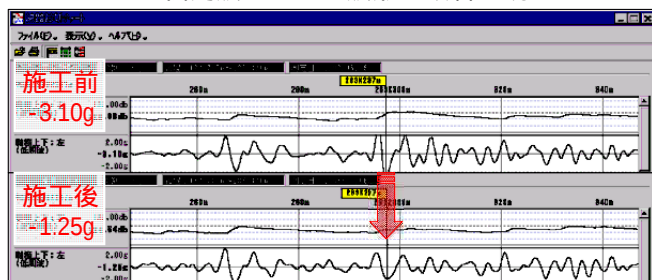


図-4 スラブてん充層補修施工前後低周波チャート

(2) 軌道パッド抜け・ずれ箇所について

OA チャート・低周波チャート共、波形による軌道パッド 1 枚抜けを推測する事は難しく、同事象によるレール変位(たわみ量)は、通常の締結された状態で 0.06mm たわみ、軌道パッド 1 枚抜けでは 0.5mm 程度のレール変位(たわみ量)が生じると算出される。検出特性上、その程度のレール変位(たわみ量)では、検出されにくい事が OA チャート・低周波チャートから見受けられた。

(3) レール凹凸箇所について

低周波データが 2.5 g を超過した要因は、レール凹凸による“くせ”が推測される。この箇所について、一頭式・スペノを投入し、レール削正を実施した結果、低周波基準値 2.0g 未満に低減(改善)。また、レール削正、全対象箇所において、高周波・レベルデータ(溶接部凹凸基準値: 130db 以上)を確認したところ、基準値の予備軍(スレスレ)であり、今回は施工 4 箇所となったが、高周波・レベルデータも併せて、低減(改善)も図れた。

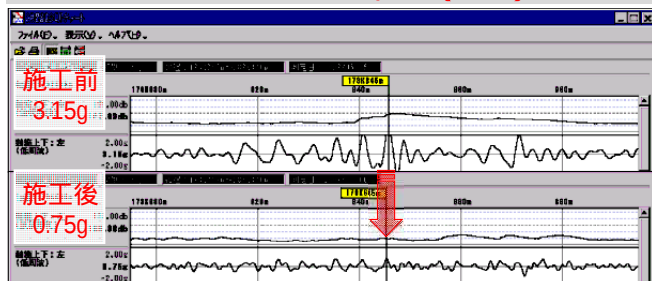


図-5 レール削正施工前後低周波チャート

(4) OA チャート・低周波データについて

OA チャートを示す軌道変位は、検出特性上、表現できうる限界もあり、低周波データが基準値を検出しても、OA チャート上ではその変位が小さくなっている。従来は線路の異常が発見された後に低周波データで確認してみると基準値がでていたことに気付く発生主義的な活用方法が現状であった。

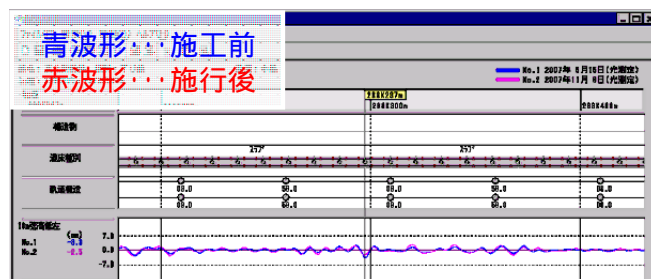


図-6 スラブてん充層補修箇所における OA チャートの示す波形

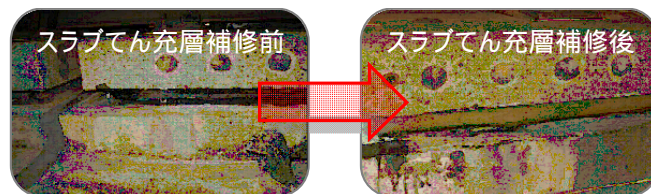


図-7 スラブてん充層補修(樹脂)箇所

スラブ端部のあおりについては、OA チャートには現れにくいですが、低周波波形では顕著に現れていることが確認できた。

6. まとめ

- (1) 2.0g 超過箇所の約 75%を“あおり”が占める。よって、浮きマクラギ、スラブあおりの把握には有効。
- (2) スラブてん充層補修やレール削正を施工する事で、低周波データが低減・改善された。特に溶接箇所であれば、低周波・レベルデータの組合せにより、凹凸状態がある程度推測できるので、レール削正が有効的であり、かつ計画投入が可能となる。
- (3) 低周波データに着眼することで、軌道パッド抜け・板ばね折損を誘発している要因がスラブ端部のあおりであると推測が可能となる。よって、低周波データを活用することで、材料劣化の予防保全が可能になる。また、あおりの確認を目視(外観)検査で確認することには限界があり、OAチャートでは把握しにくい。よって、低周波データ(動的)による確認が必要である。

7. 今後に向けて・・・

現場の敷設状態や低周波チャートが示す波形の大きさ等から鑑みると、ある程度の発生要因を推測でき、現在の線路状態(症状)をスポット的にはあるが掴むことができた。しかし、サンプル数が少なく OA チャート、及び低周波チャートの動的データから見出す、確立的な超過要因の特定をするまでには至っていない。今後は現場確認からデータの蓄積・解析を行い、低周波データの超過要因を確実に特定出来るよう研究を継続する。

【参考文献】

- (1) 須田征男他：新しい線路，日本鉄道施設協会，

p.520-p.521