

軸箱加速度を用いた軌道パッド劣化評価手法の開発

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○安部 聡
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 鈴木 洋平
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 山村 誠司

1. 研究目的

軌道材料としての軌道パッドの機能は大別して、輪重を分散し、マクラギ及び道床バラストへ伝達される衝撃力を緩衝させる機能と絶縁抵抗を確保する機能の2点である。ここで、軌道パッドの劣化により前者の機能を損なうと、軌道破壊を促進させることとなるが、これまで軌道パッドの劣化を定量的に評価する手法が確立されておらず、各区の判断で交換等の整備を進めてきたのが実態である。そこで本研究では、日常的な活用が可能である電気・軌道総合試験車(以下、マヤ車)の軸箱加速度から、軌道パッドの劣化度及び道床状態への影響を定量的に評価する手法を提案する。

2. 既往の研究

既往の研究については、表1に示すような研究が主に行われてきたが、その中で過去に輪重変動の特性と各種作業の効果を軸箱加速度により評価している研究¹⁾があり、軌道パッドを交換することで一定の周波数帯における軸箱加速度が変化することが明らかにされている。それを踏まえ本研究では、軌道パッド交換により軸箱加速度への影響が現れることを確認した上で、道床振動加速度への影響の有無についても確認することとした。

3. 軌道パッド劣化度評価試験

現在敷設されている軌道パッドの劣化状況を把握するためにバラスト区間において軌道パッドを連続200M交換した上で、以下の比較を行うこととした。

(1) 車上軸箱加速度データの比較

軌道パッド交換前後のマヤ車軸箱加速度より、軌道パッドの交換による効果の比較検証を行う。

(2) 地上仮設センサーによるサンプリングデータの比較

軌道パッドの経年により、マクラギより下面に伝達する衝撃力が変化するか否かを確認するため、軌道パッド交換前後の道床振動加速度の測定を行った。

なお、試験実施箇所については、表2に示す条件を満足する箇所を選定した。これらの条件は、試験を行う上で可能な限り軌道パッド以外の輪重変動等に影響する要素を排除することを目的として設定した。

4. 試験結果

(1) 軌道パッド交換前後の軸箱加速度の変化

軸箱データから軌道パッドの劣化に関わる周波数帯を抽出するため、軌道パッド交換前後のパワースペクトル密度を算出した(図1)。その結果、締結装置間隔に相当する波長0.6m付近の帯域(空間周波数1.7(1/m)付近)でピークが変化していることが確認できた。そこで、この帯域に絞ったBPFチャートを作

表1 既往の研究

研究項目	研究内容
軌道パッドの劣化に関わる研究	・経年による物性変化
軸箱加速度を活用した研究	・レール凹凸管理 ・軌道狂い短波長管理 ・軌道状態把握(浮きマクラギ、スラブ板バタツキ) ・ <u>輪重変動の特性と対策工の効果</u>

表2 試験実施箇所選定

排除すべき要素	選定条件
レール頭面凹凸	スペノレール削正箇所
軌道狂い及び道床状態不良箇所	高低3mm超過箇所無し、また現場目視結果も異常無しの箇所
その他	車両陀行動等の影響が最も少ない直線区間

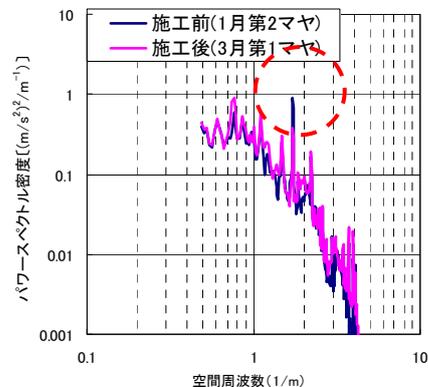


図1 軌道パッド交換前後における軸箱加速度のパワースペクトル密度

キーワード 軸箱加速度, 軌道パッド劣化, 周波数分析

連絡先 〒720-0066 福山市三之丸町30-2 西日本旅客鉄道(株) 福山新幹線保線区 TEL084-921-2374

成し、交換箇所の比較を行った(図2)。その結果、施工前に比べ施工後の波形が良好化しており、かつ未施工区間の波形は交換前後で殆ど変化していないことを確認した。また、図3に交換前後における軸箱加速度BPF処理波形の正のピークが一致する点の値の分布を示す。これより、交換前後での変化量は施工前のおよそ9割の値であることを確認した。なお、軌道パッド交換区間の軌道狂いは交換前後で殆ど変化していないので、今回考察を行った帯域が軌道パッド交換により変化したことを確認した。

(2) 道床振動加速度測定結果

交換前後の同系式、同列車による列車通過中の道床振動加速度最大値を比較した結果が図4である。比較に先立ち、施工後の波形においてはどの列車においてもマイナス方向に極端なピークが見られた。これは車輪通過直前後で見られたため、バネが柔らかくなったことで発生したレールのアップリフトであるとして今回の分析からは除外した。比較結果から、交換前後での変化量は軸箱振動加速度と同様、施工前のおよそ9割の値であることを確認した。

5. 軌道パッド劣化度評価手法の考察

今回行った試験結果より、軌道パッド交換により軸箱加速度等の値が低減することは確認できた。よって次に軌道パッドがどのような推移で劣化するかを把握する必要がある。図5は軌道パッドの経年に伴うバネ定数と軸箱加速度との関係を示した図である。軸箱加速度の変化率は今回の分析結果より得られた値であり、バネ定数は既往の研究²⁾で示された敷設年数毎の実測値である。今回交換した箇所は敷設年数が15年のパッドであったため、推定される静的バネ定数は約100kN/mであり、これを新品の軌道パッド(60kN/m)に交換することで軸箱及び道床振動加速度が10%程度良好化する、という関係が読み取れる。今後敷設経過年数毎にサンプル数を増やして考察を進めれば、軌道パッド物性と軸箱及び道床振動加速度との関係が明らかになり、定量的評価の可否が確認できると考えられる。

6. まとめ

- (1) 軌道パッド交換前後の軸箱加速度を比較した結果、波長0.6m付近の帯域でおよそ1割低減している事が確認できた。この波長は締結装置間隔と合致しており、軌道パッドの交換によるものと推測される。
- (2) 軌道パッド交換前後の道床振動加速度を比較した結果、施工後の波形は施工前に比べおよそ1割低下している事が確認できた。今回の試験では軸箱及び道床振動加速度とも変化量がほぼ同一であった。
- (3) 今後敷設経過年数毎の軌道パッド物性と軸箱及び道床振動加速度との関係を検証していくことで、軌道パッドの定量的評価及び軌道狂い進みへの影響評価を行える可能性を確認した。

7. 今後の課題及び取組み

- (1) 軌道パッド敷設経過年数毎に軸箱加速度を取得し、経年による軸箱加速度の推移を把握する。
- (2) 今回交換した軌道パッドを鉄道総研にて物性分析し、その結果と整合して分析を進める。

参考文献 1)岡岡,石倉,須永:新幹線における輪重変動の特性と対策工効果(土木学会第49回年次学術講演会 1994年9月)
2)半坂他:ゴム、樹脂系軌道部材の劣化判定法の開発(鉄道総研 研究開発テーマ報告 2003年3月)

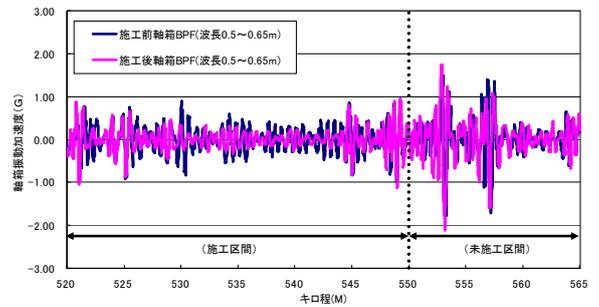


図2 軌道パッド交換前後における試験箇所のBPFチャート

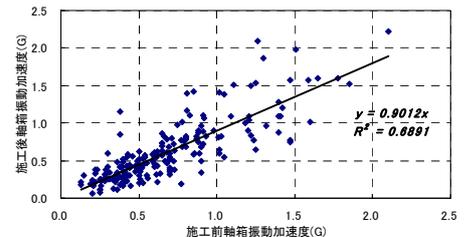


図3 軌道パッド交換前後における軸箱加速度BPF処理波形のピーク値比較

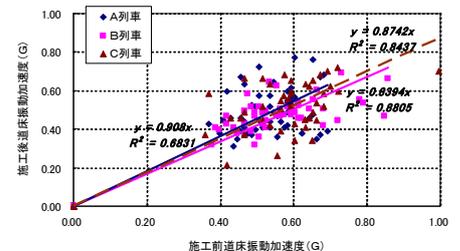


図4 軌道パッド交換前後における道床振動加速度変化量

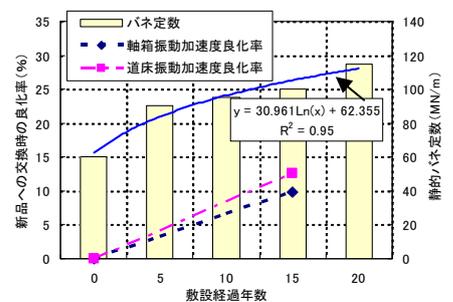


図5 軌道パッド物性と軸箱・道床振動加速度との関係