

特殊区間における著大輪重及び波状摩耗抑制のための管理手法について

西日本旅客鉄道株式会社○正会員 白水 健介

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 山田 裕一

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 柳谷 勝

1. はじめに

山陽新幹線では、特定のスラブ区間においてレール頭頂面に一定間隔の凹凸である波状摩耗が発生している。その発生箇所は、図1に示すように、海底部前後に位置する上り勾配で力行運転を行っている区間に集中している。その特徴として、図2に示すように、波長が約1.2mの凹凸が左右レールで逆位相となって発生していることがわかっている¹⁾。このため、この区間においては、車内騒音や著大輪重の発生が著しく、レール交換やレール削正を短周期で実施するなど特殊区間として管理している。そこで、波状摩耗区間における著大輪重抑制対策としての低ばね定数軌道パッドの敷設効果、波状摩耗の成長を抑制するための適切なレール削正周期およびそれにもとづくレール交換周期について検討したので報告する。

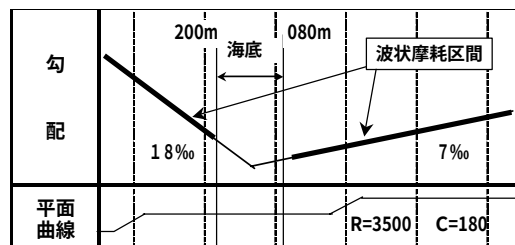


図1 特殊区間の概要

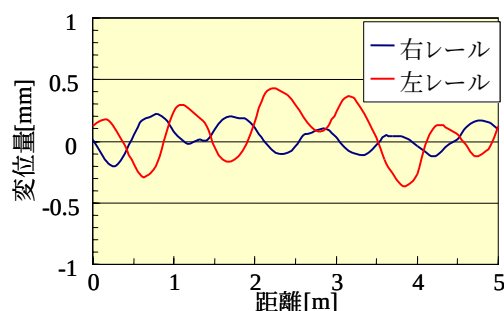


図2 レール頭頂面の凹凸状態

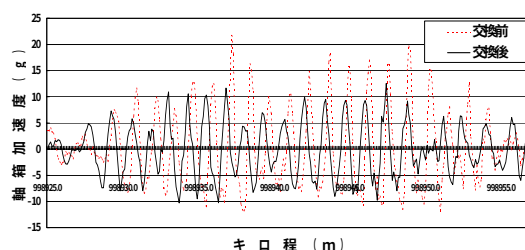


図3 軌道パッド交換前後の軸箱加速度



図4 波長12cm波状摩耗

2. 著大輪重抑制対策

(1) 軌道パッドの低ばね定数化

硬化した軌道パッドの交換による軌道への負荷低減効果は、従前の報告²⁾から明らかになっている。波状摩耗の発生している特殊区間においては、直結8型締結装置の板ばね折損が他区間と比較して多く発生していることから、経年劣化による硬化が軌道材料へ大きな負荷を与えていることは十分に考えられる。

そこで、直結8形区間において、ばね定数を通常60MN/mものから半分の30MN/mのものと交換して効果を確認した。

(2) 対策工効果

低ばね軌道パッドの敷設効果は、敷設前後の500系軸箱加速度を用いて確認した。図3に示すように、軸箱加速度は最大で約50%程度低減されていることから、軌道に対して十分な負荷低減効果があったといえる。軌道パッドの低ばね定数化による軌道への負荷低減効果から、直結8形締結装置の板ばね折損等の軌道材料破壊を予防できると考えられる。

(3) 低ばね定数軌道パッドの影響

新たな現象として、低ばね定数軌道パッド敷設区間において、これまでの1.2m波長のものとは異なり、図4に示すような波長12cm程度の波状摩耗の発生が確認された。波状摩耗の波長は速度に比例して増加し振動数が一定であり、その振動数そのものは、軌道の支持剛性に影響されることがわかっている³⁾。したがって、軌道の支持剛性を変化させた低ばね定数軌道パッド敷設区間において波長が変化したと考えられる。

キーワード：波状摩耗、低ばね定数軌道パッド、床下騒音、レール削正

連絡先：〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番24号 技術部 TEL 06-6376-8136 FAX 06-6376-6154

3. 波状摩耗の抑制対策

（1）状摩耗発生時期の推定

波状摩耗区間の適切なレール削正周期およびレール交換周期を検討するために、波状摩耗の発生時期を新幹線電気軌道総合試験車の床下騒音の推移を用いて検証した。なお、床下騒音レベルは速度依存性をもつことから、速度補正したものをを用いた。図5に示すように、ロングレール交換1ヶ月後に施工したレール削正ののち、床下騒音が低減されていることがわかる。その後、7ヵ月経過時点から増加傾向にあることが明確に確認できる。また、頭頂面の凹凸量調査の結果から、床下騒音が低減されている期間におけるレール頭頂面の波高が約0.2mm程度あったのに対し、床下騒音の増加傾向が始まる7ヶ月目以降の波高は約0.4mmまで進行している箇所が確認できた。これらのことから、波状摩耗発生時期は新レール削正後約7ヶ月目と推定される。

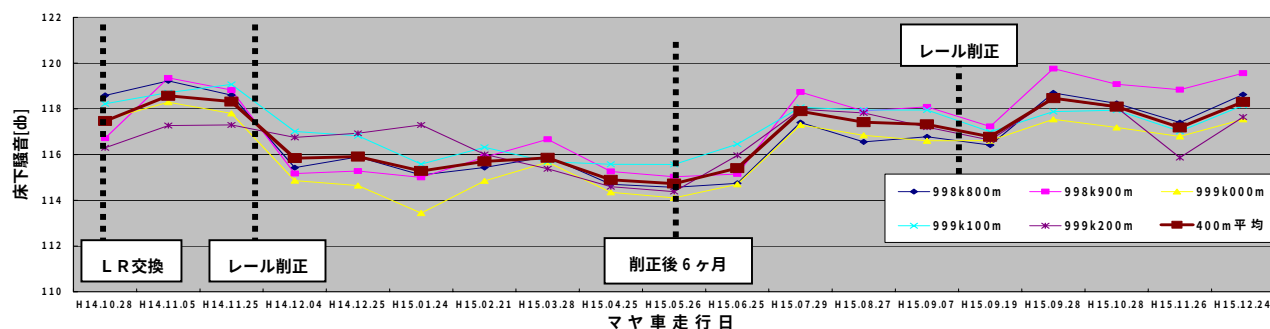


図5 マヤ車床下騒音の推移

（2）レールの削正周期

ここまでの検討から、床下騒音を増加させる波状摩耗は新レールの削正後約7ヶ月目で発生すると推定できることから、新レール削正後6ヶ月以内に6パス程度（0.3mm）削正することが望ましいと考えられる。6ヶ月を超えてレール削正を実施した場合、6パス程度の削正では0.4mm以上の波高をもつ波状摩耗の除去は困難と考えられ、パス数の増が必要となる。これは、図5に示すように、9ヶ月目に実施したレール削正（6パス）の効果が認められないことからわかる。また、6ヶ月以内の削正で確実に波状摩耗を除去すれば、再発生時期も最初の発生と同様に削正後7ヶ月程度と予測できることから、周期的に6ヶ月以内の削正を行うことが重要と考えられる。

（3）レール交換周期

今回の調査結果より、新レール削正から6ヶ月後に波高が0.2mmに達していたことから、6パスの削正量を含めた年間の摩耗量は単純計算で、 $0.3(\text{mm}) \times 2 + 0.2(\text{mm}) \times 2 = 1.0(\text{mm}/\text{年})$ となると考えられる。したがって、摩耗限度の13mmを超えない範囲は13年となるが、新レールとの段差など溶接作業上の問題や漏水による摩耗の急進等を考慮して適切な交換時期を見極める必要がある。

4. まとめ

これまでの検討から判明したことをまとめると以下のとおりである。

- ① 軌道パッドの低ばね定数化により、軌道への負荷は軽減されるものの異なる波長の波状摩耗が発生する。
- ② 新レール削正後、6ヶ月周期で継続的にレール削正を実施することが望ましい。
- ③ レール交換周期は13年未満とし、その他条件を考慮して適切な交換時期を見極める必要がある。

5. 今後の課題

低ばね定数軌道パッドによって波状摩耗の波長が変化したことから、低ばね化の是非及び削正手法の検討が課題である。また、今回の検討から、6ヶ月周期のレール削正を実施することで波状摩耗の成長を抑制できると考えるが、実際にこの周期で継続的に削正を実施し、抑制効果がどの程度持続されるかを検証していく必要がある。

<参考文献>

- 1) 高橋 他：「新幹線特定区間に発生する長波長波状摩耗の生成メカニズムに関する一考察」土木学会第55回年次学術講演会、H12.9
- 2) 金岡 他：「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、H6.9
- 3) 須田義大：「波状摩耗のメカニズム ―自励振動の不安定現象の立場からの説明―」レール・車輪接触力学研究会 講習会、H16.2