

保守困難箇所における軌道整備

J R 東海 正会員 ○齋藤隼也

J R 東海 正会員 堀井靖也

1. 研究の背景と目的

静岡保線区菊川保線支区は曲線が多いことに加えて、ロングレール化されていない区間も多く、軌道を管理する上で、継目落ちや波状摩耗などの整備に苦慮している。特に金谷・菊川駅間の切取区間には、集水地形故の軟弱路盤箇所が存在している。そのため、平成24年度から噴泥や内軌レールに発生する波状摩耗への対策を実施してきた。具体的には、道床や路盤状態の悪さが軌道狂い進みに関係していると推測し、道床・路盤・排水設備への継続的な取り組みを実施してきた。



図-1 金谷菊川駅間軟弱路盤箇所

これまで実施してきた対策例は以下の通りである。

H24 年度：道床更換，路盤被覆工，排水溝増設

H25 年度：地質調査，水の浸透経路調査，

ジオテキバック敷設

H26 年度：レール更換 (H26.11～H27.3)

対策後、一時的に軌道狂いは抑制されたが、年間を通した整備目標値超過回数は0にならなかった。ところが平成27年3月に波状摩耗が発生していたレールを更換した後、整備目標値を超過する高低狂いは1年間発生しなかった(図-2)。

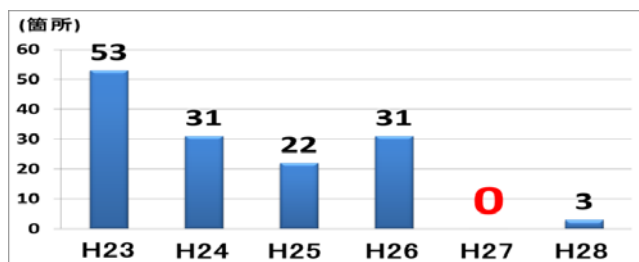


図-2 高低狂い目標値超過箇所数の推移

キーワード 波状摩耗、レール頭頂面粗さ測定器、急曲線、輪重変動、低ばね定数軌道パッド
連絡先 〒439-0006 静岡県菊川市堀之内宮前無番地 東海旅客鉄道株式会社
菊川保線支区 (0537) 35-3771

更換後、1年間の状態を確認すると、更換後1年間は更換当初の状態を保っていたことがわかった。道床や路盤への対策だけでは目標値超過箇所を抑えることができなかったが、レール更換を行ったところ、非常に良い状態となったことから、波状摩耗が高低狂いに大きな影響を及ぼしていると推測した。そこで、波状摩耗の進行を抑えることで整備目標値超過を防ぐことができると考え、本研究の目的を波状摩耗の発生抑制とし、整備目標値超過を防ぐための研究に取り組んだ。

2. 波状摩耗測定調査及び軌道狂い進みの関係性

(1) 波状摩耗の調査

金谷・菊川間の高低狂いの整備目標値超過多発箇所を対象とし、レール頭頂面粗さ測定器を用いて、波状摩耗波高の測定を行った。レール更換から1年半が経過した中で、大きな波状摩耗は見受けられなかったが、内軌レールの継目前後では、波状摩耗の卵が発生していた(図-3)。これは波状摩耗発生 の理論で示されている、輪重変動が励起される継目付近で波状摩耗が発生することと合致している¹⁾。

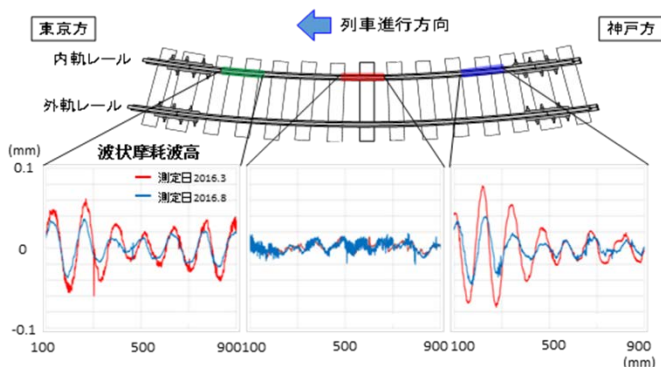


図-3 継目付近で発生した波状摩耗

(2) 高低狂い進み指数による評価

軌道狂い進みについては、進み量を定量的に把握するために、高低狂い進み指数を用いて関係性を検討した。高低狂い進み指数(図-4)は、軌道・電気総合試験車の2回の検測データを使用して求めた。縦軸に今回の

検測値、横軸に前回の検測値を取り、グラフの傾きを高低狂い進み指数 α とし、1に近いほど軌道の状態を保っていることを示している。図-5 はレール更換前後の高低狂い進み指数であるが、更換後に低下している。つまり波状摩耗を除去することで軌道狂い進みを抑えることができていていることを示している。

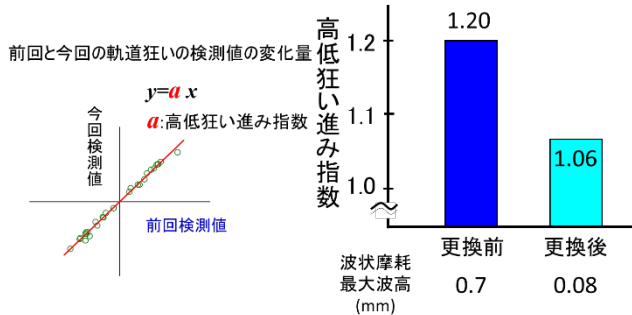


図-4(左図) 高低狂い指数の求め方

図-5(右図) 波状摩耗波高と軌道狂い進み指数の関係

3. 低ばね定数軌道パッド敷設と波状摩耗波高測定

(1) 低ばね定数軌道パッド敷設

様々な波状摩耗対策が講じられてきている中で、本研究では輪重変動を抑えることの効果が高いと考え、低ばね定数軌道パッドを選定した。現行の軌道パッド(ばね定数が 110MN/m)に加え、90MN/m、60MN/m のばね定数をもつ軌道パッドを平成 28 年 3 月に敷設した(図-6)。敷設箇所として、各低ばね定数軌道パッドを 50m 毎に 3 区間に分けて敷設した。

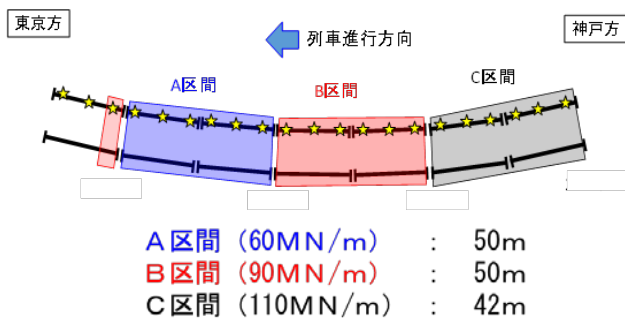


図-6 低ばね定数軌道パッド敷設箇所

(2) 波状摩耗波高測定

ばね定数が異なる軌道パッドを用いた区間において、波状摩耗の進行に与える影響をレール頭頂面粗さ測定器にて、当該曲線を構成するレールの継目前後及び中央部の 21 箇所測定した。異なるばね定数の軌道パッドを設置した 3 区間の波状摩耗波高をレール更換後から定期的に測定し、その結果を比較した(図-7)。敷設直後の測定では、ほぼ差がなかったが、およそ 12 ヶ月後

から徐々に差が生じ、ばね定数が 60MN/m 及び 90MN/m の軌道パッドの方が 110MN/m の軌道パッドに比べ波状摩耗を抑制できる結果が得られた。また、60MN/m と 90MN/m を比較した際に、60MN/m の軌道パッドの方が僅かに、波状摩耗の進展が遅かった(図-7 及び図-8)。

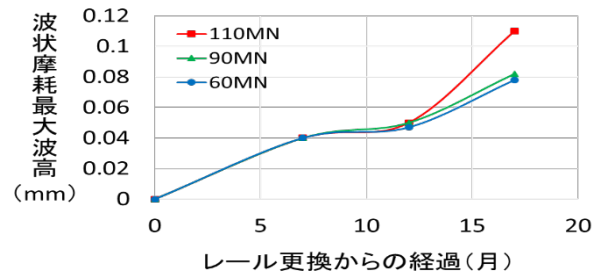


図-7 各ばね定数軌道パッド区間波状摩耗波高

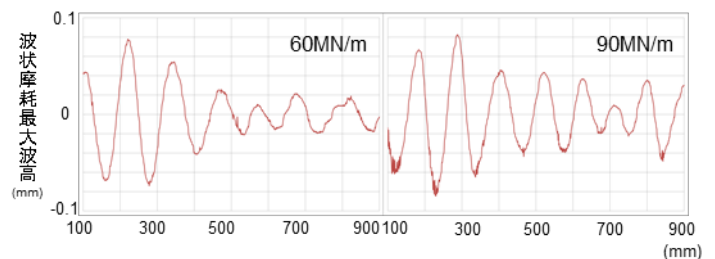


図-8 60MN/m と 90MN/m の波状摩耗波高

(A 区間及び B 区間の継目部)

4. まとめと今後の展望

本研究では、軟弱路盤上に敷設された曲線区間における整備目標値超過対策に取り組んだ。軌道狂い進みは波状摩耗の影響を大きく受けていることが判明したため、輪重変動を抑えることを目的に現在使用している軌道パッド(ばね定数 110MN/m)より低いばね定数である 60MN/m 及び 90MN/m を敷設することで、波状摩耗の抑制効果があることを確認した。

今後も低ばね定数軌道パッドを敷設した箇所については、波状摩耗の進展及び軌道狂いを継続して調査する予定である。

《参考文献》

- 1) 佐藤吉彦 新軌道力学 鉄道現業社 1997
- 2) 伊達和寛 柴田弘幸 J R 九州における波状摩耗対策 (1998) 土木学会第 53 回年次学術講演会
- 3) 白水健介 山田裕一 柳谷勝 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 (2004) 土木学会第 59 回年次学術講演会
- 4) 角知憲 松本嘉司 松尾光弘 佐々木英之: 急曲線区間における波状摩耗の発生機構について (1991) 土木学会論文