

波状摩耗の発生が列車走行安全面に及ぼす影響について

J R九州 正会員 伊達 和寛
柴田 弘幸

1. はじめに

近年、九州地方においても高速道路網の整備が進み、各県の主要都市相互における旅客および物資の流動において重要な役割を果たしている。当社も各県の県庁所在地および主要都市を結ぶ鉄道ネットワークの充実を図るため、鹿児島本線（博多 - 西鹿児島間）を皮切りに日豊本線（博多 - 大分間）のスピードアップ工事の実施および新型車両の投入により到達時分の短縮および乗り心地の改善等のサービス向上に努めて来た。今回、長崎本線（博多 - 長崎間）への新型振子車両の投入に伴い曲線通過速度向上を行うにあたり、波状摩耗の発生とそれに伴う問題点およびその対策について以下に報告する。

2. 速度向上試験の概要

長崎本線は、鳥栖・長崎間を結ぶ幹線（2級線）で、途中有明海沿岸を縫うように敷設されており、地形的な制約を多く受けている。とくに有明海沿岸の肥前山口・諫早間では約2割がR400未満の急曲線となっている。博多 - 長崎間の到達時分を短縮させるためには、この急曲線部の通過速度の向上が大きな課題である。そこで、制御式振子電車を投入し、曲線通過速度を向上させることが計画された。この計画を受けて平成11年7月に883系振子車両による速度向上試験を行った。佐賀保線区肥前鹿島保線管理室管内における脱線係数超過箇所の分類を図1に示す。図1より、脱線係数超過箇所の約7割の箇所は急曲線内の継目部で発生していることがわかった。また、この急曲線内の内軌側レールの頭頂面に波状摩耗の発生が確認されている。そこで、急曲線内の波状摩耗の発生と継目部における脱線係数超過の関係について検討した。

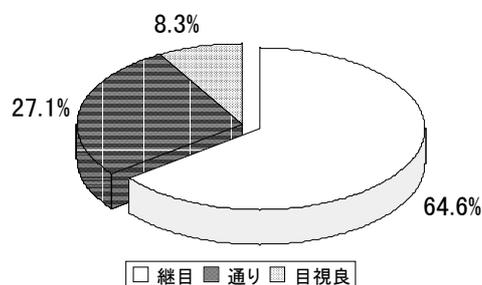


図1 脱線係数超過箇所の分類

3. 脱線係数超過の原因の推定

今回、速度向上の可能性の判断に用いた「脱線係数」とは、横圧(Q)と輪重(P)の比(Q/P)により求められる係数である。そこで、この横圧と輪重の変動を誘発させる要因を調査した。その結果、以下のことが明らかになった。

(1) 横圧の変動要因

継目部における脱線係数超過箇所の目視検査を行ったところ、約9割の箇所に継目部外側への角折れを認めた。そのため、継目部の形状を把握するため継目部を中心にして2m弦による正矢を測るとともに、20cmごとの縦距を測定した。測定結果の一例を図2に示す。なお、図2の破線で示したものはその曲線半径における正矢と縦距を計算で求めたものである。図2より角折れ箇所では継目部を中心とした短波長の軌道狂いが急激に発生していることがわかる。そのため列車通過時に急激な横圧の

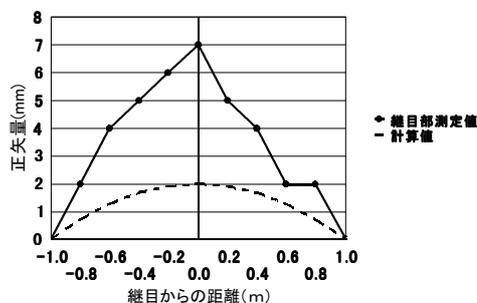


図2 角折れ箇所の2m弦正矢測定結果

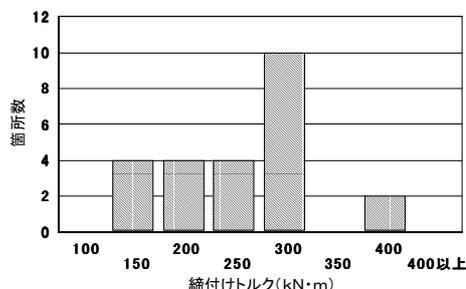


図3 緊締トルクの分布

Key Words: 速度向上、脱線係数、急曲線、継目管理、波状摩耗

連絡先 〒849-1311 佐賀県鹿島市大字高津原4199-2 JR九州佐賀保線区肥前鹿島管理室 09546-2-2935

変動が生じている。次に、角折れ箇所の継目板ボルトの締結力を調べた。その結果を図3に示す。

図3より、角折れ箇所は継目板ボルトの締結力が所定の締結力 $500\text{kN}\cdot\text{m}$ の6割以下の $300\text{kN}\cdot\text{m}$ 以下の箇所がほとんどであった。なお、所定の締結力で締結されたボルトはなかった。このことより、継目部の角折れの原因は、継目ボルトの締結力が低いため列車通過時に遠心力の影響を受け、継目部を中心にした短波長の軌道狂いが発生することであると推測できる。

(2) 輪重の変動要因

波状摩耗発生箇所において調査を行ったところ、継目部では、その前後に比べ水準狂いが小さいことがわかった。継目部前後の水準の変化を図4に示す。この区間の軌道構造は、まくらぎは特殊型まくらぎを使用しており、継目部は木まくらぎを使用している。また、波状摩耗の存在により列車通過時に内軌側に振動が発生し、その結果まくらぎ下面のバラストが摩滅し、まくらぎの内軌側が沈下する事が著しい水準狂いの原因となっている。また、PCと木まくらぎの材質の違いによる軌道の振動特性の違いにより、波状摩耗の波高の成長過程に差が生じてくる。軌道の振動特性と波状摩耗の波高との関係を軌道パッドのばね定数を変えて変化させることにより調査した結果を図5に示す。この図より、ばね定数が低い方が高い方に比べて波状摩耗の波高の成長が遅くなることがわかる。このことより、PCまくらぎに比べ材質が軟らかい木まくらぎの方が波状摩耗の発生および波高の成長が抑止されることが推測できる。したがってこの水準の差はまくらぎの材質の違いによる波状摩耗の波高の成長の差によって生じた振動の差によって、まくらぎ下面のバラストの摩滅に差が生じることが原因である。この継目部前後で顕著な水準の差が存在することにより、軌道の平面性狂いが生じ、その結果急激な輪重抜けが生じたと推測できる。

4. 対策

波状摩耗発生区間における脱線係数の超過原因は、継目部の角折れによる急激な横圧の増加とまくらぎの材質の違いによる水準の差に起因する輪重抜けであることがわかった。そこで、以下のような対策を講じた。

(1) 曲線整正の実施

継目部の角折れ箇所においては、所定の緊締トルクが確保できていなかったため、増締めを行うとともに、正確な円度にするため、曲線整正を行った。

(2) レール削正および補正カントの設定

波状摩耗発生区間においては、波状摩耗除去のためレール削正を行うとともに、バラストの摩滅による沈下量を考慮し、設定カント-5mmの補正カントを用いて軌道保守を行った。

5. まとめ

波状摩耗発生区間の継目部においては、継目板締結ボルトの緊締トルクが所定の値を満たしていないことにより、継目部を中心にした短波長の軌道狂いが生じ、その結果急激な横圧の増加が生じた。また、まくらぎの振動特性の違いによる波状摩耗の波高の違いにより継目部前後で水準の差が生じ、その結果輪重抜けが生じた。これらのことにより、脱線係数が超過したことが明らかになった。このことにより、波状摩耗が走行安全面に及ぼす影響が明らかになった。波状摩耗の抑止対策を展開していくことが今後の課題である。

< 参 考 文 献 >

K.Date : JRKyushu's Countermeasures for Corrugation , WCCR99 , 1999.10

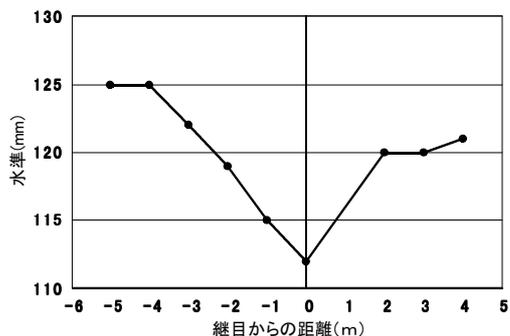


図4 継目部前後の水準の変化

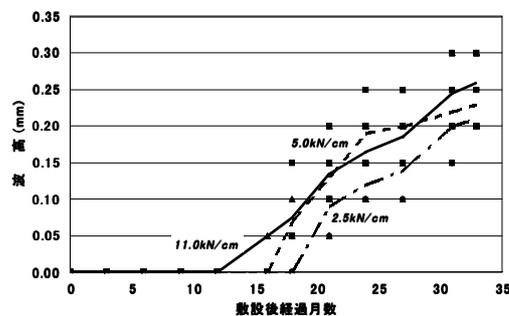


図5 軌道の振動特性の違いと波状摩耗の波高との関係