

レール傷の現況と今後のレール削正について

東日本旅客鉄道(株)正会員 ○奥村 悠樹
東日本旅客鉄道(株)正会員 穴見 徹広

1. レール傷の現況

(1)レール削正の効果

JR東日本の首都圏近郊では「レール寿命延伸」と「シェリング抑制」を目的に、平均 0.5 億トン当たり 0.1mm のレール削正を実施してきた。その結果、平成 17 年以降にレール削正車が始動した東京支社におけるシェリングの比率が 12%低下した(図-1)。一方、全支社内訳ではシェリング傷が 9%上昇していることから、レール削正によるシェリング傷抑制効果が表れていると考えられる。

(2)課題と対策

しかしながら、定期的にレール削正を実施している東京支社においては、ゲージコーナー(GC)部におけるきしみ割れを原因としたレール交換の割合が増加するという新たな課題が表れている(図-1)。さらに近年、半径 800m前後の曲線にてGC部の疲労亀裂等を起点としたレール折損が 2 件発生し、大きな輸送障害の一因となる事象も生じた。同様の折損はJR他社でも発生しており、半径 400～1000mの曲線で生じる傾向がある。これは当社において、旦比谷線脱線対策の一つとしてレール頭頂面から 5mm以下のゲージコーナー(GC)部を削正しない工法を全区間で採用してきたことが原因の一つと考えられる。これらを踏まえ、きしみ傷の発生抑制および曲線区間におけるGC部傷の発生抑制を目的としたGC部削正を実施し、傷除去によるレール交換周期の延伸と折損発生リスクの低減を目指すことを考えた。そこで今回、外軌側GC部削正が列車低速走行時の安全性に与える影響等を検証することで、曲線半径別に GC 部削正方法を見直したので、その内容を以下に述べる。

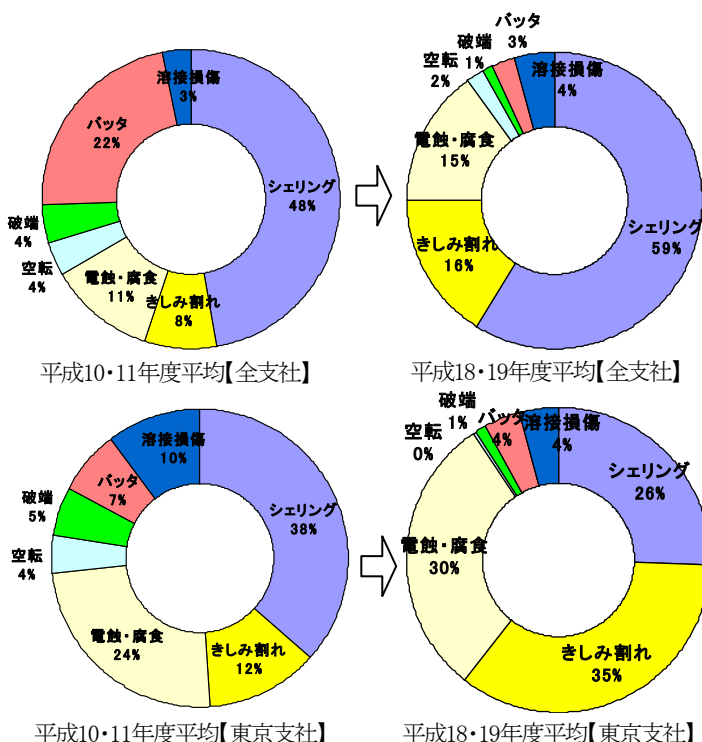


図-1 傷レール交換原因の内訳

2. レール削正方法の見直し

(1)見直しの概要

- ・ $R \geq 400$ 以上は国交省指導の急曲線と位置づけず「レール頭頂面から 8mm 下」までレール削正範囲を拡大。
- ・ $300 \leq R < 400$ では従来通り「レール頭頂面から 5mm まで」の範囲で削正。
- ・ $300 \leq R < 400$ で「レール頭頂面から 5mm 以下」の部分の削正した場合は、削正区間の平面性変位を測定
→運転中止値(21mm)・整備基準値(18mm)を認めた場合は、それぞれ運転中止、あるいは 15 日以内に軌道整備実施。

(2)見直しの根拠

軌道条件は「平面性 27mm(カント通減倍率 300 倍含む)」、「カント 105mm」、「レール・車輪の接触位置における接触角 65 度の位置がレール頭頂面下 8.5mm 下方に位置するレール(旦比谷線脱線事故時の研削レール)」とし、車両条件は「推定脱線係数比の検討に使用するサハ 205 系車両」を用いて曲線通過時の車両の挙動をシミュレーションした。その結果を以下に示す。

- ①それぞれの曲線半径において、静止輪重のアンバランス量増加に伴い、車輪・レール間の接触角 65° を確保できなくなり、接触角が緩やかになった。(図-2、図-4)
- ②「R200 の研削レール」のみ脱線に至った。その他の曲線半径では、研削の有無による接触角、車輪上昇量等の有意差は認められなかった。(図-3、図-4)
- ③接触角が 65° から減少に転じるまで「5mm の余裕」を考慮し、「車輪上昇量の目安」を設定すると、R300 までは「当社の静止輪重アンバランス管理値 15%」を超過しなかった。(図-3)

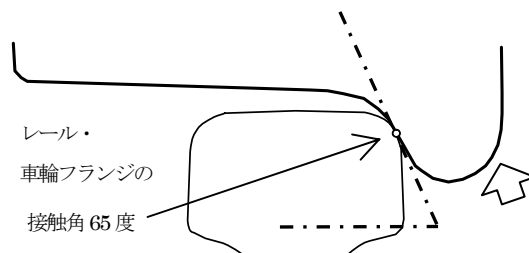


図-2 車輪上昇に伴う接触角減少

キーワード レール, 傷, ゲージコーナー部, 削正, 低速脱線, 車輪上昇, 輪重アンバランス

連絡先

〒114-8850 東京都北区東田端 2-20-68 JR 東日本 東京支社 保線課 TEL 03-5692-6136
〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 JR 東日本 鉄道事業本部 設備部 TEL 03-5334-1244

これらの結果から、静止輪重アンバランスの限度値に対して一定の余裕を見込み、曲線半径 400m 以上では「レール頭頂面から 8mm 下まで」については、フランジ角度以下でレールを研削しても乗り上がり脱線に対する問題は特にないと言える。

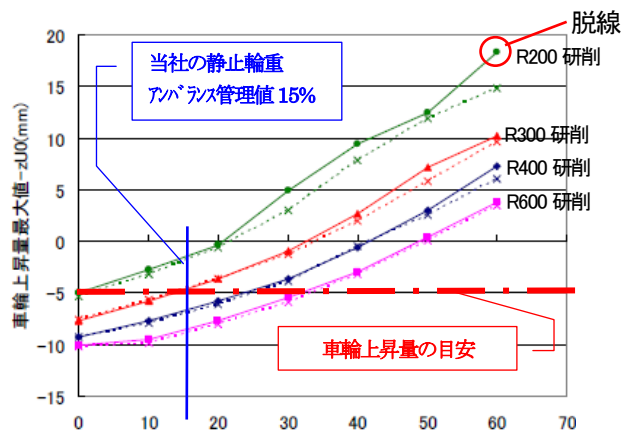


図-3 乗り上がり脱線に対する余裕量

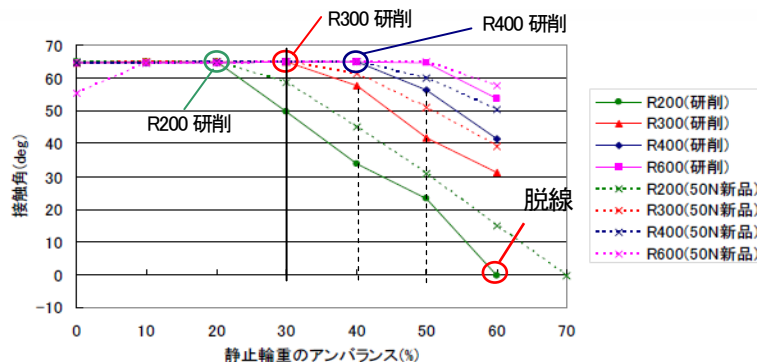


図-4 車輪上昇量最大時の接触角

(3)レール砥石角度の検討

上述の結果から、「レール頭頂面から 8mm 下」の位置までレール削正範囲を拡大することとした。そこで、レール頭頂面から 8mm 以下を削正しないための砥石角度について、現在敷設されている各種レール(878サンプル)の断面形状を測定し、敷設状態(1/40 勾配)に対して最も高い頭頂面から垂直方向に 8mm 下がった点における砥石設定角度 α (図-5 参照)を確認したところ、図-4 に示す通り $\alpha = -56^\circ$ がレール頭頂面から 8mm 下における最小接線角度となった。これより 1° の余裕をみた $\alpha = -55^\circ$ を新たな砥石設定角度の限度値として採用する。

(4)R<400 レール頭頂面 5mm 下を削正した場合の取扱い

上記の検討から、当社では R<400 を急曲線と定義し、国の指導に基づきレール頭頂面から 5mm 以下を削正してはならないものとする。しかし、機械故障等により誤って 5mm 以下を削正した場合の取扱いについても検討した。具体的には、平面性変位と輪重アンバランスの関係が図-7 の関係になることから、平面性変位を抑えることでより大きな輪重アンバランスを許容できる点に着目した。この結果、今回のシミュレーションで採用した軌道条件(平面性変位 27mm)を 22mm まで抑えることにより、R300 の場合ではレール頭頂面から 8mm 下まで削正しても、R400 と同等程度の安全に対する余裕を確保できることが分かった。以上より、 $300 \leq R < 400$ において、レール削正状態を BCC・ECC にて確認し、レール頭頂面から 5mm 以下を削正した場合には、平面性変位を測定することで、運転中止値の 21mm を超過した場合は運転中止、整備基準値の 18mm を超過した場合は 15 日以内に軌道整備を実施することとした。

3. おわりに

今後は、今回導入した GC 部削正の状況等を調査・分析することで定量的な評価を行ない、レール寿命の延伸と GC 部傷の抑制についての効果の確認を進めたい。

参考文献

- ・小林, 奥村, 佐々木: 在来線におけるレール削正パターンの評価試験, 第 64 回土木学会年次学術講演会, 2009.9

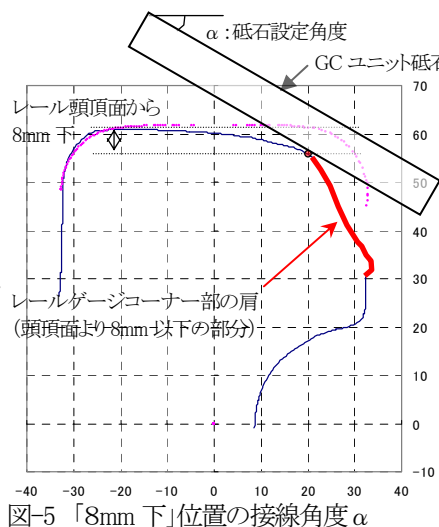


図-5 「8mm 下」位置の接線角度 α

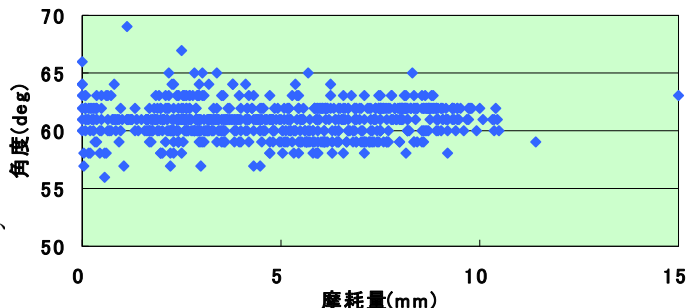


図-6 レール摩耗量と「頭頂面から 8mm 下」位置の接線角度

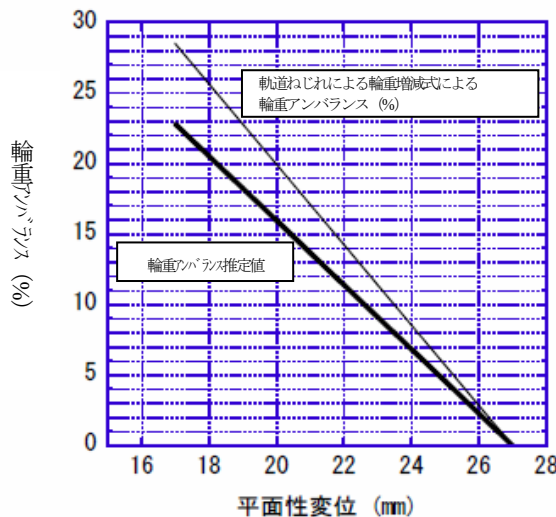


図-7 平面性変位と輪重変化量の関係