

レール側摩耗経時変化の実態調査

鉄道総合技術研究所 正会員 ○桶谷 栄一

鉄道総合技術研究所 正会員 古川 敦

1. はじめに

車輪とレールの幾何学的な形状によって決まる両者の接触角は、車両の走行安全性を評価する重要な指標である限界脱線係数の計算に用いられる。車輪フランジとレールがいずれも新品形状であれば、フランジ角度が接触角となる。しかし、車輪ではフランジ摩耗の進展によりフランジ角度が大きくなり、レールでは側摩耗の進展によりレール側面の車輪との接触位置の角度が小さくなり、その組合せによる接触角については明らかにされていない。そこで本研究では、71 箇所のレール断面実測値からレール摩耗および接触角の変化を推定し、車両の走行安全性を評価した。

2. レール側摩耗とレール摩耗角度

(1) 実測データ

累積通トンとレール摩耗の形状の関係を確認するために、実際に営業列車が走行する 12 線区 71 箇所のレール断面形状をミニプルーフにて測定した。測定対象とした箇所のレール種別は 60kg : 42 箇所, 50kgN : 29 箇所である。測定箇所の曲線半径の内訳を図 1 に示す。当該区間を走行する車両のフランジ角度の設計値はいずれも 65° である。

(2) レール摩耗量とレール摩耗角度の計算

ミニプルーフによる測定データによるレール摩耗量とレール摩耗角度の計算概要を図 2 に示す。新品レール断面上の点を A、摩耗レール断面上の点を B とする線分 AB をレール摩耗量、レール頭頂面から鉛直下方 12, 18 mm の箇所の 2 点間の直線の傾きをレール摩耗角度として計算した。

(3) レール摩耗角度の経時変化

レール摩耗角度の経時変化を図 3 に示す。同図より、レール摩耗量や累積通トンの大きさに関わらず、レール摩耗角度は約 $68^{\circ} \sim 72^{\circ}$ の範囲内にあり、平均値は約 70° であることがわかる。今回用いたデータは、環境条件が異なる 12 線区の様々な曲線半径の箇所での測定結果であるが、ほぼ同一の傾向にあることが確認できた。新品形状ではレール側面の角度が約 89° であることを考慮すると、レール摩耗角度は、通トンに従って穏やかになり、 70° 近傍に収束すると考えられる。さらにその変化は、少なくとも累積通トンが 1 億トンに達するまでに終了している。

(4) レール摩耗量の経時変化

レール摩耗量の経時変化を図 4 に示す。同図より、レール摩耗角度が 70° 近傍に収束する累積通トンが約 1 億トンの付近では、レール摩耗量は 5~10 mm の範囲にあるといえる。また、文献 1) では、累積通トン 1.5 億トンくらいまでの傾向として曲線半径が大きいとレール摩耗量進みは小さ

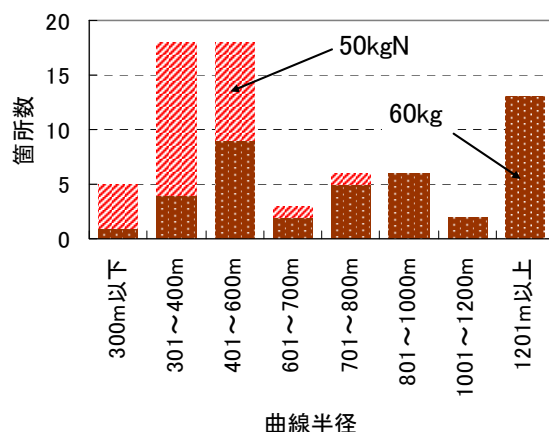


図 1 レール摩耗箇所の曲線半径の内訳

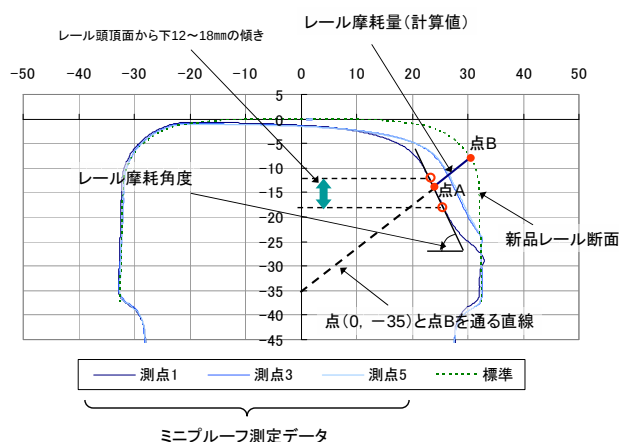


図 2 レール摩耗量と摩耗角度の定義

キーワード レール側摩耗, 接触角, レール摩耗角度, 限界脱線係数, 走行安全性

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL 042-573-7278

くなる傾向が確認されているが、図4より通トンによるレール交換基準である6～8億トンくらいまでの範囲でも同様の傾向が確認できた。

3. 車輪フランジ角と接触角

文献2)ではレールの断面形状は当該線区を走行する車輪形状に一致すること示されている。

従って、レール摩耗角度が70°近傍へ収束するということから、通常走行している車両の多くの車輪形状はフランジ角度が65°から70°近傍へ収束していると推測される。

4. 走行安全性についての考察

急曲線走行時の車両の走行安

全性は、限界脱線係数と推定脱線係数から求められる推定脱線係数比(=限界脱線係数/推定脱線係数)を用いて評価する。今回検討に用いた実測データでの最大摩耗箇所における新品車輪と摩耗レールの接触状態を図5に示す。同図より、最大摩耗箇所においてもレールと車輪の接触点は車輪の角点の上にある。レールとフランジの接触角は、接触点における傾きのうち小さい側となることから、接触点が角点より上であれば、接触角はフランジ角度の設計値である65°を下回ることない。前章までの調査から、車輪・レールの摩耗断面の角度は共に70°付近に収束することから、軌間が通常の保守の範囲内にあれば、限界脱線係数は設計断面での計算値よりも大きくなり、推定脱線係数比が新品のレール・車輪の組み合わせよりも小さくなることはない。したがって、レール側摩耗の進展が、車両の走行安全性に悪影響を及ぼす可能性は小さい。

5. まとめ

今回の実態調査から得られた結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) レール摩耗角度及び車両フランジ角度は70°近傍へ収束し、そのときのレール摩耗量は5～10mmの範囲にある。
- (2) 累積通トンが6～8億トン付近までの範囲では、曲線半径が小さいほどレール摩耗は大きい。
- (3) レールと車輪の接触点は、軌間が通常の保守の範囲内にあればフランジの角点の上であり、直ちに走行安全性に悪影響を及ぼすことはないと考えられる。

参考文献

- 1) 石田誠, 金鷹, 青木宣頼: レール側摩耗の要因とその影響, 日本鉄道施設協会誌 第42巻8号, 2004.8
- 2) 青木宣頼, 石田誠: 車輪踏面形状変更によるレール摩耗形状の変化, 土木学会第60回年次学術講演概要集 4-102, 2005.9

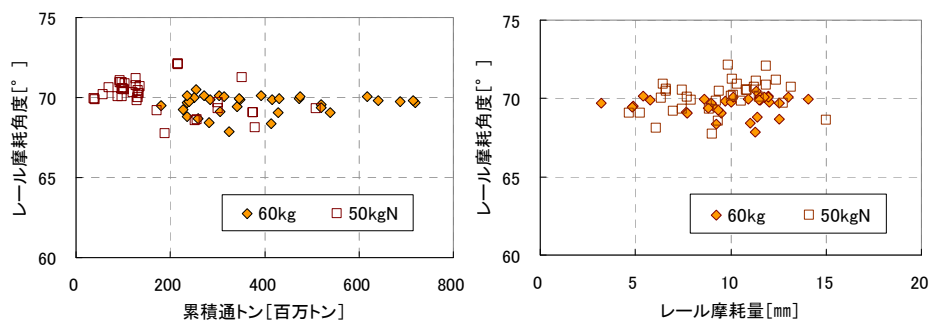


図3 レール摩耗角度の経時変化

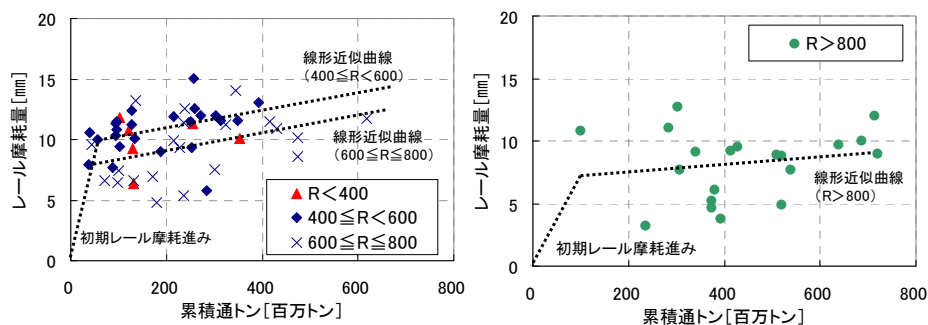


図4 レール側摩耗量の経時変化 (左: 熱処理レール, 右: 普通レール)

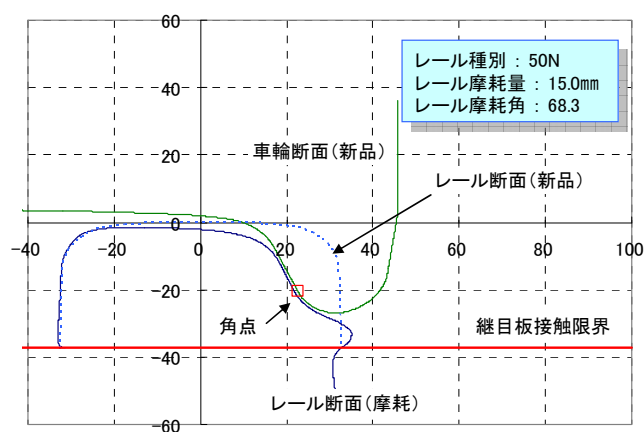


図5 車輪(新品)とレール(摩耗)の接触状態