

在来線におけるレール削正の有効性の分析について

J R 東日本 正会員 ○栗原 巧
 J R 東日本 正会員 ○青木 宣頼

1. はじめに

車輪からの繰返し転動荷重によって生じるレール頭頂面の接触疲労層は、シェリングやきしみ割れを引き起こす。J R 東日本では、接触疲労層と溶接部の凹凸の除去を目的に、2005 年から首都圏の在来線においてレール削正車を導入し、5,000 万トンごとに 0.1mm レール面を削正している。首都圏の年間通トン数は約 4,000 万トンであり、毎年主要線区を削正するために、5 台の削正車を運用している。なお、首都圏では保守間合いが 4 時間以下のため、削正は効率的に行わなければならないため、16 頭削正車 4 パスで 0.1mm 削正している。また、レール頭部の削正形状は、2000 年の営団日比谷線列車脱線事故により制限されている。

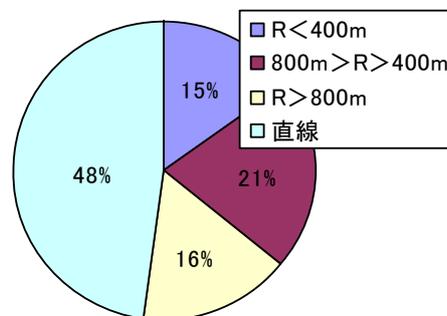


図.1 山手線の曲線区分

本稿では、山手線を例にレール削正導入後の傷数の変化を述べる。山手線は約半数が曲線区間で (図 1)、総延長は約 70 km、年間通トン数約 4,000 万トンであり毎年レール削正を実施している。

2. 分析方法

レール削正に関する傷(横裂等)について、削正効果を明らかにするため、削正導入前の 2004 年から導入 6 年後の 2011 年の削正データや傷データを詳細に調査した。

分析に使用したデータは、①レール敷設データ、②傷データ、③曲線台長、④レール削正データである。分析では削正と傷の関係に着目するため、傷の発生数をレール敷設延長で無地元化し発生率(傷数/m)で評価することとした。

また、レール削正による経済的効果を分析するために、傷の減少をレールの寿命延伸効果として考え評価した。

3. 分析結果

図 2 に示すようにレール傷は 2004 年から 2007 年にかけて減少し、その後は増加している。特に直線部では、2004 年から 2011 年において傷は減少し、曲線部では 2007 年から 2010 年に掛けて約 10 倍増加している。

曲線部での半径別の傷の傾向を見るため 2004 年と 2011 年の傷の発生率を比較した(図 3)。比較した結果、直線部では傷数の発生率が 0.025 傷数/m 減少したが、曲線部ではどの半径でも増加した。なお、曲線部での傷の数が増加した時期は、車両を変更した時期と一致しており、車両の変更が影響していると考えられる。図 4 には直線部と曲線部での破面の例を示す。直線での起点はレール中央にあり単独傷である。一方曲線では、起点がゲージコーナー部で周囲にきしみ割れが発生している。つまり、直線部と曲線部では傷の発生の起点が異なることがわかる。

次に、レール削正導入前後でレールの累積通トン数を比較した。それぞれのレール敷設時期は異なるので、単純には比較できないが、概略的には図 5 に示すように 2004 年と比較して 2011 年では累積通過トン数 4 億トン以上のレールが増加している。全レールの平均累積通トン数は 325 百万トン(2004 年)から 361 百万トン(2011 年)となり、レールの寿命が約 10% 延伸したことになる。

キーワード レール削正, 転がり接触疲労, レールの寿命延伸

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目 2 番 2 号 東日本旅客鉄道株式会社 TEL 03-5334-1244

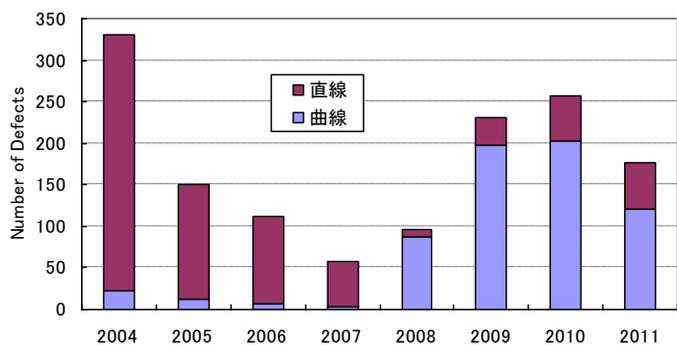


図.2 年度別傷数の推移

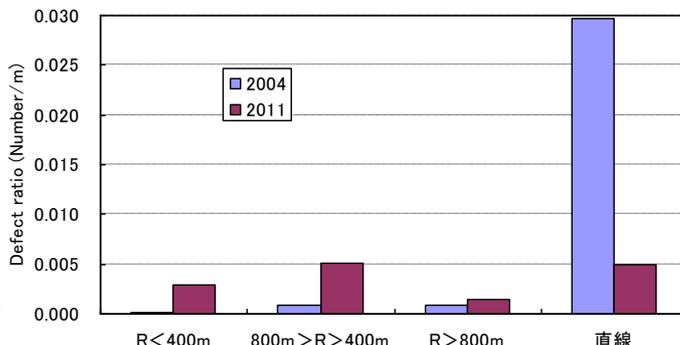
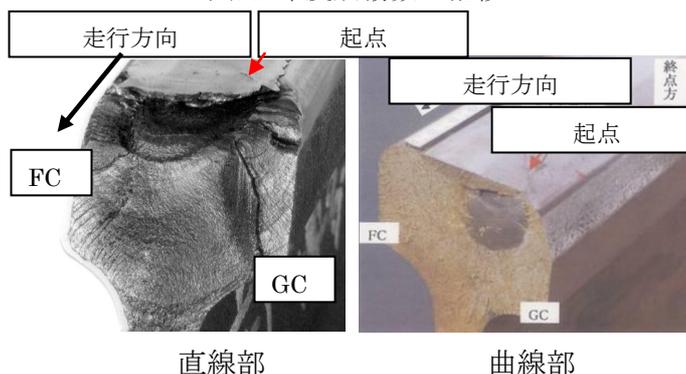


図.3 傷の発生率の比較



直線部 曲線部

図.4 直線部と曲線部での疲労破面の例

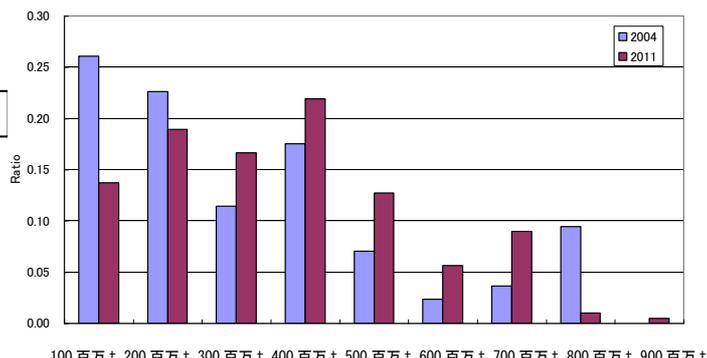


図.5 レールの累積通トン数

4. 考察

レール削正は直線部では、削正範囲が接触疲労範囲と合致していることから、レールの疲労層を削正することでレール削正の効果があらわれると考えられる。一方、曲線部では削正範囲とレール車輪の接触位置は必ずしも一致していないため効果が見られなかったと考えられる。

図6には2011年のきしみ割れの発生率を示す。これによりきしみ割れは曲線半径 800m以上に多く発生しており、この曲線範囲では摩耗よりも疲労が優先しているため、疲労を防ぐためにゲージコーナー部の疲労層を除去しなければならない。そこで、きしみ割れの影響範囲を除去するための新しい削正パターンを開発した。これは従来のパターンへ2パス加えたものである。この削正形状は摩耗形状に基づくもので、走行安定性を悪化させないことを確認している。この新しい削正パターンによって、ほとんどのきしみ割れ範囲を網羅でき、疲労層を0.1mm取除くことが可能となった。

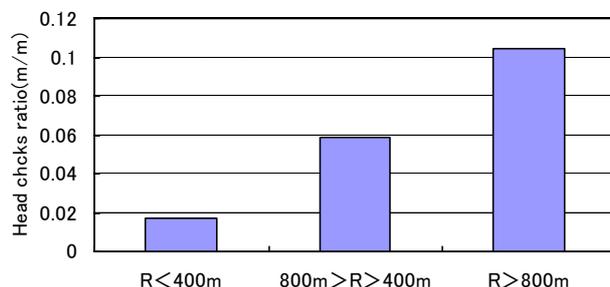


図.6 きしみ割れの発生率(2011年)

5. まとめ

分析の結果より、レール削正は削正範囲がレール車輪の接触位置と合致すると傷の減少に大きな効果があることがわかった。つまり、直線部では傷の発生率が0.030 傷数/mから0.005 傷数/mとなり、0.025 傷数/m減少した。また、平均の累積通過トン数を導入前後で比較した結果、削正によりレールの寿命が約10%延伸された。一方、車種の変更により曲線での傷の発生率は増加したため、ゲージコーナー部での傷の発生を抑える新しい削正パターンを開発した。今後は効率的にレール削正を実施し、レール折損の防止を図っていく。

参考文献

・ 鶴飼、阿部：レール長寿命化のための効果的なレール削正手法の開発, JREA(2006. 7) pp34-36