

レール摩耗交換の最適化へむけた一考察

西日本旅客鉄道（株） 正会員 ○西垣 拓也
 西日本旅客鉄道（株） 正会員 杉ノ上 大我
 西日本旅客鉄道（株） 正会員 江原 学

1. はじめに

レール交換の理由としては、疲労限界による通トン交換、レール傷除去のための損傷交換、そしてレールが摩耗することによる摩耗交換が挙げられる。本研究では、レール交換数量の中でも大きな部分を占める、外軌側ゲージコーナー部の摩耗に対して行ったデータの分析とその結果を踏まえ、レール摩耗交換数量の削減にむけた当社の取り組みについて述べる。

2. レール摩耗交換の実態

摩耗の基準値に至る時期は、同じような線形であっても、通トンや他の要因により異なる。図1に曲線半径とレール交換時の累積通トンの関係を示す。この図に示すとおり、曲線半径と累積通トンの間には正の相関があり、曲線半径が大きくなれば交換時の累積通トンのばらつきが大きいことが分った。よって、累積通トンと相関が取れる曲線半径が500m以下の曲線については摩耗進み量の抑制を行い、累積通トンと無相関な曲線半径が大きい箇所はばらつきを小さくさせる手法を検討した。

3. 摩耗進み速度の抑制

鉄道車両が急曲線を走行することにより発生する外軌側レールの側摩耗に対しては、従来からゲージコーナーや車輪フランジ部への潤滑により摩耗防止を図ってきた。そこで、摩耗進み量の低下を目的として、列車を検知するとギヤポンプにより一定量の塗油を行う、電気式レール塗油器を設置した（図2）。図3に塗油器設置前後の1年間当りの摩耗進み量を示す。これより、塗油後は摩耗進み量が大きく低下し、摩耗進み量が最低でも1/4に、つまり交換周期を4倍まで伸びることがわかった。また、塗油器を設置すると、シェリング傷が発生しやすいとの報告があるが、今のところ塗油器設置区間においてシェリング傷の増加は報告されておらず、塗油器の設置コストを勘案しても、レール寿命の延命に効果があることが分った。

4. 摩耗進み量の均一化

レール摩耗量は曲線半径が一定であっても、他の部分と比較して著しく摩耗が進行している箇所（以後、「偏摩耗」という。）がある。これらの箇所は、摩耗量の最大値が決められた基準値に達する前に交換しなければならないため、これら偏摩耗箇所の摩耗量を元に、レール交換の判断を行なっている。しかし、このような箇所でも新レール交換を実施すると、新レールと摩耗レールとの間に段違いや目違いが発生するため、取付けのために、偏摩耗箇所前後の磨耗量が小さな区間も同時に交換している。よって、レール寿命を最大限に延ばすためには、摩耗量のばらつきを無くし、曲線全体に渡り基準値までレールを利用する必要がある。そこで、以下の手法を実施することとした。

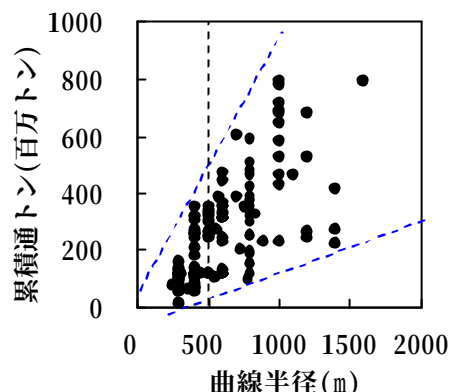


図1 累積通トンと曲線半径の関係



図2 電動式レール塗油器

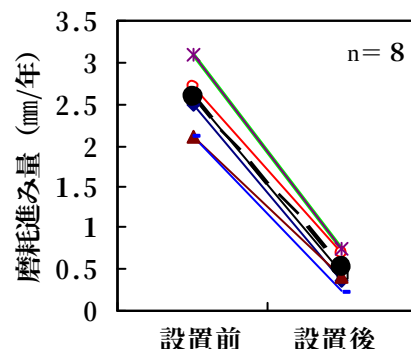


図3 塗油器による摩耗進みの変化量

キーワード：レール、側摩耗、偏摩耗、塗油器、推定横圧、レール交換

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2丁目4番24号 JR西日本 施設部（在来線）TEL 06-6375-8960

1) 偏摩耗発生個所の予測と軌道整備

偏摩耗の発生個所を分析したところ、踏切や橋梁等の構造物前後やレール継目部等で多く発生していた。そこで、軌道狂いと偏摩耗の関係を分析したところ、両者には明確な相関が無いものの、図4に示すとおり、軌道狂いから推定した横圧と摩耗量との間には相関が見られた。また、この関係を用いればレール敷設後で摩耗量がまだ小さな段階においても、偏摩耗発生個所の推定が可能であることが分かった¹⁾。そこで、これら偏摩耗発生個所の抽出を簡便に行なうために、基本線形を入力して算出した横圧（理想横圧という）と軌道狂いにより算出した推定横圧を求め、両者の倍率の大きさ（変動率という）で軌道整備投入の判断を行なうこととし、変動率の算出はマイクロボックスを用いて行なう。このように、偏摩耗個所を早期に発見し軌道整備を投入することにより、レール寿命延伸を図ることとした。

2) 曲線部外軌レールの部分交換

最大摩耗量が基準値に達すると、交換が必要となる。しかし先に述べたとおり、レール交換時に偏摩耗が存在し、新レールとの取付のために曲線全体を交換することは非常に不経済である。そこで、偏摩耗箇所は軌道整備後、ある程度摩耗した発生レールで部分交換することにより、交換周期を延伸することとした。図6に示すとおり、時刻 T_1 の時に、部分交換を実施して摩耗量を M_2 から M_1 まで低下させ、軌道整備により摩耗進み量（傾き）を小さくすることにより、 $T_3 - T_2$ の期間を延伸することができる。しかし、偏摩耗箇所の最大摩耗量と曲線部の平均摩耗量との間に大きな相違が無ければ、部分交換よりも全交換を実施するほうが効率的であることから、1年間当たりのレール交換費用を基に、下記のとおり部分交換と全交換の判断基準を設けた。 $(\text{部分交換} + \text{曲線全体交換費用}) / T_3 < \text{曲線全体交換費用} / T_2 \Rightarrow \text{部分交換}$

なお、レール同士の取付は溶接後の削正量に限度があるため、レール同士の段差は3mm以内とした。

5. まとめ

レール摩耗交換の最適化に向けた、当社の取組みを以下に示す（図7）。

- ・レール頭側面への塗油により、摩耗進み量を大きく低下させる。
- ・軌道狂いデータを基に算出した推定横圧により偏摩耗箇所を推定し、軌道整備により、摩耗量のばらつきを無くす。
- ・レール交換時に偏摩耗が発生している箇所は、摩耗量が大きな箇所のみを部分交換する。ただし、経済比較により部分交換か全体交換かを判断する。

【参考文献】

1) 杉ノ上大我：『曲線外軌レール頭側部の偏摩耗について』第60回土木学会年次学術講演会概要集，2005

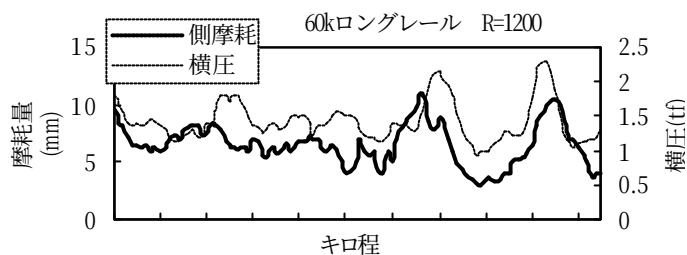


図4 摩耗量と推定横圧の関係

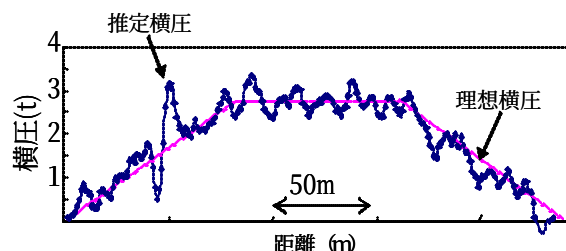


図5 推定横圧と理想横圧

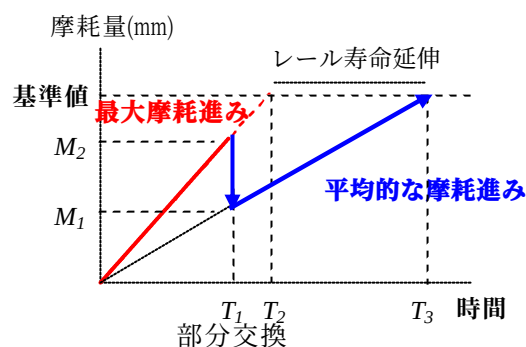


図6 部分交換によるレール寿命延伸

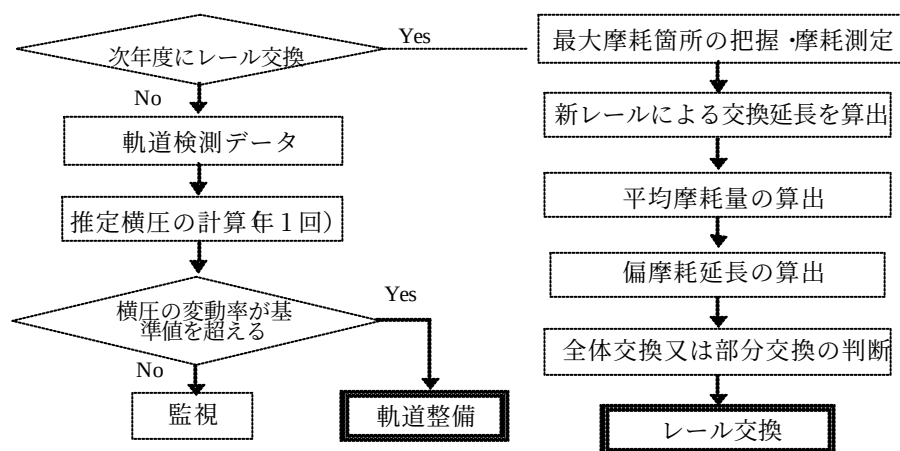


図7 レール摩耗管理のフロー