

曲線部の普通レール敷設によるレール傷抑制効果に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○野本 耕一
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小松 謙介
 東日本旅客鉄道株式会社 萩原 正弘

1. 要旨

曲線部に発生する傷はキシミ割れを併発する傾向が見受けられる。これまでキシミ割れでは折損に至らないと言われてきたが、近年、キシミ割れからゲージコーナーき裂(以下GCき裂)に発展し、破たんに至る事例が報告され、レール管理上の課題となっている。キシミ割れは摩耗よりも疲労が卓越するために発生すると考えられており、傷が発生する前に、摩耗または削正によって疲労層を除去することでキシミ割れ発生抑制効果が期待される。本研究は、キシミ割れ発生箇所を対象に、通常、熱処理レールを使用する急曲線外軌レールに対して、比較的摩耗しやすい普通レールを試験敷設し、キシミ割れ抑制効果を検証するものである。

2. 研究目的

レール傷の管理はレール探傷車による検査がベースとなっているものの、レール頭部表面にキシミ割れや剥離傷が発生していると内部探傷が難しく、GCき裂を発見できない可能性がある。これに対してレール摩耗の管理は直接的に摩耗量を計測することができ、確実な管理を実施することができる。そこで、本研究では、摩耗しやすい普通レール敷設によるキシミ割れの抑制効果を検証するとともに、キシミ割れから摩耗への管理方法の移行に関する有効性について考察することを目的とする。

3. 研究内容

3-1. キシミ割れの発生状況

(1) 曲線半径とキシミ割れの関係

キシミ割れがどのような曲線で発生しやすいかという点に関して、平成20年度から平成26年度までの7年間に、管内の1・2級線旅客線区でキシミ割れが発生した箇所と曲線半径との関係を整理した結果を図1に示す。熱処理レールを使用する区間と普通レールを使用する区間のそれぞれにおいて、曲線半径が大きいほど、キシミ割れが発生しやすい傾向が見受けられる。このことから、比較的摩耗しやすい箇所でのキシミ傷が発生していると推測される。

また、敷設されている曲線の箇所数に対してのキシミ割れ発生割合を図2に示す。熱処理レール使用区間においてキシミ割れ発生割合が高く、特に曲線半径が大きい区間では8割以上の割合でキシミ割れが発生している。

(2) 摩耗進みとキシミ割れの関係

どの程度の摩耗進みでキシミ割れが発生しやすいかについて、(1)と同様の7年間ににおける1・2級線旅客線区でのキシミ割れ発生状況と摩耗進みの関係を整理した結果を図3に示す。図より、おおまかではあるが通トン1億トンあたり2mm以上の摩耗進みの場合にキシミ割れが発生しないことが読み取れる。

3-2. 熱処理レール使用基準見直しの検証

(1) 実施内容

過去のキシミ割れの発生傾向から、摩耗とキシミ割れの発生には相関関係があり、約2mm/億トン以上の摩耗進みが発生させることでキシミ割れの抑制につながる事が推測された。現行のレール使用基準では、1・2級線におけるR800m以下の外軌レールに熱処理レールを使用することとしており、これは摩耗抑制を目的としたものである。ここでは、熱処理レール使用区間においてキシミ割れが発生しやすいR600m～R800mの外軌レールを対象に、比較的摩耗しやすい普通レールを敷設し、定期的な観測によって摩耗進みとキシミ割れ発生状況を分析することで、キシミ割れ抑制効果について検証する。

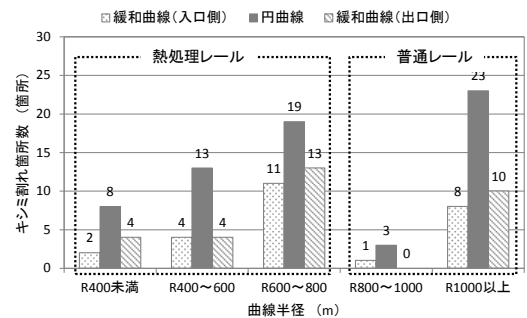


図1. 曲線半径別キシミ割れ発生箇所数

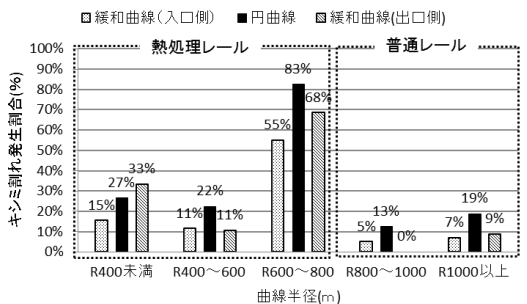


図2. 曲線半径別キシミ割れ発生割合

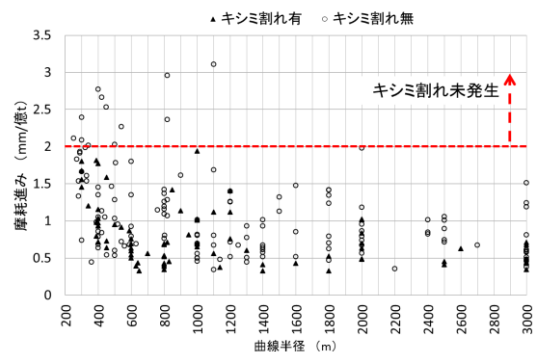


図3. 摩耗進みとキシミ割れ発生状況

(2) 検証結果

① 側摩耗とキシミ割れの発生状況

普通レールを敷設した2現場において、敷設後の摩耗推移とキシミ割れの発生有無を図4に示す。デジタル式摩耗定規により側摩耗の測定を実施し、概ね期待する2mm/億t以上の摩耗進みを確認することができた。キシミ割れについては、目視では確認できない程度ではあるものの、カラーチェックによる浸透探傷の結果、レール頭頂面中心0°に対して5~15°の範囲において図5に示すような軽度のキシミ割れの発生を確認した。一方、側摩耗を確認した45°前後の範囲ではキシミ割れが発生していないことが確認できた。

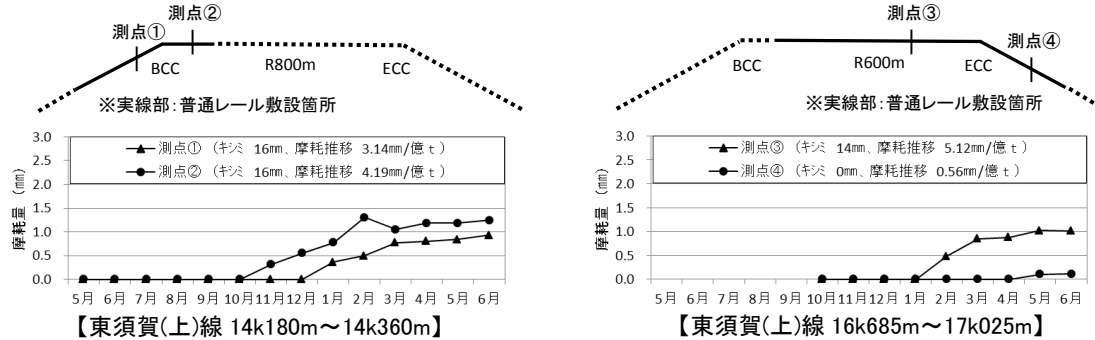


図4. 普通レール敷設箇所の摩耗推移とキシミ割れ有無



図5. キシミ割れ発生状況

② レール頭部形状とキシミ割れの発生状況

キシミ割れが発生した5~15°の範囲における摩耗進みの状況を確認するため、レール頭頂面形状の測定・描写が可能な測定機器(MiniProf)により調査した結果を図6に示す。この結果から、キシミ割れが発生した範囲において摩耗が進んでいないことがわかった。このことから、疲労層を除去できる程度の摩耗が発生しなかったことが、今回の検証箇所におけるキシミ割れ発生の原因と考察できる。しかしながら現段階ではキシミ割れにより探傷検査が妨げられる状態には至っていない。今後、キシミ割れの変化を観察していく必要がある。

③ 交換周期の比較

普通レール敷設箇所の側摩耗が現在の推移で進行した場合、東須賀14k台の曲線で摩耗量が交換基準(14mm)に達するのは摩耗進みの大きい初期摩耗から推定しても約10年後と考察出来る。熱処理レール敷設時のキシミ割れによる交換実績が敷設後約9年であったことと比較すると、ほぼ同等である。東須賀16k台の曲線においても摩耗による推定交換周期約6年に対し、キシミ割れによる交換実績が敷設後約5年ではほぼ同等である。キシミ割れからGCき裂に発展するケースは探傷検査による発見が難しいのに対し、摩耗は交換時期が比較的推定しやすいことから、交換周期がほぼ同程度であれば、定量的に推移を確認出来る摩耗管理の方が優位と考えられる。

4. 研究成果

急曲線部外軌レールへの普通レール敷設によるキシミ割れ抑制効果の検証を行った結果、3~5mm/億tの推移で側摩耗が発生した範囲(45°付近)でキシミ割れが発生しないことを確認した。摩耗による推定交換周期とキシミ割れによる交換周期がほぼ同程度であることから、定量的に測定可能な摩耗側での管理が有効であると考察した。また、キシミ割れの管理については緊急交換となる可能性があるが、摩耗側の管理は定量的に測定を行い計画的に交換が出来ることから、緊急作業によるリスク低減にもつながると考えている。以上のことからR600~800の間で普通レールを敷設することは有効であると考察出来る。なお、限られた期間の検証となつた為、今後も引き続き定期的な摩耗量とキシミ割れ発生状況の調査を行い、効果を検証していく。

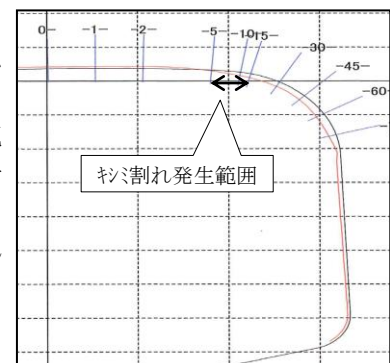


図6. レール頭頂面形状の変化

キーワード レール, キシミ割れ, レール傷, 摩耗

連絡先 〒210-0024 神奈川県川崎市川崎区日新町47番地 川崎保線技術センター TEL 044-244-2272