

緩曲線におけるゲージコーナーき裂対策の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 加藤 篤史
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 田中 俊史

1. 目的

当社では、曲線半径が 500m から 800m 程度の比較的緩い曲線（以下、「緩曲線」とする）の外軌レールにおいてきしみ割れに混在するゲージコーナーき裂¹⁾（以下、「GC き裂」とする）が散見され、そこからレール折損に至る事例があり課題となっている。きしみ割れはレール表面の損傷であり、ある程度の深さで停留することが知られており、表面上の割れ長さで管理することが可能である。一方、GC き裂は表面から内部に進展する損傷であり、レール頭部の水平裂から横裂に分岐する場合もある。GC き裂は水平裂が存在するため、探傷車によるレール頭頂面からの超音波探傷では横裂深さの評価が困難である。そこで、レール頭側面からの超音波探傷検査を行っているものの、その管理に苦慮している。また、外観観察で混在する両者を判別することは困難である（図1）。これらのことから、当社では、レール折損のリスクがあり、その管理に苦慮している GC き裂を抑制することを検討しており、この手段として、公益財団法人鉄道総合技術研究所（以下、「鉄道総研」とする）とメーカーが開発した新型熱処理レールの試験敷設¹⁾を行った。以下にその結果について報告する。

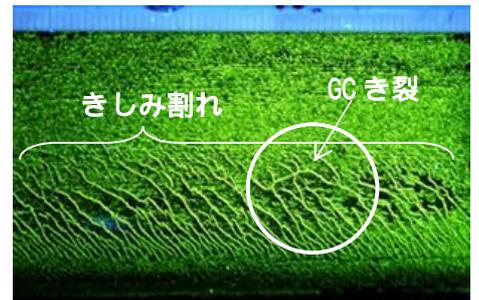


図1 混在部の磁粉探傷検査

2. 新型熱処理レールの概要

当社に敷設した新型熱処理レールは普通レールと HH340 レールの中間程度の硬さとし、摩耗と疲労のバランスを考慮した仕様となっている。近年、多く見られるようになった GC き裂は、曲線半径が 800m 程度の曲線に敷設した HH340 レールに多く発生する。これは、普通レールよりも摩耗が促進されない HH340 レールに転がり接触疲労が蓄積されることで発生すると考えられる。このことから、現状は緩曲線に普通レールを適用している。しかしながら、普通レールでは摩耗が過剰になり、HH340 レールの損傷による交換よりも早く寿命を終えることが想定される。以上より、普通レールより摩耗量を低減しつつ、GC き裂を抑制させることを目的とした緩曲線に最適な新型熱処理レールを検証することとした。図2に今回試験敷設を実施した3種類（新型1、新型2、新型3）の新型熱処理レールの硬さ区分を示す。

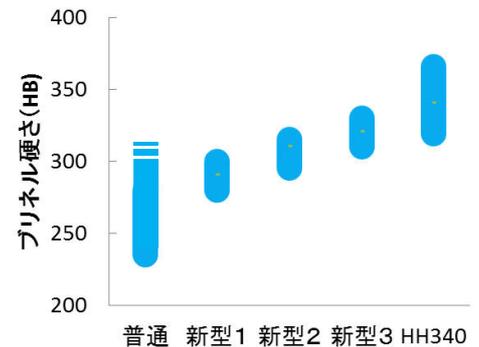


図2 新型熱処理レールの硬さ区分

3. 試験敷設の概要

営業線における摩耗量と GC き裂の抑制効果を確認するため試験敷設を行った。試験敷設は表1に示す営業線の8曲線で行い、同一曲線内に3種類の新型熱処理レールを敷設することとした。様々な条件で検証するため、曲線半径は 400m から 800m、年間通過トン数は 11.0 から 19.2 百万トンで、レール種別は 50kgN レールおよび 60kg レール、軌道構造はバラスト軌道およびスラブ軌道に敷設した。

表1 試験敷設箇所の概要

曲線半径(m)	箇所数	年間通トン(百万トン)	レール種別	軌道構造
400	1	19.2	50kgN	バラスト
600	3	11.0~11.2	50kgN, 60kg	バラスト
700	1	15.6	50kgN	スラブ
800	3	11.0~11.3	50kgN, 60kg	バラスト

キーワード 熱処理レール, レール損傷, きしみ割れ, ゲージコーナーき裂

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2丁目4番24号 西日本旅客鉄道(株)施設部 施設技術室 TEL06-6375-2296

4. 追跡調査

(1) 外観観察および蛍光磁粉探傷検査

累積通過トン数が約 42 百万トン時における外観状況を図 3 に、蛍光磁粉探傷検査結果を図 4 に示す。レール軸中心から+20mm 位置にきしみ割れが認められるものの、それに混在するような GC き裂は認められない。

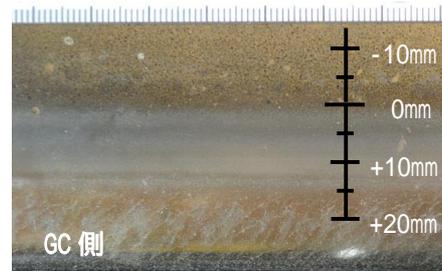


図 3 外観状況

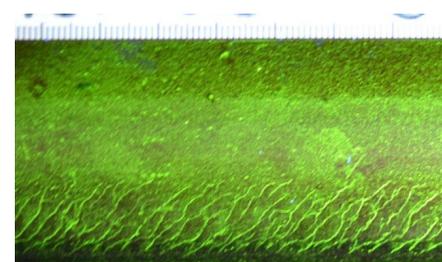


図 4 蛍光磁粉探傷検査

(2) 硬さ測定

図 5 に断面方向におけるレール頭頂面硬さ分布を示す。なお、図 3 中のメモリは硬さ測定位置を示し、図 5 中の凡例は累積通過トン数を示す。レール軸中心からの距離で-15mm から+15mm は累積通過トン数の増加に伴い硬さ値が上昇している。+20mm 位置では累積通過トン数に伴う増加が認められず、初期から高い値となっている。これは当該位置にきしみ割れが発生していることから車輪との接触が強く、その接触により硬さ値がほぼ限界に達しているものと考えられる。

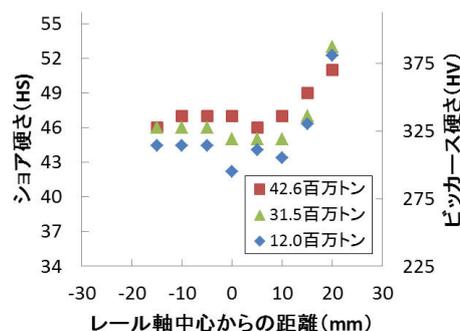


図 5 レール頭頂面硬さ分布

(3) 摩耗量の推移

図 6 に各レールの累積通過トン数毎の摩耗量の推移を示す。なお、測定位置はレール軸中心から+20mm 位置である。普通、新型 1 は摩耗の進行が認められない。これは普通、新型 1 が比較的軟らかいため、初期に摩耗が進行したものと考えられる。一方、新型 2, 3 は摩耗の進行が認められる。また、普通レールと比較すると、いずれの新型熱処理レールにおいても摩耗量が低減されていることがわかる。

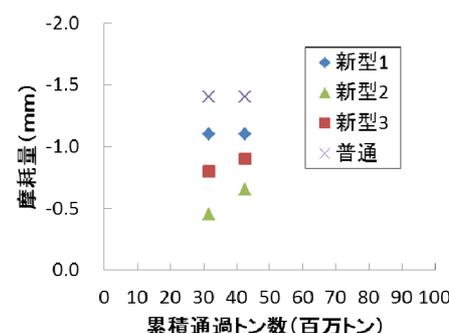


図 6 摩耗量の推移

5. 試験敷設の拡大

追跡調査において外観観察および蛍光磁粉探傷検査から GC き裂が発生していないことを、摩耗量の推移から普通レールと比較して摩耗量が低減されていることを確認した。また、レール探傷車による検査において累積通過トン数が約 50 百万トン時点で GC き裂と見られるような水平裂が認められなかった。以上より、敷設した新型熱処理レールに初期欠陥のないことが確認されたため、新たに通過トン数の多い 7 曲線に対して敷設し、多様な敷設環境での検証を行うこととした。表 2 に拡大試験敷設の概要を示す。

6. まとめ

緩曲線における GC き裂対策として、新型熱処理レールを試験敷設した結果、累積通過トン数 50 百万トン時点で GC き裂は認められず、普通レールと比較して摩耗量は低減され、良好な試験結果が得られている。このことから、さらに検証を行うために、試験敷設箇所を拡大した。今後も追跡調査を継続し、緩曲線での最適な新型熱処理レールの検証を進めていく。最後に本稿にご協力頂いた鉄道総研および関係各位に対し、ここに記して感謝の意を表す。

表 2 拡大試験敷設の概要

曲線半径(m)	箇所数	年間通トン(百万トン)	レール種別	軌道構造
500	1	14.4	60kg	バラスト
800	4	22.0~38.0	60kg	バラスト・スラブ
900	1	25.4	60kg	バラスト
1000	1	29.8	60kg	バラスト

参考文献

- 1) 古川敦：軌道の健全性維持に向けたメンテナンス技術，第 26 回鉄道総研講演会，P34，2013.11