

レールきしみ割れ対策手法の開発

元好 茂* 瀧川 光伸 小林 潤 (JR 東日本)

A study on development of control measures of rail head checks
Shigeru Motoyoshi*, Mitsunobu Takikawa, Jun Kobayashi (East Japan Railway Company)

Recently, gauge corner head checks with breaking out have occurred occasionally. In this study, we expanded the rail grinding range of gauge corner and developed the new rail grinding pattern by which we can grind 95 percent area of head checks. And, we have carried out acceleration tests of new material rails by which we aim to reduce appearance of rail head checks using rail-wheel rolling contact testing devices.

キーワード：きしみ割れ、レール削正、レール材質、転動試験

Keyword: head checks, rail grinding, rail material, rolling contact test

1. はじめに

近年、曲線半径 400m 以上の曲線においてきしみ割れが多く発生し、進行すれば図 1 のような剥離を伴うことから、JR 東日本の首都圏では図 2 に示すようにレール交換の主な原因となっている。

一方、JR 東日本の首都圏では「レール寿命延伸」を目的として、通過トン数 5,000 万トン当たり 0.1mm の削正を行っており、シェリング傷は減少傾向にある。しかしながら、レールのゲージコーナー部（以下、GC 部と略す）の削正については 2000 年の日比谷線事故以降に、「急曲線においてはレール頭頂面から 5mm 以下の部分は研削しないこと。やむを得ず GC 部を研削する場合には、フランジ角よりも緩やかな角度では研削しないこと」という制限が設けられ、きしみ割れが効率的に削正できない現状にあった。

そこで、本研究では上記制約を考慮しつつ、きしみ割れを効率的に削正する方法を開発し、その効果を検証したので報告する。また、レール材質を変更することで交換に至るようなきしみ割れの剥離の抑制ができるかの検討も行うこととし、第 1 段階として転動試験装置によるき裂発生促進試験を行った結果も併せて報告する。

2. GC 部削正範囲を拡大した削正パターン設計

東京地区の約 100 箇所のきしみ割れ箇所について、レール断面内の発生位置を調査した（図 3）。傷はレール中心近くから GC 端部まで発生しており、除去するためにはレール頭部 5mm 下までの削正では不十分である。

そこで、削正範囲を拡大するため、車輪踏面形状とレール摩耗状況別に車両運動シミュレーションをした結果、修正円弧踏面の旅客車両が走行する曲線半径 400m 以上の曲線において、GC 部をフランジ角度 65 度以下の浅い角度で削正する場合は、レール頭頂面から 8mm 下の位置であれば、乗り上がり脱線に対して問題は特に無いとの知見が得られた。¹⁾ 曲線半径 400m 以上の曲線でレール頭部下 8mm 以下までの削正により図 3 の傷の 95% まで削正可能である。

8mm 下まで削正可能となったことから、これまで開発してきたレール寿命延伸のための削正パターン²⁾に加えて、きしみ割れ除去の目的として頭部下 8mm まで削正可能な削正パターンを設計した。16 頭式のレール削正車の場合、6 パスと 8 パスの 2 パターンを設計し、いずれのパターンも GC 部用のスペシャルユニットを活用し、レール頭部下 8mm 以下を削らないように砥石の角度に制限を与えている。



図 1 はく離を伴ったきしみ割れ

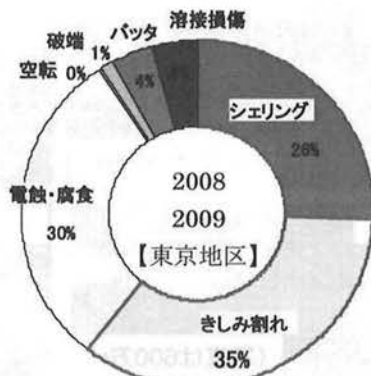


図 2 損傷によるレール交換の原因

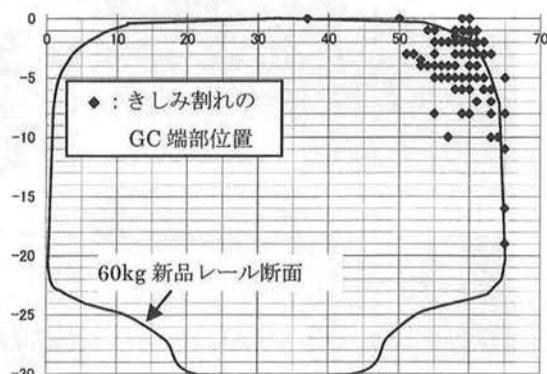


図 3 きしみ割れの発生部位の分析

3. きしみ割れ削正の施工と効果の検証

設計した削正パターンの営業線試験施工を行った。試験施工箇所のきしみ割れの発生位置を表 1 に、B 区間 (8 パス) の削正前後のレール断面形状を図 4 に示す。外軌 GC 部の削正範囲はレール頭頂面下 7 mm であり、削正量はレール中心、GC 部とも約 0.3 mm の削正量であった。A 区間 (6 パス) もほぼ同様の削正状態であった。また、削正後に目視でききしみ割れが除去できていることを確認した。

表 1 削正前のきしみ割れ発生状況

区間	FC側	GC側	長さ	間隔
A	11mm	29mm	20mm	1mm
B	16mm	28mm	15mm	1mm

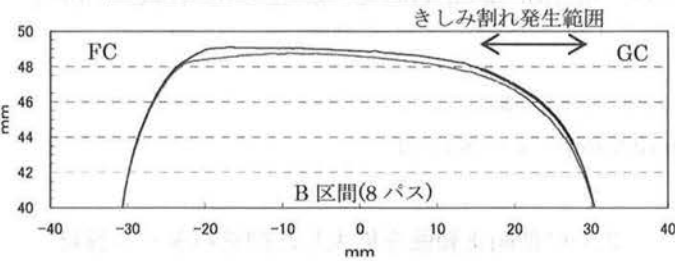


図 4 削正前後の外軌レール断面形状

4. 新材質レールの転動試験装置による室内実験

きしみ割れの発生しているレールは主に熱処理 (HH340) レールであることがこれまでに確認されており、その対策として 2 種類の新材質レールを採用した³⁾。実験に使用したレール試験輪の炭素量とブリネル硬さを表 2 に示す。実験条件は曲線半径 800m、列車速度 80km/h での走行、レール形状は 50N レール、車輪形状は修正円弧踏面、荷重条件は実際の現地測定から得られた条件により設定し、輪重 50kN 相当、横圧 10kN 相当、アタック角 0.1° とした。

今回は 3,000 万トンまでの試験を行い、いずれの材料もき裂発生時期は 600~650 万トンと大きな違いが無く、3,000 万トンまではき裂の消滅が見られないことを確認した (表 3)。

次に、き裂発生時の状況を図 5 に示す。硬さの大きいレール (HH340、材質 2) の方がややき裂が微細で目視で確認しにくい状況であった。また、3,000 万トンでの状況を図 6 に示す。き裂は車輪フランジが接触摩耗している境界から

頭頂面に向かって伸びている。き裂長さは材質 2 が僅かに長かったが、表面上ははく離もなくき裂状況に大きな違いは無かった。

また、材質 1・2 レールの現地試験敷設を行い、転動試験とほぼ同時期にき裂が発生することを確認した。

表 2 レール試験輪の炭素量と硬さ

	普通	HH340	材質 1	材質 2
炭素量 (%)	0.63 - 0.75	0.72 - 0.82	0.63 - 0.75	0.75 - 0.82
硬さ (Hb)	235 以上	319 - 366	270 以上	350 - 388

表 3 転動試験装置による実験結果

	普通	HH340	材質 1	材質 2
きしみ割れの発生時期	650万トン	650万トン	650万トン	600万トン
通3,000万トンまでの状況	消滅と発生 の繰り返し	消滅せず	消滅せず	消滅せず

5. まとめ

曲線半径 400m 以上の曲線においてレール頭頂面下 8 mm までの削正可能なパターンを設計し、試験施工箇所ではきしみ割れを十分に排除することが確認できた。今後は、きしみ割れの深さに応じた削正量と削正周期を検討していく予定である。

また、新材質レールについては、転動試験結果により HH340 レールとほぼ同時期にき裂が発生し、及び現地敷設試験でも同じ時期にき裂が発生したが、はく離が早期に生じることは無かった。今後は、はく離が生じる 1 億トン程度までの室内実験、及び試験敷設レールの継続調査を行い、新材質レールの評価を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 土井、宮本、古川、穴見：レール研削と低速時の車輪フランジ乗り上がりに関する一考察、第 19 回交通・物流部門大会 TRANSLOG2010,2010.12
- 2) 室田他：在来線で効果的なレール削正手法の開発、日本鉄道施設協会誌,2006.6
- 3) 瀧川、佐藤：転動試験装置による耐きしみ割れ用レールの室内実験結果、土木学会第 65 回年次学術講演会,2010.9

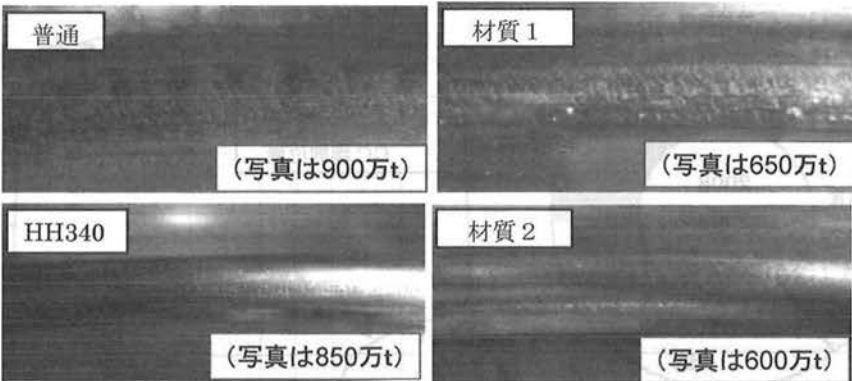


図 5 き裂発生状況

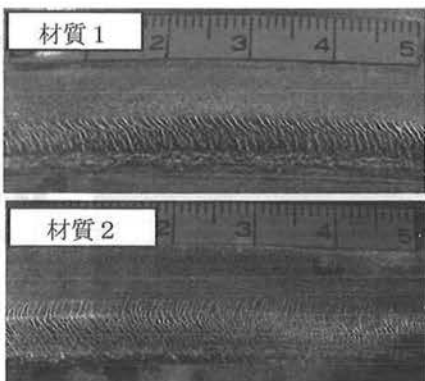


図 6 3,000 万トンでの状況 (磁粉探傷)