

きしみ割れ除去のためのレール削正手法の開発

JR 東日本 正会員○青木宣頼,瀧川光伸,島津健

1. はじめに

2000 年に発生した営団地下鉄日比谷線事故以降、レールのゲージコーナー部(以下「GC 部」と記す。)を削正する際は、「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」となった。一方近年きしみ割れの発生が増加し、レール交換に占める割合が増加している。そこで、本研究では上記制約を考慮しつ、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。

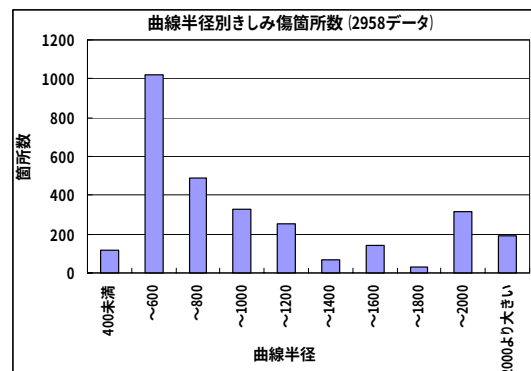


図1 曲線半径別きしみ割れ発生分析

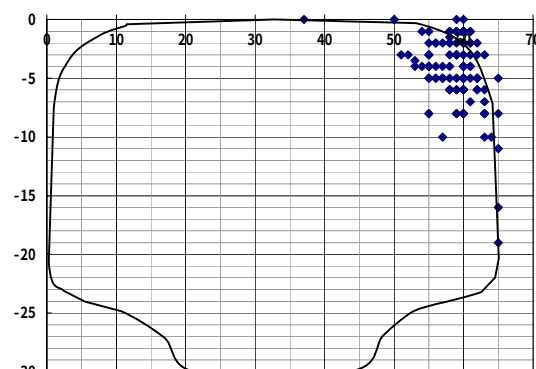


図2 きしみ割れの発生部位分析

2. きしみ割れの発生範囲と削正パターンの検討

きしみ割れの発生箇所は図1に示すように、主に曲線半径(以下「R」と略す。)400m以上の曲線で発生している。そこで、東京圏内の通勤線区において約100箇所のきしみ割れレールについて、レール断面内のきしみ割れ発生位置を調査した。そのGC部の端部位置を図2に示す。図には60kgレールの断面を併せて示している。傷はレール中心近くからGC端部まで発生している。これらの傷を除去するためにはレール頭部からの5mm下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した結果、修正円弧踏面の旅客車両が走行するR400m以上の

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研削する場合は、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。曲線半径400m以上の曲線でレール頭部下8mm以下までの削正を可能とすると図2の傷の95%まで削正可能である。そこで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¹⁾に加えてきしみ割れ除去の目的を加えた削正パターンを設計した。16頭式のレール削正車の場合、レール寿命延伸、転動音低減、きしみ割れ除去を目的とした6パスと8パスの2パターンを設計し、試験を行った。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。

3. きしみ割れ削正の施工と効果の検証

設計した2つのパターンを保守基地線で試験を行い、GC部用のスペシャルユニットが上記制限を犯さないことを確認した後、営業線において試験施工をおこなった。試験施工箇所は高架橋上のスラブ軌道、R600m、60kgレールで、施工延長はそれぞれの削正パターンを500m行った。施工区間Aが6パス、Bが8パスである。2つの施工箇所は500m離れている。評価には施工前後のレール断面形状、レール頭頂面凹凸、騒音測定を行った。削正箇所のきしみ割れの発生位置は表1のとおりで、削正前後のレール断面形状は図3である。両箇所とも外軌GC部の削正範囲はレール頭頂面下7mmであり、削正量はレール中心、GC部とも約0.3mmの削正量であった。

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

キーワード：レール削正、きしみ割れ、転動音

〒331-8513 さいたま市北区日進町2丁目479番地 TEL 048(651)2389 FAX 048(651)2289

削正後、目視できしみ割れが除去できていることを確認した。内軌の削正量はレール中心部で A 区間では 0.1 mm, B 区間では 0.2 mm であり、これはレール寿命延伸のために十分な削正量である。

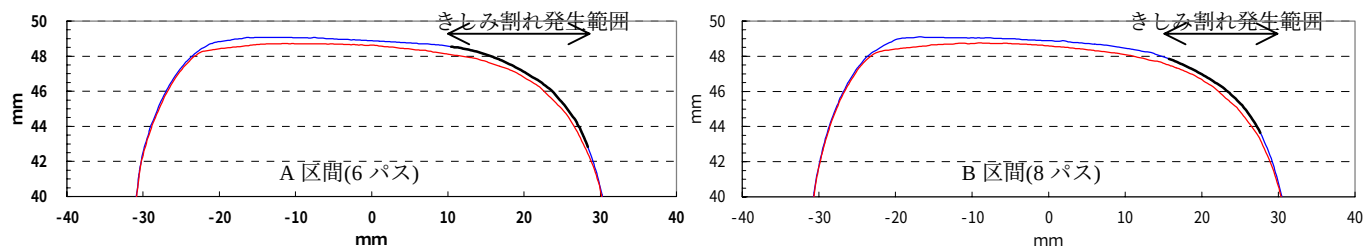


図3 削正前後の外軌レール断面形状

レール寿命延伸の削正で、レール頭頂面に周期的な削正痕ができることにより、削正後に人が不快に感じる周波数の転動音が増加することがあった。そこで、削正後のレール頭頂面の凹凸量を測定し、スペクトル解析を行った。図4に各区間の内軌中心部からGC側10mmの位置での凹凸のスペクトルを示す。両箇所とも空間周波数で0.0273(1/mm) (波長37mm)にピークが見られる。またパス数の少ない施工区間Aの方がレール表面が粗いことがこの図から分かる。波長37mmの削正痕は削正速度が8km/h、砥石回転速度が3600rpmの場合の痕跡長と一致している。

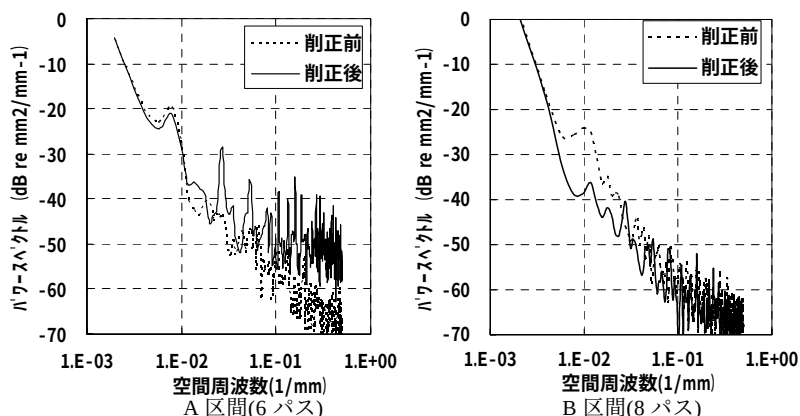


図4 削正前後の内軌頭頂面の凹凸スペクトル

次に両箇所における、削正前後の転動音の1/3オクターブ分析結果を図5に示す。測定はA区間では軌道中心から9100mm、B区間では1250mmの位置で測定している。削正後の測定は、削正作業の翌日に行っている。図は削正前後で同じ車種、ほぼ同じ速度の1編成(10両)で評価している。ここで両区間とも100Hz付近では転動音が減少しているが、500Hz付近でA区間5dB、B区間4dB転動音が増加している。これは走行速度が60～70km/hで、波長37mmの場合の周波数とほぼ一致するものである。これまで削正後の転動音で問題²⁾となってきたのが、人間の耳の感受性が高い800～1000Hzであることから、削正後増加した500Hz付近はあまり問題ないものと考えられる。

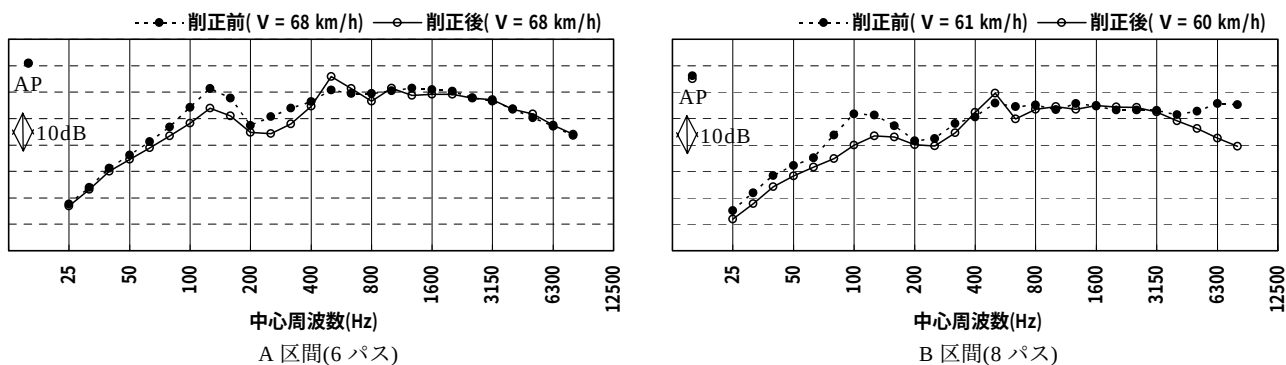


図5 削正前後の転動音の1/3オクターブ分析結果

5. 結論

きしみ割れを除去するためのレール削正手法を検討した。その結果、R400m以上の曲線において、レール頭頂面下8mmまでの削正は可能であり、これによりほとんどのきしみ割れに対処できることが分かった。設計した削正パターンで試験施工をした結果、きしみ割れを十分に取除く事ができ、問題になる転動音も発生しないことを確認した。今後は、きしみ割れ除去のために適した削正量、削正周期を検討していく予定である。

参考文献) 1) 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

2) 瀧川他: 在来線レール削正による転動音変化の分析, 第61回土木学会年次学術講演会, 2006.9