

曲線のきしみ割れ進展抑制を目的としたレール削正試験施工

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○安藤 洋次郎
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 安藤 洋介
 東日本旅客鉄道株式会社 吉武 昌俊
 東日本旅客鉄道株式会社 神谷 俊晴

1. はじめに

現在、きしみ割れの管理はレール頭頂面に発生する傷の長さにより管理している。きしみ割れの深さは長さや外観からは判断できず、進展するとレール頭頂面の剥離が発生し、ゲージコーナー(GC)き裂の起点となる可能性を有している。レール削正(以下、削正)作業では通常、疲労層除去を目的としたレール頭頂面約0.1mmの削正を実施しているが、そのパス・パターンの変更もしくはパス数の微増にてきしみ割れ深さ進展を抑制することができれば、レールの延命効果が期待できる。そこで、レール頭頂面形状測定およびきしみ割れ深さが測定可能な渦電流式レール探傷装置^{1),2)}の結果から、削正方法を検討することで、きしみ割れ進展抑制の可能性を検証した。

表1：区間① 通トン履歴

	年月	累積通トン
敷設	2011.5	-
削正(疲労層除去)	2013.5	約61百万トン
形状・きしみ測定	2014.3	約88百万トン
削正(試験)	2014.5	約90百万トン
形状・きしみ測定	2014.5	
形状・きしみ測定	2015.3	

2. 試験施工箇所・測定の概要

試験施工を実施した一区間(区間①)は、東京近郊旅客貨物混合線の曲線半径800m、カント60mm、本曲線長188m、HH340 60kgレールである。当該箇所の通トンを表1に示す。2013年度末、試験削正後の2014年度初、削正から約1年後の2014年度末にレール頭頂面形状(レール形状)およびきしみ割れ深さ測定を実施した。渦電流式レール探傷装置では図1に示す4箇所に直径6mmの探触子を設置して測定を行った。このほか、同線曲線半径800m、カント60mmの2箇所(試験削正前124,199百万トン(区間②,③))の計3箇所ですべて試験を実施した。

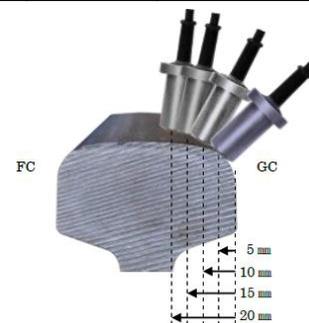


図1：探触子の配置

3. 試験施工方法

試験削正前(区間①)の曲線外軌レールの頭頂面形状を図2に示す(本曲線中央付近)。BTCおよびETCにおいてはレールに摩耗・きしみ割れは確認できず、それぞれ本曲線側に入ってから摩耗・きしみ割れが発生する。BCCおよびECCではレール頭部45°位置摩耗で0.4mm、最大で0.7mm摩耗であるが、GC側から5mm~15mmの位置で最大1mm以上摩耗し、13R部は急激に摩耗する。外観で観測できるきしみ割れ長さを図2の太黒線で示したが、本曲線内においてほぼ同様である。きしみ割れ深さは装置で測定された1m毎のきしみ割れ最大深さの本曲線内での平均値で評価した。その結果、GC側から10mmの位置で最大となり、平均約1.6mmであった。当該箇所の削正は10頭式レール削正車による12パスが標準であり、GC側から10mmの位置(砥石角度で-15~-25°程度)では1パス程度である。今回、きしみ割れ箇所の削正に2パス、レール頭頂面の全体形状を整えるために2パス、計4パスを追加することで、疲労層除去ときしみ割れ深さをある程度減少させる試験施工を実施した。

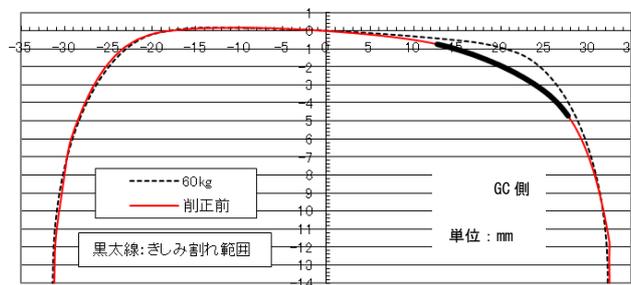


図2：削正前レール形状

4. 試験結果

4. 1. レール形状ときしみ割れ長さ(区間①)

試験削正直後と約1年後に、レール形状ときしみ割れ深さの測定を実施した。図3に図2の箇所のレール形状と

キーワード きしみ割れ, レール削正, 渦電流式レール探傷装置

連絡先 〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町13番地 TEL048-641-0302 FAX048-641-0576

きしみ割れ範囲を示す。削正後はきしみ割れ範囲は0.1mm 以上削正できており、削正量は最大で約 0.6mm であった。約 1 年後(累積通トン 116 百万、削正後通トン 26 百万)の形状は、GC 側のきしみ割れ発生位置からレール中心に向けて削正直後とほぼ同様の形状となり、顕著な摩耗は進展していないが、GC 側面からきしみ割れ発生箇所までの摩耗が進展している。摩耗のため、削正前と 1 年後のきしみ割れ範囲を比較すると、GC 側のきしみ割れ発生位置がレール中心側に移動している。

4. 2. きしみ割れ深さと推移(区間①)

図 4 に外軌レールの削正前、削正後および 1 年後の本曲線でのきしみ割れ深さ 1m 毎最大値の平均値を示す。きしみ割れ深さが 0.4mm 以下であった GC 側から 20mm, 15mm の位置においては、いずれも測定結果は変わらなかった。GC 側から 10mm, 5mm の位置ではいずれも削正後にきしみ割れ深さは約半分になった。1 年後には 10mm 位置で削正前の約 90%まで深さが進展した。逆に、摩耗が進展した GC 側から 5mm の位置ではさらにきしみ割れ深さが減少した。

4. 3. その他の区間の試験結果

その他区間②・③(試験削正時に 124, 199 百万トン)では、きしみ割れの長さ(範囲)が図 2 とほぼ同一であり、レール頭部 GC 側から 10mm~15mm 中心側の位置できしみ割れが深い傾向がある。通トンの多い区間③では、本曲線内 1m 毎のきしみ割れ最大深さが約 90%の区間で装置の測定範囲外(深さ 4mm 以上)を示し、削正 1 年後ではきしみ範囲で剥離が発生した。図 5 に試験を実施した 3 箇所でのレール頭部 45° 位置最大摩耗量(試験削正前・削正 1 年後)および上述のきしみ割れ深さ平均値(GC 側から 10mm 位置)を示す。

5. 考察およびまとめ

今回の試験現場において、敷設後早い段階でレール頭頂面 13R 部は急激に摩耗した形状となり、その形状を維持して摩耗が進む。きしみ割れ深さが平均 2mm 以下の箇所では、GC 側の削正を適切に実施することで、約 1 年(29 百万トン/年)きしみ割れ深さの進展を抑制することができ、通常削正パス(10 頭式 12 パス)より 4 パス増加させることで対応可能であった。きしみ割れ深さが 3~4mm を超える箇所においては、削正の効果が認められず、相当数の削正が必要になると考えられる³⁾ため、削正により処置が可能なきしみ割れ深さ管理値の設定の可能性がある²⁾。渦電流式レール探傷装置の精度としては文献 2, 3 から、きしみ割れに対し削正による処置が可能か否かの判断材料としての利用になると考えられる。よって、レール形状およびきしみ割れの深さや最深部の位置を大まかにでも把握することにより、最適なパス・パターンが設定できると考えられる。今後も当該箇所のレール形状およびきしみ傷深さの測定、定期的なレール削正を通じて、現場に適した削正方法の検討を続ける予定である。

参考文献

- 1) 元好, 渦電流によるレールきしみ傷深さ測定, 日本鉄道施設協会誌, 2013,7
- 2) 小木曾他, 渦電流によるレールきしみ割れ深さ測定の検討, 第 20 回鉄道技術連合シンポジウム, 2013,12
- 3) 松本他, レール頭頂面に発生するきしみ傷の管理手法に関する研究, 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014,9

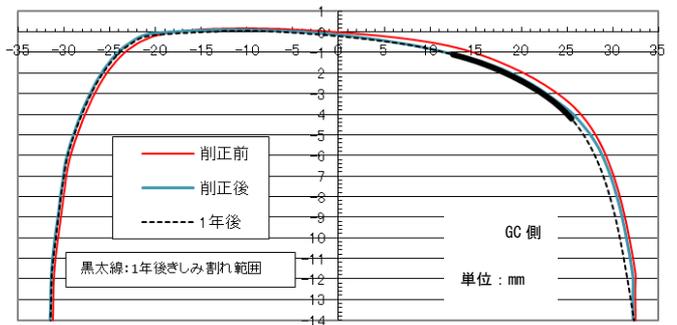


図 3: 削正後レール形状の履歴

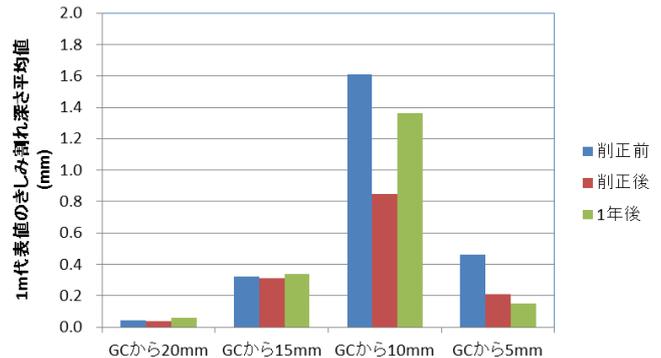


図 4: きしみ割れ深さ(平均値)の推移

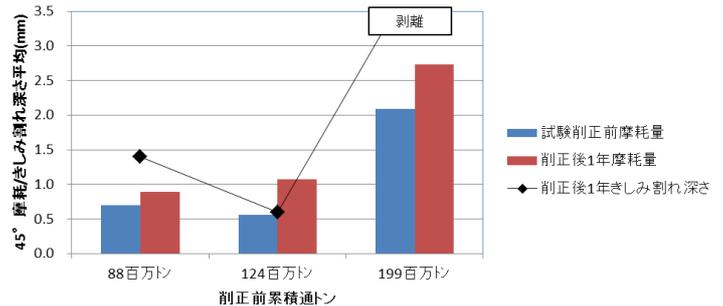


図 5: 試験箇所別の摩耗量ときしみ割れ深さ