

在来線におけるレール削正について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 餅井 絵里香

1. はじめに

JR 東日本の在来線では首都圏の線区を中心に、レール削正車・スペノ社製 16 頭式(以下、スペノ 16 頭)3 台とレール削正車・ハラスコ社製 10 頭式(以下、ハラスコ 10 頭)2 台を運用し、「レール寿命延伸(通トン交換基準延伸)」、「レール表面傷(シェリング)の抑制」、「騒音抑制および波状磨耗の除去」を目的としたレール削正を実施している(約 5 千万トンあたり 0.1 mm)。今回、レール削正車の本格稼働以降の各種課題に対する取り組みを行ったので報告する。

2. レール削正における課題

レール削正における課題として、以下の 3 点が挙げられる。

(1) レール削正直後の転動音

スペノ 16 頭式(H17 年)、ハラスコ 10 頭式(H21 年)の本格稼働以降、削正痕が原因と考えられる騒音に関する問い合わせが多く発生している。騒音低減対策として、削正パターンを再検討する必要があった。

(2) 高効率なレール削正方法の確立

レール削正の実施により、通トンレール交換基準延伸とシェリングの抑制を実現できることから、レール削正のニーズが高まっている。そのため、所要の削正量を確保しながら、効率的に削正可能となる方法を検討する必要があった。

(3) レールゲージコーナー部に発生する傷の抑制

曲線半径 800m 以下の区間において、ゲージコーナー部(以下 GC 部)の疲労亀裂等を起点としたレール折損が発生し大きな輸送障害の一因となった。この対策の一つとして、GC 部に発生する傷の発生や成長の抑制を目的とした GC 部削正方法の確立が望まれた。

3. 課題解消策の検討

レール削正における課題の解消のため、以下の対策を検討・実施した。

(1) 削正痕に起因した一時的な転動音の増加

削正痕が原因と考えられる騒音の低減対策として、スペノ 16 頭式、ハラスコ 10 頭式ともに、削正パターンを検討した。

スペノ 16 頭式における検討

導入当初『6 パス、削正速度 5km/h の削正パターン』を設定し、レール削正を実施していた。この時、砥石角度 3600rpm と削正速度 5km/h の関係から、レール頭頂面には約 25 mm 周期の顕著な削正痕の発生が見られた(図-1)。さらに、削正箇所のレール近傍騒音を測定した結果、列車速度 70km/h 程度で、800Hz 付近の帯域に卓越した騒音が確認され、体感でも不快と感じられる転動音が確認された。

この顕著な削正痕解消のため、仕上げ 2 パス 8 km/h を追加投入し、約 25 mm 周期の顕著な削正痕を抑えることで、転動音のピークを 500 ~ 600Hz 程度に移す試みを行った(『6 パス 5km/h + 2 パス 8km/h パターン』)。仕上げパスの追加投入後のレール近傍騒音測定結果を見ると、仕上げパス追加投入前では、5km/h 削正(削正痕の波長 25 mm)に対応した 800Hz 付近で卓越した転動音があったが、仕上げパス 8km/h 削正(削正痕の波長 37 mm)実施後では、800Hz 付近の卓越した転動音が解消され、ピークが 500 ~ 600Hz へ移行したことが分かる(図-2、3)。

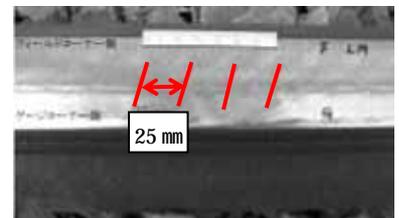


図-1 導入当初のスペノ16頭式削正痕

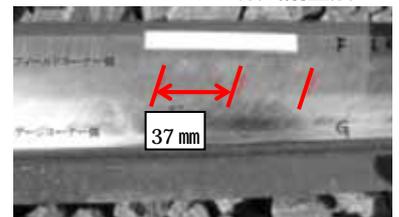


図-2 削正パターン変更後のスペノ10頭式削正痕

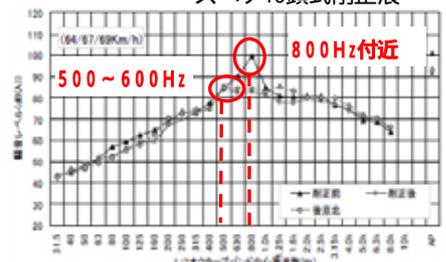


図-3 仕上げパス導入前後の転動音測定結果と削正痕の波長

キーワード レール削正, 騒音, 削正痕, 削正パターン

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 JR東日本鉄道事業本部設備部 TEL 03-5334-1244

ハラスコ 10 頭式における検討

導入当初『8 パス、削正速度 5km/h の削正パターン』を設定し、レール削正を実施していた。この時、砥石角度 6000rpm と削正速度 5km/h の関係から、レール頭頂面には約 13mm 周期の顕著な削正痕の発生が見られた。また、ハラスコ 10 頭式の特徴である、ラテラルシフト機能(砥石がレール断面方向にシフトする機能)により、削正痕が全てレール断面方向に揃い、深くなる傾向が確認された(図-4)。

この顕著な削正痕解消のため、スペノ 16 頭式と同様に、削正速度を上げた仕上げパスの追加投入を検討した。しかし、転動音のピークが不快と感じる 800Hz 付近に移行してしまうことが判明したため、他の対策を検討する必要があった。

そこで、砥石の粒度に着目し、砥石の粒度を小さくし、圧力を調整した仕上げパスの追加した削正パターンを実施した(『8 パス 5 km/h + 仕上げ 4 パス 5 km/h パターン』)。砥石および削正パス変更後の仕上がり状態では、目視において顕著な削正痕の抑制が確認され、不快と感じる甲高い転動音の若干の減少が確認できた。騒音測定データを見ても、削正後には高周波数域で大きくなるが、1000Hz 以下の低周波数域では小さくなる傾向が見られ、人間の耳の感受性が高い 800 ~ 1000Hz 付近での卓越した転動音も顕著には見られなかった(図-5)。

(2) 高効率なレール削正方法の確立

レール削正のニーズの増加への対応と、前項の検討結果(削正パス数の増加)をふまえ、所要の削正量(0.1 mm)の確保を前提とした、削正効率の向上について検討を行った。まず、ジルコニウム含有量変更により硬度を高くした砥石に変更したところ、従来の『8 パス 5 km/h + 仕上げ 4 パス 5 km/h パターン』では削正量が大きくなった(0.2 mm)。そのため、削正パターンを変更し、削正量が 0.1mm となる『6 パス 8km/h パターン』を標準削正パターンとした。

(3) レールゲージコーナー部に発生する傷の抑制

GC 部の傷の発生や成長の抑制を目的とした GC 部削正が望まれる一方、平成 12 年に発生した日比谷線の列車脱線事故を受け、国からレール削正方法の適正化(低速走行時の脱線防止対策の一環として、「急曲線」部ではレール頭頂面から 5 mm 以下は研削しないこと)が指導されており、当社では走行安全性を考慮して直線・曲線ともに GC 部(13R)の削正は行わないこととしてきた(砥石設定角度 - 6°)。

GC 部削正の検討にあたっては、国からの指導の運用における「急曲線」の定義の明確化と砥石設定角度と削正範囲の明確化を行うこととした。そこで、レール断面形状および曲線半径の違いが車輪上昇量や車輪・レール間の接触角へ及ぼす影響に着目し、車輪フランジがレールに乗り上がらないことを確認した。その結果、曲線半径 400m 以上の曲線における GC 部の削正範囲を「レール頭頂面から 8 mm 下(砥石設定角度 -55°)」の位置までとした。

4 . 現在のレール削正

以上の検討結果より、スペノ 16 頭式、ハラスコ 10 頭式ともに、レール削正・パスパターンを見直した(表-2)。

5 . まとめ

レール削正を取り巻く各種課題の対策を検討した。今回の検討結果の検証をするとともに、引き続き効果的かつ効率的なレール削正の実施を目指す。なお、本報告に際し協力いただいた関係者の方々にお礼を申し上げます。



図-4 導入当初のハラスコ10頭式削正痕

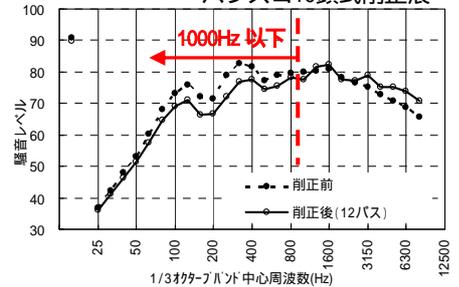


図-5 削正パターン変更前後の騒音測定結果

表-1 レール削正範囲

GC 削正の可否		研削範囲の下端・砥石角度限度	削正範囲を超えた場合の取扱い
当社	曲線半径		
非急曲線	R 400	レール頭頂面から 8mm 下の位置 (砥石角度-55°まで)	無し
条件付急曲線	300 R < 400	レール頭頂面から 5mm 下の位置 (砥石角度-30°まで)	削正区間における平面性変位の確認
急曲線	R < 300	レール頭頂面のみ (砥石角度 -6°まで)	

表-2 レール削正・パスパターンの適用区分

線形	砥石最大角度 (頭頂面下範囲)	スペノ 16 頭式		ハラスコ 10 頭式	
		削正パス数	削正速度	削正パス数	削正速度
R 400	-55° (8mm)	8 パス	8 km/h	12 パス	5 km/h
400 > R	-30° (5mm)	6 パス		8 パス	
300			基本	12 パス	
300 > R	-6° (-)	6 パス		5 km/h + 8 km/h	
		8 パス			

住宅密集地や騒音苦情等が想定される箇所や、省力化軌道等に適用する。