

東北新幹線におけるレール更新後の転動音対策について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○須藤 雅人

東日本旅客鉄道株式会社 山中 貞男

1. はじめに

JR 東日本では、2017 年度より東北新幹線の列車通過トン数の限度に伴う大規模なレール交換（以下、レール更新）を実施している。この施策を進める中で、長大延長に及ぶレール交換が軌道に与える影響を検証してきたが、特にレール交換後に新幹線走行時の転動音が増大することが確認された。

そこで、転動音が増大する要因の分析と、転動音を小さくするための対策を実施した。その結果、今後のレール交換後の軌道管理に対して有意な知見が得られたので報告する。

2. レール更新の概要と課題

(1) 東北新幹線のレール更新計画

東北新幹線の大宮以北の区間は、大宮-小山駅間の列車通過トン数が、年間約 2,400 万トンであり、2021 年度には累積通過トン数に伴うレール交換期限に達する見込みである。そして、交換期限に達するエリアは順次拡大していく（図-1）。2017 年度は年間約 22km の施工を実施した。



図-1 レール交換期限

(2) レール更新後の転動音増加

レール交換後に転動音が大きくなることは、以前からも確認されているが、レール更新後も同様に、新幹線電気・軌道総合検測車（以下、East-i）の床下騒音が増大することが確認された（図-2）。

そこで、転動音が増大する要因を特定し、転動音を小さくするための対策としてのレール削正のパスパターン等について提案を行うことを目的とした取り組みを実施した。

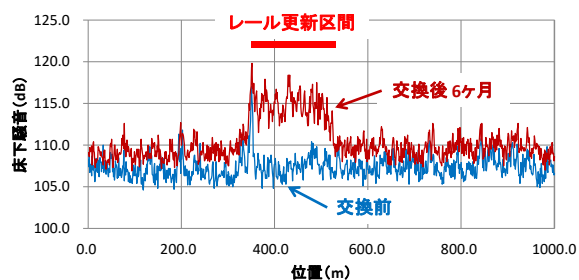


図-2 レール更新前後の East-i 床下騒音

3. 転動音増大の要因分析

(1) レール頭面形状について

レール頭面形状と車輪接触面積を評価するため、レール照り面測定器による照り面幅測定とレール断面形状計測器（以下、ミニプロフ）による頭面形状測定を実施した。その結果を図-3 に示す。

図-3 より、レール更新区間の照り面幅は、未交換区間と比較して約 3 倍に拡大していることがわかった。また、レール更新区間では、レール頭頂面の曲率半径（以下、クラウン半径）が、未交換区間と比較して大きく、新幹線車輪の円弧踏面形状に近い値となっていた。以上より、レール更新区間での転動音増大に、クラウン半径の大きい新レールを敷設したことによる照り面幅の拡大が影響していると考えられた。

a) レール更新区間		b) 未交換区間	
レール踏面形状 (ミニプロフ)	車輪接触面積	レール踏面形状 (ミニプロフ)	車輪接触面積

図-3 レール頭面形状と車輪接触面積

キーワード 東北新幹線, 転動音, レール頭頂面凹凸

連絡先 〒321-0965 栃木県宇都宮市川向町 1-48 JR 東日本 宇都宮新幹線保線技術センター TEL 028-625-1743

(2) レール長手方向のレール頭頂面凹凸

2m 弦トラックマスター及び連続凹凸測定装置を用いてレール更新区間のレール頭頂面凹凸測定を実施した。連続凹凸測定装置は、波長 0.04~0.9m 程度のレール頭頂面の波状変形を測定し、任意の波長帯域での波形をチャート表示することができる。なお、1m より長い波長については、2m 弦トラックマスターの測定結果をバンドパスフィルタを用いて幾つかの波長帯別に評価した。

図-4,5 に波長帯 0.7~0.9m、1.2~2.0m の測定結果を示す。これらより、レール更新区間のレール長手方向の頭頂面凹凸の振幅は、未交換区間と比較して非常に大きくなっていることが確認できた。

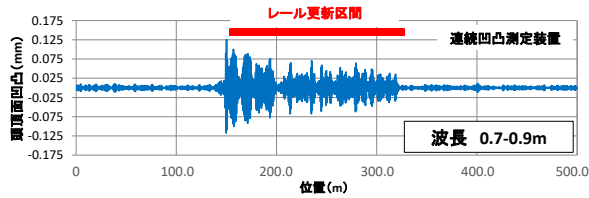


図-4 波長 0.7~0.9m の頭頂面凹凸

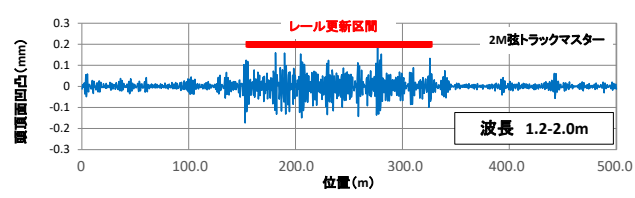


図-5 波長 1.2~2.0m の頭頂面凹凸

未交換区間に対するレール更新区間の頭頂面凹凸の振幅の大きさの程度を定量的に把握するため、波長帯域ごとに 500m 間の頭頂面凹凸（振幅）の標準偏差を求めて比較したところ（表-1）、レール更新区間では、0.7~0.9m の波長帯が最も卓越していることがわかった。この波長帯は、軸箱上下加速度の卓越周波数帯とも一致しており、レール長手方向の頭頂面凹凸が転動音の増大に起因しているものと示唆される。

表-1 頭頂面凹凸の波長帯域ごとの標準偏差

凹凸標準偏差(σ)	波長(m)				
	0.04-0.1	0.3-0.5	0.7-0.9	1.2-2.0	2.0-5.0
レール交換箇所(σ) × 10 ⁻³	0.0564	6.72	35.3	0.0290	0.1190
一般区間(σ) × 10 ⁻³	0.0302	2.19	4.23	0.0165	0.0914
レ交換箇所/一般区間	1.87	3.06	8.34	1.76	1.31

4. レール削正による対策の効果検証

転動音増大の要因分析結果から、新幹線用 48 頭式レール削正車（スペノインターナショナル社製：RP24M31/M32）を用いた以下 2 つの対策を実施した。

(1) レール頭面形状の改良

レール更新区間のクラウン半径を未交換区間（R300mm 程度）に近づけることを目的とし、GC 側を含めて頭面全体を削正するパターン（改良 6 パス）を採用した。このパターンは過去に削正実績があり、6 パスで R300mm への整形が可能である。

(2) レール長手方向のレール頭頂面凹凸の除去

波長 0.7~0.9m の頭頂面凹凸削正が目的であることから、隣接する 2 つの砥石を制御（固定）することでより長い波長の削正を可能としたユニットブロック削正を採用し、異なるパス数で削正効果の比較を実施することとした。

これらの削正方法に加え、従来の削正パターンも実施し、床下騒音の改善量の比較検証を実施した。その結果、床下騒音の改善量が最も大きかったのは、改良 6 パスであり、▲3.5dB であった（図-6）。改良 6 パスは、クラウン半径が小さくなることに加え、波長 0.7~0.9m の頭頂面凹凸の削正効果も大きかったことが要因と考えられた。

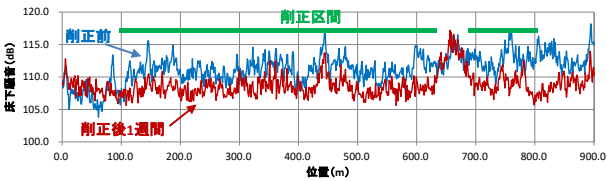


図-6 改良 6 パスパターンの削正結果

5. おわりに

今回の検証から、新レールのレール長手方向の頭頂面凹凸が転動音の増大に起因しているという新しい知見が得られた。また、レール削正においては、頭頂面凹凸の削正に加えて、クラウン半径を小さく整形することで転動音を小さくすることができる。

当社のレール更新は今後もエリアを拡大して実施される。より効果的に転動音を低減させるパスパターンの検証等を実施し、引き続き快適な新幹線車内・沿線環境の実現を目指す。