

東海道新幹線における騒音低減効果を目的としたレール削正の導入

JR 東海 新幹線鉄道事業本部 浜松レールセンター 正会員 ○鈴木 修平
JR 東海 新幹線鉄道事業本部 浜松レールセンター 非会員 杉森 充

1. はじめに

東海道新幹線では、波状摩耗の除去、シェリング傷の除去、騒音の抑制を目的とした波状摩耗削正車（以下削正車）によるレール削正を行っている。レール削正作業は、レールの初期転動疲労層を除去するための「通常削正」、ロングレール更換施工後に良好な乗り心地を保つために行う「形状形成削正」、及び騒音低減を目的とする「騒音対策削正」の3つに分類される。この騒音対策区間の施工箇所において騒音測定を行った結果、削正後の騒音低減効果が現れていない箇所が見られた。現在の削正車は、平成25年度より脱線防止ガードを転換せずに施工できるよう砥石ユニットの改良を行っており、この改良により削り方に変化が生じたことでレール削正による騒音低減効果が小さくなったと推察される。本研究では、削正車の改良によって騒音低減効果が小さくなった原因を分析し、騒音低減に効果的な削正パターンの確立を行ったものである。

2. 騒音レベルの分析

削正車改良前後の騒音測定結果を図-1に示す。改良前後を比較すると改良後の騒音は施工直後から120日経過後においても削正前より高いレベルにあることがわかる。また増加した騒音レベルを分析した結果、人間の耳に届きやすい2,000Hzから3,000Hzの周波数帯の騒音レベルが増加していることがわかった。

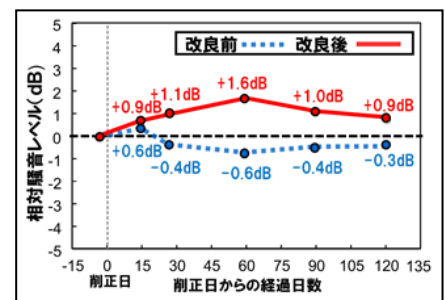


図-1 削正後の騒音レベルの推移

3. 削正痕の分析

削正車は、回転する砥石をレール頭面へ押し付けながら走行して削正し、レール表面には削正痕が残る。削正前後にてレール頭面の波長（レール長手方向）及び波高（波の振幅）を比較すると、波長は平均40mmから31mmに、波高は平均 $2.57\mu\text{m}$ から $3.47\mu\text{m}$ に変化した。この変化が、騒音レベルの増加に起因していると考えた。

4. 波長及び波高の変化の推定原因

現在の削正車は、脱線防止ガードを転換せずにレール削正を施工できるよう改良されている。主な変更点は砥石の形状であり、脱線防止ガードに接触しないよう、直径を250mmから180mmへ変更している。また、砥石に含まれる研磨材の密度も変更されており、これが削正痕の波長や波高に変化を及ぼしていると考えられる。

5. 削正パターンの検証

1) 対策の検討

分析結果から波長及び波高を変化させることで騒音低減効果が得られると考え、対策を検討した。その結果、削正車側で対応可能な「①削正圧力の変更」及び「②削正速度の変更」に絞って検証することとした。

2) 保守基地における検証試験

保守基地内にて削正圧力及び削正速度をそれぞれ3パターン設定し、試験削正を実施した。試験結果を図-2に示す。削正圧力は従来からの圧力18A（圧力に相当する電流値を示す）、圧力を半減させた15A、削正可能な最小圧力12Aを設定し、それぞ

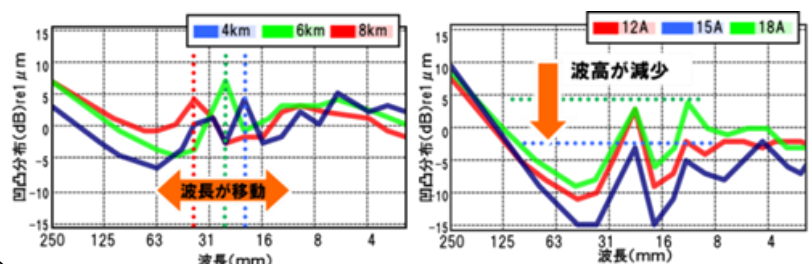


図-2 削正後の騒音レベルの推移

キーワード 東海道新幹線, 騒音低減, レール削正

連絡先 〒432-8037 浜松市南伊場町8番3号 JR 東海 浜松レールセンター TEL 053-456-3582

れの削正後の波長を測定した。その結果、削正痕の凹凸分布に変化は認められなかったが、波高に差が生じており、圧力を半減させた 15A のときに波高を最も下げることができた。次に削正速度のみを変更し、波長の変化を確認した。削正速度は、削正可能な速度域から 8 km/h、6 km/h、4 km/h の 3 種類を設定し、8 km/h の場合に波長が最も長くなり、4 km/h の場合に最も短くなるという結果を得た。

3) 本線試験に向けた試験削正

保守基地における試験の結果より、本線試験を踏まえた削正方法を検討した。従来の「騒音対策削正」は、「通常削正」と同じ削正方法で、4 パス施工を行っていた。そこで、前半の 2 パスは従来通り初期転動疲労層を除去することを目的とした「通常削正」とし、後半の 2 パスについては騒音低減を目的とした削正圧力や削正速度を変更した仕上げ削正を行うこととした。そこで、従来の方法による通常削正のパターン A と、削正速度及び圧力を変更した B, C の計 3 パターンについて試験削正を実施した。

A. 18A・6 km/h×4 パス

B. 18A・6 km/h×2 パス+15A・4 km/h×2 パス

C. 18A・6 km/h×2 パス+15A・8 km/h×2 パス

試験削正の結果、A と B の 2 パターンとも波長及び波高の変化が確認できた (図-3)。

6. 本線試験削正

各パターンで騒音測定を実施した結果を図-4 に示す。試験した 3 パターンのうち、削正圧力を半減させた 15A と削正速度 4 km/h の組合せであるパターン B が騒音レベルの低減に最も効果があることを確認した (図-5)。

騒音低減効果の検証のため、騒音の周波数帯の変化を調べた結果、レール近傍点の騒音の周波数帯が施工前に 2,500Hz だったものが、4,000Hz に変化していることが確認できた。25m 点の騒音の周波数帯についても 2,500Hz 付近の騒音が低下していることが確認できたため、周波数帯の変化が騒音低減に効果があることを確認できた。

7. 研究の成果

- ① 削正速度を 6km/h から 4km/h に変更することで、削正痕の波長が短くなり、周波数を人間の聞き取りやすい 2,500Hz から聞き取り難い 4,000Hz に変化させることができた。
- ② 削正圧力を 18A から 15A に下げることにより、削正痕の波高を下げ、騒音レベルを低下させることができた。
- ③ 仕上げ削正を加えた騒音低減に有効な削正方法でも、転動疲労層が除去できていることを確認した。

以上の検証結果より、通常削正の 4 パスを見直し、騒音低減効果がある『通常削正 2 パス+仕上げ削正 2 パス』とし、仕上げ削正は削正圧力 15A・削正速度 4 km/h とする新パターンを確立した。

8. 今後の課題

- ① 新削正パターンの効果の検証を継続し、騒音低減効果について確認する。
- ② 砥石の材質や粒度およびレール表面粗さについてメーカーと検証し、更なるレール表面の仕上がり精度向上を目指す。

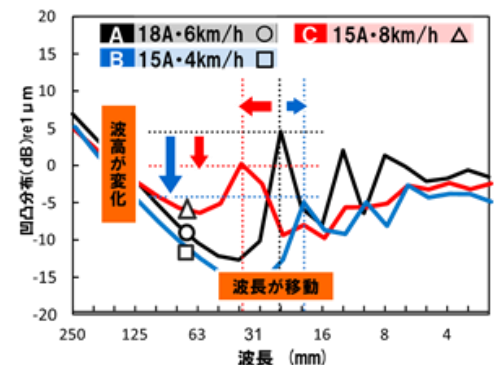


図-3 速度及び圧力変更による波長と波高の変化

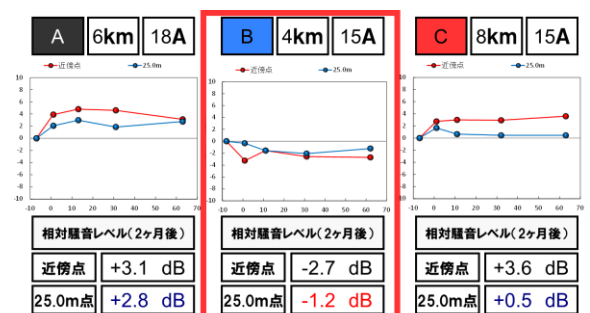


図-4 削正パターン別騒音レベルの変化

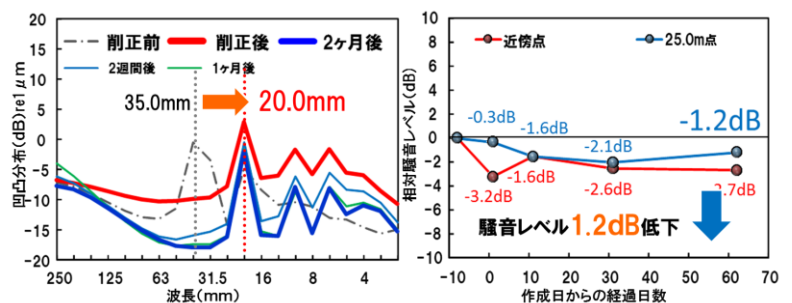


図-5 パターン B による仕上げ削正施工結果