

新幹線軌道における転動音を与える影響とその管理手法に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社 ○会員 大島 崇史 西山 晃平

1. 背景と目的

新幹線鉄道の騒音は大きく 4 種類の音源に分類される (図 1)。保線が主に対策するのは、車両下部音の転動音 (レール凹凸) であり、レール削正によって騒音低減を実施している。現在、転動音対策のレール削正は、電気・軌道総合検測車 (以下、「East i」と呼ぶ) の床下騒音を管理指標として 110dB 以上の箇所を削正候補箇所として選定している。しかし、床下騒音は車両下部の総合音となっているため、必ずしも転動音 (レール凹凸) のみを評価しているわけではない。そのため、レール削正箇所の改善量にバラツキが出ていると考えられる (図 2)。また、バラツキの多い箇所は削正前の床下騒音レベルが 110~114dB の箇所に多い。この箇所は図 3 に示すように、対象母数の多い区間であることから、効率的にレール削正候補箇所の選定ができていないと考えられる。よって、本研究は床下騒音に与える転動音 (レール凹凸) の影響を分析し、レール凹凸に起因する転動音発生箇所に効率的に転動音対策のレール削正を投入できる管理指標の策定を目的とする。

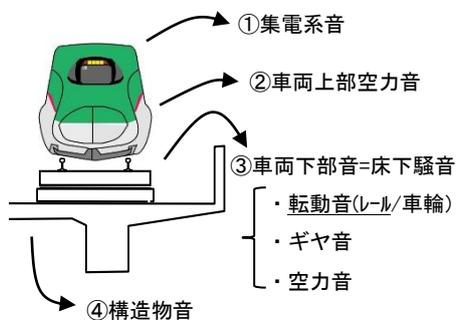


図 1 新幹線鉄道の騒音

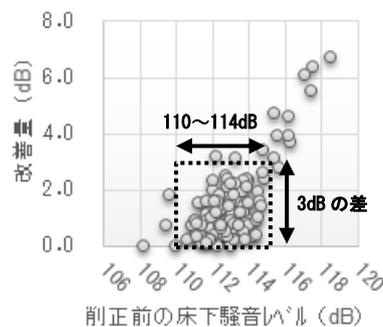


図 2 レール削正の改善量

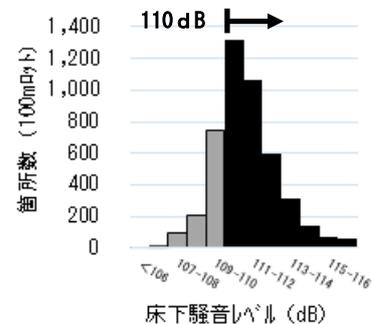


図 3 床下騒音のヒストグラム

2. 新たな管理指標の検討

床下騒音を増大させる要素として、保線が管理しなければならないのはレール凹凸であるが、全線に渡ってのレール凹凸の測定は、膨大な労力を要するため現実的ではない。そこで、本研究では既往の研究⁽¹⁾によってレール凹凸との相関が示されている、かつ East i によって定期的に全線のデータが取得可能な軸箱加速度を用いて検討を行った。管理指標の策定は 3 つの STEP により実施した。また、対象区間は今後の速度向上を見据えて、東北新幹線の宇都宮駅構内以北、かつ East i の走行速度が 250km/h 以上の区間とした。

2.1 STEP1 (床下騒音の生データ (総合音) から転動音 (レール凹凸) 成分を抽出した波形を作成する)

転動音 (レール凹凸) 成分の抽出のため、レール削正箇所の周波数分析を行い、変動する波長帯の分析を行った。その結果、波長 30~110mm 付近が全体的に変動するパターンと波長 30mm 付近が特徴的に変動するパターンの 2 つの傾向が見られた。これらの結果を踏まえて、30~110mm 付近の波長を転動音 (レール凹凸) 成分の大きい波長帯とした。そして、30~110mm の波長を抽出するバンドパスフィルタを設計し、床下騒音に適用した波形の作成を行った。

2.2 STEP2 (軸箱加速度の生データから STEP1 と同じ成分の抽出)

軸箱加速度は軸箱台車に設置された加速度計のデータであるため、レール凹凸以外の成分も測定される。そのため、必要な成分を抽出する処理が必要となる。今回、抽出する波長帯は波の伝達原理から、レール凹凸の波長は音 (床下騒音) と振動 (軸箱加速度) に伝わるとし、STEP1 と同じ 30~110mm 付近とした。そして、キーワード 転動音、床下騒音、レール削正

連絡先 岩手県盛岡市盛岡駅前通 1 番 41 号 電話 : (019)625-4063 FAX : (019)625-1752

軸箱加速度についてもバンドパスフィルタを設計し、適用した波形の作成を行った。

2.3 STEP3 (STEP1、2 から算出した床下騒音と軸箱加速度の相関から閾値の設定を行う)

STEP1 と 2 で作成した波形を用い、管理指標の検討を行った。管理指標はレール削正の運用を考慮して、100m ロット σ 値から算出した。そして、**図 4** に示すように床下騒音と軸箱加速度の相関図から床下騒音が従来の管理値である 110dB を超過する軸箱加速度の位置に着目した。その結果、本研究では以下の管理指標と管理値を提言する。

【提言する管理指標と管理値】

管理指標：30～110mm の波長成分を抽出した、床下騒音・軸箱加速度 (100m ロット σ 値)

管理値：床下騒音 110dB かつ 軸箱加速度 6.5m/s^2 (ただし、East i の走行速度が 250km/h 以上の区間とする。)

3. 効果の確認

本研究が提言する管理指標と管理値の効果を確認するため、以下の 2 項目について検証を行った。

(1) 転動音対策として抽出されるレール削正候補箇所の対象母数

図 5 に現行と本研究によって選定した床下騒音レベルのヒストグラムを示す。これより、現行の床下騒音レベルのみで抽出した場合は全ての箇所をレール削正するのは困難であったが、約 1/5 箇所への絞り込みを行うことができた。特に、改善効果にバラツキの多い 110～114dB 箇所の効果が大きいと考える。

(2) 改善効果のある箇所へのレール削正投入率

9 月から 10 月にレール削正を実施した箇所において、床下騒音レベルの改善効果が 1dB 以上の箇所にとどの程度の割合でレール削正を投入したか検証を行った。その結果、現行の指標では 30% の投入率に対し、本研究の管理指標は 50% の投入率となり、改善効果が見込める箇所へのレール削正車の投入率を 20% 増加させることができた。

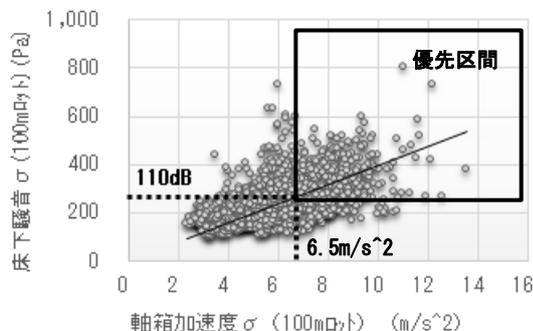


図 4 軸箱加速度と床下騒音の関係

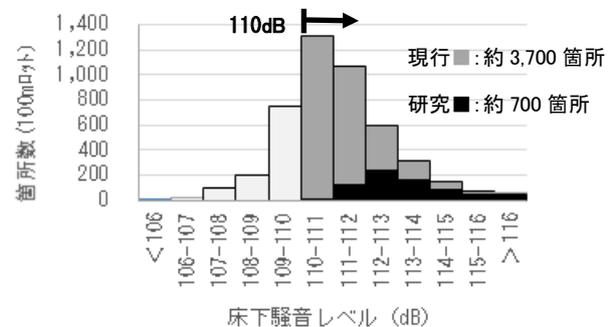


図 5 床下騒音のヒストグラム

4. まとめ

本研究は床下騒音に与える転動音（レール凹凸）の影響を分析し、レール凹凸に起因する転動音発生箇所に効率的に転動音対策のレール削正を投入できる管理指標の策定を検討した。その結果を以下に記載する。

- ① 床下騒音に与える影響が大きい転動音（レール凹凸）成分は 30～110mm 付近の波長帯である。
- ② 転動音（レール凹凸）成分を抽出した床下騒音と軸箱加速度の組み合わせにより、転動音対策のレール削正管理指標を策定した。
- ③ 策定した管理指標と管理値により、現行の転動音対策のレール削正候補箇所数に対して約 1/5 の数量に絞り込みができた。また、改善効果のある箇所へのレール削正投入率を約 20% 増加させることができた。

【参考文献】

- (1) 福山幹康、田中博文、古川敦：騒音低減を目的としたレール削正箇所選定のためのレール凹凸評価指標の提案、第 15 回鉄道技術・政策連合シンポジウム (J-RAIL2008)