

軸箱加速度の変動要因に関する統計分析

鉄道総合技術研究所

正会員 ○矢坂 健太

吉田 尚史

三和 雅史

西日本旅客鉄道株式会社

正会員

松丸 和貴

1. はじめに

軸箱加速度は 10m 弦正矢では把握できない短波長の軌道狂いの抽出が可能であることから、レール凹凸状態や道床不良状態の評価に適用する研究が行われている¹⁾。しかし、軸箱加速度は運転条件等によって変動するため、管理指標として実用化するまでには到っていない。また、材料状態の劣化や保守による改善効果についても明確に整理されているとは言い難い。

以上のことから、本稿では軸箱加速度の変動要因について統計的に分析した結果について示す。なお、本稿で扱う軸箱加速度は全て上下方向の加速度である。

2. 軸箱加速度の変動要因

2. 1 運転条件・路盤及び道床条件による影響

2. 1. 1 列車速度による影響

レール及び道床状態を評価する際には、特定の波長帯域によるバンドパスフィルタ処理を行った軸箱加速度が用いられる²⁾(以下、レール凹凸状態を評価するために波長 0.05~0.20m 付近に着目した値を「軸箱加速度 (レール)」、道床状態を評価するために波長 2~5m に着目した値を「軸箱加速度 (道床)」と記す)。

図 1 は在来線と新幹線における列車速度と軸箱加速度 (道床) の関係を 25m ロット標準偏差 (σ) で示したものである。この図より、軸箱加速度は列車速度と共に増加し、またバラつきは高速ほど大きくなる傾向を確認できる。このバラつきには後述する種々の変動要因が影響していると考えられる。

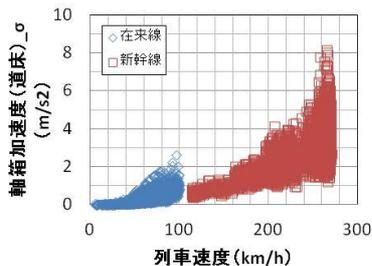


図 1 速度と軸箱加速度の関係

この図より、軸箱加速度は列車速度と共に増加し、またバラつきは高速ほど大きくなる傾向を確認できる。このバラつきには後述する種々の変動要因が影響していると考えられる。

図 2 は軸箱加速度 (レール) 及び軸箱加速度 (道床) のロット標準偏差と列車速度の関係を指数曲線で近似して示したものである。この図より、対象とする波長帯域によって列車速度と軸箱加速度の関係は異なるこ

とが確認できる。ここで、新幹線の軸箱加速度 (レール) において両者の関係が明確でないのは、分析したエリアではレールの削正頻度が高く、レール凹凸が微少であるためと考えられる。

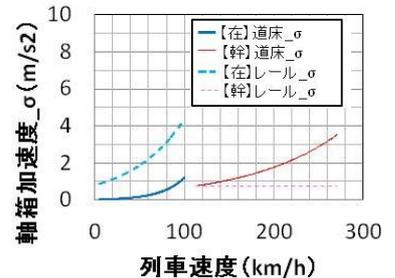


図 2 指数曲線による近似

また、図 3 は図 2 と同様の関係を軸箱加速度 (道床) のロット標準偏差と最大値 (max) について示したものである。標準偏差と最大値は速度と共に増加する傾向にあるが、これらの比 (\max/σ) は速度に対しては大きくは変動しないことから、標準偏差と最大値で増加の傾向には大きな差異はないと考えられる。なお、軸箱加速度 (レール) についてもこの傾向は同じであった。

2. 1. 2 路盤及び道床条件による影響

図 4 は、軸箱加速度 (道床) について路盤及び道床条件で区別し、列車速度との関係を図 2, 3 と同様の指数曲線により示したものである。同一速度で比較すると、軌道構造の違いが軸箱加速度 (道床) の大小に若

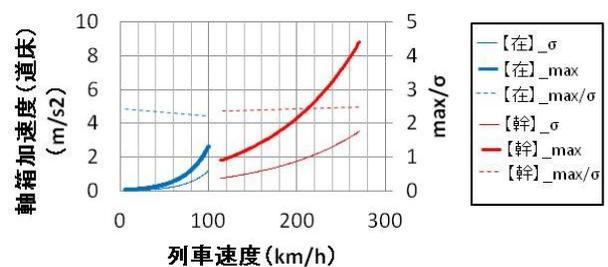


図 3 標準偏差と最大値の関係

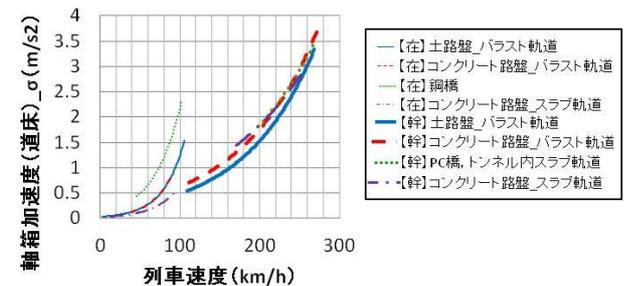


図 4 路盤及び道床による差異

キーワード 軸箱加速度, 速度補正, 材料劣化, 軌道保守作業

連絡先

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL042-573-7278

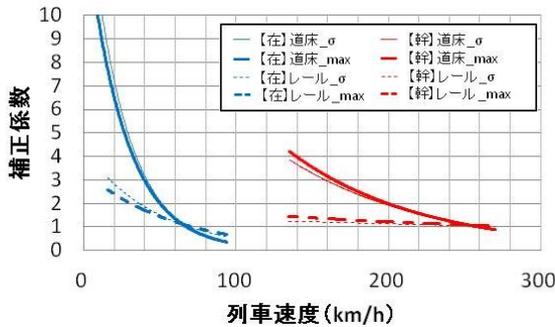


図5 各波長帯域の補正係数

干の差として現れているが、速度に対する変化の傾向はほぼ同じである。よって、これらの軌道構造の違いが列車速度と軸箱加速度（道床）の関係に与える影響は小さいと考えられる。

2. 1. 3 速度補正方法

以上の結果より、軸箱加速度を管理指標に用いる際には、対象とする波長帯域別に速度補正を行えばよいと考えられる。図5は軸箱加速度（レール）と軸箱加速度（道床）のロット標準偏差及び最大値を10km/hの速度域に区分して平均値を算出し、各線区においてロット数が最大の速度域の軸箱加速度を基準として補正係数を算出した結果である。各波長帯域の補正係数は標準偏差と最大値で大きな差はない。

このように、適用する波長帯域を考慮した補正係数により、軸箱加速度の速度補正を行うことができる。

2. 2 材料劣化や保守作業による変動

2. 2. 1 材料劣化による影響

図6はレール波状摩耗の激しい線区（在来線）における軸箱加速度（レール）とレール凹凸量（速度補正済み）

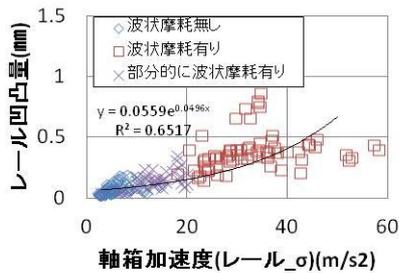
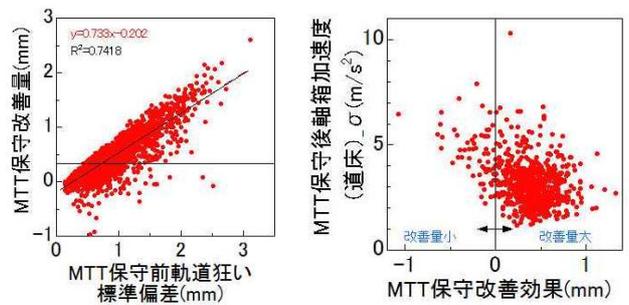


図6 レール凹凸量との関係

である。レール凹凸量が増加するに伴って軸箱加速度（レール）は増加し、レール全体に亘って波状摩耗が発生している箇所の軸箱加速度（レール）は概ね20m/s²以上であることを確認できる。

図7(a)はMTT保守前の軌道狂いと改善量の関係である。この図より、保守前の軌道狂いが大きいと改善量は大きいことを確認できる。また、図7(b)は図7(a)の近似式より得られる改善量を推定値とし、実測値との差（改善効果）と保守後の軸箱加速度（道床）



(a) MTT 保守改善量 (b) 軸箱加速度との関係

図7 MTT 保守改善量と軸箱加速度

との関係を示したものである。この図より、改善効果が小さな箇所では保守後の軸箱加速度は大きい傾向を確認できる。つまり、道床が劣化してMTTの改善効果が低いような箇所では軸箱加速度（道床）が大きいと言える。

以上の他、軸箱加速度（道床）は盛土内部の変状によっても変動し、これによる高低変位の急進箇所の選定にも有効な指標であることが提案されている²⁾。

2. 2. 2 保守作業による影響

図8はレール削正前の軸箱加速度（レール）とその改善量（レール）との関係を示したものである。このように、削正前の軸箱加速度の大きさに応じて改善量は変化し、削正後の軸箱

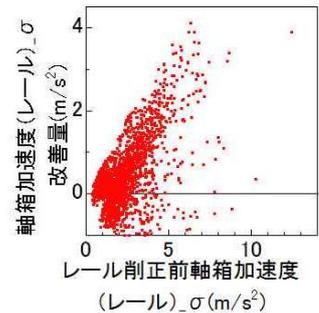


図8 レール削正による改善量

箱加速度（レール）は削正前に比べて40~50%程度減少する。なお、レール交換や道床交換によっても軸箱加速度は減少するが、交換後はほぼ一定値になる傾向を確認できている。

3. まとめ

本稿では、軸箱加速度と速度、路盤・道床条件、材料劣化、保守作業との関係を示した。このような関係を考慮して軸箱加速度を活用することにより、適切な保守時期や施工方法の検討が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 三和他：レールおよび道床状態を考慮した軌道保守方法の最適選択モデルの構築，鉄道総研報告，Vol.26, No.2, 2012
- 2) 矢坂他：構造物境界部における盛土状態評価手法の検討，第19回鉄道技術連合シンポジウム，pp.227~230, 2012