

軸箱左右加速度を用いた著大横圧推定手法

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	小野 重亮
東日本旅客鉄道株式会社	非会員	輪田 朝亮
鉄道総合技術研究所	正会員	田中 博文

1. はじめに

軸箱上下加速度は、同時に測定された輪重と相関があることが知られており、著大輪重の管理やレール頭頂面凹凸の評価などへの適用が試みられている。一方、軸箱左右加速度と横圧との関係は、一部で解析が試みられているものの、軸箱上下加速度と輪重の関係の場合と比較して明確になっていない。そこで、本報では新連続法で測定された横圧と軸箱左右加速度を解析し、両者の関係について考察するとともに、著大横圧管理への軸箱左右加速度の活用法について検討した。

2. 輪重・横圧と軸箱上下加速度・軸箱左右加速度の周波数特性

図1に新幹線電車で新連続法により測定した輪重と横圧のパワースペクトル密度(PSD)、図2に軸箱上下加速度と軸箱左右加速度のPSDの一例を示す。横圧は平面線形の影響を大きく受けると考えられるので、直線区間および曲線区間の内外軌について検討を行った。図1および図2より、輪重と軸箱上下加速度のPSDの周波数特性は類似していることがわかる。一方、横圧のPSDは長波長側でパワーが卓越しているが、軸箱左右加速度のPSDでは長波長側と短波長側の2つの周波数帯域においてパワーの卓越が見られる。なお、これらのPSDには、平面線形による違いは見られなかった。

図3に同じ区間での軸箱左右加速度と輪重、横圧のコヒーレンスを示す。ここでは、PSDに平面線形の違いが見られなかったことから直線区間についてのみ示す。図3より、軸箱左右加速度と横圧では空間周波数0.2~0.4[1/m]および0.8~1.2[1/m]で相関が高いのに対し、軸箱左右加速度と輪重では空間周波数0.4~0.8[1/m]でコヒーレンスが高いが、この成分は輪重の変動が軸箱左右加速度で測定されたものと考えられる。したがって、以下の解析では軸箱左右加速度と横圧に対し、空間周波数0.4[1/m]以下の帯域をカットして検討を行うこととする。

3. 横圧と軸箱左右加速度の最大値の関係

図4に横圧と軸箱左右加速度の波形例を示す。周波数解析より、横圧と軸箱左右加速度は、空間周波数0.2~0.4[1/m]の帯域において相関があることがわかったので、この帯域を抽出する30Hzのローパスフィルタ(LPF)処理波形と新連続法の原波形に対応する100Hz-LPF処理波形について示す。図4より、軸箱左右加速度の波形は、100Hz-LPF処理波形では短波長成分が卓越し横圧との相関は全く見られないが、30Hz-LPF処理波形では短波長成分が除去されて横圧との相関が見られる。また、横圧の波形については、100Hzと30Hz-LPF処理波形で大きな違いは見られない。

図5に横圧と軸箱左右加速度の30Hz-LPF処理波形の50mロット最大値の関係を示す。ここで、曲線中の横圧には、超過遠心加速

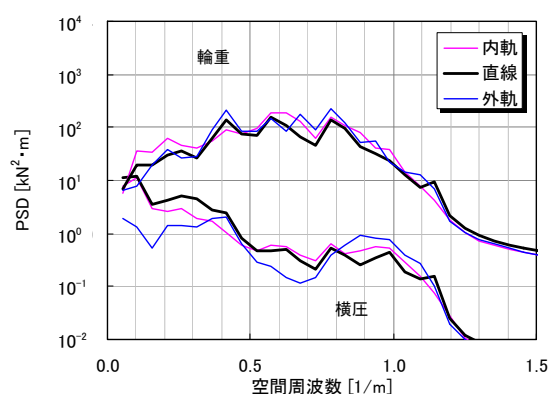


図1 輪重・横圧のPSD

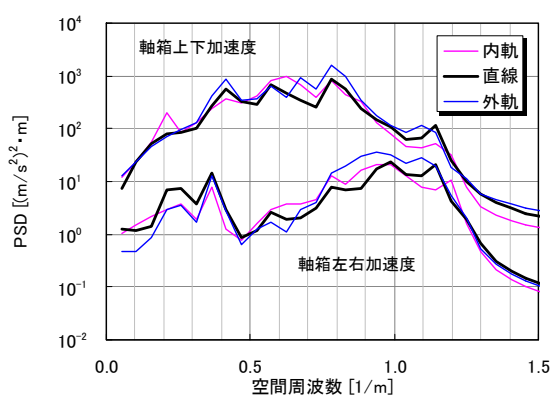


図2 軸箱上下加速度・左右加速度のPSD

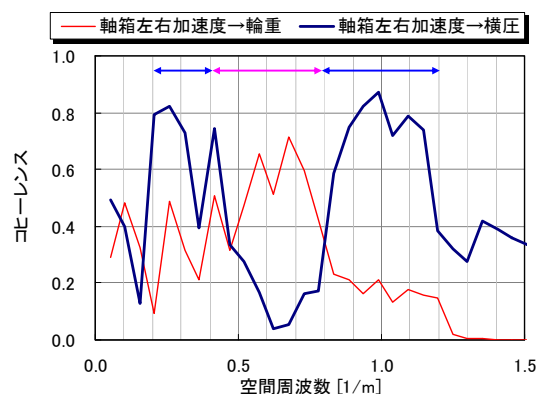


図3 軸箱左右加速度と輪重・横圧のコヒーレンス

キーワード：軸箱左右加速度，横圧，軸箱上下加速度，輪重，周波数解析，新幹線

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL042-573-7278

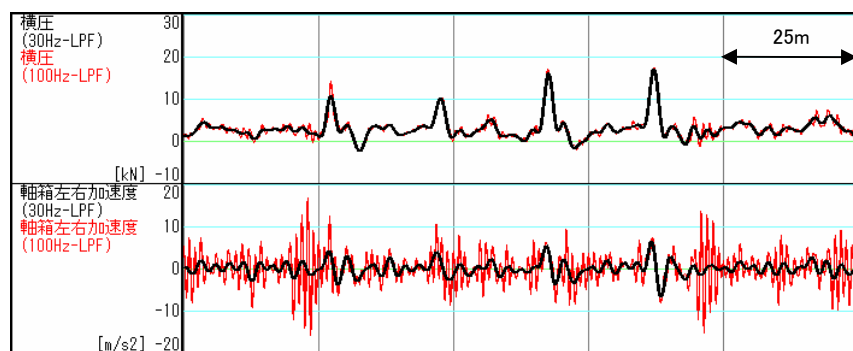


図4 横圧と軸箱左右加速度の波形例

度に起因した定常分の変化が生じるので、ハイパスフィルタ処理により除去している。図5より、横圧と軸箱左右加速度の関係は、傾きの大きなグループと小さなグループに分かれることがわかる。ここで各ロットについて調べたところ、グループ①は直線中や曲線内軌側のデータが多く、グループ②は分岐器や伸縮継目といったレールの不連続点や曲線外軌側のデータが多かった。したがって、グループ①は横動遊間の中で輪軸が横動しており車輪フランジとレールが接触していない状態と考えられる。一方、グループ②は車輪フランジとレールが接触している状態と考えられる。両者ともに原点を通る直線で回帰でき、このうち、車輪フランジとレールが接触しているグループ②の回帰式を用いれば著大横圧の推定が可能と考えられる。なお、この回帰式は車両形式固有のものであり、車両形式が同じであれば走行速度が変化しても回帰式の傾きは変化しないことがわかっている。

ここで、実際に推定したいのは横圧の原波形(100Hz-LPF 処理波形)の著大値である。図6に横圧の100Hzと30Hz-LPF 処理波形の最大値の関係を示す。図6より、両者は線形関係にあり、30Hz-LPF 処理波形の著大値に一定の係数を乗じれば100Hz-LPF 処理波形の横圧を求めることができることがわかる。よって、軸箱左右加速度から著大横圧の発生箇所とおおよその横圧の値を推定することができると考えられる。

図7に同じ車両が別の区間を異なる速度で走行した際に測定した横圧の実測値と、上述の手法で軸箱左右加速度を用いて求めた横圧の推定値の比較を示す。図7より、横圧の推定値は図5のように2つのグループに分かれており、横圧の推定精度は低いように思われる。しかしながら、実際に管理したい著大な横圧は、車輪フランジとレールが接触しているグループ②の状態が発生し、車輪フランジとレールが接触していないグループ①の状態では、ある著大横圧の管理基準に対応する閾値以上の著大な軸箱左右加速度は観測されないと考えられることから、軸箱左右加速度のみを測定すれば著大横圧の発生位置の特定および横圧の推定が可能となる。

4. おわりに

横圧と軸箱左右加速度の関係を分析した結果、以下のことがわかった。

- (1) 横圧と軸箱左右加速度の周波数解析結果より、両者は空間周波数 $0.2 \sim 0.4 [1/m]$ で相関が高い。
- (2) 横圧と軸箱左右加速度の 50m ロット最大値の関係は、車輪フランジとレールの接触状態により2つのグループにわかれる。
- (3) 軸箱左右加速度の 30Hz-LPF 処理波形の著大値より、著大横圧の発生箇所検出および推定が可能である。

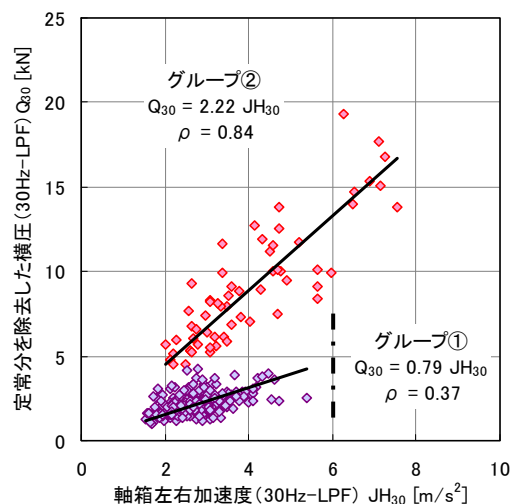


図5 横圧と軸箱左右加速度の最大値

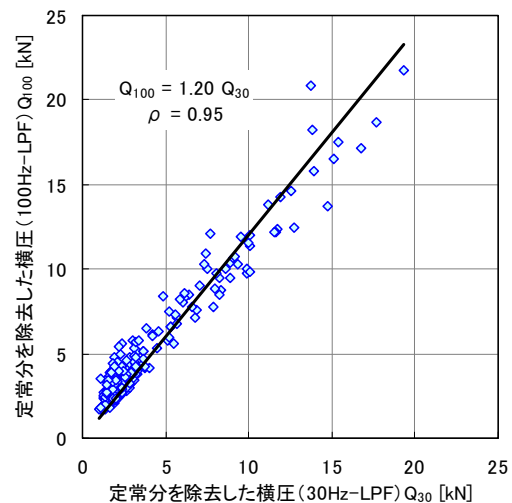


図6 横圧の100Hzと30Hzの最大値

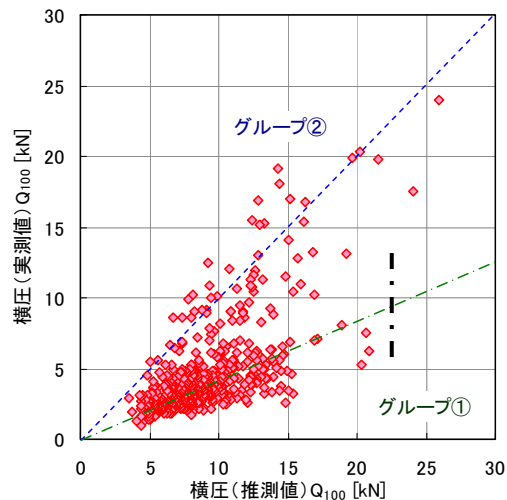


図7 横圧の実測値と推定値の比較