

営業車の軸箱左右加速度を活用した急曲線の継目形状管理に関する一考察

鉄道総研 正会員 ○吉田昌史
 JR九州 正会員 篠脇 諭
 JR九州 正会員 金尾 稔
 鉄道総研 正会員 須永陽一

1. はじめに

急曲線区間のレール継目部（以下、継目）側面に不整が生じると、車両が高速で走行する際に衝撃的な横圧が顕著となるため、継目形状の適切な管理が求められている。また、車両軸箱の左右方向の振動加速度（以下、軸箱左右加速度）と著大横圧とは相関があり、軸箱左右加速度に一定の処理を行えば著大横圧発生箇所の検出は可能であるという知見が得られている¹⁾²⁾。しかしながら、軸箱左右加速度は、上下方向の加速度（以下、軸箱上下加速度）成分や車輪・軸箱間の横動分の影響を受ける可能性があるため、その活用にあたっては、振動特性を把握した上で適切な処理を行う必要がある。ここでは、線区を最高速度で走行する営業車の軸箱左右加速度を活用した急曲線区間の継目側面不整箇所の検出方法について検討を行った内容を述べる。

2. 急曲線走行時の軸箱左右加速度の振動特性

まず、走行速度 70km/h で急曲線を通過している区間における軸箱加速度（左右・上下）のパワースペクトル密度を図1に示す。図より、軸箱左右加速度は 7.7Hz に最大のピークがあるものの、軸箱上下加速度は 7.7Hz に顕著なピークは見られず 50Hz 付近が最大となっていることがわかる。また、13Hz 付近のピークは、軸箱左右・上下加速度の両方で確認できるため、継目側面の不整だけに起因する振動ではない可能性がある。したがって、まずは軸箱左右加速度の比較的低い周波数成分に着目することとした。

次に、急曲線が連続する区間における軸箱左右加速度のパワースペクトル密度を図2に示す。図の横軸は空間周波数で表している。図2で、0.04 [1/m] 間隔でピークが存在していることと、0.39 [1/m] 付近に最大のピークが生じていることがわかる。空間周波数 0.04 [1/m] は継目間隔 25m と一致し、空間周波数 0.39 [1/m] は車輪の1回転長 2.54m と一致する。したがって、急曲線区間における当該車両の軸箱左右加速度は、継目間隔に起因する波長と、車輪1回転長の波長が卓越する傾向があることがわかる。レール継目箇所における変動を的確に抽出するためには、波長 2.54m の車輪回転による影響を検討する必要があると考えられる。

3. 軸箱左右加速度と継目側面形状

曲線半径 250m の区間について、軸箱左右加速度と継目

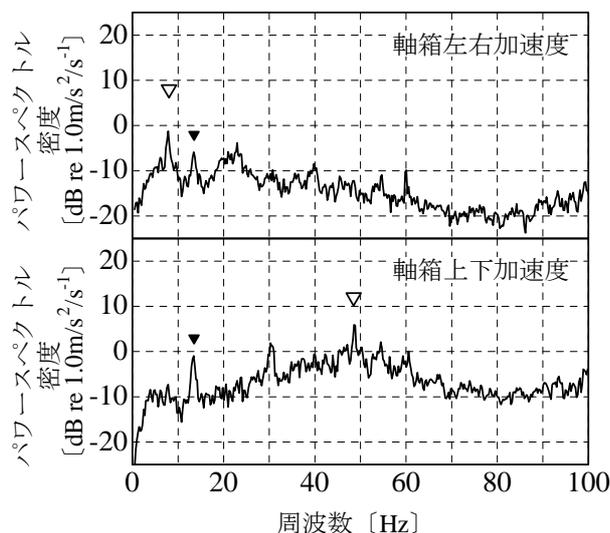


図1 軸箱加速度のパワースペクトル密度

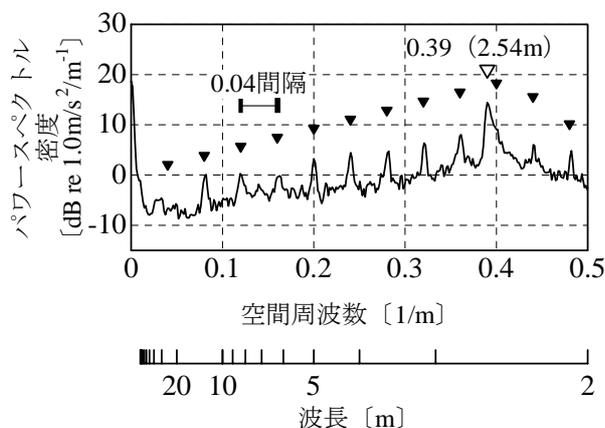


図2 軸箱左右加速度のパワースペクトル密度

キーワード：軸箱左右加速度，急曲線，レール継目形状，横圧

連絡先：東京都国分寺市光町 2-8-38 電話 042-573-7278 FAX 042-573-7296

側面形状との比較を行った。走行速度は80km/hであった。20Hz（波長1.1m）、10Hz（波長2.2m）カットオフのローパスフィルタ（以下、LPF）処理後の軸箱左右加速度を図3に示す。また、曲線外軌側継目側面の形状を2m弦により測定³⁾した結果を図4に示す。図3、4より、軸箱左右加速度が継目部における変動を捉えていることがわかる。また、図3上部に示した20HzLPF処理後の波形では、継目部以外の全体にわたる変動が生じているものの、図3下部に示した10HzLPF処理後の波形では、

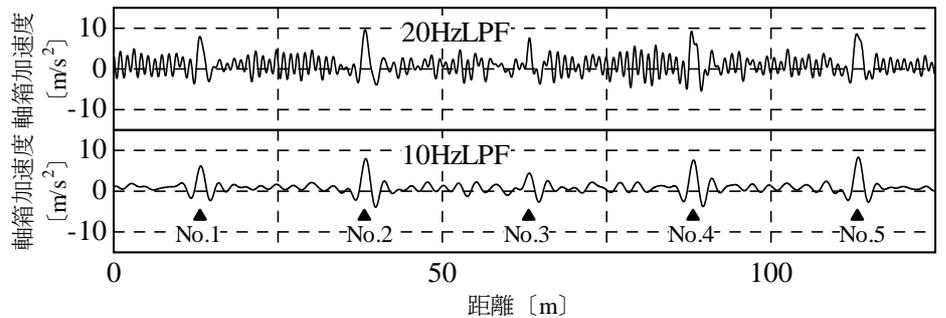


図3 急曲線走行時の軸箱左右加速度（走行速度80km/h）

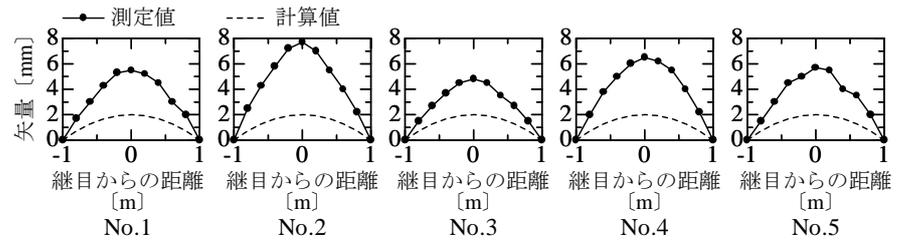


図4 急曲線外軌側レールの継目側面形状

は、車輪1回転長2.54mに相当する周波数（8.7Hz）による変動も顕著でなく、継目側面の不整箇所の検出が可能であると考えられる。そこで、2m弦の通り正矢と軸箱左右加速度の関係性を求め図5に示した。図5で軸箱左右加速度と2m弦通り正矢にはほぼ比例した関係が見られるが、詳細な関係はデータ数が限られており明確には言えない。

以上のことから、継目側面部の不整箇所の抽出には、10HzLPF処理後の軸箱加速度波形によることができる見通しが得られた。さらに、図6には、レール交換前後における10HzLPF処理後の軸箱左右加速度の波形を示す。レール交換後は継目部の軸箱左右加速度が小さくなっており、継目形状が改善された結果が反映されていると想定される。

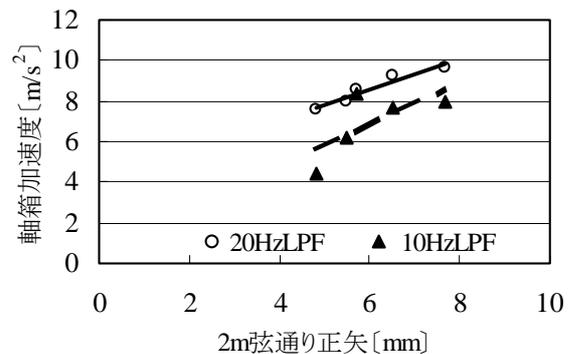


図5 2m弦通り正矢と軸箱左右加速度

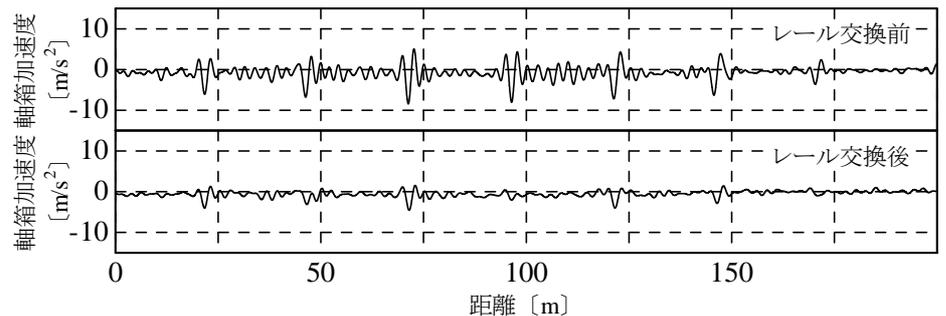


図6 レール交換前後における軸箱左右加速度（10HzLPF）

4. まとめ

営業車の軸箱左右加速度を急曲線におけるレール継目側面の不整箇所の検出に活用するための検討を行った。その結果、10HzLPF処理により軸箱左右加速度の低周波成分を抽出することで、継目側面不整箇所を検出できる見通しが得られた。今後は、実際の継目形状との比較データを増やすことにより、定量的な関係を把握したいと考えている。

〔参考文献〕

- 1) 須永陽一他：軸箱左右加速度による著大横圧検出法，土木学会第47回年次学術講演会，IV-380，pp.802-803，1992.9
- 2) 橋場孝幸他：軸箱左右加速度による輪軸横圧・外軌側横圧変動分の推定，土木学会第52回年次学術講演会，IV-349，pp.698-699，1997.9
- 3) 力武基樹他：R250を主体とする線区への振子列車投入に向けた軌道整備について，土木学会第55回年次学術講演会，IV-278，2000.9