

IV-308

有道床軌道における軸箱加速度の活用法

鉄道総研 正会員 井手寅三郎
 鉄道総研 正会員 須永 陽一
 JR 西日本 正会員 半田 真一

1. はじめに

新幹線の高速走行時に発生する著大輪重は、レール凹凸や道床状態の不整等が主たる原因であるとされ、これらの輪重変動を効率的に管理するためには、軸箱加速度の活用が有効であるといわれている¹⁾。しかし道床状態の不整による軸箱加速度の変動については、周波数特性等において不明な点も多い¹⁾。ここでは、道床状態の異なる2つの区間を選定し、軸箱加速度に生じる現象の差異を、比較検討した結果について報告する。

2. 道床状態の異なる軸箱加速度波形

WIN350の275k/h走行時に得られた軸箱加速度の波形例を図1に示す。図1(1)は試験的に保守投入を抑止していた区間の波形であり、ここでは、仮に「不良区間」と定義する。また、(2)は保守作業後の良好な状態と想定される区間の波形で、これを「良区間」と定義する。「不良区間」では「良区間」に比べて振幅が大きいうことが確認できる。

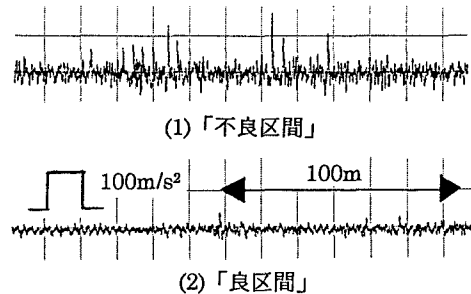


図1 軸箱加速度の波形例

3. 軸箱加速度の周波数特性

図1に示した軸箱加速度のパワースペクトル密度は図2の通りである。いずれの区間も28Hzに明確なピークがみられるが、これは波長約2.7mに相当し、車輪円周と概ね一致する。このピークを除くと2つの区間の周波数特性はかなり異なっている。「不良区間」は40～70Hzで変動が大きく、「良区間」を20dB（約10倍）程度上回った。この周波数帯域はばね下質量の変動が支配的であるといわれている¹⁾。

また、図3は30Hz以下の周波数領域を拡大して示したものであるが、「不良区間」は、10～20Hzの周波数帯域で「良区間」より10dB（約3倍）程度大きくなった。さらに、この周波数帯域に関しては、浮きマクラギ等に起因した著大輪重の検出のために、30Hzローパスフィルタ処理波形（以下、「処理波形」）を用いた処理方法が提案されている¹⁾。以下ではこの処理波形に着目した検討を行うこととする。

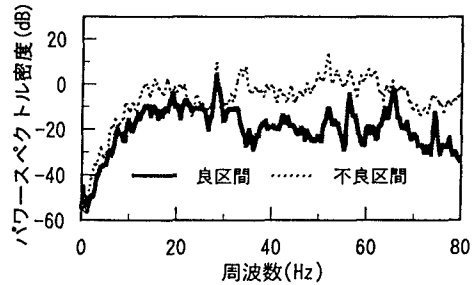


図2 パワースペクトル密度（0～80Hz）

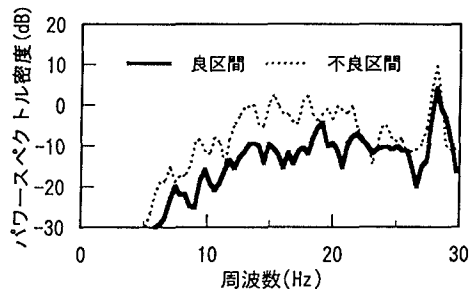


図3 パワースペクトル密度（0～30Hz）

4. 処理波形による道床状態の比較

図4は、マルチ施工前後の処理波形を比較した結果である。施工前に 20m/s^2 以上あったピークが、施工後には全て 10m/s^2 以下に低減しており、道床状態の変化を捉えていることがわかる。

この処理波形をもとに、「良区間」「不良区間」の各延長500m間を25mロットに分け、その最大値を求めたものが図5である。図には比較のために、標準的なスラブ軌道におけるデータも併せて示した。なお軸箱加速度のサンプリング間隔は5cmである。図より、「不良区間」ではロット最大値が連続的に 30m/s^2 を超えていることがわかる。ここで、表1に3つの区間の標準偏差と、ロット最大値の平均を示す。表より、「不良区間」は「良区間」に比べて標準偏差で約1.8倍、ロット最大値の平均で約2倍となった。「良区間」は、標準偏差、ロット最大値の平均とも、標準的なスラブ区間とほぼ同程度となった。また、何れの区間も、ロット最大値の平均は、標本区間の標準偏差の約2.5倍となった。

さらに、3つの区間の頻度分布を表したものが図6である。図で、「不良区間」の分布は、 6m/s^2 以上で他の区間を大きく上回っている。また「良区間」は、 10m/s^2 以下の振幅においてスラブ区間とほぼ一致した分布を示している。

以上の結果から、処理波形の標本標準偏差または25mロット最大値を用いることにより、道床状態の差異を識別できる可能性が得られた。また処理波形の最大値が 10m/s^2 程度以下であれば、ほぼ良好な状態であると想定された。

5. まとめ

- (1) 有道床軌道における軸箱加速度は、 $10\sim 20\text{Hz}$ の周波数帯域で約10dB変動する。
- (2) 処理波形の標本標準偏差または25mロット最大値を用いることにより、道床状態の差異を識別できる可能性が得られた。また処理波形の最大値が 10m/s^2 以下であれば、ほぼ良好な状態であると想定された。

参考文献；

- 1) 須永, 井手, 金尾, 鉄道総研報告, 9-2, 1995, 2

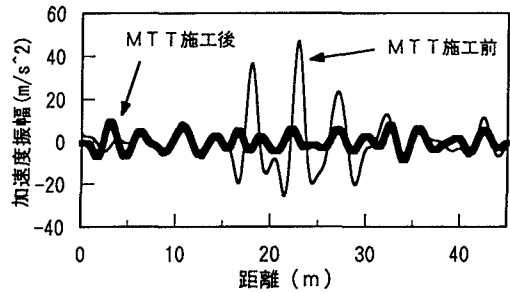


図4 MTT 施工前後の処理波形

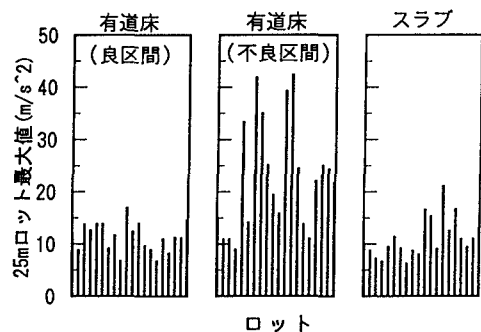


図5 処理波形の25m ロット最大値

表1 処理波形の統計量による比較（単位： m/s^2 ）

	有道床 (良)	有道床 (不良)	スラブ
標本区間の標準偏差	4.7	8.3	4.6
25m ロット最大値の平均	11.3	22.7	11.0

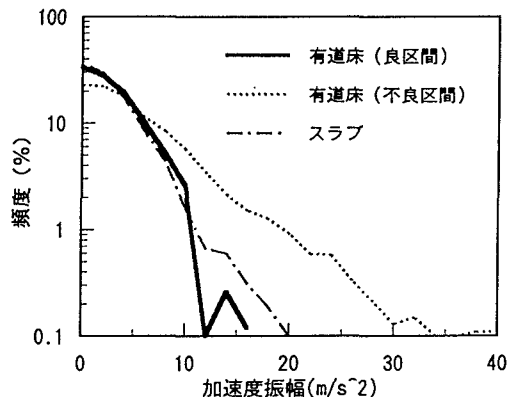


図6 処理波形の頻度分布