

## 軸箱加速度を用いた道床状態の評価手法に関する一考察

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 西垣 拓也  
西日本旅客鉄道株式会社 横内 広高  
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 須永 陽一

## 1. はじめに

新幹線の高速走行時にはレール凹凸や浮まくらぎ等によって著大な輪重変動が発生し、軌道材料の損傷や軌道狂いを招くことがあり、これら短波長の軌道狂いの検出に軸箱加速度を用いることが有効であることが知られている<sup>1)</sup>。そこで本研究では、軸箱加速度を道床状態の評価に適用した結果について報告する。

## 2. 道床による軸箱加速度の変動

道床バラストは列車走行時の繰返し荷重による摩耗や破砕により細粒化し、軌道の沈下が生じる。また、レール溶接部等ではレール頭頂面の凹凸によって大きな衝撃を受けることにより、浮まくらぎ等が生じる。図1に有道床軌道とスラブ軌道のパワースペクトル密度を示す。図に示すとおり、周波数 12~23Hz (波長約 3~6m) の領域では、スラブ軌道よりも有道床軌道の方が 10dB 程度大きい結果となり、これは道床の不整によるものと考えられている<sup>1)</sup>。よって、この周波数域の抽出を目的として、軸箱加速度に 30Hz カットオフのローパスフィルタ処理 (以下「30HzLPF」と言う) をを行い、道床状態の評価を行った。図2に道床交換前後の 30HzLPF 軸箱加速度と 10m 弦高低狂いの波形例を示す。図より、道床交換箇所では軸箱加速度と高低狂いの値は共に全体的に小さくなった。しかし、軸箱加速度では施工後も著大値が残っており、これらは接着絶縁継目と溶接部であった。現在用いている 10m 弦高低狂いでは、これら短波長軌道狂い箇所の検出は困難であり、図中の高低狂い波形でも、レール溶接部を除き施工前後に大きな変動は見られない。このように、輪重変動と相関がある軸箱加速度を活用すれば、軌道狂いを招く恐れのある輪重変動箇所も把握出来ると考えられる。

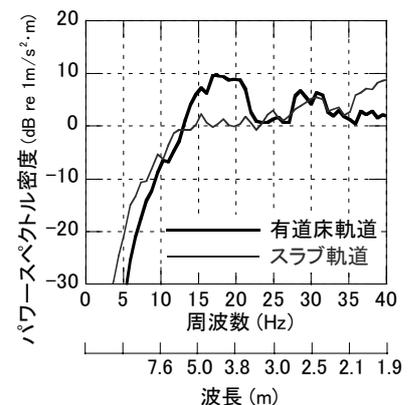


図1 軸箱加速度のパワースペクトル密度

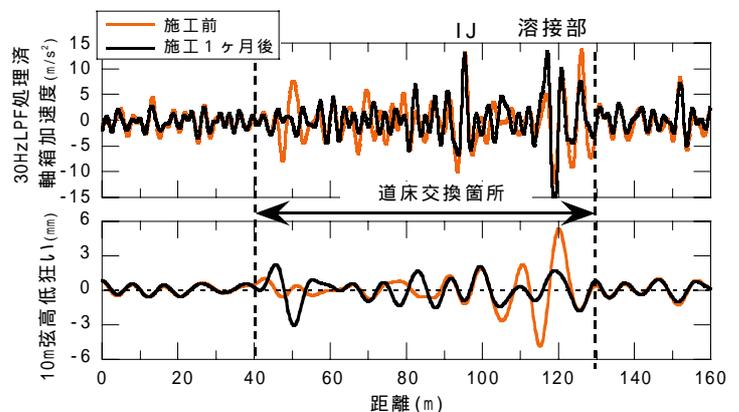


図2 道床交換箇所の軸箱加速度と10m弦高低狂いの波形例

## 3. 区間評価指標の検討

むら直しや道床修繕では連続した区間を施工するため、区間統計値を用いた評価が必要となる。このため、超過率 (ある区間の 30Hz 処理後の軸箱加速度が閾値を超過する割合) の適用を既に提案している<sup>2)</sup>。図3に道床交換前後の標準偏差と超過率を示す。図に示すとおり、標準偏差は施工前

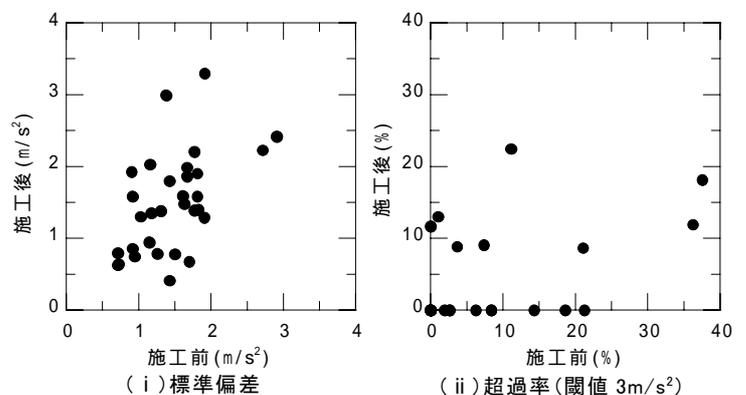


図3 道床交換施工前後の標準偏差と超過率の変化

キーワード：軸箱加速度，短波長軌道狂い，道床交換，超過率

連絡先：〒185-0014 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 TEL:042-573-7278

後の変動が小さいのに対し、超過率は施工後に大きく値が低下するので、評価し易いと考えられる。よって、超過率による管理手法を確立するために閾値とロット長の検討を行った。

(1) 超過率の閾値の検討

まず、超過率の閾値の検討を行った。図4に30Hzフィルタ処理後の軸箱加速度の確立密度を示す。図に示すとおり、分布形状はほぼ正規分布と近似できる。また、軸箱加速度はセンサの設置場所や車両形式によって値が異なるが、今回の解析データでは概ね±10m/s<sup>2</sup>の間に分布することがわかった。ここで、道床状態の判断材料のひとつとして現在用いられている道床バラストのふるい分け試験結果との関係を検討した。図5に軸箱加速度(5mロット代表値)と10mmふるい通過質量百分率の関係を示す。図より、両者の関係にばらつきがあるものの通過質量百分率が大きくなれば軸箱加速度も大きくなることわかる。よってこの関係から、現在用いている10mmふるい質量百分率の判定基準を考慮し、超過率の閾値を5m/s<sup>2</sup>(発生確率約2%)とした。

(2) 区間ロット長の検討

つぎに、区間ロット長の検討を行った。図6に区間ロット長(5m, 10m, 20m)ごとの超過率の確立密度を示す。図で超過率の分布のすそ野が広いほど道床状態の良し悪しを区別し易いことになる。しかし、道床交換やむら直しが数十メートル単位で行われること、超過率10%以上の分布では何れのロット長でも大きく頻度が変わらないことを考慮すれば、区間ロット長は10mを用いることが適切と考えられる。

4. 超過率と軌道狂い進みの検討

ここで、軸箱加速度は輪重変動と良い相関があることから<sup>1)</sup>、軸箱加速度の超過率が大きい箇所は輪重変動の増大により軌道狂い進みが早いことが考えられる。図7に超過率(閾値:5m/s<sup>2</sup>, ロット長:10m, 超過率>0のみ)と10m弦高低の軌道狂い進みの関係を示す。図より、両者の間にはばらつきがあるものの軌道狂い進みが大きいところは超過率も大きく、超過率の有効性を確認することができた。ただし、実際に道床状態を評価する際には、超過率を用いて悪い箇所を抽出するだけでなく、軸箱加速度の原波形を用いてレール溶接部等の著大輪重の有無も同時に検討すれば、よりの確に保守を進めることが可能だと考えられる。

5. まとめ

以上の解析結果により、軸箱加速度の30Hzローパスフィルタ処理後のデータから超過率を算出することにより、道床状態の評価を効率的に行える見通しが得られた。

[参考文献]

- 1) 須永陽一, 佐野功, 井手寅三郎: 高速新幹線における短波長軌道狂いの検出法, 鉄道総研報告 Vol.13, 1999.5
- 2) 西垣拓也, 瀬川祥, 須永陽一: 新幹線における軸箱加速度を用いた軌道状態の評価手法, 第58回土木学会年次学術講演会 -043, 2003.9

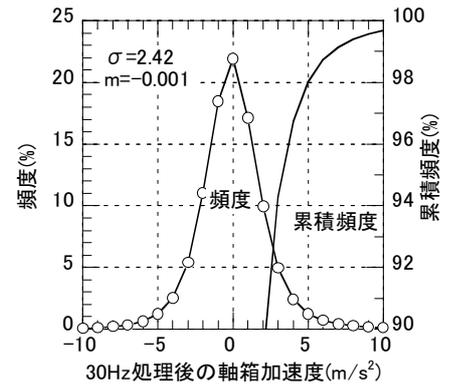


図4 軸箱加速度の確立密度

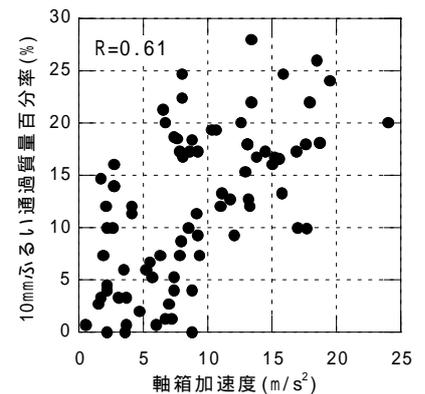


図5 軸箱加速度とふるい通過質量百分率の関係

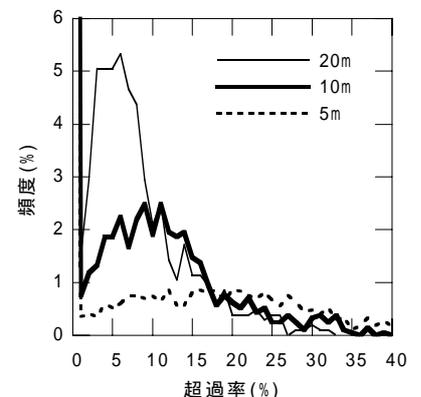


図6 区間ロット長ごとの超過率の確立密度

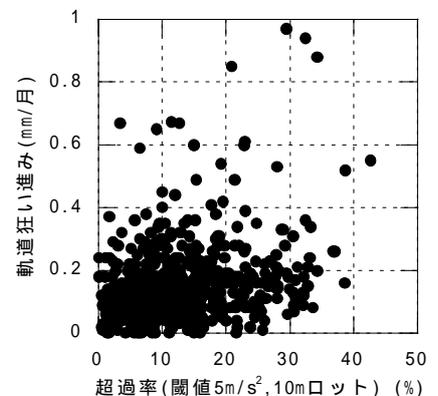


図7 超過率と軌道狂い進みの関係