

## 軸箱加速度を用いた道床状態の評価に関する検討

東海旅客鉄道（株） 正会員 ○鬼頭 昭人

東海旅客鉄道（株） 正会員 船田 智巳

## 1. はじめに

軌道で使用している道床バラストは、まくらぎを保持するとともにまくらぎから伝わってくる列車荷重を路盤に広く、かつ均等に分散させる役割をもっている。しかし、列車荷重が繰り返し作用することにより道床バラスト粒子は摩損し、細粒化すると交換しなければならない。そこで、効率的に道床状態を評価することを目的として、弾性波探査等の非破壊検査<sup>1)</sup>やレール凹凸や浮きまくらぎ等の短波長軌道狂いの検出に有効である軸箱加速度<sup>2)</sup>の活用について検討されてきた。本研究では、電気軌道総合試験車で測定される軸箱加速度に着目して、時間毎に周波数情報も得られるウェーブレット解析を適用することにより道床交換前後の出力の差異について検討した。

## 2. 分析に用いたデータ

分析に用いた軸箱加速度データは、平成16年度に東海道新幹線の高架区間において道床交換前後で標準偏差に変化が見られた箇所のうち2箇所のデータを選定した。選定した2箇所における交換前後の軸箱加速度の標準偏差、交換前の道床検査結果を表に示す。なお、( )内の数字は測定列車の走行速度を示している。表より、2箇所とも道床交換前後の軸箱加速度の標準偏差の値は0.8程度小さくなっており、交換前の道床検査結果は等級a級でまくらぎ下面まで細粒化が進んでいる状態であった。

表 分析データ一覧

| データ No | 軸箱加速度の標準偏差 (m/sec <sup>2</sup> ) |                 | 道床検査結果の等級<br>(交換前) |
|--------|----------------------------------|-----------------|--------------------|
|        | 道床交換前                            | 道床交換後           |                    |
| 1      | 2.850 (250km/h)                  | 1.966 (244km/h) | a 級                |
| 2      | 3.491 (268km/h)                  | 2.666 (265km/h) | a 級                |

## 3. スペクトル解析

No.2 の道床交換前後の軸箱加速度波形を図1に示す。図1より、道床交換実施により交換前に軸箱加速度の値が大きい箇所小さくなっている。図1の軸箱加速度波形をスペクトル解析した結果を図2に示す。図2より、交換前後で空間周波数0.5(1/m)以下の周波数帯域で変化が見られる。

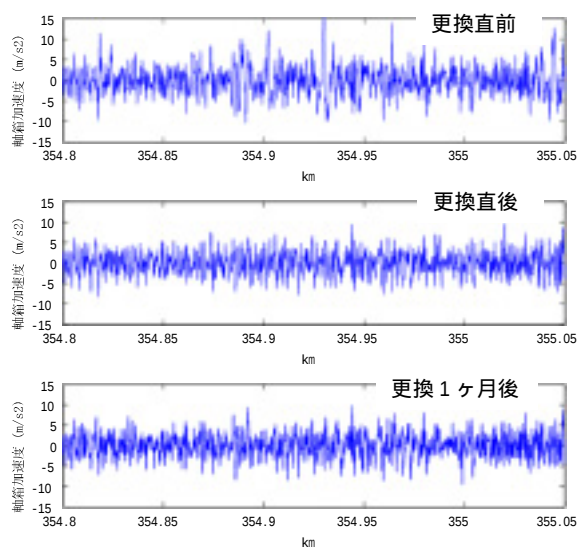


図1 No.2の軸箱加速度波形

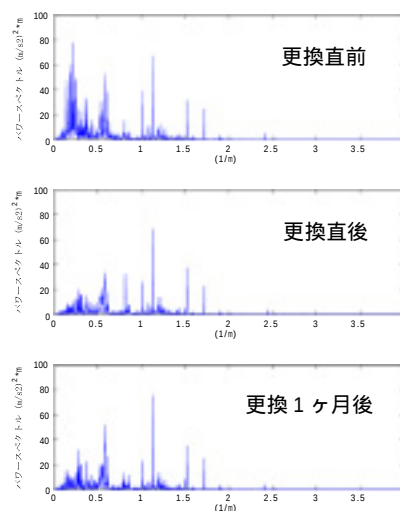


図2 No.2の軸箱加速度のパワースペクトル

キーワード 道床，軸箱加速度，標準偏差，スペクトル解析，ウェーブレット解析

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道（株）技術開発部 T E L 0568-47-5380

## 4. ウェーブレット解析

3. のスペクトル解析において、道床更換前後で変化の見られた空間周波数  $0.5(1/m)$  以下の周波数帯域を取り出すため No.1 および No.2 の軸箱加速度データにローパスフィルター (LPF) をかけて処理した波形を図3, 図4に示す。図3, 図4に示す波形についてウェーブレット解析を実施した結果を図5, 図6に示す。ウェーブレット解析には MATLAB, マザーウェーブレットとして Symlets を用いた。図中の色はウェーブレット係数の値の大小を表し、各図における最大値から最小値までの範囲を自動的に分割している。更換前は, 図3, 図4の更換区間において局所的に軸箱加速度が大きい箇所が見られ, その箇所は図5, 図6のウェーブレット係数が大きい箇所と一致しているが, 周波数に相当するスケールについては卓越しているスケールは見られない。更換後は, 図3, 図4の更換前に更換区間において見られた局所的に軸箱加速度が大きい箇所の軸箱加速度は小さくなり, 図5, 図6のウェーブレット係数も小さくなっている, また, 更換区間と未更換区間のウェーブレット係数の大きさの差は小さくなるが, 卓越しているスケールは見られない。

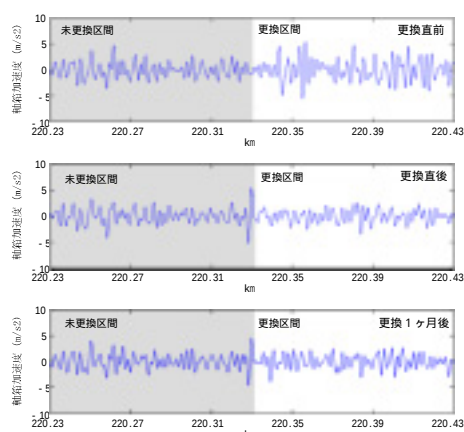


図3 No.1の軸箱加速度 LPF 処理波形

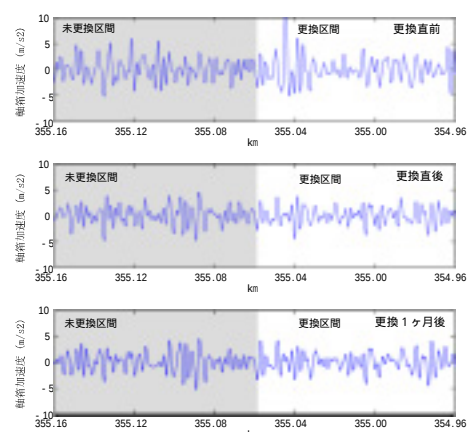


図4 No.2の軸箱加速度 LPF 処理波形

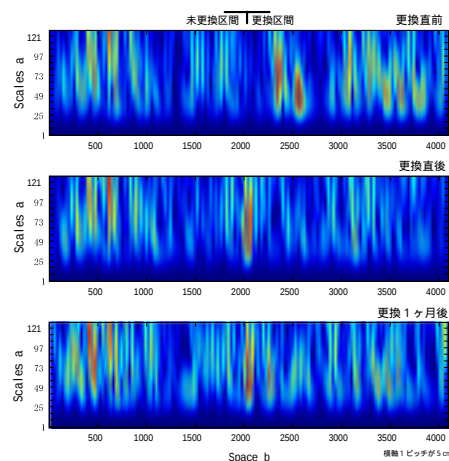


図5 No.1の軸箱加速度のウェーブレット解析

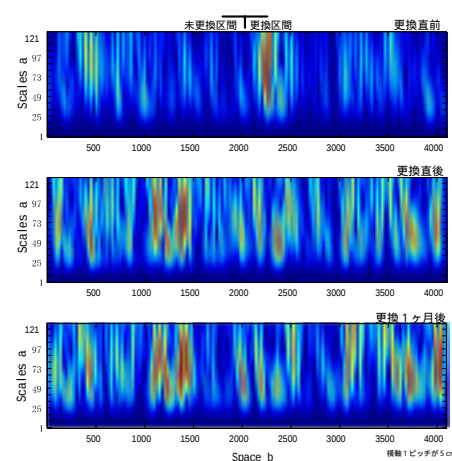


図6 No.2の軸箱加速度のウェーブレット解析

## 5. おわりに

道床更換前後で軸箱加速度の標準偏差が変化する箇所について軸箱加速度にウェーブレット解析を適用した結果, 道床更換前後でウェーブレット係数の値に変化が見られた。今後は, むら直し多投入箇所での道床更換前後の軸箱加速度について解析を行うとともにマザーウェーブレットを変更するなど解析を進める予定である。最後に, 今回の解析でご協力をいただいた(株)大崎総合研究所の皆様に深く感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 長戸博他 弾性波探査法による道床バラストの劣化度評価に関する考察 土木学会第53回年次学術講演会概要集 -465 1998.10
- 2) 須永陽一他 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