

## 確認車の軸箱加速度を用いた軌道状態把握手法の精度向上

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 下野 勇希  
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○楠田 将之  
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 山口 義信

### 1. 開発の目的

新幹線の保守作業後の更なる安全性向上を目指して、初列車走行前に全線の線路状態をパトロール走行する高速確認車（以下、「確認車」という。）により著大な軌道狂いの有無を確認することを考えている。これまで筆者らは、慣性測定法を活用することにより、簡便かつリアルタイムに著大な軌道狂いを把握できる手法を提案した<sup>1)</sup>。今回、本手法の精度向上に向けた改修を行い、良好な結果が得られたので報告する。

### 2. 装置の概要

装置の要求仕様は以下のとおりとしている<sup>1)</sup>。

- ・著大な軌道狂い（10m 弦高低狂い 10mm 相当（暫定））をリアルタイムに検知すること
- ・目標精度は $\pm 1 \sim 2$  mm（電気・軌道総合試験車（以下、「試験車」という。）との比較精度及び再現性）
- ・走行速度は 30～110km/h で使用できるもの

軌道狂いの演算（以下、「演算」という。）は、定格 50G の加速度センサにより得られた確認車の軸箱振動加速度を 2 回積分することにより求めることとしており、これまでの検証により概ね走行速度 40km/h 以上において良好な演算精度が得られることを確認している（図 1）。

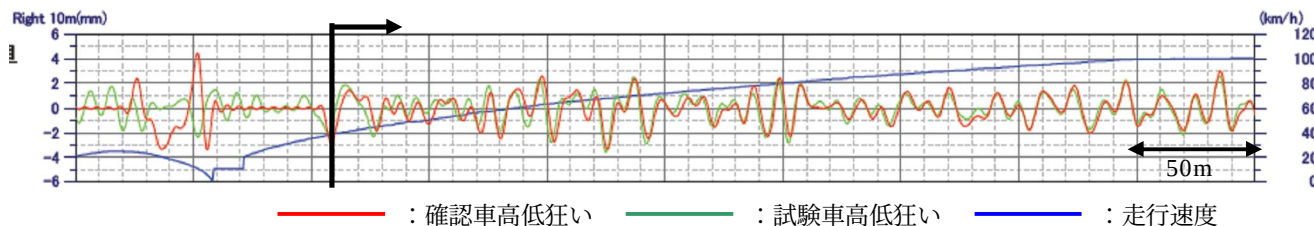


図 1 試験車高低狂いと確認車高低狂いの関係

### 3. 演算精度向上に向けた取り組み

#### (1) 加速度センサの見直し

今回、低速域における演算精度向上に向けた取り組みを行った。一般に図 2 に示すとおり、検出すべき最小の軌道狂い振幅と加速度センサの性能に基づき検出可能な加速度の大きさ（以下、「分解能」という。）から理論上の検出最低速度は決定される。そこで、定格 50G の加速度センサを定格 20G のものに変更し、分解能の向上を図ることとした。これにより、検出すべき最小の軌道狂い振幅を 0.5 mm とする場合、理論上の検出最低速度は 31.7km/h から 20.0km/h へ改善されることとなる。

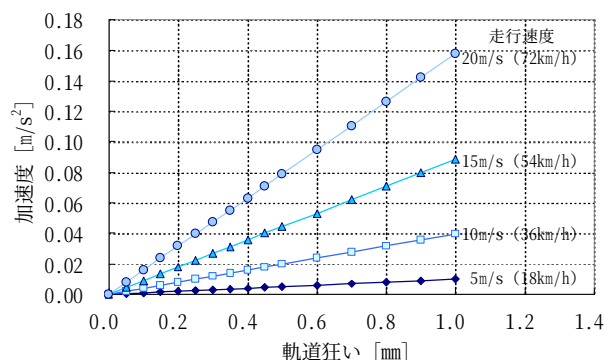


図 2 10m 弦軌道狂いにより発生する加速度と走行速度

#### (2) 演算ロジックの見直し

加速度センサの変更に伴い継目部等衝撃が発生する箇所において定格を超過する可能性が生じる。このとき加速度波形は定格値で飽和（以下、「クリップ」という）する。この波形例を図 3 に、これを演算に用いている帯域におい

キーワード 高速確認車, 軸箱加速度, 慣性測定法

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目 4 番 24 号 西日本旅客鉄道

て周波数分析した結果を図4に示す。

図4より、クリップされた波形の周波数成分は元の波形と差異が小さいため、演算精度に与える影響は小さいと考えられる。しかし、演算に先立ち、クリップされた波形データをサンプリングする際、図5に示すとおりそのタイミングにより周波数成分にばらつきが生じ、演算精度に影響する可能性があることがわかった。そこで、演算に用いるデータを概ね10m弦の軌道狂いに相当する3.5Hz以下のものに改めるよう演算ロジックを見直し、極力誤差の要因となるものを排除することとした。

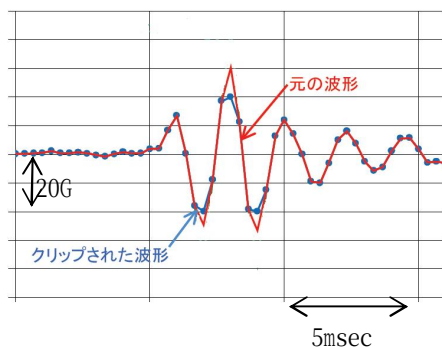


図3 定格超過時の波形例

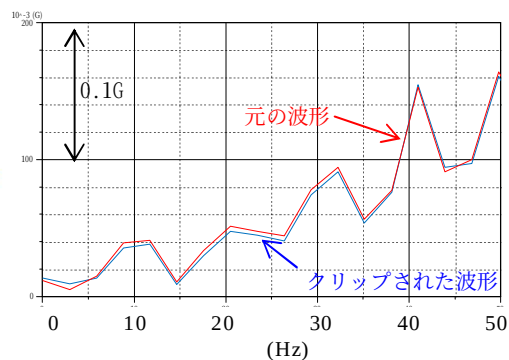


図4 周波数解析結果

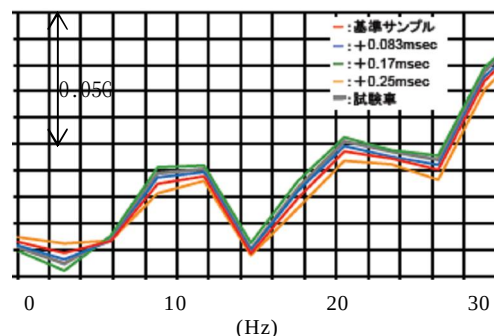


図5 サンプリングのタイミングの違いによる影響

#### 4. 走行試験による精度確認

本線において走行試験を実施し、前3項で述べた装置構成の見直しに伴う精度の確認を行った。図6に軌道狂い演算結果とそれに対応する試験車の検測結果(25m代表値)について回帰分析を行ったときの決定係数と回帰線に対する99.7%信頼区間を速度別にまとめた結果を示す。これより、20Gのセンサを用いたものについては、速度20km/h以上において十分な精度が得られることが確認できた。また、図7に走行速度80km/h時の軌道狂い演算波形と試験車の測定値とを演算ロジック見直し前後で比較し、回帰線および99.7%の信頼区間を求めた結果を示す。この図より、演算ロジック見直しにより比較的高速度域においても精度向上に効果があることが確認できた。

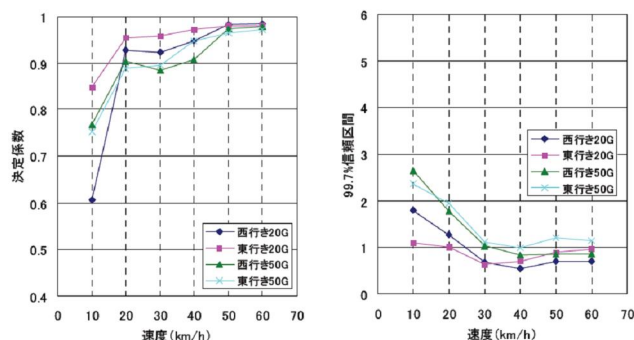


図6 低速域における精度評価

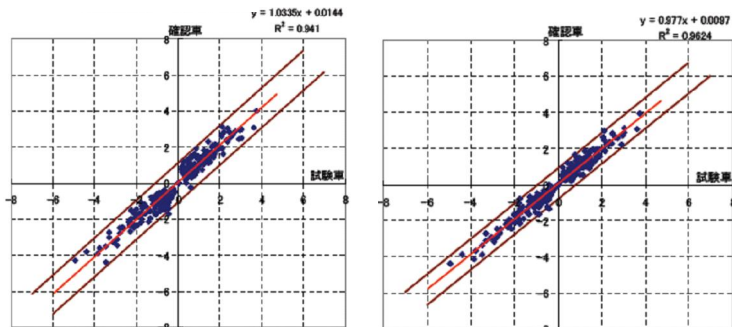


図7 演算ロジック見直し前後の演算精度(左:改修前, 右:改修後)

#### 5. まとめ

今回、加速度センサの変更(定格50G→20G)および演算ロジックの見直し(演算データの周波数成分の見直し)により、低速域の演算精度の向上を達成することができた。同時に、低速度域以外においても、演算精度の向上を達成することができた。

最後に、今回の試験等に協力いただいた関係各位に対しこの場を借りて謝意を申しあげる。

#### <参考文献>

- 1) 下野勇希, 山口義信: 確認車の軸箱加速度を用いた軌道状態把握手法の検討, 土木学会第65回年次学術講演会