

J R 東日本における新幹線の乗心地管理手法の開発

JR 東日本 正会員 ○瀬谷 誠

JR 東日本 正会員 原田彰久

1. はじめに

JR 東日本における新幹線の乗心地管理では、おもに 40m 弦軌道変位による整備を実施している。今回、動揺推定手法を用いて動揺加速度を直接管理する手法について検討した。以下に詳細について報告する。

2. JR 東日本における新幹線の乗心地管理

乗心地管理には、営業列車による動揺加速度測定および検測車による軌道変位 (40m 弦変位) を用いている。

営業列車により目標値以上の動揺が発生した箇所について、主として、40m 弦軌道変位の整備を実施している。また、40m 弦軌道変位にも目標値、基準値を定め、目標値以上の変位について順次整備を実施している。

2. 従来の管理手法における問題点

(1) 40m 弦軌道変位導入の経緯

営業速度の向上 (210km/h→240km/h) に伴い、乗心地の悪化が顕著になった。このとき検証された動揺加速度と 40m 弦軌道変位の相関に基づき、40m 弦軌道変位による乗心地管理が導入された。40m 弦軌道変位を活用した整備により、効果的な乗心地向上が図られてきた。

(2) 問題点

①動揺の残存

整備が進み軌道状態が良化するにつれ、40m 弦軌道変位では捕捉不可能な動揺、特に 40m 弦高低変位で捕捉不可能な上下動揺が残存するようになってきた (図 1)。

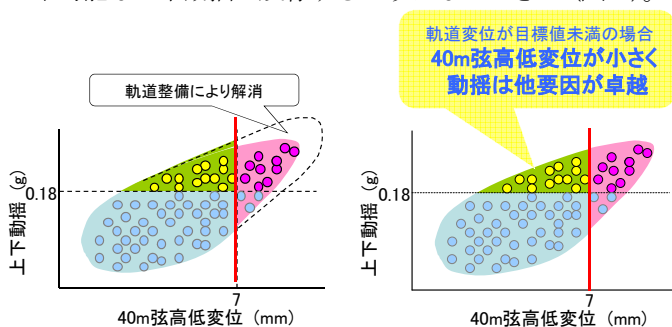


図 1 40m 弦高低変位と上下動揺の関係

②一律の整備計画

整備効果の程度は施工後の営業列車による動揺測定までは把握不可能であり、40m 弦軌道変位波形を基にして、延長 80～120m 程度の一律の整備計画、施工をおこなっている。

3. 新しい管理手法の開発

(1) 基本的な考え方

前述の問題点の背景として、動揺管理に 40m 弦高低変位を用いていることが挙げられる。このため、40m 弦高低変位を介さないこととして開発を進めた。

(2) 手法

新しい動揺管理手法のフローを図 2 に示す。

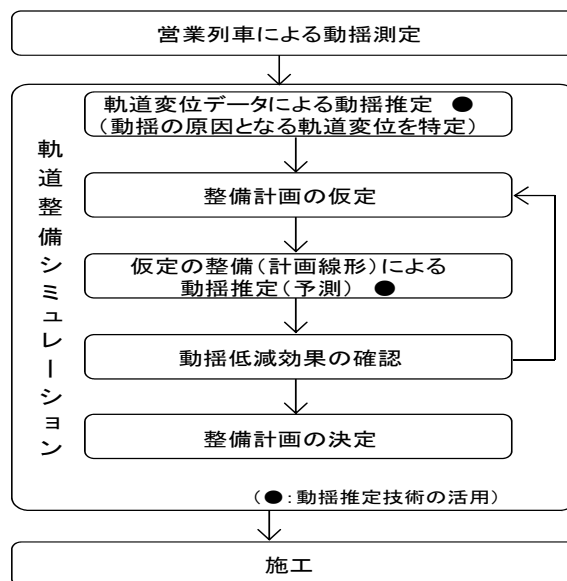


図 2 動揺管理のフロー

(3) 開発

必要なツールについて、開発をおこなった。

①フィルタを活用した動揺推定

古川ら¹⁾による手法を用いて、10m 弦高低変位から上下動揺加速度を推定するフィルタを作成した (図 3)。

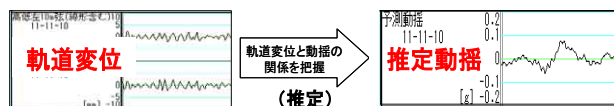


図 3 軌道変位からの動揺推定

これにより軌道変位と動揺加速度との関係を把握し、動揺の原因となる軌道変位を特定することが可能となる (図 4)。

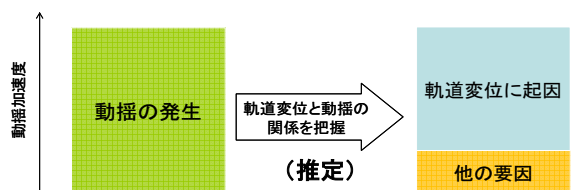


図 4 軌道変位と動揺加速度の関係

キーワード 動揺推定 シミュレーション

連絡先 JR 東日本テクニカルセンター (さいたま市北区日進町 2-479 Tel 048-651-2389 Fax 048-651-2289)

②推定動揺に基づく軌道整備シミュレーション

最適な軌道整備計画を策定するため、復元波形上において動揺低減効果をシミュレーションするツールを開発した。復元波形での計画線形上を列車が走行した場合の動揺を推定するものであり、例を図5に示す。

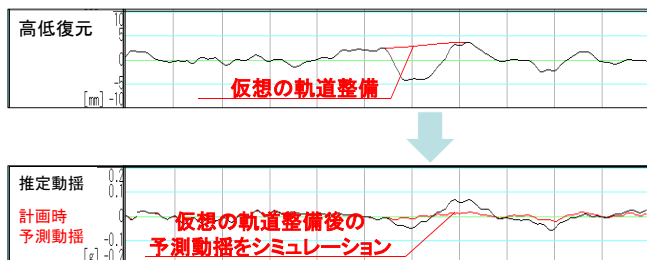


図5 計画線形と動揺低減効果のシミュレーションの例

4. 検証

(1) フィルタの検証

作成したフィルタについて以下のとおり検証をおこなった結果、実用可能であることを確認した。

①実測値と推定値の比率

実測値で全振幅 0.12g 以上の箇所について、推定値と比較した。推定値は、実測値の約 0.89 倍であり、最大誤差は約 0.01g であった (図6)。

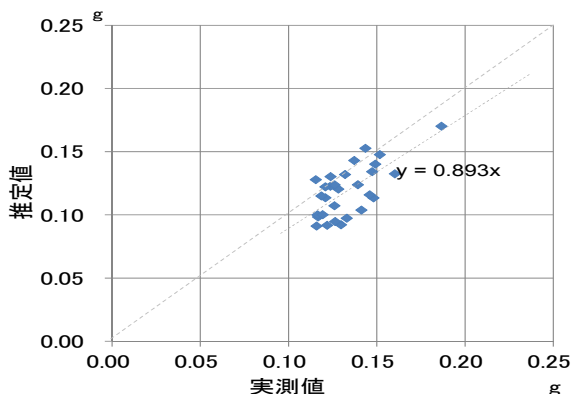


図6 実測値と推定値の比較 (実測 0.12g 以上)

②実測値と推定値の相関

波形が概ね一致する区間においてコヒーレンスを算出したところ、1~1.5Hz の帯域において 0.9 以上であった (図7)。

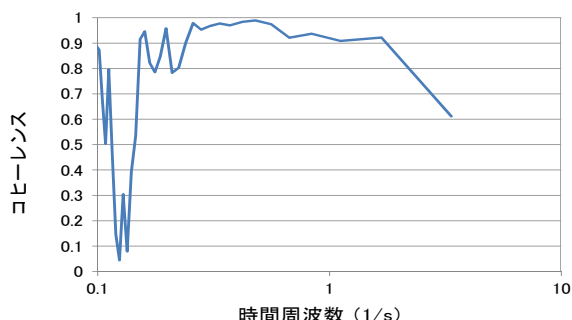


図7 実測動揺と推定動揺のコヒーレンス

(2) シミュレーションの検証

シミュレーションについて表1に示すとおり試験施工による検証をおこなった結果、実用可能であることを確認するとともに、以下の知見を得た。

表1 シミュレーションに基づく試験施工結果

単位: 動揺 g 延長 m

施工前実測: 営業車による測定値

施工前推定: 営業車測定直近の軌道変位から推定した動揺

計画時予測: 計画線形の軌道変位から予測(推定)した動揺

施工後推定: 施工後直近の軌道変位から推定した動揺

施工後実測: 施工後直近の営業車による測定値

①軌道整備計画の柔軟性

区間AおよびCのように、40m 弦高低変位を用いた計画より施工延長が短い場合でも動揺低減効果を確認できた。また、区間CおよびEから、施工延長の長短により動揺低減効果の大小を選択可能なことがわかった。

施工延長と動揺低減効果のバランスを考慮した柔軟な整備計画を選択することが可能となった。

②軌道整備計画の妥当性

計画時予測動揺と施工後推定動揺の差は、最大で 0.02g であり、実用上問題ない範囲であった。

差の傾向として、区間Aを除く4区間において、
(ア: 計画時予測動揺) ≤ (イ: 施工後推定動揺)
となった。これは、計画線形と施工後線形の差(施工精度)が影響すると考えられる。また、施工延長が短いほど、施工精度の影響が大きくなると考えられる。

5. まとめと今後の課題

開発した新しい管理手法について、実用可能であることを確認した。

今後は、動揺加速度による検収等、検収方法についても検討を進めていく。

【参考文献】

- 古川, 吉村: 統計モデルによる車両上下動揺の予測と軌道管理への適用, 鉄道総研報告 Vol. 17, No. 2, 鉄道総研, 2003. 2.