

列車動揺予測手法の乗り心地管理への適用

九州旅客鉄道(株) 正会員 松崎 学
九州旅客鉄道(株) 正会員 篠脇 諭

1. はじめに

当社は、軌道狂い測定、体感乗り心地把握の他に、最高速度110km/h以上の主要三線区（図1参照）で営業列車による列車動揺測定を毎月実施し、これら3つの結果をもとにした乗り心地管理を実施している。特に九州新幹線開業に伴い運行される「リレーつばめ号」の乗り心地改善に主眼を置いた取り組みを行ってきた。

本稿では、より合理的な乗り心地管理を目指して、列車動揺予測手法を試行的に導入したので、その内容について報告する。なおここでは上下動揺に着目した考察を行う。

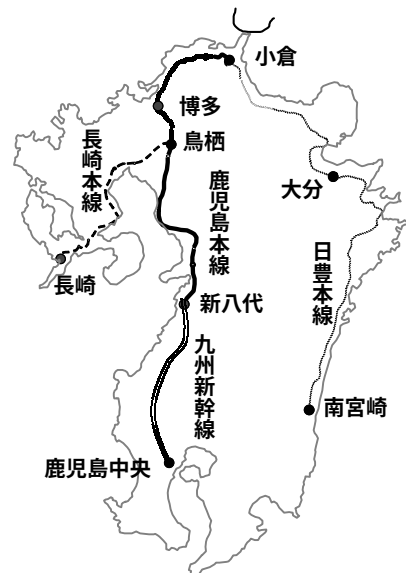


図1 九州新幹線と主要三線区

2. 乗り心地管理の現状

乗り心地管理を行う上で不可欠となる列車動揺測定は、測定中の列車速度に大きく依存する。列車動揺加速度を営業列車で測定する限り、その測定結果は列車運行状況に左右され、速度に対応した列車動揺を常に確実に把握することは困難となる。

そこで、軌道検測車による軌道狂い測定結果から速度に応じた列車動揺を予測し、従来の列車動揺検査を補強することとした。

3. 上下動揺の予測方法

上下動揺の予測のために、車両の動特性と等価なフィルタをあらかじめ作成し、軌道狂いにフィルタ処理をして上下動揺予測波形を出力するシステムを構築することとした。上下動揺の予測フローを図2に示す。まず実測の高低狂い10m弦を復元処理（復元帯域6～80m）した高低狂い（復元）と、列車動揺測定から得られた上下動揺（実測）からシステム同定を行い、予測フィルタを作成する。システム同定にあたって列車速度毎（130、110、90km/h）、車両形式毎（非振子、振子車両）の上下動揺実測データを用いることで、列車速度および車両形式に応じた予測フィルタを作成した。上下動揺と高低狂いは相関が高いことが知られているため、この予測フィルタを用いれば任意の区間における速度別の上下動揺が予測可能となる。

この方法では、車両形式毎の動揺測定データが取得できれば予測フィルタが作成可能であることから、定常的な列車動揺検査を行わない線区においても適用可能であり、その有効性は高い。また列車動揺検査と異なり、PC上で簡単に処理できるため、効率良くかつ常に走行速度に対応した列車動揺を把握できるといったメリットもある。

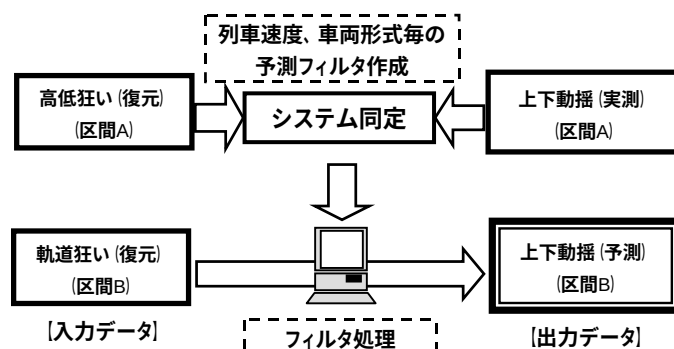


図2 上下動揺の予測フロー

キーワード：乗り心地、列車動揺予測、システム同定、デジタルフィルタ

連絡先：九州旅客鉄道(株) 鉄道事業本部 施設部 保線課 福岡県福岡市博多区博多駅前3丁目25番21号 TEL092-474-2449

4. 上下動揺実測波形と予測波形の比較

上下動揺実測波形と予測波形との比較を図3に示す。当該区間は、軌道線形が直線、車両形式は非振子車両、列車動揺実測値は110km/hの一定速度で走行した結果であり、上下動揺予測値110km/hとの比較を行う。予測波形は、波長、振幅特性ともに実測波形を比較的精度高く表現できており、精度が高いことを確認した。

5. 速度向上実施区間への適用

地上設備の改良（軌道構造強化、線形・構内改良等）と振子車両投入により、最高速度85km/hから110km/hへと速度向上する計画となり、速度向上後の列車動揺発生状況の把握が必要となったこと。そのため速度向上前に上下動揺予測手法を当該線区に試行的に適用した乗り心地管理を行った。

速度向上区間における上下動揺予測波形を図4に示す。速度向上前の上下動揺は、ほぼ計画速度で測定された結果である。速度向上後の上下動揺予測波形は、区間前半は速度向上後も大きな動揺は発生しないが、速度が110km/hから95km/hへ変化する付近（図4○囲み）で上下動揺管理目標値 2.5m/s^2 （全振幅）に達する可能性があることなどがわかった。このように本予測手法を用いれば、速度向上前に動揺の著大値発生箇所をあらかじめ把握できることから、速度向上後を想定した効率的な乗り心地管理が可能となった。

6. おわりに

列車動揺予測手法を乗り心地管理に適用することで、走行速度に対応した列車動揺を把握することが可能となり、列車運行状況の影響を受けない列車動揺管理や、速度向上に対応した事前の軌道整備が可能となった。今後は左右動揺に関する検討を進めるとともに、現在推進している軌道狂い（復元）を利用したMTT作業との連携により、軌道補修精度の向上を図る予定である。

なお予測フィルタの作成に際しては(財)鉄道総研古川敦氏に御協力頂いた。ここに記して感謝申し上げます。

【参考文献】

1)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 2003年2月号。

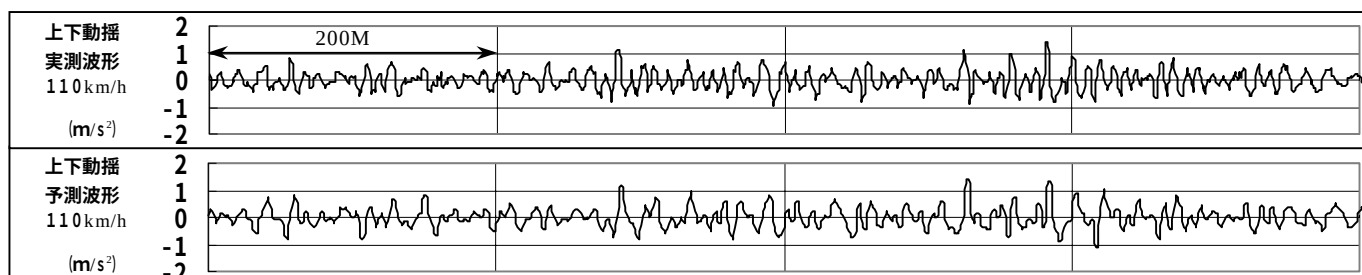


図3 上下動揺実測波形と予測波形の比較

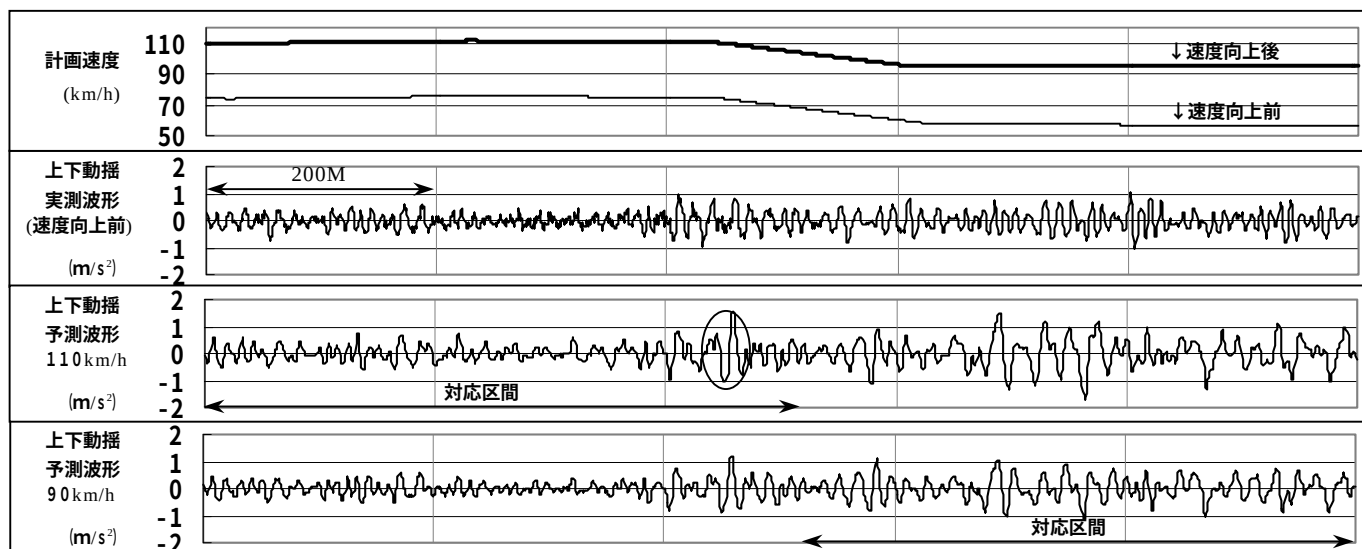


図4 速度向上区間における上下動揺予測波形