

高頻度検測データを活用した MTT 運用計画支援システムの開発

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○山口 剛志
(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 三和 雅史
(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 吉田 尚史

1. はじめに

高頻度検測データ(以下、「高頻度データ」という.)に対応した MTT 運用計画支援システム(以下、「MTS」という.)を開発し、線路設備モニタリング装置で取得された高頻度データを用いて試算を行った。

2. 高頻度データ対応版 MTS の開発

MTS は、実測データを基に計画期間の開始時から無保守で計画期間を終了した時の軌道変位標準偏差を予測し、MTT 施工計画を作成するシステムである。今回、従来版の MTS¹⁾に以下の機能等を新たに追加した。

(1) 高頻度データへの対応

1 日に複数回取得されたデータを読み込み、各日の代表データを作成する機能や異常値を排除する機能を追加した。

(2) 軌道変位進みの予測パラメータのロット別最適化
従来版では、予測に用いるパラメータ(軌道変位進み、保守効果)を全ロットで共通にしていたが、高頻度版では履歴データを活用してロット別に予測誤差が最小になるように予測パラメータを算出して用いる。

(3) 軌道変位推移の確率的予測

ロットごとに軌道変位推移履歴データを基に予測誤差を算出し、予測値を出力する。

図 1 は開発した MTS の主操作画面であり、画面上で必要なデータの選択や処理を実行する。

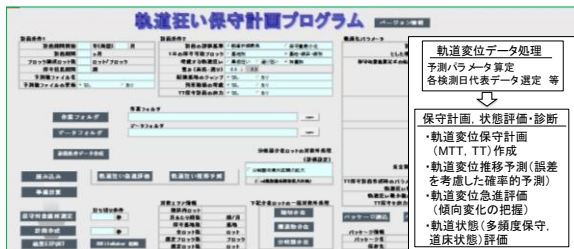


図 1 MTT 計画支援システムの主操作画面

3. システムによる MTT 計画の作成と評価

試算に使用したデータ及び条件、結果を以下に示す。また、従来の MTS との性能比較を行うために従来の測定間隔(年 4 回)で取得したデータを用いて同一期間の計画を作成した。なお、施工対象箇所を区分した最小単位をロットとし、1 晩に施工可能なロットのまとまりを 1 ブロックとする。

3.1 計画作成に使用したデータ

- (1) 首都圏在来線：0K000M～21K500M
- (2) データ取得期間：2013 年 5 月～2014 年 9 月末
- (3) 検測世代数：314 世代(最大 7 日おき)
- (4) 計画対象ロット数：115 ロット(計画区間の全ロット数 291 ロットから駅構内、無道床、分岐器、伸縮継目が含まれるロット数 176 ロットを除いた数)

- (5) ロット延長：100m(道床種別や軌道構造を考慮して区分したため一部のロット延長は異なる)
- (6) 軌道変位項目：10m 弦高低変位(標準偏差)

3.2 試算条件

- (1) 計画期間：2014 年 10 月～2015 年 3 月
- (2) 1 回の施工延長：最大 5 ロット/ブロック

3.3 試算結果

高頻度データを使用した計画と従来頻度検測データ(以下、「従来頻度データ」という.)を使用した計画の分析結果を以下に示す。

(1) 施工計画箇所

図 2 は、施工計画/非計画ロットについて、使用したデータの違いを区別して示したものである。



図 2 施工計画ロットの比較

この図から、高頻度データを使用した場合と従来頻度データを使用した場合では、ほとんど共通した箇所に保守が計画されたことがわかる(48 ロット中 43 ロットが共通)。

一方、施工計画が異なった箇所が生じた要因について分析した。

図 3 は施工箇所が異なった 5 ロットにおける各ロットの軌道変位とその平均値を示したものである。図より、高頻度データを使用した計画では、LotNo.174～

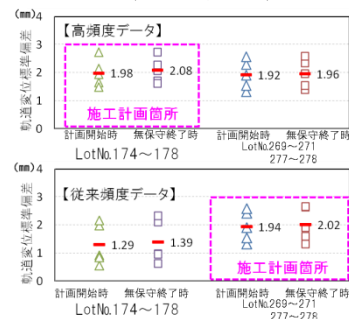


図 3 施工計画箇所が異なったロットの軌道変位比較

178 の方が LotNo.269～271, 277～278 よりも計画開始時と無保守終了時の軌道変位の平均や最大値が大きいことがわかる。一方、従来頻度データを使用した場合には LotNo.269～271, 277～278 の方が LotNo.174～178 よりも計画開始時と無保守終了時の軌道変位の平均値や最大値が大きいことがわかる。このことから、両データ間で、ロットの軌道変位予測値に差が生じ、本システムでは悪い箇所を優先的に施工する計画を作成するために施工計画箇所に差異が生じたと考えられる。

以上より、使用するデータによる軌道変位の予測値の差異が、施工計画箇所の違いに影響することがわかった。そこで、この差異の発生理由を分析した。ここでは、高頻度データを使用した場合にのみ施工計画箇所に選択された LotNo.174 と従来頻度データを使用し

キーワード MTT, 高頻度検測データ, 軌道変位, 予測

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2 丁目 8 番地 38 号 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7278

た場合にのみ施工計画箇所を選択された LotNo.269 のデータを分析する. 各々の軌道変位推移を図 4 に示す.

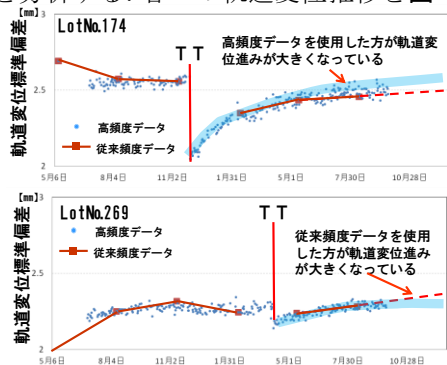


図 4 施工計画が異なるロットの軌道変位推移

図より, LotNo.174 では TT 施工後, 施工前の状態に戻っていくという推移を高頻度データでは捉えている. 従来頻度データにおいても推移は似ているが, 軌道変位進みの予測値が高頻度データを使用した場合に比べて小さい. この結果, 計画期間中の軌道変位は高頻度データを使用した場合の方が大きく予測され, 施工計画箇所を選択されたと考えられる. 一方, LotNo.269 についても, LotNo.174 と同様に TT 施工後に軌道変位が施工前に戻り, 軌道変位進みは徐々に緩やかになりつつあることが高頻度データからわかる. 従来頻度データでは, 施工後のデータ数が 2 点しかいないため, 上述のような軌道変位進みの変化を把握できていない. このため, 従来頻度データを用いた軌道変位進みは高頻度データを用いた場合に比べて大きく予測され, 施工計画箇所を選択されたと考えられる. このように, 施工後の軌道検測の時期や回数により, 従来頻度では把握できない直近の軌道変位進みの変化を高頻度では捉えることができる. すなわち, 軌道変位が急進しやすい箇所や多頻度保守が実施されている箇所では, より高頻度データを用いた施工計画の方が質の高い計画を策定できると考えられる.

次に, 計画開始時と無保守終了時の軌道変位の予測値を, 縦軸に従来頻度データ, 横軸に高頻度データを用いて図 5 に示す.

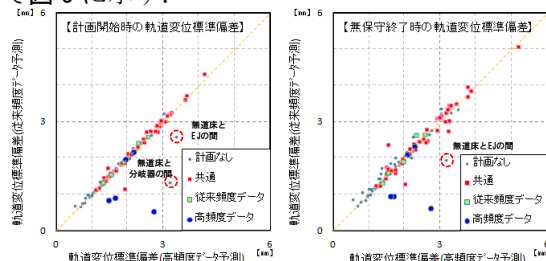


図 5 使用データの違いによる計画開始時と無保守終了時の軌道変位標準偏差の予測値

高頻度データ, 従来頻度データのいずれを使用した場合でも, 軌道変位が大きな箇所が施工計画箇所として選択される傾向にあることが確認できた. ところで, 無道床と分岐器に挟まれたロットや無道床と伸縮継目 (EJ) に挟まれたロットは MTT 施工の対象外ロットに挟まれており, 図 5 の点線で囲まれたロットの軌道変位は, 施工対象となる目安値よりも小さいことから, 今回の試算では施工対象となっていない. これらのロットについては軌道変位が施工対象とする目安値より大

きくなれば, MTT 施工対象外ロットに挟まれていても, 施工対象として計画に反映される.

(2) 予測精度に関する分析

これまで述べてきたように, 高頻度データと従来頻度データの両データ間で施工計画箇所に変化が生じた要因として, 軌道変位の予測値の違いが挙げられる. そこで予測精度の差について分析する.

ここでは 2013 年 5 月から 2014 年 4 月までの 1 年分のデータを用いて半年後の状態を予測し, 使用データの違いが精度に与える影響を実測値と比較することで分析する. 分析手法は, 軌道変位に影響を与える MTT 施工, TT 施工, 道床交換の作業履歴があるロットを除いた 2014 年 5 月から 9 月までの軌道変位を用いた 2014 年の予測値と 2014 年の 10 月の軌道変位の実測値と比較する. 縦軸に 2014 年 10 月の軌道変位の実測値, 横軸に使用データ別の軌道変位の予測値として比較する. 結果を図 6 に示す.

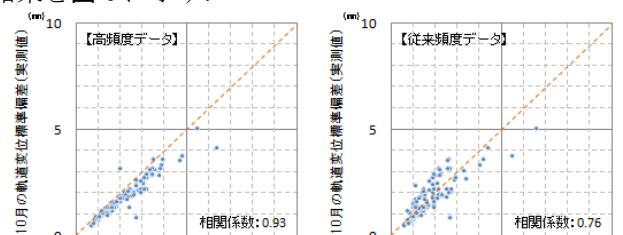


図 6 使用データの違いによる予測値と実測値の比較

図から, 実測値と予測値の間には相関があり, 相関係数は高頻度データを用いた場合の方が従来頻度データを用いた場合より大きく, ばらつきが小さい. よって高頻度データを用いた方が予測精度は高く, これに基づく保守計画の精度も高いと考えられる. また, システムではデータの蓄積により予測パラメータを逐次更新する機能があるため, 継続的な運用によって更なる予測精度向上が見込まれる.

4. まとめ

本研究では, 高頻度データに対応した MTT 計画支援システムを開発し, 高頻度データを用いた場合と従来頻度データを用いた場合で作られる MTT 施工計画について比較を行った. その結果を以下のようにまとめる.

- (1) 計画された施工箇所は 48 ロット中 43 ロットで共通のロットが選択された.
- (2) 両計画間で異なった施工計画箇所が存在したことについては, 軌道変位の予測値に差異があったためと考えられる.
- (3) 高頻度データを用いた予測値の方が従来頻度データを用いた場合より予測精度が高い. よって保守計画の精度も高いと考えられる.

謝辞: 本研究で使用了軌道変位データは JR 東日本テクニカルセンターより提供していただいたものです. ここに記して感謝いたします.

参考文献

- 1) 三和雅史他: 最適軌道保守作成モデルの実施検証に基づく性能評価と運用実施の汎用化, 土木学会論文集, Vol.69, No.2, pp.160~175, 2013.