

### 高頻度検測データを活用した MTT 投入時期の予測に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○玉井	翠
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	葛西	亮平
鉄道総合技術研究所	正会員	山本	修平
鉄道総合技術研究所	正会員	吉田	尚史

#### 1. 背景と目的

バラスト軌道は、列車の繰返荷重によって軌道変位を生じるため、定期的な保守が不可欠である。軌道保守には、主に人力保守用の HTT と大型保守用機械の MTT が用いられるが、限られた軌道保守費で良好な軌道状態を維持するためには、圧倒的な費用便益を有する MTT を効率的に運用していくことが重要である。

MTT を効率的に運用するためには、過去の軌道変位推移の履歴から軌道変位進みを分析し、適切な時期に MTT を投入することが重要である。しかし、従来の East-i による軌道検測（以下、従来頻度検測）では、検測回数が少なく、検測間隔も一定でないため、適切な投入時期の予測が難しかった（図 1）。そこで本稿では、数日に 1 回の頻度で行われるモニタリング軌道検測（以下、高頻度検測）データをもとに MTT 計画日直近の軌道変位進みを分析することで、場所毎に異なる最適な MTT 投入時期の予測を行う手法について、日光線を事例に検討した。なお、本稿で述べる軌道変位は、全て高低変位のことであることを付言しておく。

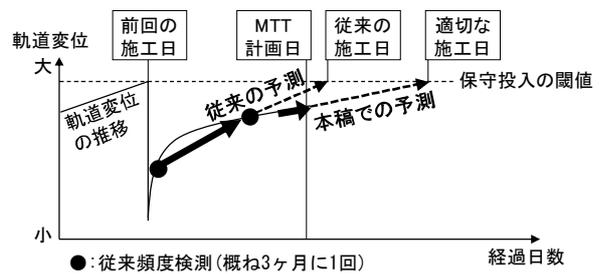


図 1 MTT 施工日の予測イメージ

#### 2. 高頻度検測の課題と解決法

##### 2.1 位置ズレ等に起因する検測値変動の平滑化

高頻度検測は、軌道形状を 0.25m 間隔で測定しているが、検測毎に常に同じ位置を測定するのは困難であり、日々の検測値に変動が生じる。過去の軌道変位推移の履歴から将来の軌道変位を予測する場合、この変動が非現実的な予測値を算出する場合がある（図 2）。そこで本稿では、過去の履歴データに対して指数平滑化処理を行うことで、日々の検測値変動による影響を除外すると共に、最適な平滑化係数について検討した。

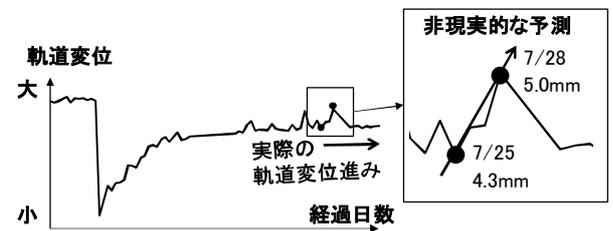


図 2 位置ズレ等に起因する検測値変動

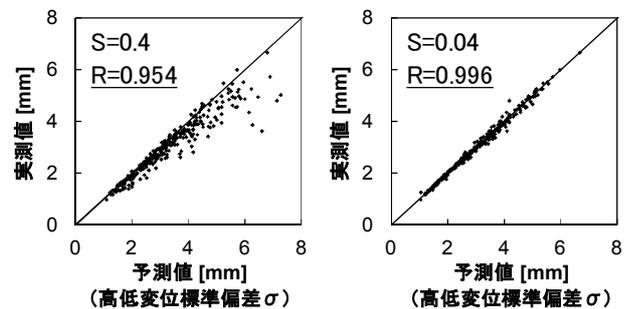


図 3 各平滑化係数での軌道変位の予測値と実測値

平滑化係数s	0.4	0.07	0.04	0.01
相関係数R	0.95	0.996	0.996	0.98
誤差平均[mm]	0.30	0.0284	0.0278	-0.19
標準偏差[mm]	0.41	0.100	0.100	0.24

図 3 に、平滑化係数  $s$  を変化させて、過去半年分のデータから 2 か月後の軌道変位の予測を行った場合の予測値と実測値の比較を示す。複数回の検証により、予測値と実測値の差が最も小さいのは、 $s=0.04$  付近であり、日光線における平滑化係数  $s$  の最適値であると推定される。なお、 $s$  は検測頻度や変動幅によって異なるため、線区や場所毎に算出するのが望ましいと考える。

キーワード マルチプルタイタンパー, 高頻度検測, 軌道変位予測

連絡先 〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通 1-41 東日本旅客鉄道(株)盛岡支社 TEL 019-625-40634

### 3. 検証結果

#### 3.1 将来の軌道変位の予測精度

図4に各検測頻度での約2か月後の軌道変位の予測値と実測値の比較を示す。高頻度検測では従来頻度検測より予測精度が高く、この結果を用いることで従来よりも適切な時期にMTTを投入できる可能性が高い。

#### 3.2 MTT投入時期の予測と施工計画への適用

従来頻度と高頻度検測のデータを用いて、MTT投入時期を予測し、施工対象区間の比較分析を行った。施工対象の選定には高頻度検測対応版軌道保守計画システム(h-MTS)を活用した。h-MTSは過去の履歴データから将来の軌道変位を予測し、最適な時期に施工を行う計画を作成するもので、鉄道総研開発のシステムである。

##### (1) 計画条件

- ・線区延長 : 39.2km (392ロット)
  - ・データ取得期間 : H28.4.1~H28.12.1 (1日~11日毎)
  - ・計画期間 : H29.6
  - ・整備目標 : P値30 ( $\sigma$  3.14mm)
  - ・保守延長 : 1回あたり連続800mを標準
- ※約30種類の入力ファイル、パラメータ値を変えて複数回検証し、最適解を算出

##### (2) 分析結果

図5に各検測頻度でのMTT施工対象区間を示す。全392ロット中、施工対象に違いが出た区間数は64ロットであり、全施工対象区間の約3割に違いが表れた。

図6には、各頻度で施工対象に違いが出た区間の軌道変位進みと軌道変位の頻度分布を示す。なお、いずれも高頻度検測の予測値をもとに集計を行っている。図より、高頻度検測の方が軌道変位の進みが大きく、軌道変位が大きい区間を確実に捉えていることが分かる。

表1には、各検測頻度で軌道変位の整備目標を達成する為に必要なMTT投入数のシミュレーション結果を示す。検証の結果、高頻度検測では投入回数で3回分(2.4km)を効率化できる可能性があることが分かった。

### 4. まとめ

- (1) 高頻度検測データから軌道変位進みを算出する場合は平滑化処理が必要であり、日光線での平滑化係数sの最適値は0.04付近だと推定される。また、sの最適値は検測頻度や変動幅で異なるため、場所毎に算出するのが望ましいと考える。
- (2) 高頻度検測データをもとにMTT施工計画を作成することで、従来よりも軌道変位進みが大きく、軌道変位の大きい区間を確実に施工対象として選定できる。
- (3) 高頻度検測データの活用により日光線ではMTT投入数で3回分(2.4km)を効率化できる可能性がある。

### 参考文献

- 1) 佐野弘典, 三和雅史, 山口剛志, 吉田尚史, 矢坂健太, 坂口和弘: 高頻度軌道検測データの軌道状態診断および保守計画策定への活用方法

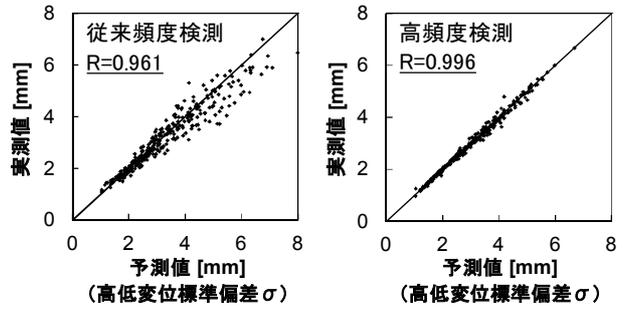


図4 各検測頻度での軌道変位の予測値と実測値

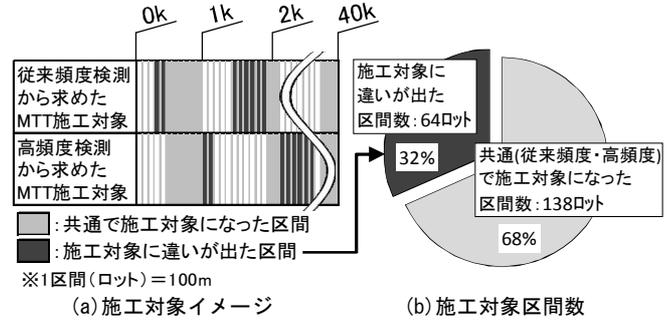


図5 各検測頻度でのMTT施工対象区間

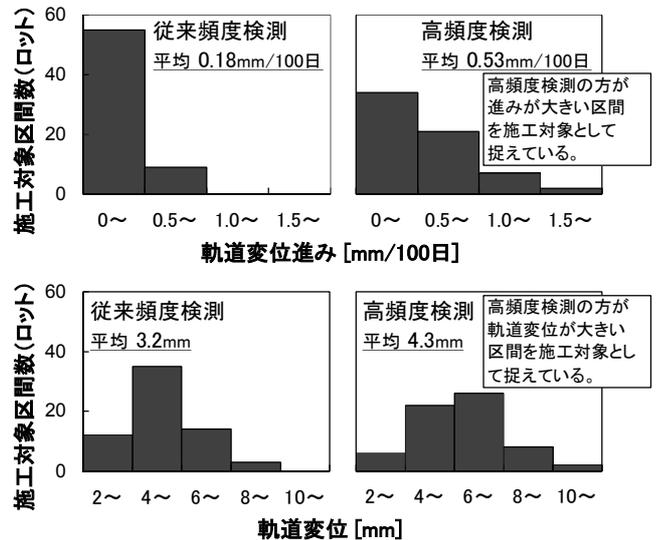


図6 施工対象に違いが出た区間の軌道変位進み(上段)と軌道変位(下段)

表1 整備目標の達成に必要なMTT投入数

	投入回数	投入延長
従来頻度検測	25回	20k
高頻度検測	22回	17.6k