

MTT 保守とレール削正の組み合わせ保守効果推定モデルの実証分析と精度向上

鉄道総合技術研究所 正会員 ○松本 麻美 三和 雅史
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 原田 祐樹

1. はじめに

新幹線では、レール頭頂面の疲労層除去や転動音の低減を目的として、レール削正車によるレール削正を定期的の実施している。また、バラスト軌道の軌道変位整備を目的として、マルチプルタイタンパによるつき固め（以下、「MTT 保守」という）を実施している。この削正と MTT 保守を組み合わせると（以下、「組み合わせ保守」という）、組み合わせ保守後の高低変位（狂い）進みが、組み合わせ保守前に比べて抑制されて、保守周期が延伸できると考えられており、その効果を推定するモデルが考案された。しかし、この推定モデルは山陽新幹線における過去 3 年間の実データから統計的に算出したものであり、そのモデルの検証はなされていなかった。そこで本研究では、この推定モデルの実証分析およびその精度向上の検討を行った。

2. 組み合わせ保守効果推定モデル

組み合わせ保守による軌道変位進み抑制効果を検討するにあたっては、山陽新幹線において電気軌道総合試験車により 25cm 間隔で測定された軌道検測データおよび軸箱加速度データの 25m 区間の標準偏差を用いた。レール凹凸の評価指標には、軸箱加速度を 0.075~0.25m のバンドパスフィルター処理をした軸箱（レール）を用いた。道床の評価指標には、5m 弦高低変位および軸箱加速度を 2~5m のバンドパスフィルター処理をした軸箱（道床）を用いた。

2. 1 組み合わせ保守候補箇所の選定

保守箇所の条件によっては、組み合わせ保守効果を得られない場合があることから、本モデルでは、軌道状態が良好で保守による改善が得られにくい箇所、および道床が著しく悪い箇所を除外できるように、図 1 に示す条件を満たす箇所を組み合わせ保守効果がある箇所（組み合わせ保守候補箇所）とした。

2. 2 組み合わせ保守効果の推定

組み合わせ保守効果を表す指標には、高低変位進

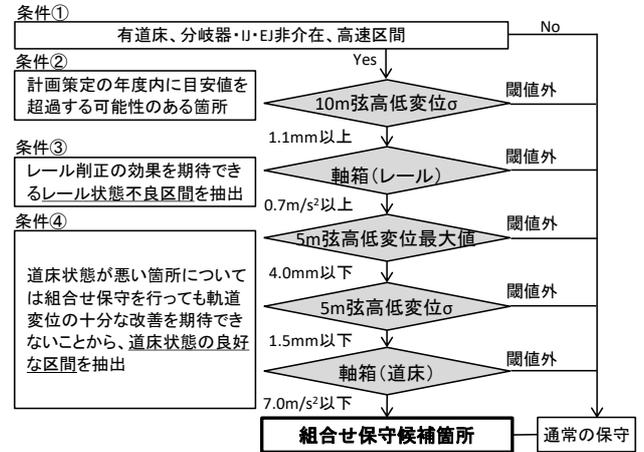


図 1 組み合わせ保守候補箇所の選定

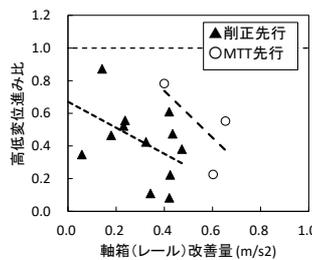


図 2 高低変位進み比と軸箱（レール）改善量

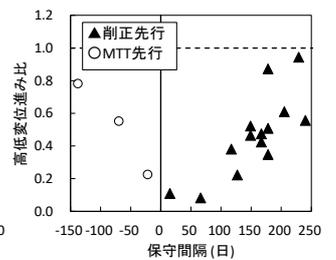


図 3 高低変位進み比と保守間隔

表 1 組み合わせ保守効果推定モデル

先行保守	保守間隔	組み合わせ保守効果推定モデル
削正	$0 \leq x < 70$	$r = -0.40 \times \Delta a + 0.25$
	$70 \leq x < 300$	$r = -0.31 \times \Delta a + 0.0028 \times x + 0.12$
	$300 \leq x $	$r = 1.0$
MTT 保守	$0 \leq x < 20$	$r = -0.40 \times \Delta a + 0.46$
	$20 \leq x < 180$	$r = -0.31 \times \Delta a + 0.0028 \times x + 0.54$
	$180 \leq x $	$r = 1.0$

Δa : 軸箱（レール）改善量 (m/s²), x : 保守間隔 (日)

み比 r （組み合わせ保守後の高低変位進み／組み合わせ保守前の高低変位進み）を用いる。また、レール削正を先に行うものを「削正先行」、MTT保守を先に行うものを「MTT先行」とし、レール削正日と MTT保守日の差を「保守間隔」とする。高低変位進み比は、図2、図3に示すように、削正によるレール凹凸改善量（軸箱（レール）改善量）と保守間隔、そして保守の順序が影響することから、この関係を考慮して、表1に示す推定モデルにより算出する。

表 2 実証分析区間

No	先行保守	保守 間隔 (日)	ロット数 (25m)
1	削正	41	7
2	削正	26	5
3	MTT	5	6
4	MTT	146	3
合計			21

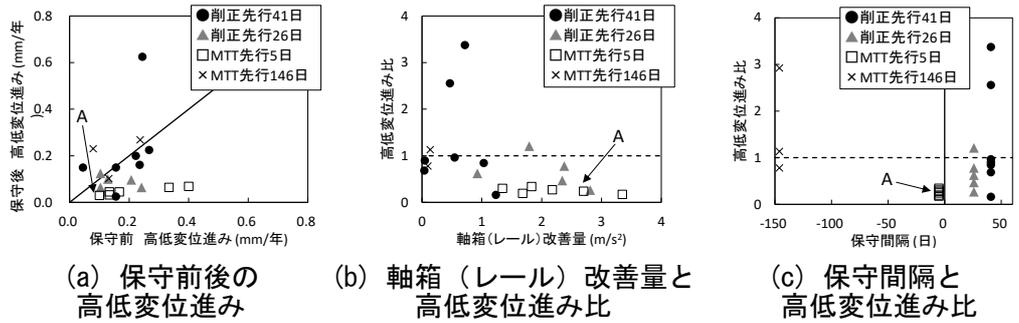


図 4 実証分析区間における組み合わせ保守効果

3. 組み合わせ保守効果推定モデルの実証分析

2.1 に示した組み合わせ保守候補箇所選択法の妥当性を評価するため、年度末の軌道状態から選択した候補箇所に対して、実際に組合せ保守を行い、高低変位進みの抑制効果を分析した。今回は、候補箇所のうち、表 2 に示す MTT 先行の 2 区間、削正先行の 2 区間を含む計 21 ロット (長さ 25m) で実証分析を行った。図 4 に実証分析区間における組み合わせ保守効果を示す。図 4(a) に示す組み合わせ保守前後の高低変位進みより、21 ロットのうち 16 ロットにおいて保守後の進みが保守前より減少した。これより、実証分析区間においては、約 76%のロットで組み合わせ保守効果が確認できた。一方、効果が得られなかった箇所は、各保守の仕上がり状態が影響したと考えられる。図 4(b) に軸箱 (レール) 改善量と高低変位進み比との関係を示すが、削正による軸箱 (レール) の改善量が小さい、即ちレール凹凸の改善量が少ないロットでは効果が小さくなった。これは推定モデルと整合しており、また仕上がり状態が効果の程度に影響を与えていることもわかる。更に、図 4(c) に示す保守間隔と高低変位進み比との関係では、保守間隔が短いほど効果が大きくなっており、これについても推定モデルと整合する。図 5 は、図 4 に図示したロット A における高低変位推移であり、保守後の傾きが保守前と比べて抑制され、組み合わせ保守効果があったことが確認できる。

以上のことから、構築したモデルで出力される組み合わせ保守候補箇所は妥当であり、得られる計画に基づく保守を行うことで、軌道変位保守周期を延伸できると考えられる。

4. 組み合わせ保守効果推定モデルの精度向上

効果推定モデルの精度を向上させるため、既往のモデル構築時のデータに、実証分析で用いたデータ

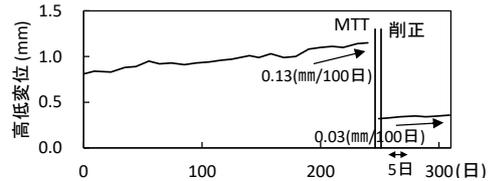


図 5 組み合わせ保守箇所での高低変位推移

表 3 改良版組み合わせ保守効果推定モデル

先行保守	組み合わせ保守効果推定モデル
削正	$r = -0.09 \times \Delta\alpha + 0.0029 \times x + 0.05$
MTT 保守	$r = -0.01 \times \Delta\alpha + 0.0038 \times x + 0.25$

ただし $0 \leq r \leq 1$ とする

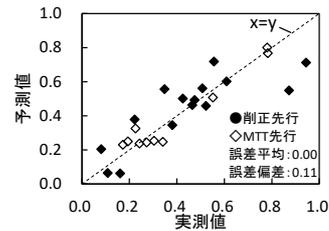


図 6 改良版組み合わせ保守モデルの精度

のうち組み合わせ保守効果があった箇所を加えて分析した。これにより求められた改良版モデルを表 3 に示す。既往のモデルは、保守間隔によって異なるモデルとしていたが、改良版モデルでは全ての箇所において軸箱 (レール) 改善量と保守間隔が変数となるように設定した。図 6 に、高低変位進み比の実測値と改良版モデルにより算出した予測値の関係を示す。実測値と推定値の差の標準偏差は 0.11 であり、十分な精度で予測できていると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、既往の組み合わせ保守効果推定モデルの実証分析と、その予測精度向上を検討した。引き続きデータを蓄積し、本モデルの精度を向上させて、実務での活用を進めていくことが今後の課題である。

参考文献

1) 松本他:レール削正と軌道変位保守の同時期実施を考慮した軌道保守計画法, 鉄道総研報告, Vol.30, No.10, 2016.10