

レール削正とマルチプルタイタンパの複合保守効果の定量評価

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○原田 祐樹 桶谷 栄一
 鉄道総合技術研究所 正会員 松本 麻美 三和 雅史

1. はじめに

山陽新幹線ではレール頭頂面の疲労層の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実施している。また、バラスト軌道の軌道狂い整備としてマルチプルタイタンパ（以下、「MTT」という）によるつき固めを実施している。現在、これらの施工計画は独立に作成されているが、レール削正と MTT 施工を組み合わせ実施すること（以下、「複合保守」という）で、MTT 施工のみの場合よりも施工後の軌道狂い進みが抑制されることが既往の研究により分かっている¹⁾。複合保守による軌道狂い進みの抑制は保守周期延伸につながり、軌道保守費の削減が可能となるが、その具体的効果は明らかになっていない。そこで、本研究では複合保守により得られる軌道狂い進み抑制効果について定量的に評価するとともに、実施方法をモデル化した。

2. 複合保守効果の推定モデルの検討

2.1 複合保守対象について

複合保守による軌道狂い進み抑制効果を検証するにあたって、電気軌道総合試験車により25cm間隔で測定された約3年分（2012年4月～2015年3月）の軌道検測データ、上下軸箱振動加速度データ（以下、「軸箱加速度」という）及びその間の保守実績を用いた。検討区間は山陽新幹線上下線で、単独MTT施工に加えて複合保守の実績がある箇所とし、検証に使用する評価指標は25m区間統計量を用いた。

ここで複合保守の実績とは、表-1に示す複合保守候補箇所の条件を満たすロットにおける、レール削正とMTT施工間隔が360日以下となる施工のことを示す。

複合保守候補箇所の条件は、複合保守の効果が見込める箇所を選定するための条件である。道床状態不良箇所は、材料劣化により軌道狂い進み抑制効果

表-1 複合保守候補箇所の条件

#	複合保守候補箇所の条件	指標	閾値
1	有道床、分岐器・IJ・EJ未介在高速区間（170km/h以上）		
2	計画策定の前年度内に目安値を超過する可能性のある箇所	10m 弦高低狂いσ値	1.1mm 以上
3	レール状態不良区間	軸箱 0.075~0.25mBPF	0.7m/s ² 以上
4	道床状態良好区間	5m 弦高低狂い最大値	4.0mm 以下
		5m 弦高低狂いσ値	1.5mm 以下
		軸箱 2~5mBPF	7.0m/s ² 以下

が期待できない可能性が考えられることから、そのような区間を除くために表中の条件としている。軸箱加速度については、レール凹凸や道床状態を評価できる波長を考慮して表中に示す波長帯域でバンドパスフィルター処理（BPF）を行った。

2.2 複合保守効果の検証

軌道狂い進みの抑制効果を検証するにあたり、高低狂い進み比という指標を用いる。高低狂い進み比は以下の式で算出し、高低狂い進み比が1未満の場合は、MTT保守のみの場合に比べて、複合保守による効果がある。複合保守前後の高低狂い進みについては図-1に示す時期での100日あたりの高低狂いσ値の進みをロット毎に求めており、高低狂い進み比は同一ロットの実測値を用いて算出している。またレール削正とMTT施工について、図-1に示すようにレール削正を先に行うものを「レール削正先行」、MTT施工を先に行うものを「MTT施工先行」とし、レール削正日とMTT施工日の間を施工間隔とする。

$$\text{高低狂い進み比 } a_{\Delta} = a_{GM} / a_M$$

a_{GM} : 複合保守後の高低狂い進み

a_M : 複合保守前の高低狂い進み

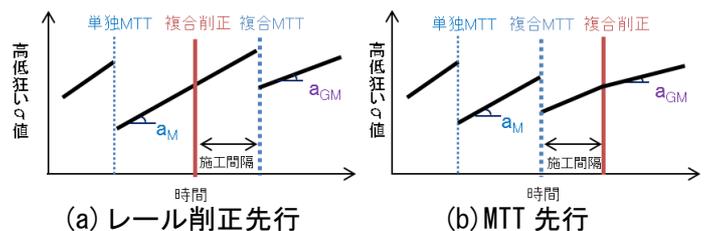


図-1 複合保守概要図

キーワード 複合保守, レール削正, マルチプルタイタンパ, 軌道狂い進み, 軸箱振動加速度

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市芝田 2-4-24 西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 施設部 施設技術室 TEL 06-6375-2156

施工間隔と高低狂い進み比の関係を図-2に示す。レール削正先行・MTT施工先行箇所共に、施工間隔が長いほど高低狂い進み比は大きく、複合保守効果は小さくなる傾向にあることがわかる。レール削正先行では施工間隔が概ね300日程度で、MTT施工先行箇所では施工間隔が概ね180日程度でその効果はほとんどみられなくなっている。

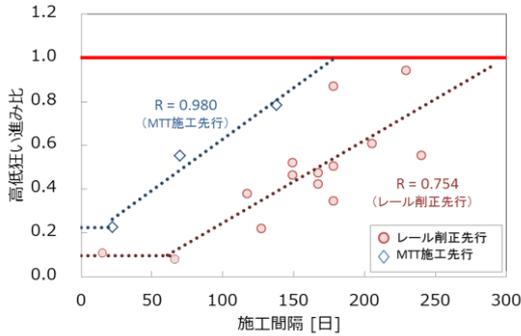


図-2 施工間隔と高低狂い進み比の関係

軸箱加速度改善量と高低狂い進み比の関係を図-3に示す。軸箱加速度改善量は次の式により算出した。

$$\alpha_{G\Delta} = \alpha_{Gb} - \alpha_{Ga}$$

α_{Gb} : レール削正前の軸箱加速度標準偏差

α_{Ga} : レール削正後の軸箱加速度標準偏差

ばらつきが見られるものの、レール削正前後の改善量が大きいほど高低狂い進み比は小さく、複合保守効果が大きくなるといった結果が得られた。

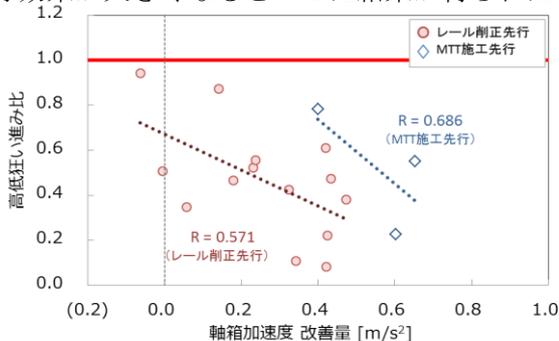


図-3 軸箱加速度改善量と高低狂い進み比の関係

2. 3 複合保守効果推定モデル

以上の結果より高低狂い進み比は施工間隔及び軸箱加速度改善量の影響が大きいことが考えられるため、施工間隔と軸箱加速度改善量の関係から重回帰分析により軌道狂い進み比を推定する複合保守効果推定モデルを構築した。MTT施工先行の場合は、回帰式を作成するための十分なサンプル数が得られなかったため、レール削正先行時のモデルを踏襲して、高低狂い進み比が実測値と合うように平行移動させてあてはめを行うことでモデルを推定した。結果を表-2に示す。

表-2 複合保守効果推定モデル

	施工間隔 x[日]	複合保守効果推定モデル
レール削正先行	$0 \leq x < 70$	$a_{\Delta} = -0.40 \times \alpha_{G\Delta} + 0.25$
	$70 \leq x < 300$	$a_{\Delta} = -0.31 \times \alpha_{G\Delta} + 0.0028 \times x + 0.12$
	$300 \leq x$	$a_{\Delta} = 1.0$
MTT施工先行	$0 \leq x < 20$	$a_{\Delta} = -0.40 \times \alpha_{G\Delta} + 0.46$
	$20 \leq x < 180$	$a_{\Delta} = -0.31 \times \alpha_{G\Delta} + 0.0028 \times x + 0.54$
	$180 \leq x$	$a_{\Delta} = 1.0$

2. 4 複合保守効果推定モデルの検証

推定したモデルを確認するため、3節で使用した箇所における、高低狂い進み比の実測値とモデルから得られた推定値の関係を図-4に示す。

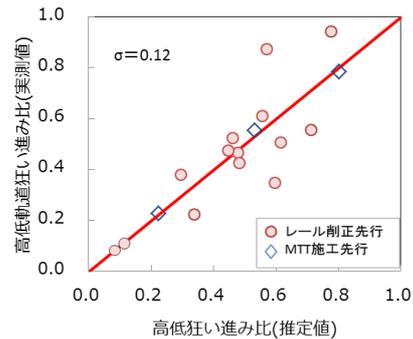


図-4 軌道狂い進み比の推定値と実測値の関係

実測値と推定値の差の平均値は0.08、標準偏差は0.12となり、これは10%程度の誤差で複合保守後の高低狂い進みを予測できる精度である。サンプル数が限定されており、ばらつきを含んだデータでのモデルであるため、今後サンプル数を増やしていくことによりその精度の確認・向上を行っていく必要がある。

3. まとめ

今回、MTTとレール削正の複合保守により期待できる軌道狂い進み抑制効果の検証を行った。その結果、MTT作業先行時には施工間隔が約180日まで、レール削正先行時には施工間隔が約300日程度まで効果が見られることがわかった。また、施工間隔と軸箱加速度改善量を変数とする複合保守効果の推定モデルを提案した。

今回のモデルではサンプル数が限定されているため今後その精度向上が課題である。今後は、今回提案したモデルを基に複合保守を実施していくことにより更なる複合保守効果推定モデルの精度向上を目指し、効率的な線路保守に役立てていく。

参考文献

1) 矢坂健太, 三和雅史, 佐々木陽: レール削正とマルチプルタイタンパの複合保守の効果に関する検討, 土木学会第70回年次学術講演会