

材料保守計画の適正化による効率的な軌道保守のあり方に関する検討 (軌道整正の多頻度化に与える道床状態の影響評価)

鉄道総合技術研究所 正会員 ○木村 寛淳
 鉄道総合技術研究所 正会員 三和 雅史
 西日本旅客鉄道 正会員 山中 雅司

1. はじめに

軌道変位は主に検測車により定期的に測定され、経時変化の予測に基づき、マルチプルタイタンパ(以下、「MTT」という)を用いて計画的に軌道変位保守が実施される。しかし、その中にはMTTやタイタンパ(以下、「TT」という)で保守しても軌道変位の改善量が小さく、かつ軌道変位進みが大きいため、頻繁に保守が必要な箇所(以下、「多頻度保守箇所¹⁾」という)が散見される。この多頻度保守となる原因として、橋梁や踏切等の構造物(以下、「構造物等」という)の介在の他、道床等の材料劣化の可能性のあることから、その要因を特定し、材料保守を含めた総合的な保守計画の適正化を図る必要がある²⁾。

そこで本研究では、特に道床劣化と軌道変位保守の頻度との関係を定量化する手法の検討を行った。

2. 道床状態影響評価方法

道床劣化状態の評価方法を、図1に示す。ここでは、軌道変位推移履歴と軸箱上下振動加速度(以下、「軸箱加速度」という)を用いる。本検討に用いるデータは、ロングレール軌道が主体の在来線高頻度輸送線区のものであり、軌道状態を示す指標は、1ロット25mの10m弦高低変位標準偏差とする。道床状態の検討対象箇所は構造物等介在箇所を除き、多頻度保守箇所として抽出された全848ロット中14ロットとする¹⁾。

2.1 軌道変位保守改善量による評価法

全ロットのMTT保守前の軌道変位と改善量の関係

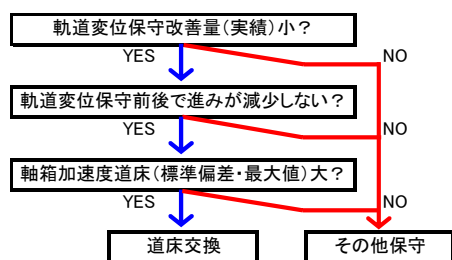


図1 道床状態影響評価方法

を回帰直線とともに図2に示す。同図より、保守前の軌道変位が大きいと改善量も大きい傾向にあり、保守前の軌道変位が2mm以上の箇所の改善量は全て正であるが、ばらつきがある。このばらつきには、保守方法(相対/絶対基準整備等)やMTT種類の差異等の他、道床状態の影響が関与していると考えられるため、改善量の実測値が、先述の回帰直線によって得られる推定値より小さなロットを道床状態の不良が疑われる箇所として抽出する。ただし、この評価はMTT保守前の軌道変位が一定値より大きい場合(例えば、本線区では2mm以上)に限る。また、MTT保守実績が複数回ある箇所については、[実測値-推定値]の和が負の箇所を抽出する。さらに、MTT保守実績がない等のために実測値が算定できない箇所は、TT改善量の実測値を算定できるのであれば同様に差を算出して抽出し、保守実績があっても改善量を算定できない箇所は無条件に抽出する。その結果、例えば本線区では、先掲の14ロット中12ロットが道床状態不良が疑われる箇所として抽出される。

2.2 軌道変位保守前後の進み量変化による評価法

一般に、軌道変位保守により軌道変位が小さくなって輪重変動が減少し、かつまくらぎ下の道床が十分に突き固められて安定すれば、保守後の軌道変位進みは

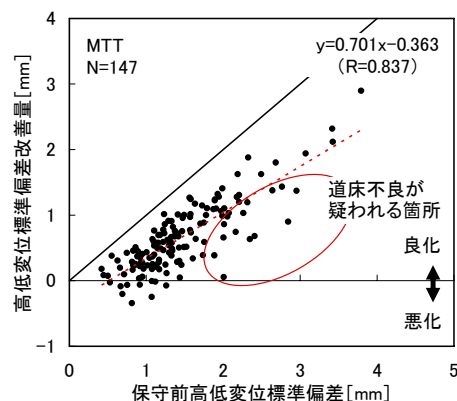


図2 MTT保守改善量

キーワード 多頻度保守、道床劣化、有道床軌道、高低変位、高低変位進み、軸箱上下振動加速度

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL 042-573-7278

保守前より減少すると考えられる。

図3に、MTT 保守前後の軌道変位進みを示す。同図より、平均的に保守後の進みが80%程度に減少する傾向にあり、この傾向は保守前の進みが大きい箇所では強い。そこで、進みが大きい箇所（例えば、本線区では平均値+1 σ (0.038 [mm/60 日]) 以上)のうち、保守後の進みが保守前より大きな箇所を道床状態不良が疑われる箇所として抽出する。なお、保守実績が複数回ある箇所については、進みの増加率（進み量の保守後/保守前比）の平均値が1以上の箇所、MTT 保守実績がない箇所や保守実績があっても進み量が算定できない箇所については、2.1と同様の方法で抽出する。その結果、例えば本線区では、先掲の14ロット中11ロットが道床状態不良が疑われる箇所として抽出される。

2.3 軸箱加速度による評価法

道床が劣化して軌道支持ばね係数がレール長手方向に大きく変動する箇所では、軸箱加速度が大きくなると考えられる。

図4に、道床交換実績がある箇所（不良と仮定）での交換前と、近接した未交換箇所（健全と仮定）における軸箱加速度のパワースペクトル密度を示す。同図より、不良箇所では空間周波数0.2~0.4 [1/m]（波長2.5~5m）付近でパワーが卓越しており、25mあ

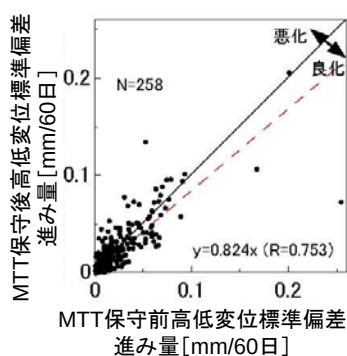


図3 MTT 保守前後の軌道変位進み

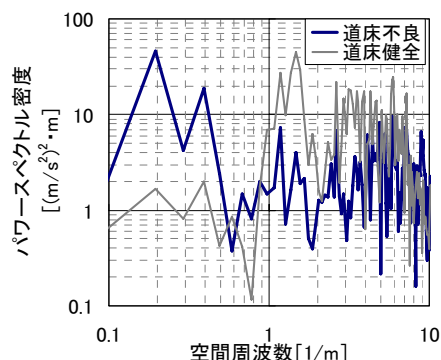


図4 道床状態と軸箱加速度

たりまくらぎ本数44本とすると、概ねまくらぎ3~8本程度の区間で道床劣化が生じている可能性がある。道床劣化評価指標を、波長2~5mでバンドパスフィルタ処理した軸箱加速度（以下、「軸箱2-5m」という）を用いて評価する。

図5に、先掲の14ロットの軸箱2-5mの標準偏差と最大値の関係を示す。頻度分布で90%発生確率値を5ロット（以下、「A~E」とする）で超過し、これらは2.1と2.2の各基準で道床劣化の可能性が高いとして抽出した箇所の一部である。この各ロットの道床状態は、CとEでは細粒化が確認された他は特に異状はなかった。この原因として、C、Eを除く3ロットでは、道床は劣化していないものの、波長2~5m付近の比較的短い波長帯域の高低変位が大きい可能性が考えられる。この帯域の高低変位の存在が軌道変位進みに与える影響については、今後明らかにする必要がある。以上のように、軸箱加速度を用いて、道床劣化あるいは道床劣化につながる可能性があるような短波長帯域の軌道変位を評価することができる。

3. まとめ

多頻度保守箇所において、軌道変位保守改善量、軌道変位保守前後の軌道変位進みと軸箱加速度を組み合わせた道床状態影響評価方法を提案し、その妥当性を示した。

参考文献

- 1) 三和他：材料保守計画の適正化による効率的な軌道保守のあり方に関する検討（多頻度軌道変位保守箇所の抽出と軌道変位保守方法の選択モデル），土木学会第66回年次学術講演会，2011.
- 2) 山中他：材料保守計画の適正化による効率的な軌道保守のあり方に関する検討（軌道整正の多頻度化に与えるレール状態の影響評価），土木学会第66回年次学術講演会，2011.

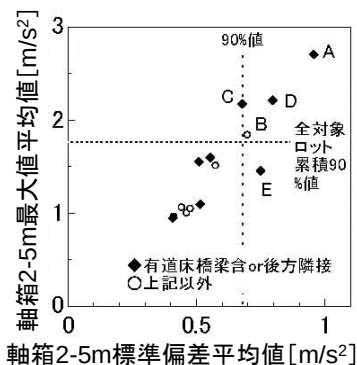


図5 軸箱2-5m 標準偏差と最大値の関係