新たな道床管理手法の提案及び噴泥対策工法の検討

四国旅客鉄道株式会社　正会員　○片山　雄一朗
四国旅客鉄道株式会社　正会員　徳武　康一

1．はじめに

当社の松山保線区西条駐在管内においては、道床路盤が脆弱であり、道床噴泥が発生しやすい軌道環境である。近年では、年間 1.2km 程度の道床交換を実施しているものの、道床交換が道床噴泥延長に追いつかず、管内全体の軌道状態は悪化傾向にある。そこで、新たな評価指標による道床交換施工箇所の選定手法を提案するとともに、局所的な道床噴泥に高い効果が得られる対策工法を検討し、軌道状態の改善を試みたので紹介する。

2．新たな道床管理手法の提案

2．1　5m 弦高低狂いの活用

既往の研究[1]より、道床の評価には短波長高低狂いが有効と考えられている。これは、道床不良箇所では一般的に局所的な軌道狂いが発生することが多いためである。

図 1 に道床状態が良好な箇所における 5m 弦高低狂いと 10m 弦高低狂いの波形を、図 2 に道床状態が不良な箇所における 5m 弦高低狂いと 10m 弦高低狂いの波形を示す。道床状態が良好な箇所では、波形の傾向について両者に大きな差は見られない。一方、道床状態が不良な箇所では、図 2 中に示すように、5m 弦高低狂いが 10m 弦では見えない短い波長の軌道狂いを捉えていることが分かる。

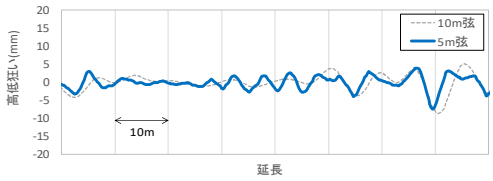

図 1　道床良好箇所の 5m 弦･10m 弦高低狂い波形の比較

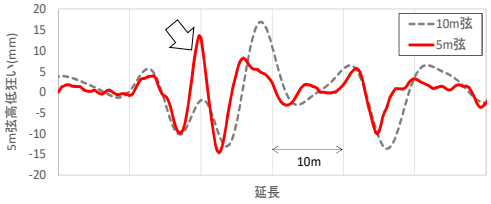

図 2　道床不良箇所の 5m 弦･10m 弦高低狂い波形の比較

2．2　5m 弦高低狂いによる優先度判定手法

前述の 5m 弦高低狂いの特性を活かした道床交換箇所の選定イメージを図 3 に示す。目視により道床交換が必要と判断した箇所と、5m 弦高低狂いが大きい箇所が重なった箇所を道床交換の優先度が高い箇所と位置付けることとした。

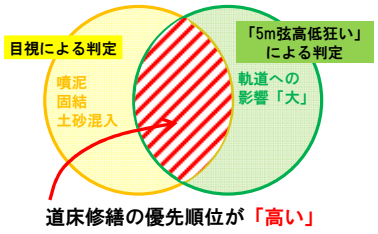

図 3　道床交換の優先箇所選定のイメージ

5m 弦高低狂いを活用した優先度判定については、10m ロット最大値を評価指標として用いることとした。これは、一回当たりの道床交換の施工延長が 10～12m 程度であることから、1 ロット延長と道床交換延長が近い方が計画を立てやすいと考えたためである。

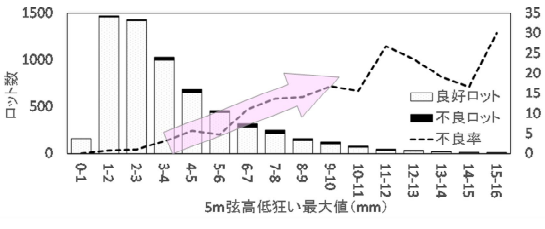

図 4　管内の道床状態（10m ロット）の傾向

ここで、今回の検討内容を検証するため、10m ロット中の 5m 弦高低狂い最大値の大きさ別のロット数とロット別の目視による道床不良率を図 4 に示す。同図より、5m 弦高低狂いと目視の判定にはある程度の相関が認められることから、本検討内容の有効性が確認できる。

次に、5m 弦高低狂いによる道床交換箇所選定の目安値を検討するため、過去に道床交換を行った箇所における道床交換後の 5m 弦高低狂い最大値と最大値進み量の関係を図 5 に示す。道床交換後の道床状態が良好なロットは、概ね 5m 弦高低狂い最大値が 8.5mm 未満、最大値進み量が 4mm/年未満の範囲にあることが分かる。逆に、道床状態が不良なロットはこれらの数値以上になると仮定し、5m 弦高低狂い最大値が 8.5mm 以上、かつ、最大値進み量が 4mm/年以上を選定の目安値とすることとした。

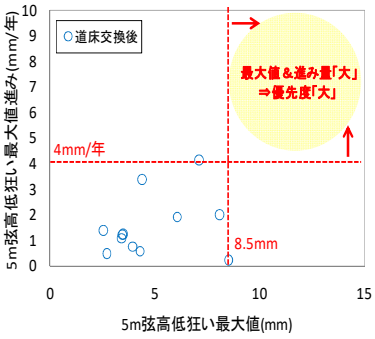

図 5　5m 弦高低狂いの目安値の検討

キーワード　道床噴泥，5m 弦高低狂い，優先度判定
連絡先　〒793-0030　愛媛県西条市大町８５９－１　四国旅客鉄道株式会社　松山保線区西条駐在 TEL（0897）56-3137

© Japan Society of Civil Engineers

以上の分析を踏まえて、道床交換箇所選定手法をフローチャートとしてまとめたものを図 7 に示す。本手法により、従来の道床材料検査に定量的な評価指標を加えることで、軌道状態の改善に効果的な道床交換箇所の抽出が可能となった。

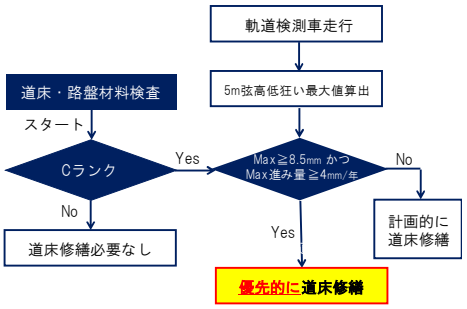

図 7 道床交換箇所選定のフローチャート

2. 3 新たな道床管理手法の効果の検証

図 8 は、目視の道床検査により道床不良と判定したロットにおける 5m 弦高低狂い最大値と最大値進み量の関係を示している。これらの内、目視により道床交換の優先度が高いと判定したロットは三角で表し、新手法で明らかとなった 5m 弦高低狂い最大値 8.5mm 以上、かつ、年間最大値進み量 4mm 以上のロットを丸で表す。同図より、目視重視の選定方法では 5m 弦高低狂い最大値や最大値進み量が小さな箇所も道床交換箇所として判定していることから、新手法を用いることにより、従来の手法で選定されなかった 5m 弦高低狂いが大きい箇所も優先的に道床交換箇所として選定することが可能となる。

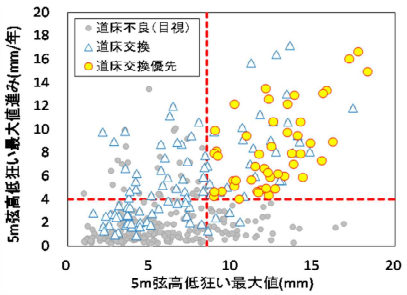

図 8 新手法による道床交換箇所選定

3. 局所的な噴泥対策工法の検討

限られた施工能力を効率的に活用できるような道床噴泥対策を目指すため、本稿では噴泥延長に着目し、「連続型」と「局所型」に分類した（写真 1）。連続型道床噴泥箇所の対策としては、従来通りの道床交換を基本とし、局所型道床噴泥箇所においては、延長が 2～3m 程度と短く、保守用車や重機の投入を必要とする道床交換では非効率であることから、施工性及び軌道状態の改善効果が高いと考えられる簡易マクラギ弾性化工法を採用することとした。本工法のイメージを図 9 に示す。ポリエステル系樹脂を弾性材としてマクラギ下に注入し、弾性力を回復させることにより、マクラギ下面における軌道支持力を向上させる。

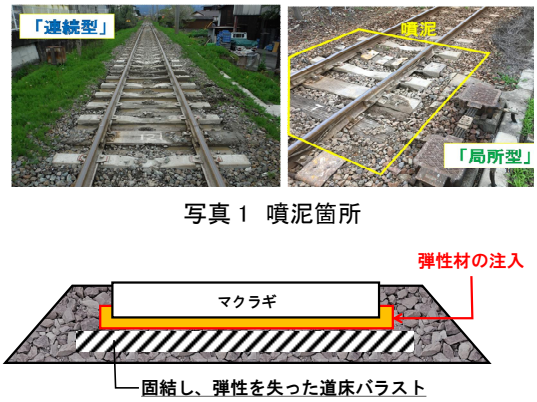

写真 1 噴泥箇所

図 9 簡易マクラギ弾性化のイメージ

4. 道床交換箇所の選定及び噴泥対策工の実施例

今回提案した手法を用いて選定した道床交換箇所に対して、道床噴泥対策工を施工した事例を図 10 に紹介する。道床交換優先度の判定手法により、目測による道床検査で道床状態が不良と判定した箇所、及び、5m 弦高低狂いの最大値が 8.5mm 以上かつ最大値進み量が 4mm/年以上のロットを重ね合わせ、道床交換を優先するロットを決定する。次に優先度が高いロットについて、噴泥種別を分類し、噴泥対策工法を施工する。今回の区間における噴泥種別は「局所型」であり、簡易マクラギ弾性化工法を適用した。施工箇所の 5m 弦高低狂いの波形は良好であり、本管理手法の妥当性を確認することができた。

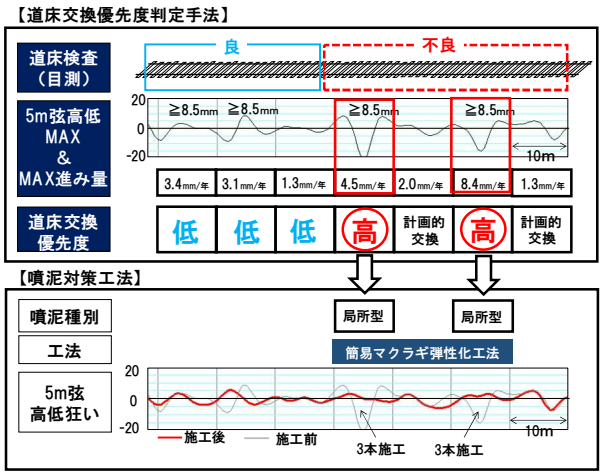

図 10 新たな道床管理手法の実施事例

5. おわりに

現行の道床検査に 5m 弦高低狂いの評価指標を加えた道床交換優先箇所の選定手法を提案するとともに、局所的な道床噴泥箇所において簡易なマクラギ弾性化工法を検討し、それぞれの効果を検証した。

参考文献

1) 田中博文，松本麻美，原田祐樹，片山雄一朗：軌道検測車による道床劣化箇所の抽出法の開発，第 24 回鉄道技術・政策連合シンポジウム（J-RAIL2017）講演概要集，S2-2-3，2017.

© Japan Society of Civil Engineers