

軌道変位データを用いた道床劣化箇所抽出法の適用可能性に関する検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○梶原 和博
 鉄道総合技術研究所 正会員 田中 博文
 四国旅客鉄道(株) 正会員 片山雄一郎

1. はじめに

列車通過時の繰り返し荷重等により生じる道床バラストの劣化は、軌道の沈下や軌道変位進み等を引き起こすため、適切な維持管理が求められる。道床劣化箇所の検査手法のひとつに目視検査が挙げられるが、検査者の主観的な判断に依存することや、軌道の動的挙動と変状の外観が必ずしも一致しない等の課題がある。これを受けて、2台車方式の軌道検測車で得られた軌道変位データを用いて動的な軌道変形(以下、あおり)箇所を抽出し、道床劣化箇所を評価する手法が提案された¹⁾。本研究では、同手法によって道床劣化が疑われる箇所の道床状態を床下画像により調査し、同手法の妥当性および適用上の注意点を検討した。

2. 軌道変位データを用いた道床劣化箇所の抽出法

表1に、本研究で対象とする試験線区の概要を示す。当該線区は、通トンの多くを特急車両が占める都市間路線であり、目視検査によって多くの噴泥の存在が確認されている。

既往の研究¹⁾において、動的軌道検測と静的軌道検測の差(以下、静動差)、すなわち軌道の動的な変形量(煽り)は、5m弦正矢動的値のロット標準偏差(以下、 σ)および5m弦正矢高低検測差²⁾ σ と相関が高いことが知られている。ここで、高低検測差とは、2つの異なる偏心矢の組み合わせで得られた高低変位の差であり、軌道支持剛性の低い箇所で大きくなるとされる(図1)。したがって、噴泥等により軌道があおっている箇所に対する感度が高い指標と考えられる。

図2に、当該線区における軌道検測チャートの例を示す。同図からも、前述した2つの指標は静動差と相関があり、また道床交換によってその値が小さくなることが確認できる。

以上の背景より、道床劣化箇所の抽出法¹⁾では、軌道検測車による2.1m-14.4m弦偏心矢測定から算出した5m弦正矢の動的値 σ および5m弦正矢の高低検測差 σ の2つの指標を組み合わせることにより、道床劣化箇所の抽出を試みている。

3. 道床劣化抽出結果と妥当性の検証

以下に示すデータは、2台車方式の軌道検測車による測定結果に基づく。図3に、当該線区における5m弦正矢の動的値 σ と5m弦正矢の高低検測差 σ (いずれも25mロットで算出)の関係を示す。同図には、軌道検測車の床下画像で確認した軌道の変状および構造物種別を示している。

表1 対象線区の概要

対象線区	
年間通トン(万トン)	600
最高速度(km/h)	130
単線/複線	単線
貨物列車の有無	有り (通トンの約2割)
平均P値	24
平均 σ 値(mm)	3.1
対象区間の延長(m)	3500

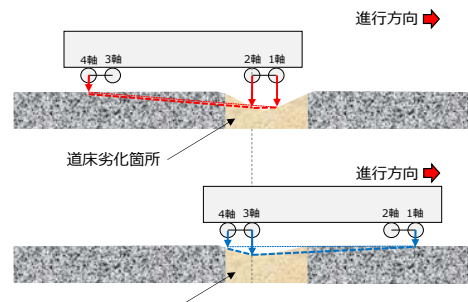


図1 高低検測差の概念図

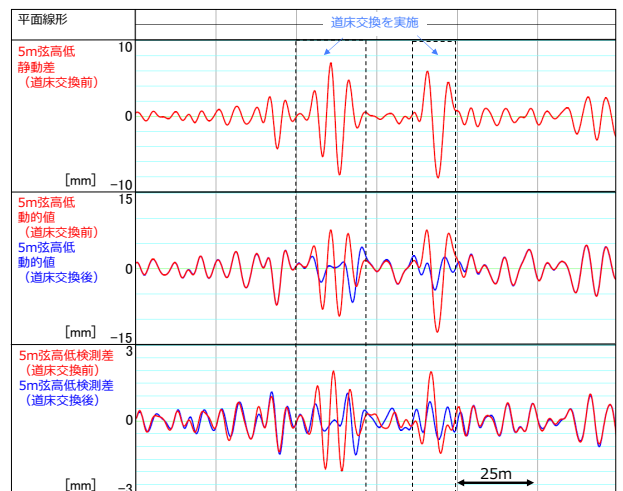


図2 対象線区の軌道検測チャートの例(左レール側)

キーワード：バラスト軌道，道床劣化，軌道検測車，軌道変位，偏心矢

連絡先：〒185-0034 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道管理 TEL042-573-7277

同図より、目視で明瞭な噴泥が確認されたロットは、5m 弦動的値 $\sigma=3.4\text{mm}$ 以上かつ 5m 弦高低検測差 $\sigma=0.59\text{mm}$ 以上の範囲にプロットされている。

図4に、図3の右上のエリアに含まれるロットにおける床下画像の例を示す。同図より、ロット①においては明瞭な噴泥の発生が確認できる。ロット②では、バラストの細粒化に起因すると考えられる白色化が確認できる。また、ロット③では前述したバラストの白色化は見られないが、バラストが細粒化した様子を確認できる。このようなロットでは、噴泥やバラストの細粒化に起因する軌道の変状が生じていると考えられる。

一方、図3に示したように、両指標が大きいにも関わらず床下画像において目立った軌道変状が見られないロットも存在した。このようなロットでは、目視でその存在を評価できない軌道の変状と、それに伴う軌道の変状が生じている可能性がある。また、図3の右上のエリアに含まれるもののうち1/3程度のロットには、踏切、橋梁、分岐器等の構造物が存在し、軌道支持剛性の急激な変化をもたらすこれらの構造物が抽出結果に影響したと考えられる。例えば、踏切の存在するロットでは、道床劣化の有無に関わらず高低検測差 σ が 0.48mm 以上となった。

なお、図3において両指標の小さいエリアで見られるバラストの細粒化・白色化は、発生区間の延長が短く、軌道支持剛性に影響を与えないものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、軌道変位データを用いた道床劣化箇所の抽出法に基づいて、道床劣化が疑われる箇所の道床状態を床下画像により調査し、同手法の適用可能性を検討した。その結果、明瞭な噴泥が確認されたロットは、偏心矢測定で得られる5m弦動的値 $\sigma=3.4\text{mm}$ 以上かつ5m弦高低検測差 $\sigma=0.59\text{mm}$ 以上の範囲に存在した。また、踏切等の構造物が存在するロットでは、道床劣化の有無に関わらず大きな高低検測差 σ を示していた。以上のことから、本手法で用いる指標は、動的な軌道変形箇所の抽出に適していることを確認した。ただし、得られる結果には構造物の影響も含まれるため、道床劣化箇所の抽出にあたっては、構造物が存在する区間を除外するなど適用範囲を限定する必要があると考える。今後は、多様な線区において同様の調査を実施し、本手法に用いる指標の適切なしきい値を検討する。

参考文献

- 1) 田中博文, 松本麻美, 原田祐樹, 片山雄一郎: 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.
- 2) 森本勝: 偏心矢測定による軌道状態の把握手法, 第9回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2002) 講演概要集, S2-1-4, pp.417-420, 2002.

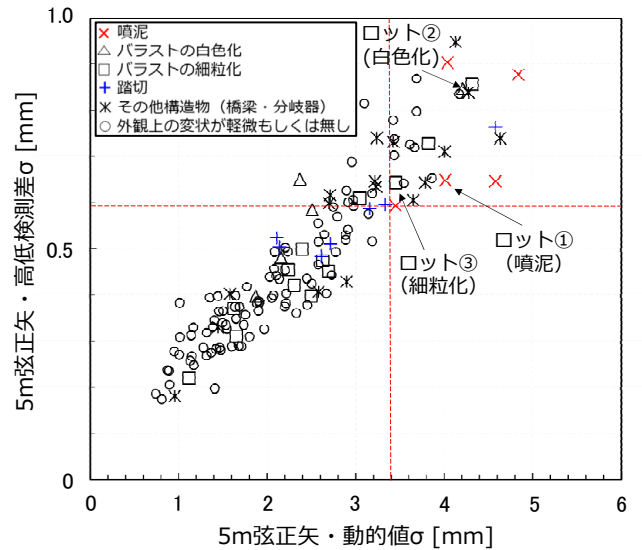
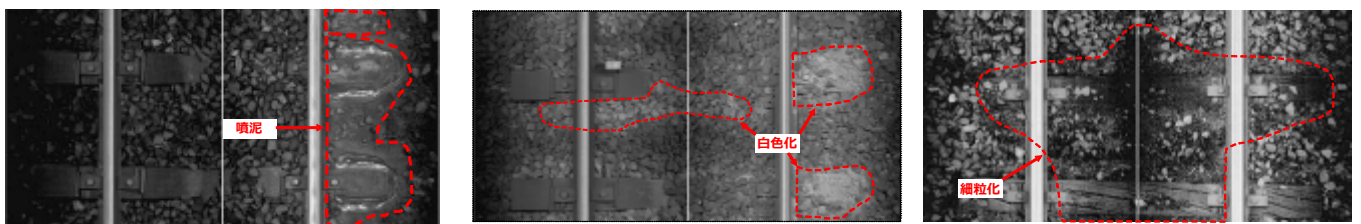


図3 5m弦正矢動的値と高低検測差の関係 (25mロット σ)



(a) 噴泥の様子 (ロット①) (b) 白色化の様子 (ロット②) (c) 細粒化の様子 (ロット③)

図4 軌道検測車の床下画像の例