

偏心矢を用いたバラスト軌道における高低変位急進箇所の効率的な検出手法

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 木村 寛淳
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 田中 博文
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 下野 勇希

1. はじめに

軌道変位は、保守投入計画のために主に検測車により定期的に測定され、統計的手法によってその経時変化が予測される。しかし、高低変位の中には、まれに急進的に進行し、急遽保守計画に変更が生じる等、効率的な保守を妨げるだけでなく、安定輸送を妨げる一因となる箇所が存在する。

そこで本研究では、新幹線の高低変位が過去に急進した箇所を対象とし、検測車から得られる偏心矢データの経時変化を分析し、急進的な高低変位進みの予兆を事前に検出する手法について検討した。

2. 偏心矢データの分析手法

バラスト軌道では、軌きょうはまくらぎ数本単位等の局所的な沈下が発生することが多い。現在の軌道管理指標は10m弦正矢法による変位量が基本であるが、図1に示すように、波長5mの整数分の1の検出倍率が0となるため、この近傍の波長の軌道変位を正確に捉えることができない。一方、同図に示すように、現在の検測車の車上で測定されている偏心矢法(弦長2.5m-17.5m)は、波長5mの検出倍率が2倍、波長2.5mの整数分の1の検出倍率が0

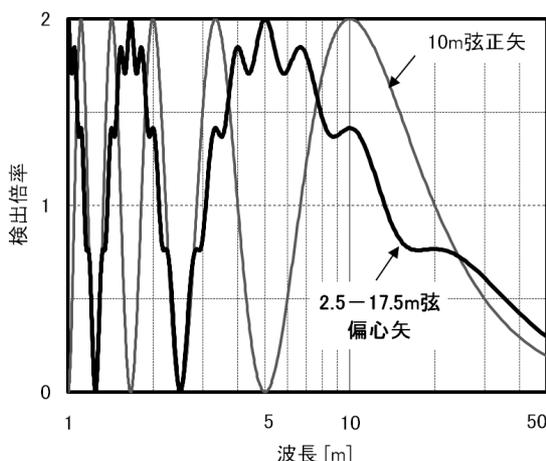


図1 10m弦正矢法と偏心矢法の検出特性

であり、波長5m近傍の短波長の軌道変位を捉えることが可能である。また、5m弦正矢を用いれば、局所的に発生する高低変位の急進は5m弦正矢で検出できる可能性が示されている¹⁾。さらに、2台車検測車による検測軸の異なる高低変位の差(以下、「高低検測差」という)は、下部構造の変位特性を把握でき、軌道変位が急進する箇所を検出できる可能性がある²⁾。このことから、高低検測差は高低変位では把握できない浮きまくらぎ等を、間接的に示していると考えられる。

そこで本研究では、5m弦正矢高低変位(以下、「5m弦高低変位」という)と高低検測差を活用し、10m弦高低変位急進箇所の検出手法を検討した。なお本研究での高低検測差は、偏心矢データから復元した高低変位の差とした。復元帯域は、短波長帯域の3~25mとした。

3. 高低変位急進箇所の検出手法

高低変位進み量やその変化パターンは、場所により様々であるため、本研究では1検測間に10m弦高低変位が3mm以上進行し、落ち込みが7mmを超過した箇所を急進箇所とし、分析を行った。

図2に、高低変位急進前後の、10m弦高低変位、

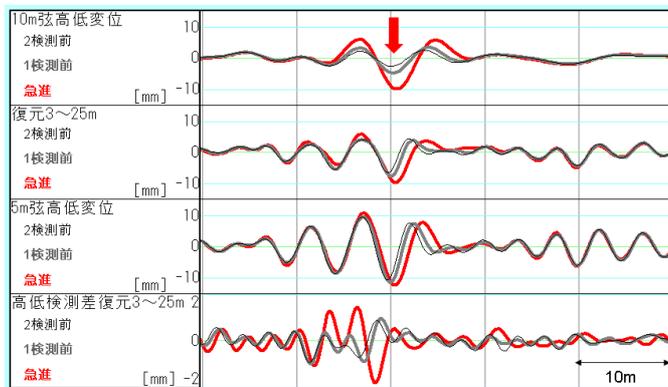


図2 高低変位急進箇所の波形例

キーワード 高低変位進み、偏心矢、5m弦高低変位、高低検測差、バラスト軌道

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 TEL042-573-7278

5m 弦高低変位、復元波形および高低検測差の波形例を示す。同図より、5m 弦高低変位は急進以前から局所的に落ち込んでおり、その振幅も大きい。また復元波形から、落ち込みの範囲は徐々に広がっていることがわかる。高低検測差については、急進前から局所的に大きな値であり、道床バラストの劣化等で浮きまくらぎ等の軌道状態になっていた可能性が考えられる。

図3に、図2に示した箇所を含む25m ロットの、10m 弦高低変位と5m 弦高低変位の最小値、高低検測差の絶対値の最大値の経時変化例を示す。なお、図中の「□」は急進前1ヶ月間の値を示している。同図より、10m 弦高低変位に変化がない時期から5m 弦高低変位は進み始めており、急進1ヶ月前にその進みはさらに速まっていることが確認された。高低検測差についても、急進する前から変化しており、振幅も大きい。同様の急進箇所を精査した結果、10m 弦高低変位の急進直前には、5m 弦高低変位の落ち込みが10mm 以上かつ、高低検測差が0.50mm 以上であることを確認した。なお、高低検測差0.50mm とは、図4に示すように、バラスト区間全線における上下線・左右レールの25m ロット最大値の99%発生確率値程度に相当し、相対的に大きな値である。

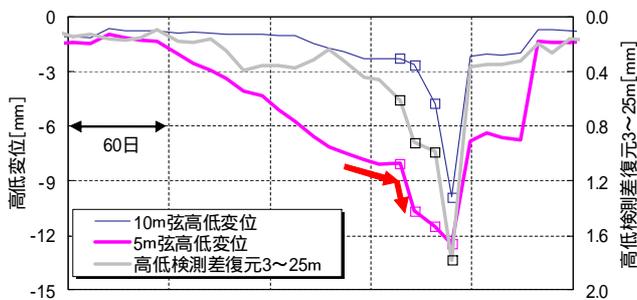


図3 高低変位急進箇所の経時変化例

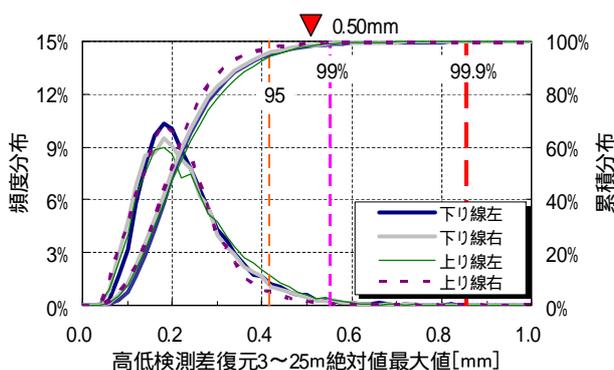


図4 25m ロット高低検測差絶対値の頻度分布

4. 組み合わせの効果

5m 弦高低変位と高低検測差が単独で大きくても、10m 弦高低変位が急進していない箇所もあることから、急進箇所の抽出の効率を上げるためには対象箇所の絞り込みが必要であるといえる。上述したように、10m 弦高低変位急進箇所を検出するひとつの目安値は、5m 弦高低変位の落ち込みは10mm 以上かつ、高低検測差は0.50mm 以上であるため、両指標の組み合わせによる効果について検証した。

図5に、図2に示した箇所が急進した直前の時期の、バラスト区間全線における上下線・左右レールの25m ロット5m 弦高低変位最小値と高低検測差絶対値の最大値をプロットしたものである。図中の「×」は急進した箇所の値である。同図よりこの時期は、5m 弦高低変位-10mm 以下が23 ロット、高低検測差絶対値0.50mm 以上が763 ロット検出されたが、両者を組み合わせることで、対象箇所は17 ロットと約2/3程度に絞り込むことができる。

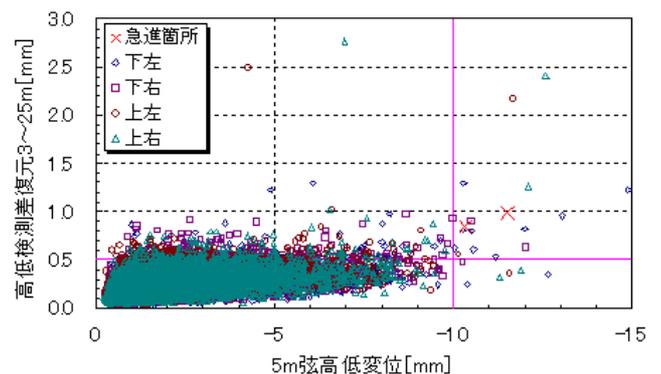


図5 5m 弦高低変位と高低検測差の関係

5. まとめ

過去に発生した10m 弦高低変位急進箇所の偏心矢データを分析し、5m 弦高低変位10mm かつ、高低検測差0.50mm を目安値とすると、急進箇所を検出できる可能性があることを示した。

参考文献

- 1) 例えば、榎本裕介他：短波長軌道狂いに着目した軌道管理手法の確立，土木学会第63回年次学術講演会，-030，pp.59-60，2008。
- 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)，S2-1-4，pp.417-420，2002。