

TC型省力化軌道における高頻度軌道変位データを活用した路盤変状の把握

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○清水 彰久
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○魚地 眞道
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○斎藤 典孝

1.はじめに

軌道は、列車の繰り返し荷重により軌道変位が進行する。軌道変位検査により変位を的確に把握し、適切な時期に適切な方法で修繕を実施することが重要である。現在、当社の在来線の軌道変位検査(本線)は、電気・軌道総合検測車(East-i)にて年4回実施している。当社では、更なる検査精度の向上や安全性の向上のため、営業列車に検測装置を搭載し軌道の状態を高頻度に検測可能となり、軌道劣化状態をより正確に把握することができるようになった。

2.TC型省力化軌道の概要

TC型省力化軌道は、従来のバラスト軌道のマクラギを大判化し、道床バラストにセメント系てん充材を注入して固めた直結系軌道である。

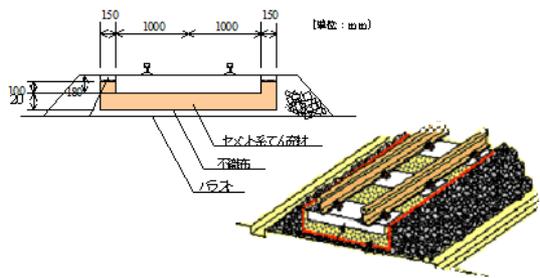


図1 TC型省力化軌道

3.本研究の目的

TC型省力化軌道の敷設により、道床に関する作業は大幅に減少したが、一部の箇所にて軌道進みが早いとの知見がある。これは路盤が滞水状態で列車荷重を受け続けると路盤土が泥水化し、その路盤土が流出することで空洞ができるためである。その状態で列車の荷重を受け続けると軌道変位が発生する。¹⁾

空洞が進行することで、陥没や著大変位に至る可能性があるため、安全安定輸送の確保及び予防保全を前提とした管理指標構築を本研究の目的とし、高頻度軌道変位データにより前兆を捉えられるか検証を行った。

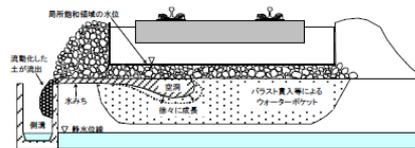


図2 軌道変位発生メカニズム概念図^(※1)

4.可搬式空洞探査機による空隙調査

電磁波の送受信により地中の誘電率の違いを把握することで空洞を把握する可搬式空洞探査機を用い、“てん充層と路盤間の空隙”と“軌道変位”の関係を調査した。

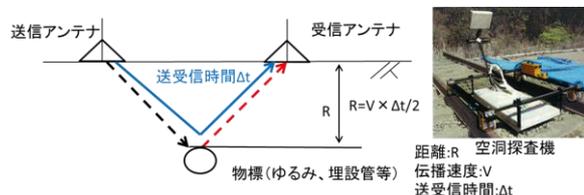


図3 空洞探査の測定原理

図4の黄色及び赤の箇所が空洞の可能性が高い箇所を示している。空隙の拡大とともに軌道変位進みが進行していることを確認した。空隙が発生・拡大することでてん充層があおり(道床加速度増加)、列車の衝撃荷重の増加することで軌道変位進み量が増加したと考えられる。これより軌道変位進み量の変化から空隙を推定することが可能であるといえる。

$$\beta = a \times (P - b)^2 \times y \dots (1)$$

β :道床沈下量、P:まくらぎ下面圧力 a,b:定数 y:道床振動加速度係数

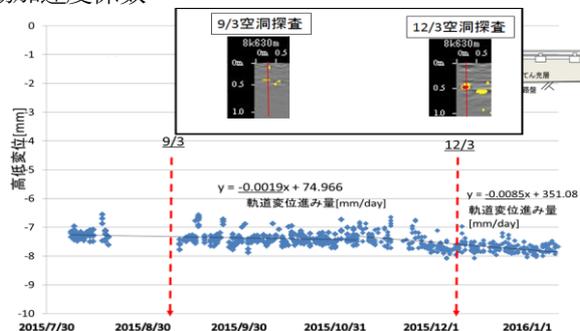


図4 空隙と軌道変位進みの関係

キーワード 高頻度軌道変位データ、モニタリング、路盤変状、軌道管理
 連絡先 〒114-8550 東京都北区東田端二丁目20番68号 TEL 03-5692-6136

5. てん充層下面の空隙把握

軌道変位進みから空隙を推定可能か検証するため、“正常な箇所”及び“路盤変状箇所(てん充層脇陥没)”における軌道変位進みの偏差(移動平均からのばらつき)の比較を行った。正常な箇所においては、偏差 0.1 程度で安定しているのに対し、“路盤変状箇所”は軌道変位進みの変化と共に偏差が大きくなり約 0.2 (約 0.16~0.2) を下回らなくなる傾向がある。高頻度軌道変位データは、加速度より変位を算出しているため、てん充層があおる(道床加速度が増加)ことで偏差が増加しやすくなっていると考えられる。軌道変位進みが大きくなる(偏差が大きくなる)変化点前1週間の総雨量は、35mm/week 以上であり、その雨量を超過すると路盤土内が緩み、列車衝撃荷重により路盤変状しやすい傾向があると言える。“見た目に不良が見受けられない箇所”において軌道変位進みが早い箇所があり、偏差を見ると約 0.2 程度で収まっている。(図6)これは路盤土が塑性体に近いためあおりがなく(空隙の可能性小) てん充層と一緒に沈下しているためと考えられる。

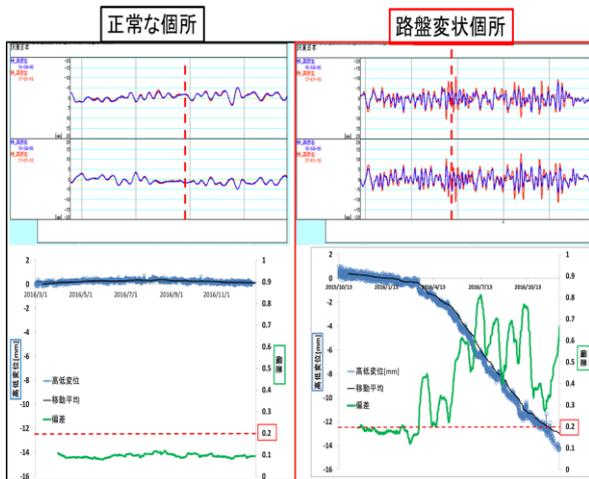


図5 軌道変位進みと偏差の関係

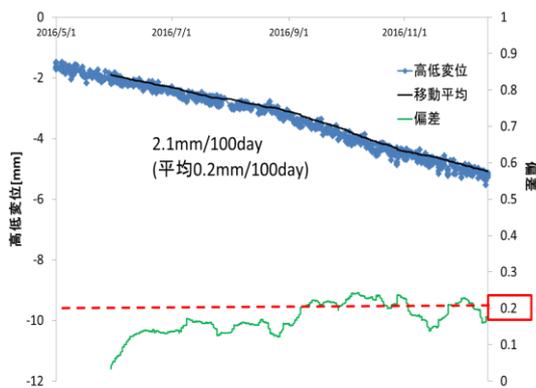


図6 軌道変位進みと偏差の関係(偏差約0.2以下)

偏差を約 0.3~0.4 超えている箇所においては、軌道変位進みも更に早く、てん充層脇白色化(陥没)に加え噴泥しているのが現場の特徴である。てん充層の表面に路盤内の泥が噴出するのは、列車衝撃荷重によりてん充層下面が引張破壊し、ひび割れが入っているためである。そのひび割れ箇所から、路盤土が表面に流出するため噴泥が生じる。ひび割れたてん充層は、剛性の低下により軌道変位進みが早くなるため、引張破壊が発生する前(偏差 0.2~0.3)に保全することが軌道状態の延命化に繋がると考える。

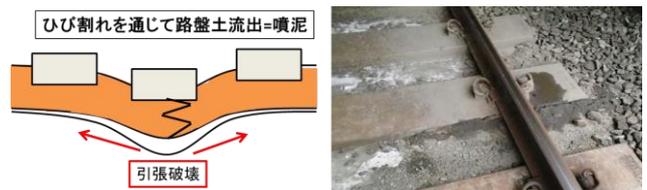


図7 てん充層ひび割れ箇所

5. まとめ

- ・高頻度軌道変位データの軌道変位進行過程から、TC型省力化軌道のでん充層下面の空隙を推定することができた
- ・路盤変状に伴いてん充層があおると、高低変位の偏差が大きくなり、0.16~0.2 を超過すると軌道変位進みが更に進行する。
- ・高低変位の偏差が 0.3~0.4 を超過している箇所の現場は、噴泥しており、てん充層にクラックが入っている傾向がある。
- ・偏差が 0.2~0.3 の間に予防保全を実施することが軌道状態の延命化に繋がると考えられる。

6. おわりに

路盤変状を未然に把握することは、安全安定輸送の確保及び予防保全の修繕構築に向けて非常に重要である。本研究で得られた知見を元に予防保全を実施していきトータルメンテナンスコスト低下に取り組んでいきたい。

参考文献

1)萩尾,久保村,関口 ; TC型省力化軌道における不良箇所対策の実施について,土木学会第 63 回年次学術講演会,p31-32,2008.9