

高頻度データを用いた道床作業後における高低変位進み評価

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○葛西	亮平
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	松尾	善紀
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	元好	茂
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	小西	俊之

1. 概要

営業列車搭載型線路設備モニタリング装置は、『軌道変位モニタリング装置』及び『軌道材料モニタリング装置』から構成されている(図-1)。

軌道変位モニタリング装置は、(公財)鉄道総合技術研究所において開発された慣性正矢法による測定装置を営業列車の車両床下に搭載したものであり、列車運行の都度、高頻度に軌道変位が測定可能である。

今回、取得した高頻度データを用いて、軌道変位モニタリング装置が導入されている日光線における道床作業後の高低変位進みに関する評価を行った。



図-1 線路設備モニタリング装置外観

2. 取得データ概要

軌道変位モニタリング装置から取得されたデータはモニタリングセンターに自動送信され、モニタリングセンターにおいて軌道保守管理データベースシステム LABOCS を用い、各測定データの位置合わせ処理を行い¹⁾、1 測定/日程度のデータを設備管理システムへ送信している。

送信されたデータは設備管理システムのデータベースに登録されるため、所望するデータは各自の端末から取得することができる。取得したデータをグラフ化した例を図-2、3に示す。

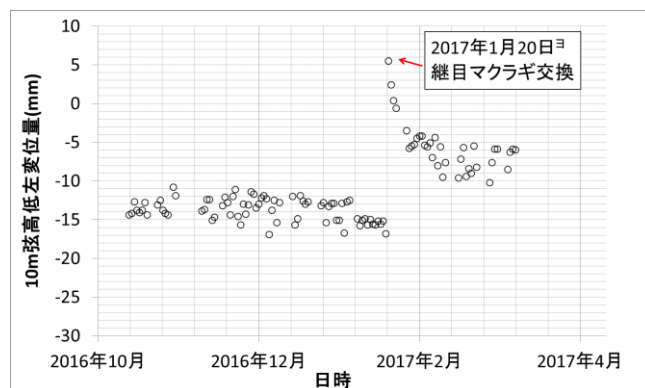


図-2 10m 弦高低変位 (継目マクラギ交換)



図-3 10m 弦高低変位 (四頭タイタンパ)

図-2は2017年1月20日夜に継目マクラギ交換を行った例であり、図-3は2017年1月16日夜に四頭タイタンパによるつき固めを行った例である。

3. 施工後の軌道劣化評価方法の提案

軌道破壊理論(I)によると²⁾、道床つき固めを行った軌道は繰り返し载荷を受けると、軌道は式(1)のように沈下する。

$$y = \gamma(1 - e^{-\alpha x}) + \beta x \quad \dots (1)$$

ここで、 x : 荷重繰り返し数、 y : 沈下量、 α : 道床の圧密性、 β : 圧密過程後の安定性、 γ : 圧密過程の影響度、であり、第1項は施工直後からの道床の圧密過程を表し、第2項は道床の圧密過程後の安定性を

キーワード 線路設備モニタリング装置, 軌道劣化評価, 道床作業

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 TEL 048-651-2389 FAX 048-651-2289

表す。

以降、式－(1)の 軌道破壊理論 (I) を軌道変位モニタリング装置から得られるデータに適合することを考える。

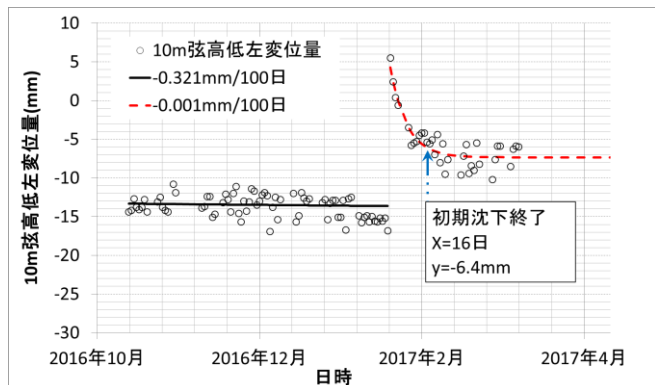
①荷重繰り返し数 $x \rightarrow$ 施工からの時間

②沈下量 $y \rightarrow$ 10m 弦高低変位量

③式－(1)は $x=0 \rightarrow y=0$ であるため、上越しや残留変位に対応するため、 δ を追加し、式－(2)に改める。

$$y = \gamma - \delta e^{-\alpha x} + \beta x \quad \cdots (2)$$

式－(2)においては、施工直後の残留変位は $\gamma - \delta$ で与えられる。式－(2)を図－2に示すデータに対し、非線形回帰による曲線当てはめを行うと、図－4の通りとなり、概ね取得したデータを近似できた。



図－4 施工前後の非線形曲線当てはめ例

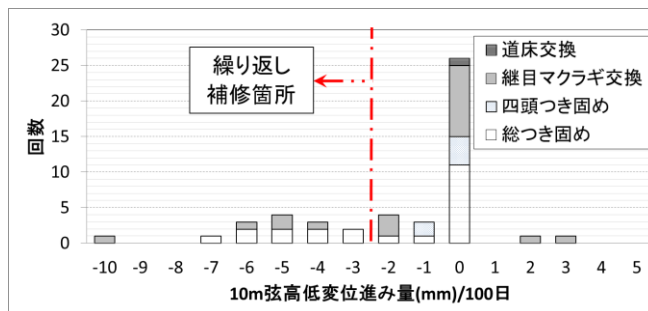
図－4において凡例に示しているものは式－(2)の β を 100 日あたりに換算したものであり、図－4の場合は、圧密過程後の直線的な劣化の度合いが施工前と比べ施工後に減少したことが伺え、一定の施工効果が得られたことが見て取れる。

また、圧密過程 ($-\delta e^{-\alpha x}$) は初期沈下を表しているため、この項の絶対値が 1mm を下回った時点を初期沈下終了と見なすと図－4の場合、 $x=16$ 日となり、その時の変位量は -6.4mm となる。

4. 施工評価例

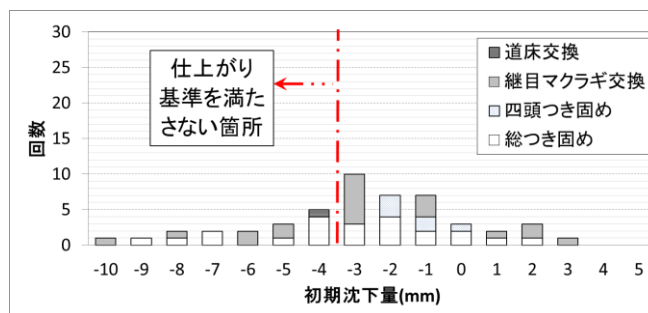
前章で提案した方法を用いて、日光線における、2016 年 12 月～2017 年 2 月までに実施した、道床作業 49 回に対して評価を行った。100 日当たりの軌道変位進みのヒストグラムを図－5に示す。概ね 0mm に分布しており、施工効果が十分に得られた箇所が

大多数である。一方、-3mm/100 日を超える箇所 (約 3 年以内に整備基準値に達する箇所) が、14 箇所/49 箇所 (29%) あり、これらの箇所が繰り返し修繕箇所と呼ばれている箇所である。



図－5 施工後の 100 日当たりの 10m 弦高低変位進み

さらに、初期沈下終了時の 10m 弦高低変位のヒストグラムを図－6に示す。-3mm 付近に多く分布しており、大多数は施工後における初期沈下後の仕上がり基準である ± 4 mm を満たす。一方、 ± 4 mm を満たさないものが、16 箇所/49 箇所 (33%) あり、材料状態が悪いまたは締固めが十分で無い箇所であると思われる。



図－6 施工後の初期沈下量 (mm)

5. まとめ

高頻度で得られた軌道変位データを用いて、道床作業後の高低変位進みに関する定量的な評価方法を提案した。今後は、道床状態、マクラギ状態、レール状態を加味した上で、施工工種毎の施工効果の要因分析を行い、最適保守方法を提案できるモデルを構築したい。

参考文献

- 1) 田中博文, 山本修平, 森忠夫, 西藤安隆: 「相互相関法を用いた波形レベルでの軌道変位進み算定手法の開発」, 第 23 回鉄道技術連合シンポジウム, 2016
- 2) 佐藤吉彦, 梅原利之: 線路工学, 日本鉄道施設協会, 1987