つき固め工法の効果に関する研究

東日本旅客鉄道株式会社　正会員　○髙津　昌也
東日本旅客鉄道株式会社　正会員　原田　彰久
東日本旅客鉄道株式会社　正会員　瀬谷　誠

１．はじめに

つき固め工法は従来から多大な労力を要しており, 新たな工法の構築が望まれている. そのためにはつき固め後の軌道変位進みを正確に捉え, 軌道変位進みの抑制効果を簡易に判断できる評価手法が必要である. そこで, 本研究ではつき固め工法別に軌道変位進み量を定量的に把握し, つき固め工法と効果の関係を解明することを目的とし, データの取得, 分析を行った. タイタンパー（以下, TT という）とマルチプルタイタンパー（以下, MTT という）の 2 工法について, 軌道状態が同等の箇所で軌道変位進み量を算出し比較した結果, MTT は TT の約 3 倍の効果があることがわかった. また, MTT 施工後に軌道支持剛性測定試験を行ったところ, 測定で得られた軌道バネ係数とその後の軌道変位進み（初期沈下を除く）に相関が見られた. その結果, 軌道支持剛性測定試験にて MTT の施工効果が予測可能となることが見込まれる.

２．研究概要

MUE-Train から得られる高頻度な軌道変位データを用いて, 実施工での軌道変位進み量をつき固め工法別に調査した. 調査した軌道変位進み量や路盤状態, つき固め後のバラスト状態などからつき固め工法と効果の関係を分析した.

・MUE-Train データ取得
・つき固め工法と軌道変位進みの関係
・つき固め後のバラスト状態と軌道変位進みの関係

つき固め後のバラスト状態の評価には, まくらぎの支持ばね係数を用いた. 支持ばね係数算出に必要な荷重と変位の測定は, 図 1 に示す小型 FWD 装置を使用し, 軌道支持剛性測定試験により行った.

図１　小型 FWD 装置

３．つき固め工法と軌道変位進みの関係

3.1 評価方法及び評価内容

MUE-Train の軌道変位測定データを分析し,MTT と TT の 2 種類のつき固め工法について,軌道変位進みよりつき固め効果を評価した.TT と MTT の 2 工法について,軌道状態が同等の箇所で軌道変位進み量を算出し比較した結果を表 2 に示す.

表 2　工法別の軌道変位進み

工法	位置	軌道変位進み mm		
		施工前	施工後	（平均）
TT	下46k126m	4.5	1.46	1.46
MTT	上41k632m	4.5	0.69	0.52
MTT	上49k653m	4.9	0.44	
MTT	下42k658m	4.4	0.44	

ここでの初期沈下とは,軌道変位進み近似式から推定した MUE-Train 走行日における変位値と MUE-Train による測定値との差である(図 3 参照).TT 施工箇所の軌道変位進みは 1.46mm/100 日であった. TT 施工箇所の軌道変位進みは平均 0.52mm/100 日であった.以上より,MTT は TT の約 3 倍の効果があることがわかった. MTT と TT 施工箇所の軌道変位の推移を示す.(図 2、図 3）図 2、図 3 をはじめとする取得データから, 施工後に初期沈下が終了するまでの日数は,概ね 60 日程度であることがわかった. データ取得区間の年間通トンは約 3000 万トン（1 級線）で, 60 日間の通

キーワード　つき固め, 軌道変位進み, 軌道支持剛性測定試験
連絡先　〒331-8513　埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本　テクニカルセンター　ＴＥＬ048-651-2389

トンは約 500 万トンとなる.通トンが同等程度の区間では,概ね 10 日ごとにデータを取得することで,初期沈下から定常沈下への遷移の把握が可能と考えられる.

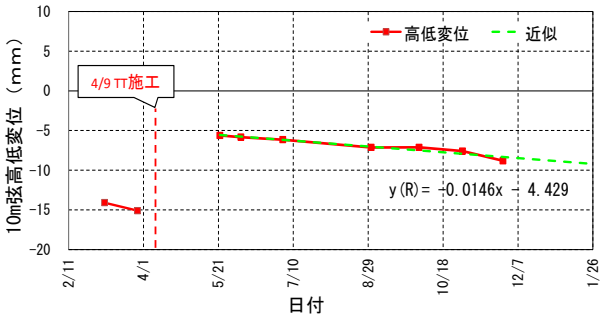

図 2　TT 施工箇所での軌道変位量の推移(下 46k216m)

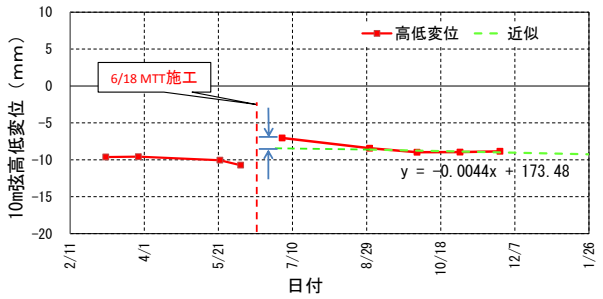

図 3　TT 施工箇所での軌道変位量の推移(上 49k653m)

4. つき固め後の道床状態と軌道変位進みの関係

4.1 評価方法及び評価内容

つき固め後の道床状態と軌道変位進みの関係を評価した.つき固め後の道床状態については,小型 FWD 試験機により測定したまくらぎ支持ばね係数を用いた.軌道変位進みについては,MUE-Train および Esat-i の 10m 弦高低変位データを用いた.対象は,MTT 施工箇所で施工前に軌道が沈下した状態であった箇所とした.

(1)軌道変位進みに関する評価

軌道変位進み（初期沈下終了後）と MTT 施工直後のばね値の関係を図 4 に示す.施工直後のばね値が大きいと軌道変位進みは小さい傾向が認められた.

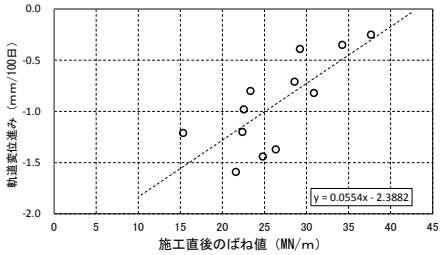

図 4　軌道変位進みと施工直後のばね値の関係

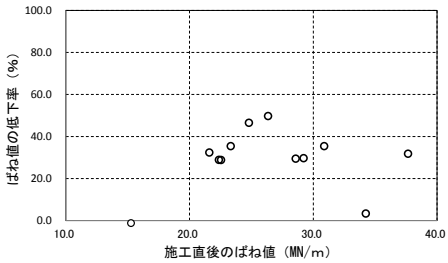

図 5　施工直後のばね値とばね値の低下率の関係

図 5 に施工後のばね値の低下率と施工直後のばね値の関係を示す.低下率は,施工直後のばね値によらず一律に約 30%であった.以上の結果から,施工後のばね値は施工直後のばね値に依存し,施工直後のばね値が大きい箇所は施工後もばね値を維持し,軌道変位進みが小さくなると考えられる.

(2)初期沈下に関する評価

MTT 施工直後の軌道変位を 0mm と仮定し,定常沈下移行時の軌道変位を仮想初期沈下量とした.仮想初期沈下量と施工直後のばね値の関係を図 6 に示す.

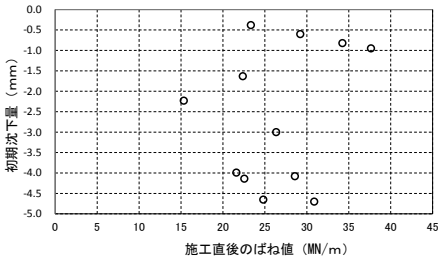

図 6　初期沈下量と施工直後のばね値の関係

施工直後のばね値と仮想初期沈下との間には関係性は認められなかった.今回は仮想値を用いたが,復元波形等を用いて初期沈下量を算出することで,有意な比較が可能になると考えられる.

5.　まとめ

TT と MTT の 2 工法について,軌道状態が同等の箇所で軌道変位進み量を算出し比較した結果, MTT は TT の約 3 倍の効果があることがわかった.高頻度な軌道変位データと以下のデータを組み合わせることで,施工時の最適な仕上り値の算出や,施工後の軌道変位進みの予測への活用が期待される.

MTT 施工後にマクラギの軌道支持剛性測定試験を行ったところ,測定で得られた軌道バネ係数とその後の軌道変位進み（初期沈下を除く）に相関が見られた.その結果,軌道支持剛性測定試験にて MTT の施工効果を予測できることが見込まれる.初期沈下についての効果予測は今後の課題となった.