

## 締結装置不良箇所がMTTの施工効果に及ぼす影響に関する一考察

日本線路技術 正会員 ○糟谷 賢一 渡邊 寛隆  
非会員 廣畑 翔介 斉藤 光司

### 1. はじめに

日本線路技術では、平成28年12月1日より線路設備モニタリングセンターを開設し、JR東日本の営業列車に搭載した線路設備モニタリング装置<sup>1)</sup>で測定された軌道変位モニタリングデータと軌道材料モニタリングデータの処理業務等を行っている。

軌道変位モニタリングのデータ処理は、1装置当たり毎日10本程度測定されるデータから最も品質の良いデータを選定する業務<sup>2)</sup>であり、高頻度データによって従来よりも精緻に軌道の劣化傾向を把握可能である。

軌道材料モニタリングのデータ処理は、画像処理により不良箇所を抽出した上で、人間系で不良箇所の目視確認し、軌道材料を画像によって良否を仕分けし、否に対してはその理由によって分類している<sup>3)</sup>。その結果として、締結装置の緩みや不良箇所を把握可能である。

軌道変位モニタリングと軌道材料モニタリングのそれぞれのデータに関する研究は従来から広く行われているが、それぞれのデータを掛け合わせた研究は少ない。

そこで、今回は、軌道材料モニタリングデータを活用して締結装置脱落箇所及び緩み箇所を把握し、軌道変位モニタリングの高頻度データを活用することで、締結装置状態がMTT施工効果に及ぼす影響について考察する。

### 2. 締結装置不良とMTT施工効果との関係イメージ

図1、図2に締結装置不良とMTT施工効果の関係イメージを示す。

図1は、締結装置が脱落している場合であり、当然ながらクランプでレールを持ち上げても、マクラギが追随せず、軌道状態の改善効果は低いものと想定される。

図2は、締結装置が緩んでいる場合であり、クランプでレールを持ち上げても、締結装置が緩んでいない場合よりもマクラギが追随しない等、軌道状態の改善効果はやや低いものと想定される。

### 3. 前提条件及び分析方法

#### (1) 前提条件

分析に使用するデータの前提条件を表1に示す。軌道変位モニタリング装置と軌道材料モニタリング装置の両

方が導入されている線区のうち、2017年12月1日～2018年2月1日までにMTT施工実績のある3装置5線区を対象とし、表2に示す指標を用いて分析を行った。

なお、今回は締結装置の緩み量も指標とするため、100mロットにおける板バネの割合が80%以上のロットを対象とした。

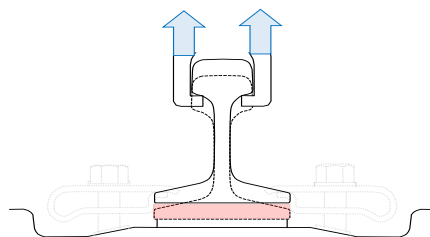


図1 締結装置脱落とMTT施工効果の関係イメージ

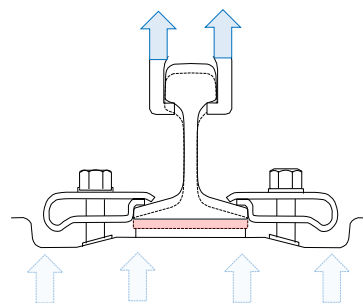


図2 締結装置緩みとMTT施工効果の関係イメージ

表1 前提条件

項目	内容
対象装置	豊田E233系、勝田E531系、新潟E129系
対象線区	中央本線、青梅線、常磐線、信越本線、羽越本線
対象期間	2017年12月1日～2018年2月1日
データ数	66ロット

表2 分析に使用する各指標

記号	指標	内容
y	施工改善度	100mあたりの施工後高低σ値/施工前高低σ値
x1	施工前σ値	100mあたりの施工前高低σ値
x2	施工方法	1: 相対基準施工, 0: その他
x3	構造物の有無	1: 踏切・橋梁・EJ, 0: その他
x4	MTT不能箇所率	100mあたりの不能箇所延長の割合
x5	自動判定NG率	100mあたりの画像処理「否」判定の割合
x6	締結装置緩みσ値	100mあたりの締結装置緩み量σ値

キーワード 線路設備モニタリング, 営業車検測, 軌道変位モニタリングデータ, 締結装置緩み, MTT施工効果  
連絡先 〒120-0026 東京都足立区千住旭町42番3号  
株式会社日本線路技術 線路設備モニタリング事業部 線路設備モニタリングセンター TEL 03-5284-9125

(2) 分析方法

締結装置状態が MTT 施工効果に及ぼす影響を考察したいが、MTT 施工効果には締結装置状態以外にも多様な変数が影響を与えているものと想定される。そこで、今回は、被説明変数を施工改善度とし、説明変数を表 2 に示す  $x_1 \sim x_6$  として、図 3 に示すモデルにて重回帰分析を行うこととした。

なお、表 2 の  $y$  及び  $x_1$  は軌道変位モニタリングデータ、 $x_5$  及び  $x_6$  は軌道材料モニタリングデータを使用し、 $x_2 \sim x_4$  は JR 東日本提供の作業実績及び設備台帳を使用した。また、各データは 100m ロット単位とした。

本分析では、締結装置が脱落もしくは緩んでいる箇所は、2 項で示したような機構から、MTT 施工前後の改善効果が低いものと考えられる。これは、図 4 に示すように、締結装置が脱落もしくは緩んでいる箇所は、それ以外の箇所に比べて改善効果が低いため、100m ロット高低変位  $\sigma$  値がバラつくものと想定した。

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + b$$

図 3 重回帰分析モデル

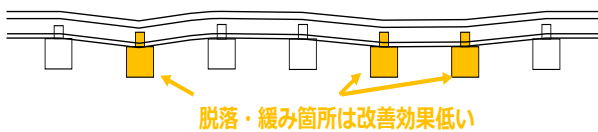


図 4 想定する仮説イメージ

4. 分析結果と考察

分析結果を表 3 に示す。考察は、施工直後改善率、施工 14 日後改善率、施工 30 日後改善率に分けて行う。

(1) 施工直後

有意な説明変数は、施工前  $\sigma$  値、締結装置緩み  $\sigma$  値、誤差項の 3 つあることが分かる。施工前  $\sigma$  値は施工前の軌道状態を表す指標であり、負の回帰係数であることから、施工前の軌道状態が悪いほど、施工直後改善率が良

くなることが示唆された。また、締結装置緩み  $\sigma$  値は締結装置の緩みを示す指標であり、正の回帰係数であることから、締結装置が緩んでいるほど、施工直後改善率が悪くなることが示唆された。誤差項が有意であることから、上記 2 つの指標以外、たとえば道床状態などが施工直後改善率に関係がある可能性がある。

(2) 施工 14 日後

施工直後改善率の分析結果と同じく、施工前  $\sigma$  値と締結装置緩み  $\sigma$  値が有意であるが、その他に MTT 不能箇所率が有意であることが分かる。MTT 不能箇所率は施工区間における MTT が施工できない延長を示す指標であり、正の回帰係数であることから、施工区間に MTT 不能箇所が多いほど、施工 14 日後改善率が悪くなることが示唆された。

(3) 施工 30 日後

施工直後改善率及び施工 30 日後改善率の分析結果と同じく、施工前  $\sigma$  値と締結装置緩み  $\sigma$  値が有意であり、その他に有意な指標がないことが分かる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、締結装置状態が MTT 施工効果に及ぼす影響を考察し、締結装置緩みが MTT 施工効果に影響する可能性があることが分かった。対象線区及びサンプルが少なく、モデルの信頼性も低いことから、今後サンプルを増やし、説明変数を追加するなど、多様な観点から考察を加えることが課題と考えている。

参考文献

- 1)佐藤惇一他：線路設備モニタリング装置の導入と活用方法，土木学会第 72 回年次学術講演概要集，2017.
- 2)糟谷賢一他：軌道変位モニタリングデータの高頻度データ解析手法に関する検討，土木学会第 72 回年次学術講演概要集，2017.
- 3)渡邊寛隆他：軌道材料モニタリングの目視確認基準に関する検討，土木学会第 73 回年次学術講演概要集，2018.

表 3 重回帰分析の結果（被説明変数を施工直後、施工 14 日後、施工 30 日後と可変）

説明変数	指標	施工直後			施工14日後			施工30日後		
		p値	回帰係数	有意水準	p値	回帰係数	有意水準	p値	回帰係数	有意水準
$x_1$	施工前 $\sigma$ 値	0.001	▼	***	0.010	▼	**	0.013	▼	**
$x_2$	施工方法	0.787			0.689			0.428		
$x_3$	構造物の有無	0.297			0.485			0.175		
$x_4$	MTT不能箇所率	0.114			0.087	△	*	0.298		
$x_5$	自動判定NG率	0.549			0.924			0.725		
$x_6$	締結装置緩み $\sigma$ 値	0.004	△	***	0.003	△	***	0.051	△	*
$b$	誤差項	0.000	△	***	0.506			0.326		

有意な説明変数の正の回帰係数を「△」、負の回帰係数を「▼」  
 有意水準：\*\*\*( $p < 0.01$ )，\*\*( $p < 0.05$ )，\*( $p < 0.10$ )