

モニタリングデータを用いたロングレールの安全管理に向けて

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○柳森 和真
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 斎藤 典孝
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 垂井 晃一

1. 背景と目的

大宮保線技術センター(以下、大宮保技セ)の2017年度春のロングレール検査では設定替が35箇所発生した。これは大宮支社在来線5保技セの約4割を占める値で突出して多い。表1の大宮保技セの設定替箇所数推移より近年は増加傾向である。安全度不良による設定替は一般的な軌道整備と異なり直接的に軌道状態を良化させる施工ではない。そのためコストダウンの観点等から、ロングレール安全度を適切に把握・管理し、設定替箇所数を削減しながら張り出し事故を防止することが望ましい。そこで本研究はTBMによる従来検査とは異なる手法により張り出し事故防止を目指すために、安全度低下の兆候を定常的に把握することを目的とし取り組みを進めた。

表1. 大宮保技セ
設定替箇所数推

年度	箇所数
2012	9
2013	14
2014	11
2015	8
2016	27
2017	35

2. 現状分析

大宮保技セの現状把握として設定替箇所35箇所の設定替要因を整理した。図1は2017年春のロングレール検査における設定替箇所の内訳を示している。図より可動区間隣接不動区間(以下、可動隣)では22箇所、不動区間では13箇所であった。箇所別の代表的な要因をみると、可動隣ではMTT施工、不動区間では締結不良が割合として高い。

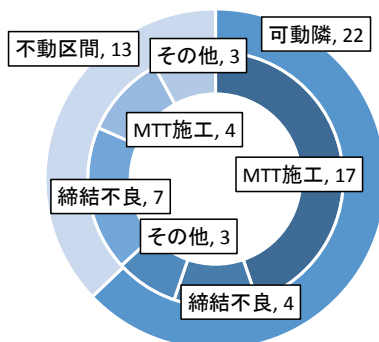


図1. 設定替要因の内訳

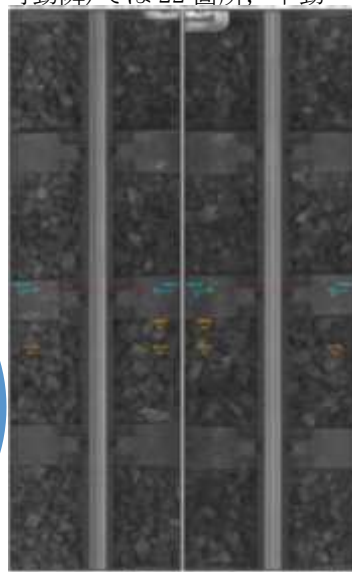


図2. 線路設備
モニタリング例

ロングレールの設定替要因は安全度の算出式から(i)道床横抵抗力(ii)設定温度(iii)低温時作業(iv)不動区間のふく進に大別できる。これらの内(i)道床横抵抗力は弱点箇所に対し道床整備の実施や座屈防止板の設置、(iii)低温時作業はMTTの冬期作業を見直すことで安全度低下は防止可能であるが、(iv)不動区間のふく進は検査前に縮み量が大きい箇所の把握は難しく、特に締結不良は対象箇所が膨大なため修繕の優先順位をつけにくい。そこで締結状態を鑑みながらも、定常的に安全度を把握する手法を検討することとした。

3. 分析方針の検討

軌道材料の良否には軌道材料モニタリングデータを活用する。これは2018年8月から本格導入されたもので、月1回の頻度で締結装置の緩み量、脱落状態などを図2に示すような画像データで判定し、100mロット毎に緩み率・NG率として区間内での締結状態を評価するものである。今回はこのデータをふく進に影響を与えると考えられる締結状態の確認に用いる。対象線区は東北本線(上)27k330m～52k900mとし、軌道材料モニタリングデータは2018年12月の検測データを用いた。前述のとおり、締結装置の緩み率・NG率の算出は通常100mロットであるが、ロングレール杭間の締結状態を忠実に確認するためロングレールの杭間ロット(以下、杭間ロット)に修正する。その上で、杭間ロットでの締結緩み率・NG率と2018年度春のロングレール検査AB判定の結果を基に、左右レール別の各杭間ロットで以下の3要素に着目して比較する。これらは既往のロングレールのふく進量に関する知見¹⁾を鑑みて選定した。

- I) 杭間ロットの締結緩み・NG率のみの分析
- II) 杭間ロットの締結緩み・NG率と締結装置種別の分析
- III) 杭間ロットの締結緩み・NG率と曲線半径及び外軌側の左右の分析

中でもI)についてはパターン①、パターン②の2パターンを設けた。これは図1より大宮保技セでは可動隣での設定替箇所が全体の約6割近くを占めることから、可動隣については別途可動区間の締結状態を考慮した集

キーワード TBM, CBM, ロングレール, 軌道材料モニタリング装置, 安全度管理

連絡先 〒160-0004 埼玉県さいたま市大宮区錦町13番 東日本旅客鉄道株式会社 大宮保線技術センター

T E L 048-641-030

計を行うべきと考えたためである。

(パターン①) 当該杭間の安全度と NG 率・緩み率の比較
(パターン②) 可動隣の安全度と隣接する可動区間の NG 率・緩み率の比較

4. 分析結果

I) 杭間ロットの締結緩み・NG 率のみの分析

表 2 にパターン①、パターン②の左右レールでの締結状態の良否による分類結果を示す。以降の表の凡例は以下の通りである。なお、凡例に示す安全度不良率とは各領域に分類された杭間ロットの総数の内、安全度不良となってしまう杭間ロットの割合を示し、この割合が高ければその領域内での発生率が高く、安全度低下の兆候を捉える手がかりとなりうると考えられる。パターン①では左右レール共に締結状態の良否で安全度不良率に差異はないことが分かり、左レールの発生率は概ね 6.5%、右レールでは 4%程度となっている。またパターン②では、近傍の可動区間の締結状態で整理すると、左レールのように隣接する可動区間の緩み・NG 率の高い可動隣の安全度不良率は他の領域と比較すると高いことが分かる。これは可動区間の締結不良により道床縦抵抗力が不足し、可動隣側に軸力が蓄積されふく進を誘発した結果である可能性が考えられる。図 3 は緩み・NG 率と 2018 年度ロングレール検査の安全度との比較だが、緩み率・NG 率ともに高い杭間は安全度不良の割合が高く、これまでの知見がデータで裏付けられたことが分かる。

(下表の凡例) 2019年度春ロング検査
各領域に分類された杭間ロット数
AB判定 $\alpha < 1.2$ の杭間ロット数
安全度不良率

表 2. パターン① パターン② における分類結果

	パターン①			パターン②		
	緩み・NG率(高)	緩み・NG率(低)	計	緩み・NG率(高)	緩み・NG率(低)	計
左レール	62 (4) 6.5%	58 (4) 6.9%	120 (8) 6.7%	5 (2) 40.0%	9 (2) 22.2%	14 (4) 28.6%
右レール	62 (3) 4.8%	58 (2) 3.4%	120 (5) 4.2%	5 (0) 0.0%	9 (2) 22.2%	14 (2) 14.3%
計	124 (7) 5.6%	116 (6) 5.2%	240 (13) 5.4%	10 (2) 20.0%	18 (4) 22.2%	28 (6) 21.4%

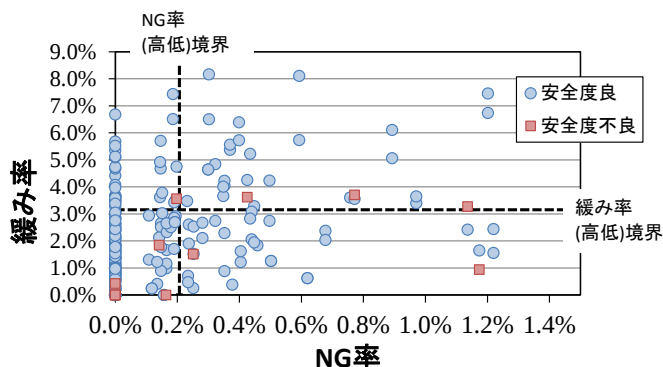


図 3. 杭間ロット毎の緩み率・NG 率の分布

II) 杭間ロットの締結緩み・NG 率と締結装置種別の分析

表 3, 表 4 に左右の結果を示す。表より、左右レールでの杭間ロットの分類に差異はなく、安全度不良率でみると緩み・NG 率(高)では PND 化率(低), 緩み・NG 率(低)では PND 化率(高)の領域で安全度不良の杭間ロットが存在している。これは PND 化率が高く見かけ上では緩み・NG 率が低くても PND の性能が低下したため、或いは PND 化率が低く緩み・NG 率が高いと締結状態が良好ではないためにレールのふく進が発生し安全度が低下している可能性も考えられる。

表 3. 締結装置による分類結果 (左レール)

	緩み・NG率(高)	緩み・NG率(低)	計
PND化率(高)	2 (0) 0.0%	21 (3) 14.3%	23 (3) 13.0%
PND化率(低)	47 (3) 6.4%	50 (2) 4.0%	97 (5) 5.2%
計	49 (8) 16.3%	71 (5) 7.0%	120 (8) 6.7%

表 4. 締結装置による分類結果 (右レール)

	緩み・NG率(高)	緩み・NG率(低)	計
PND化率(高)	2 (0) 0.0%	21 (2) 9.5%	23 (2) 8.7%
PND化率(低)	47 (3) 6.4%	50 (0) 0.0%	97 (3) 3.1%
計	49 (8) 16.3%	71 (5) 7.0%	120 (5) 4.2%

III) 杭間ロットの締結緩み・NG 率と曲線半径及び

外軌側の左右の分析

表 5 に分類結果を示す。結果より曲線外軌レールに着目すると、左レールの緩み・NG 率(低)にのみ安全度不良となった杭間ロットが存在している。この左レール 2 杭間の曲線半径は R=1600, R=1400 で R=1000 以下の曲線ではないが、それぞれ駅構内ロングである。また R=1400 の杭間は PND 化率が低く締結装置以外の影響が考えられる。

表 5. 締結装置による分類結果 (右レール)

	緩み・NG率(高)	緩み・NG率(低)	計
左曲線・左レール	10 (0) 0.0%	17 (2) 11.8%	27 (2) 7.4%
右曲線・右レール	8 (0) 0.0%	17 (0) 0.0%	25 (0) 0.0%
計	18 (0) 0.0%	34 (2) 5.9%	52 (2) 3.8%

5. まとめと今後の課題

本取組みでは定常的な安全度管理を目標に、モニタリングデータを用いて、安全度低下が発生しうる杭間の特定を試みた。結果、可動隣と可動区間の締結状態と締結緩み率・NG 率に着目することで安全度低下を捉える可能性があることが分かった。今後は現場状況等を考慮した分類手法の精緻化を行い、より高精度な傾向把握と安全度低下抑制を図りながら、ロング管理の更なる高度化を目指していきたい。