

軌道材料モニタリング装置による締結装置緩み自動判定の検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員○加藤 優実
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 西藤 安隆
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 赤松 秀彦
 川崎重工業株式会社 大林 航

1. 目的

JR 東日本では、検査の信頼性の向上や効率化を図ることをめざして、営業列車に検測装置を搭載し、軌道の状態を高頻度に監視する「軌道材料モニタリング装置」の技術開発を進めている¹⁾。軌道材料モニタリング装置よりレール周辺の画像や締結装置の緩み量を取得できるが、締結装置の緩み量については閾値が定まっておらず、現場での活用方法を見出していく必要がある。そこで、軌道材料モニタリング装置で測定している締結装置緩み量から現場の締結装置が「緩んでいる」と判断できる閾値を検証し、「軌道材料モニタリング装置」による締結装置緩み自動判定が可能か検証することを目的とする。

2. 締結装置緩み量測定について

本研究は、JR 東日本管内で多く敷設されている PC マクラギ 3 号 5 型改良型の締結装置を対象とする。軌道材料モニタリング装置で測定している締結装置の緩み量（以下、緩み量という）は、レール底部の高さからボルト上面の高さの差で求める（図-1）。設計値は、ボルト頭 22mm、ワッシャ 4.5mm、バネ 7mm が 2 枚の計 40.5mm である。レール底部の高さを求める位置は、レール底部端部（図-1、2 赤線部分）から 5mm ～10mm レール中心側（図-1、2 青ハッチング領域）で測定する。

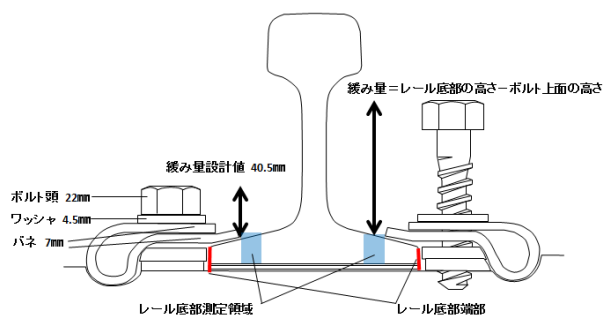


図-1 締結装置の緩み量測定の概要

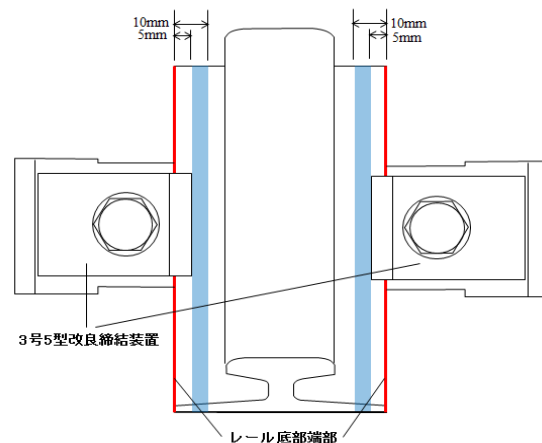


図-2 レール底部測定位置

3. 検証内容

3-1 締結装置緩み量の閾値の検討

締結装置が緩んでいると判断できる閾値を検討するため、点検ハンマーを用いた打音検査で実施した（図-3）。対象線区は、京浜東北線南行川口～西川口間（16k000m～16k480m）を対象とした。

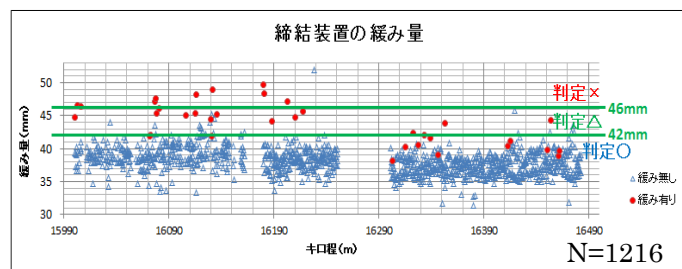


図-3 締結装置の緩み有無の検証（打音検査）

締結装置の緩みの有無と緩み量を図-4 に示す。その結果、緩み量が 42mm 以下の箇所については、約 99% 締結装置の緩みが見られないことがわかった。また、46mm を超える箇所については、90%以上で締結装置が緩んでいると判断していることがわかった。一方、42mm から 46mm の範囲では、緩んでいる締結装置もみられるが、緩みが見られない箇所も存在している。理由として、ワッシャが重複して挿入、ケーブル防護マクラギに交換、雑草を検知することが考えられるため、締結装置の緩みにおける判断が難しいことがわかった。以上の結果を踏まえ、緩みの判定を○、△、×の3区分の分類方法を検討した。

キーワード 軌道材料、モニタリング、締結装置、閾値

連絡先 〒335-0004 埼玉県蕨市中央一丁目 17 番地 5 号 TEL048-431-5996 FAX048-445-0457



判定	判定内容	閾値
○	ほぼ緩んでいない	緩み量 ≤ 42 mm
△	緩んでいる締結装置もいくつかある	$42\text{mm} < \text{緩み量} < 46\text{mm}$
×	緩んでいる締結装置が多い	$46\text{mm} \leq \text{緩み量}$

図-4 締結装置の緩みの有無および緩み判定

次に軌道材料モニタリングで取得できるデータの締結装置緩み量の再現性の検証を行った結果を図-5に示す。取得日より数値のばらつきは見られるものの、計算処理($\pm 2\sigma$ 以上の数値を除去し、平均値除去処理)を実施することで締結装置の緩み量は同じ傾向を示す(図-6参照)。つまり、取得日の異なるデータでも締結装置の緩み量は同じ傾向を示唆することができ、閾値を定めることで締結装置の緩み範囲の特定が可能となる。

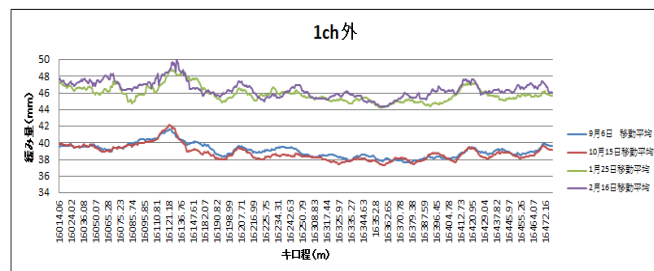


図-5 軌道材料モニタリングのデータ

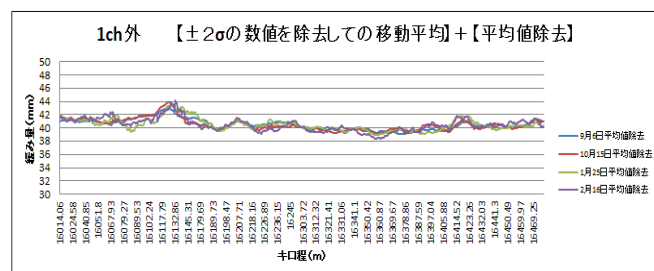


図-6 処理した締結装置緩み量

3-2 モニタリング装置による判定結果の検証

3-1で検証した結果を軌道材料モニタリング装置で判定できるか、現場の締結装置を模擬的に1回転分とし、高さを概ね52mmとし緩ませ、検証することとした。対象線区は京浜東北線南行蔵～南浦和間(19k800m～20k220m)、緩ませた締結装置は右レール外側53個、右レール内側50個の計103個である。計算処理($\pm 2\sigma$ 以上の数値を除去し、平均値除去処理)した結果、図-7、図-8に示すとおり、軌道材料モニタリング装置により、締結装置が緩んでいる箇所の

特定が可能であることがわかる。

また、3区分で分類方法を適用した結果、閾値46mmのフィルターをかけることで緩みのある締結装置を98%以上(101個/103個)検出することができた。つまり、軌道材料モニタリング装置による締結装置緩み自動判定が可能であることの証左である。

表-1 締結装置の緩みの有無および判定結果

	緩みあり		緩みなし	
	個数(個)	割合(%)	個数(個)	割合(%)
【判定○】緩み量 ≤ 42	0	0.0%	982	92.6%
【判定△】 $42 < \text{緩み量} < 46$	2	1.9%	70	6.6%
【判定×】 $46 \leq \text{緩み量}$	101	98.1%	9	0.8%
合計	103		1061	

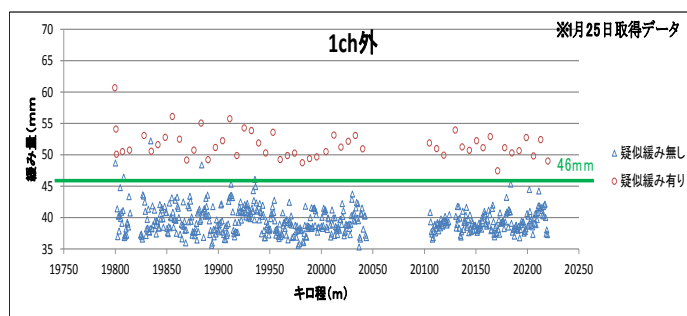


図-7 締結装置の緩み有無と緩み量の相関(右外側)

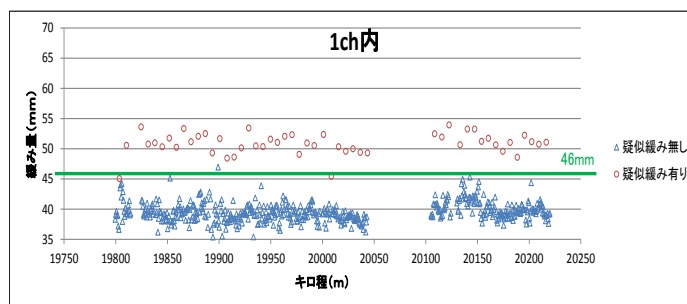


図-8 締結装置の緩み有無と緩み量の相関(右内側)

4. まとめ

検証結果より以下の内容を示す。

① 軌道材料モニタリング装置での締結装置緩み判定について、3区分の閾値を設けることで判定が可能である。

② 軌道材料モニタリングで緩んでいる箇所が把握でき、モニタリング数値と現場は概ね一致する。

今後は、他の種別の締結装置における検証や線形を考慮した調査を行い、締結装置緩みの有用性を検証する予定である。保線部門における技術革新をさらに進めていく。

参考文献

1) 西藤安隆, 葛西亮平, 矢作秀之:「営業列車搭載型線路設備モニタリング装置の開発状況」, 第21回鉄道技術連合シンポジウム(2014)