

経年したレール締結装置のふく進抵抗力の評価

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○魚地 眞道
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 安田 致敏
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 熊倉 孝雄
東鉄工業株式会社 中野 貴徳

1. はじめに

レール締結装置のふく進抵抗力は直結軌道において下部構造への縦荷重となるが、経年したレール締結装置ではふく進抵抗力が増加することで下部構造へ影響を及ぼすことが懸念されている。しかし、経年したレール締結装置のふく進抵抗力の実測やふく進抵抗力の低減対策を定量的に評価した知見は少ない。そこで、弾性バラスト直結軌道で使用したレール締結装置のふく進抵抗力を実測し、その結果に基づき、ふく進抵抗力を設計値程度に低減する対策について評価した。

2. 対象とした軌道構造

図1に示す在来線の橋梁上における弾性バラスト直結軌道を対象として、約3年経過したレール締結装置を採取し、レールのふく進抵抗力等を評価した。

	共用開始	2014年11月
	線形	直線
	列車種別	在来線（電車・貨物）
	通過トン数	約3000万トン/年
	レール	60kgレール
	タイプレート	バンドロール直8形
	締結クリップ	PR113A（押え力3.5kN）
	軌道パッド	第2種50MN/m、EB材付き
	マクラギ	弾直用マクラギ
	マクラギ間隔	750mm

図1 対象とする弾性バラスト直結軌道

3. ふく進抵抗力等の試験

経年したレール締結装置において線ばねクリップの押さえ力は数%程度の低下であり¹⁾、ふく進抵抗性に寄与するのはレール底部に接触する軌道パッドの表面摩擦力と考えられる。そこで、軌道パッドの摺動面の静摩擦係数とふく進抵抗力を試験装置により実測した。

(1) 試験条件

試験で使用した材料を表1に示す。使用した軌道パッドの試験条件は表2、図2のとおりである。

表1 試験で使用した材料

使用材料	種 別	備 考
レール	60kgレール	発生品
タイプレート	バンドロール直8形	新品、絶縁板使用
締結クリップ	バンドロールPR113A	発生品および新品（押え力3.5kN）
軌道パッド	第2種50MN/m 60kg用	EB材付き、鋼板付き

キーワード 弾性バラスト直結軌道、レール締結装置、ふく進抵抗力

連絡先 〒114-8550 東京都北区東田端2丁目20番68号 東日本旅客鉄道株式会社東京支社 03-5692-6136

- ① 現地で敷設していた発生品軌道パッド(EB材付き)
- ② 新品の軌道パッド(EB材付き)
- ③ 新品の軌道パッド(鋼板付き)
- ④ 軌道パッドに潤滑剤(二酸化モリブデン)を塗布した条件(発生品および新品に塗布)
- ⑤ 軌道パッドに潤滑油(FBKオイル)を塗布した条件(発生品および新品に塗布)

表2 軌道パッドの試験条件

試験体名	軌道パッド		備 考
試験体1-1	発生品	EB材付き	
試験体1-2	発生品	EB材付き	
試験体1-3	発生品	EB材付き	
試験体2-1	新品	EB材付き	
試験体2-2	新品	EB材付き	
試験体3-1	新品	鋼板付き	
試験体3-2	新品	鋼板付き	
試験体4	発生品	EB材+潤滑剤	
試験体5	新品	EB材+潤滑剤	
試験体6	発生品	EB材+潤滑剤	レールにも潤滑剤を塗布
試験体7	新品	EB材+潤滑油	
試験体8	発生品	EB材+潤滑油	

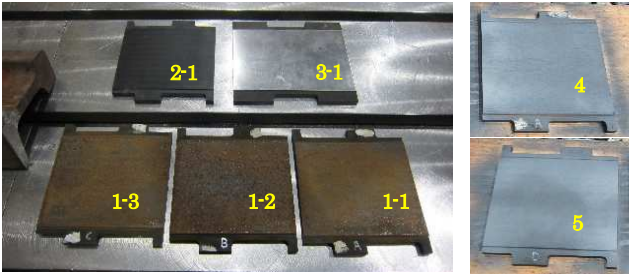


図2 各種軌道パッド

(2) 静摩擦係数の測定試験

試験前に軌道パッド等の摺動面に対し静摩擦係数測定器により静摩擦係数を測定した(図3)。



図3 静摩擦係数測定器

(3) レールふく進抵抗力の測定試験

試験体であるレール締結装置をコンクリート台座ブロックに固定し、レール頭部に変位計を設置してレール締結装置疲労試験装置によりレール長手方向への静的载荷を行った(図4)。荷重サイクルは $0\text{kN} \rightarrow 1\text{kN} \rightarrow 0\text{kN} \rightarrow 2\text{kN} \rightarrow 0\text{kN} \rightarrow 3\text{kN} \rightarrow 0\text{kN} \rightarrow P_{\max} \rightarrow 0\text{kN}$ とし、このサイクルを3回行った。 $P_{\max}$ はレール長手方向の変位が3mmに到達した時の荷重である。载荷速度は 0.02mm/s とし、サンプリング周波数は 1Hz とした。

レールふく進抵抗力 P は図5のとおり、 $P_{\max}$ に達する時にレールがすべりを発生した時に相当する抵抗力とし、1回目は予備载荷として参考値扱いとして2回目、3回目の測定値を平均した値を採用した。



図4 レール締結装置疲労試験装置による試験

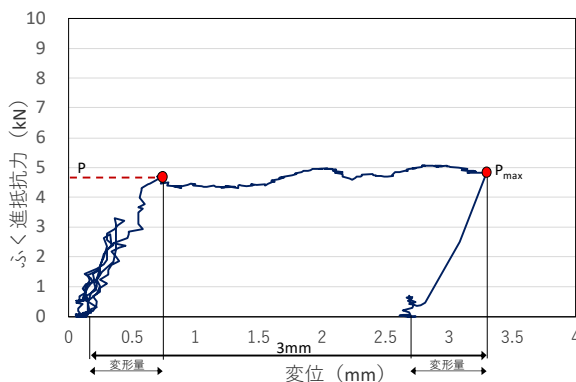


図5 レールふく進抵抗力 (P)

4. 試験結果

試験条件ごとの軌道パッド摺動面の静摩擦係数を測定した結果を図6、ふく進抵抗力の測定結果を図7に示す。

なお、締結間隔は 750mm とした。

- ・ 現地で使用した締結装置はふく進抵抗力が設計値 (4.7kN/m) に対して $7.7 \sim 9.2\text{kN/m}$ と $1.6 \sim 1.9$ 倍程度高い結果となった。これは、新品の軌道パッドの静摩擦係数が 0.33 に対し、現地敷設した軌道パッドが2倍程度の $0.50 \sim 0.69$ であったことから、軌道パッドの静摩擦係数の増加によるものと考えられる。静摩擦係数の増加の要因は、軌道パッドにレール底部の錆びが多く付着したためと考えられる。
- ・ 新品の軌道パッド (EB 材付き) を使用した場合および鋼板付きの軌道パッドを使用した場合には概ね設計値どおりのふく進抵抗力となった。

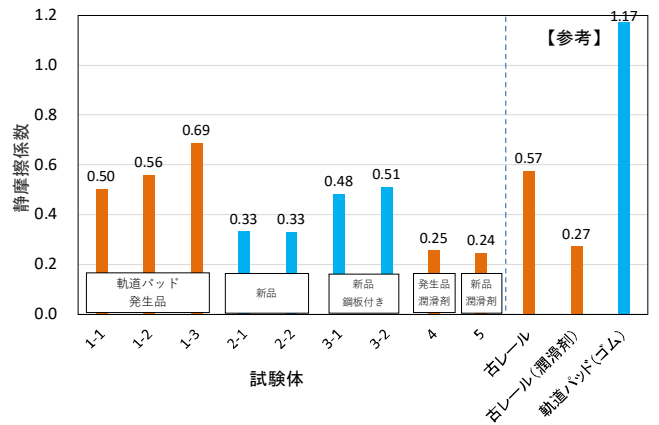


図6 軌道パッドの静摩擦係数の測定結果

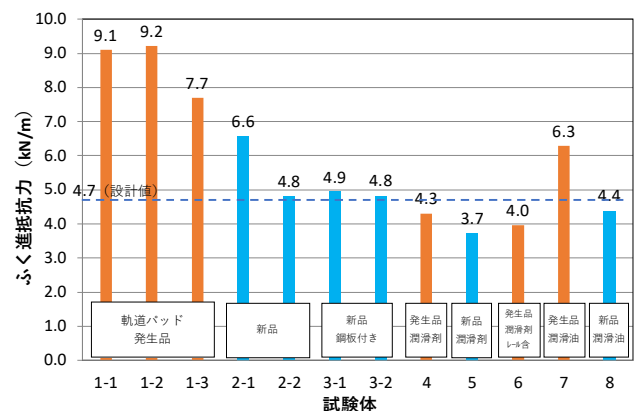


図7 ふく進抵抗力の測定結果

- ・ 発生品の軌道パッドに潤滑剤を使用した場合には、静摩擦係数は 0.25 となり、ふく進抵抗力は設計値よりも若干低い 4.3kN/m 程度となった。
- ・ 新品の軌道パッドに潤滑剤を使用した場合には、ふく進抵抗力は発生品を使用した場合に比べ小さい値となり設計値よりも低い 3.7kN/m 程度のふく進抵抗力となった。
- ・ 発生品の軌道パッドに潤滑油を塗布した場合には、ふく進抵抗力は 7.7kN/m から 6.3kN/m へ約 20% 程度の低減が認められた。さらに新品の軌道パッドに塗油した場合には 4.4kN/m と 43% の低減が認められた。

5. まとめ

本稿での条件下では、軌道パッドに錆が付着し軌道パッドの摩擦係数が増加することによってふく進抵抗力が 1.6 倍～ 1.9 倍程度高くなる結果が得られた。本試験結果から、潤滑剤を塗布した軌道パッドはふく進抵抗力の低減効果が高いと考えられ、実軌道へ適用しレールふく進や下部構造への影響を調査していく。

【参考文献】

- 1) 熊倉孝雄, 小西俊之, 野本耕一, 若月修: 省力化軌道に適用する線ばね系レール締結装置に関する考察, 鉄道力学論文集, 第14号, pp1-6, 2010.
- 2) 玉川新悟, 杉野嵩, 片岡宏夫: レール締結装置のふく進抵抗試験法の最適化, 第20回鉄道工学シンポジウム, pp17-23, 2016.