軌道パッドの飛び出しを抑制する鋼直５型締結装置部材の一考察

東日本旅客鉄道株式会社　正会員　○高橋　辰弥
東日本旅客鉄道株式会社　正会員　篠田　勝己
東日本旅客鉄道株式会社　水野　智明
興和化成株式会社　山口　敏明

１．はじめに

ＪＲ京葉線荒川橋りょうは開業から 25 年が経過しており，現在では劣化した締結装置取替のため，鋼直 5 型締結装置の敷設が進められている．しかし，橋りょう内部の伸縮継目近傍ではレールのふく進によって軌道パッドや絶縁板がずれ，破損する事象が発生している．本事象の原因については，レールの錆により表面の凹凸が粗くなり，軌道パッド本来の摺動性が阻害されたことで，軌道パッドや絶縁板がレールとともに移動したことによるものと考えられる．そこで錆びたレールに対して，軌道パッドや絶縁板がふく進しない部材の開発を目的として，研究を行った．

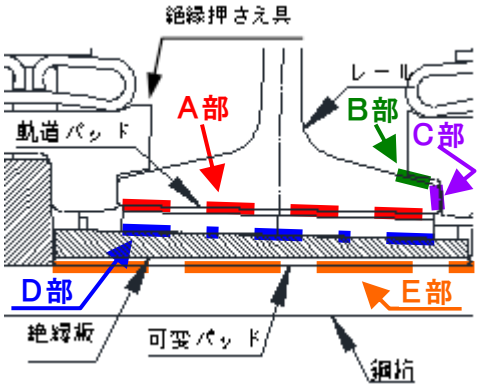

図-1　鋼直 5 形締結装置拡大図

本件では部材のふく進対策として，

1．レールー軌道パッド間，レールー絶縁押さえ具間の摩擦抵抗力を減少させる**（図-1 A，B，C部）**

2．絶縁板ー軌道パッド間，可変パッドー鋼桁間の摩擦抵抗力を増加させる**（図-1 D，E部）**

の 2 点，計 5 箇所について対策案を検討した．1 の項目についてはふく進抵抗力試験，2 の項目については摩擦抵抗力試験を実施し，対策案の効果を検証した．

２．レールー軌道パッド間の検証

レールー軌道パッド間の摩擦抵抗力を減少させるために，軌道パッド上面に加工または材料を貼付した供試体を製作し，ふく進抵抗力試験を行った．試験は発生レールを 20mm 厚の鋼板に締結ボルト軸力 7kN となるように締結した状態でレール軸方向へ水平載荷し，変位量が 3mm となるまで実施した**（図-2）**．

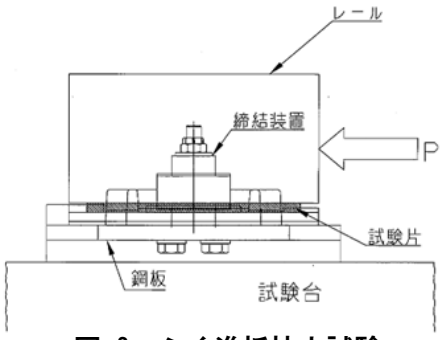

図-2　ふく進抵抗力試験

表-1 に試験結果を示す． EB 材（超硬質ゴム）は既存の軌道パッドに用いられているもので，レールによって 4.73kN～6.42kN とふく進抵抗力にばらつきが確認された．これはレールの錆がふく進抵抗力に大きく影響しているためであると考えられる．ほかの供試体との比較では硬質なナイロン材とフェノール材がそれぞれ 0.87 倍，0.94 倍と若干の減少が見られた．これに対し，潤滑成分を多く含有する二硫化モリブデン系塗装（防錆塗料）は 0.70 倍の減少であり，ふく進抵抗力の低減が期待されるが，一方で，レールの錆による塗装面の摩耗が懸念されるため，長期耐久性については別途検討を要する．

表-1　ふく進抵抗力試験結果

【単位：kN】

供試体＼レール	1	2	3	4
ＥＢ材	4.73	5.25	6.22	6.42
ナイロン材貼付	4.10 (0.87)	4.63 (0.88)		
フェノール材貼付			5.83 (0.94)	
二硫化モリブデン系塗装				4.52 (0.70)

※（　）値はEB材との比較（倍率）

キーワード　鋼直結軌道，鋼直５型締結装置，軌道パッド
連絡先　〒273-0025　千葉県船橋市印内町 604-3　ＪＲ東日本　千葉支社　西船橋保線技術センター　ＴＥＬ047-434-6905

３．レールー軌道パッド及び絶縁押さえ具間の検証

レールー絶縁押さえ具間**（図-1 B，C部）**の摩擦抵抗力を減少させるために EB 材および EB 材と同等の摩擦係数である樹脂板を挟むことを検証した．挟む箇所はレール底部全面**（図-1 A，B，C部）**およびレール底部上面**（図-1 B部）**の２パターンとし，ふく進抵抗力試験を行った．なお，A部に用いた材料は EB 材のみとした．

試験結果を**表-2** に示す．(a) の場合では，通常の EB 材付軌道パッドと比較して 0.60～0.79 倍までふく進抵抗力が減少している．(b) の場合では，0.60 倍までふく進抵抗力が減少しており，(a) の場合と同程度のふく進抵抗力の減少効果があることがわかる．このことから，(b) の対策だけでふく進抵抗力を十分に減少させられることがわかる．樹脂板についても EB 材の場合と同様の傾向で，(c) の場合では 0.75 倍，(d) の場合では 0.67～0.72 倍のふく進抵抗力の減少効果が確認された．また，試験後の供試体の状態についてみると，EB 材には絶縁押さえ具が食い込んだ痕**(写真-1)**があったが，樹脂板は接触痕のみであった．このことから，樹脂板の方が耐久性の面で有利であると考えられる．

したがって，レール底面上部に樹脂板を挟み込む方法が，性能および耐久性でも有効であると考えられる．

表-2 ふく進抵抗力試験結果

【単位：kN】

供試体＼レール			5	6	7	8
EB材付軌道パッド			4.90	4.30	4.40	3.72
EB材	(a)	レール底部全面	2.92 (0.60)	3.40 (0.79)		
	(b)	レール底部上面	2.95 (0.60)			
樹脂板	(c)	レール底部全面		3.22 (0.75)		
	(d)	レール底部上面		2.90 (0.67)	3.00 (0.68)	2.67 (0.72)

※（ ）値はEB材付パッドとの比較（倍率）

写真-1 ＥＢ材食い込み痕

４．絶縁板ー軌道パッド間，可変パッドー鋼桁間の検証

絶縁板ー軌道パッド間**（図-1 D部）**及び可変パッドー鋼桁間**（図-1 E部）**の摩擦抵抗力を増加させるために，ゴムシート及びポリウレタン系塗料を絶縁板および可変パッドに貼付する方法を検証することとし，摩擦抵抗力試験を行った．**図-3** に試験概略図を示す．鉛直荷重 P=7kN とし，変位量 5mm もしくは最大水平荷重が確認できるまで水平載荷した．

摩擦抵抗力試験結果を**表-3** に示す．試験面が鋼板のとき最大水平荷重と摩擦係数の平均値はゴムシートではそれぞれ 6.20kN で 0.89，ポリウレタン系塗料では 6.10kN で 0.88 と，ほぼ同等となった．これは既存の可変パッドー鋼板間の 0.46 より高い値であり，摩擦抵抗力の増加に効果があると言える．一方，試験面が軌道パッドでの最大水平荷重と摩擦係数の平均値はポリウレタン系塗料が 12.00kN で 1.72，ゴムシートが 8.00kN で 1.15 となった．この結果，ポリウレタン系塗料を塗布した方が摩擦抵抗力の増加に有効であることが確認された．

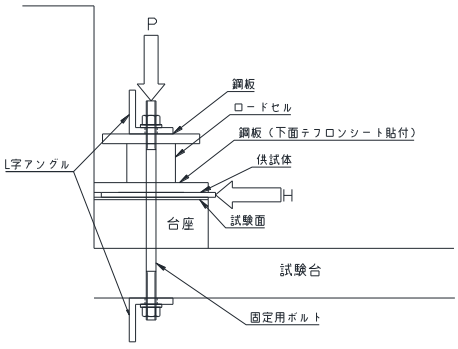

図-3 摩擦抵抗力試験

５．まとめ

試験結果から得られた部材のふく進対策として，

1. 軌道パッド上部に粉体塗装を施す
2. レール底部上面に樹脂板を挿入する
3. 絶縁板及び可変パッドにポリウレタン系塗装を施す

の，以上 3 点が挙げられる．

しかしながら，本件は静的試験のため．現場敷設を行い各対策の長期耐久性を検証する必要がある．また，施工に当たっての作業性，塗料などのコスト面の勘案も行った上で，対策案を検討していく．

表-3 摩擦抵抗力試験結果

試験面	供試体面	摩擦抵抗力[kN]（摩擦係数※）	摩擦抵抗力平均値[kN]	摩擦係数平均値
鋼板	可変パッド	3.30 (0.46)	3.30	0.46
	ゴムシート	6.20 (0.89) 6.20 (0.88)	6.20	0.89
	ポリウレタン塗料	6.00 (0.86) 6.20 (0.89)	6.10	0.88
軌道パッド	絶縁板	7.80 (1.11)	7.80	1.11
	ゴムシート	7.55 (1.08) 8.45 (1.21)	8.00	1.15
	ポリウレタン塗料	10.70(1.53) 13.30(1.90)	12.00	1.72

※ 摩擦係数 ＝ 水平荷重実測値 ／ 鉛直荷重実測値