

レールふく進抵抗試験における温度がおよぼす影響に関する一考察

鉄道総合技術研究所 正会員 ○野口 雅人
 鉄道総合技術研究所 正会員 弟子丸 将
 鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫

1. 目 的

欧州規格が定めるレール締結装置の試験方法のうち、レールふく進抵抗試験では試験を実施する際の温度を $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ と規定しているが、日本で実施されている同試験¹⁾では試験時温度を規定していない。そこで、温度がレールふく進抵抗におよぼす影響を把握するための基礎的検討として、直結系軌道において多く使用されている直結 8 形（改）レール締結装置（図 1、以下「直結 8 形締結装置」という）を対象として、鋼板付軌道パッド（図 2, SBR 製, 公称ばね定数 60MN/m）を用いて温度を条件とするふく進抵抗試験を実施した。

2. 温度条件によるふく進抵抗試験の概要

温度を条件としてふく進抵抗試験を実施するにあたり、レール締結装置の構成部材のうち金属材料や樹脂部材と比較して軌道パッドが最も温度の影響を受け、そのせん断変形に伴うふく進抵抗に影響することが考えられた。そこで、本試験では軌道パッドの温度に着目して試験を実施することとした。ここで、軌道パッドを所定の温度へ調整して一定に保つ必要があることから、加熱および温度を維持する目的で、ふく進抵抗試験を実施するにあたり载荷冶具やレール締結装置に支障せず、レール腹部へ取付可能な形式の電気融雪器を用いて、レール底面と接触している軌道パッドを所定の温度へ調整する方法を採用した。なお、ふく進抵抗試験では温度制御装置を用いて所定の温度に対し $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の範囲となるよう調整を行って実施した。

表 1 に試験に用いた供試体の諸元を示す。図 3 に示すように 1 組の供試体を組み立てた後、载荷位置がレール底部となるように载荷冶具を設置し²⁾、レール長手方向に载荷して荷重とレール長さ方向の変位の関係を測

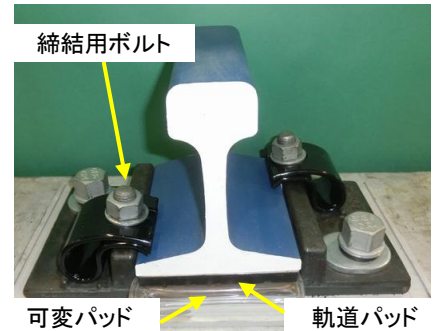


図 1 直結 8 形（改）レール締結装置



図 2 鋼板付軌道パッド（SBR 製）

表 1 供試体の諸元

項 目	内 容
試験用レール	60kg レール
供試レール締結装置	直結 8 形締結装置
軌道パッド	鋼板付, SBR 製 (60MN/m)
締結時のボルト軸力	5kN (1 本あたり)
レール支承体	コンクリートブロック
加熱装置	電気融雪器 レール温度調整装置付
軌道パッド温度センサ	デジタル放射温度センサ

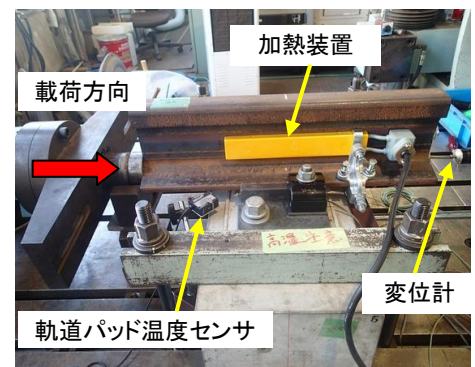


図 3 試験概要

キーワード 直結系軌道, レール締結装置, 軌道パッド, 温度, レールふく進抵抗

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道構造 TEL 042-573-7275

定した。また、デジタル放射温度センサを用いて載荷中の軌道パッド母材部側面の表面温度を測定し、これを軌道パッド温度とした。いずれの温度条件についても表2に示す載荷条件で試験を実施し、図4に示す1～4サイクルの載荷を1セットとし、これを3回繰り返すものとした。ここで、 $P_{\max}$ は4サイクル目の載荷開始時からの変位が3.0mmに到達した時の荷重とした。また、1セット目の開始時の変位を0mmとし、3セット目の載荷を完了するまでの間の軌道パッドやレールの位置を連続的に測定した。

温度条件は、欧州規格で定める温度範囲の上限と下限および中間値である18℃、23℃、28℃および範囲外の10℃、35℃、45℃の各温度とし、温度の低い条件から順に温度を上昇させて試験を実施した。なお、締結状態を統一する目的で、各設定温度に達した時点で軌道パッドおよび可変パッドの位置整正を行い、供試体を再度組み立て軸力を調整した後に試験を実施した。

3. 試験結果と考察

図5に軌道パッド温度とレール変位量が3mmに達した際の軌道パッドの変位量を示す。レールの変位量が3mmに達した際の軌道パッドの変位量は0.1mm～0.2mmであり、レール締結装置の設計通りにレールと軌道パッドの間で滑りが発生していることが分かった。また、温度に対して軌道パッドのせん断変形に伴う抵抗抗力に変化がないことが推定された。

図6に軌道パッドの温度とふく進抵抗抗力およびボルト軸力の関係を示す。ここにボルト軸力は軌間内側と外側の平均値を示す。なお、本試験では締結状態を統一するため締結ばねを緊締する初期締結ボルト軸力を極力一定となるように調整した。各温度におけるふく進抵抗抗力は最低3.5kN、最大3.7kNであり、ばらつきは0.2kNと小さいことが分かった。

以上の結果より、締結ボルト軸力を締結時に調整し一定の締結状態とした場合に、欧州規格が定める温度範囲を含む10℃～45℃の温度範囲において軌道パッド温度とレールふく進抵抗抗力の間に有意な関係が認められないことが分かった。

4. まとめ

直結系軌道で広く用いられる直結8形締結装置を用いて、ふく進抵抗試験における温度がおよぼす影響を実験的に検討した結果、温度条件の違いによるふく進抵抗抗力の間に有意な関係が認められず、ふく進抵抗抗力におよぼす温度の影響はほぼないことを確認した。今後は異なる構成のレール締結装置についても検討を進め、一般化を図る必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省監修、「鉄道構造物等設計標準・同解説 - 軌道構造」, 丸善, 2012
- 2) 玉川他,「論文 レール締結装置のふく進抵抗試験法の適正化」, 鉄道工学シンポジウム論文集, 2016年7月

表2 ふく進抵抗試験の載荷条件

サイクル	載荷荷重
1 サイクル目	0kN → 1.0kN → 0kN
2 サイクル目	0kN → 2.0kN → 0kN
3 サイクル目	0kN → 3.0kN → 0kN
4 サイクル目	0kN → $P_{\max}$ → 0kN

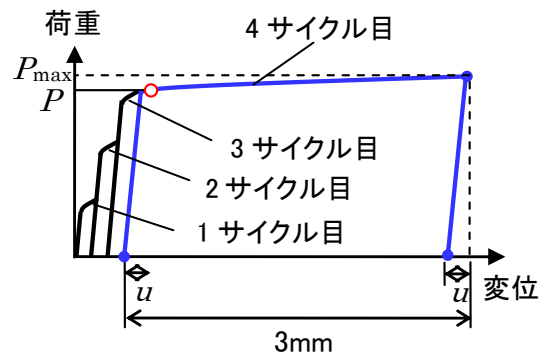


図4 ふく進抵抗試験の載荷要領
(1セットあたり)

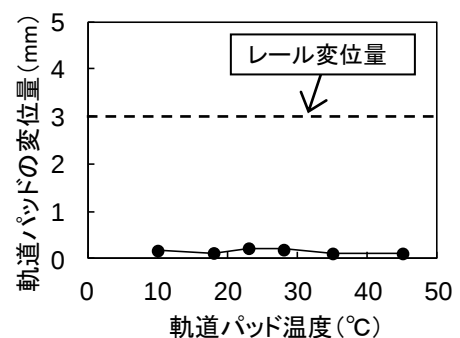


図5 レール変位量が3mmに達した際の
軌道パッドの変位量

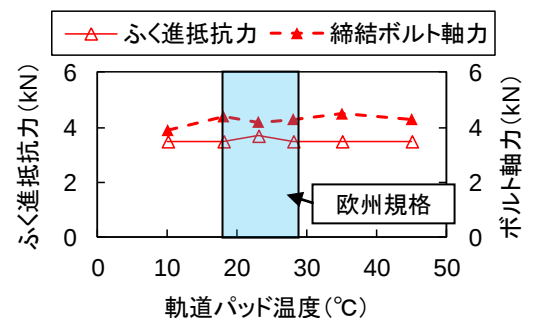


図6 ふく進抵抗抗力とボルト軸力の関係