

IV-411 レール継目部の静的载荷試験

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 片岡宏夫
 （財）鉄道総合技術研究所 正会員 阿部則次
 （財）鉄道総合技術研究所 若月 修
 （財）鉄道総合技術研究所 立川正勝

1. はじめに

従来、定尺レールの寿命を支配しているのはレール継目部の損傷であると考えられてきた。定尺レールの疲労寿命を評価するためには腹部に発生する応力の変動を明らかにする必要がある。レール継目部では継目板とレールの接触がありボルト穴への応力集中があるために、列車通過時に発生する応力を的確に把握することは難しい。そこで、まず第1段階として、レール継目部の室内静的载荷試験を行い、腹部に発生する応力を調べた。また、有限要素法による応力解析を行い、モデルの妥当性を検証した。

2. 試験方法

試験軌きょうはまくらぎ9本分の片側レールとした（図1）。各まくらぎをバラストマットを介して固定台に設置し、30kN/mmのマットを上へ挿入し、アンカーボルトで上下方向を拘束した。また、レール左右方向も固定した。試験軌きょうの諸元を表1に示す。試験は所定の締付力が生じるように継目ボルトを緊締した後、油圧装置を用いて継目部端部15mmの位置に150kNの垂直荷重を負荷し、ボルト穴周辺の応力を測定した。ボルト穴周辺の応力は、ボルト穴周辺の水平方向および45°方向に5mm離れた位置に3軸のひずみゲージを貼り測定した（図2）。

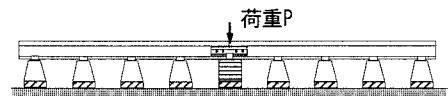


図1 試験軌きょう

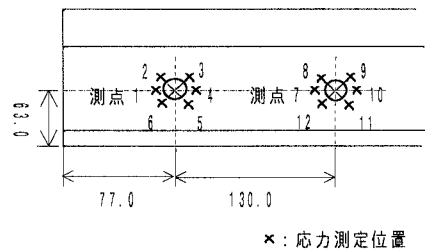


図2 ボルト穴周辺の応力測定位置

3. 試験結果および考察

図3に継目ボルトの緊締時のボルト穴周辺の最大主応力を、図4～図6に150kN载荷時のボルト軸力、まくらぎの支持ばね定数またはまくらぎの浮き量を変えたときの、ボルト穴周辺の最大主応力変動（緊締時の応力を0とする）を示す。なお、これらはすべて载荷側レールの軌間外側の応力である。

継目ボルトの緊締時には、ボルト穴周辺の各測点とも引張応力が発生した。水平方向の1、4、7、10測点が45°方向より大きい引張応力が発生し、最大値は218N/mm²（測点4）であった（図3）。輪重150kN载荷時の応力変動は各条件ともに第2ボルト周辺が第1ボルト周辺よりも大きくなる傾向があり、測点8および測点11は正の変動、測点9および12は負の変動を示した。継目ボルト軸力による違いをみると、軸力が70kNと140kNではあまり大きな差はなく、0kNのときになんか変動が大きくなっている（図4）。最も大きな変動はボルト緊力0kNのときで、57kN/mm²（測点8）であった。第1ボルト穴周辺の応力には明確な傾向はみられない。まくらぎの支持ばね定数による違いはほとんどなかった（図5）。まくらぎの浮きによる違い

表1 試験軌きょうの諸元

項目	値
レール種別	50kgN レール
締結装置	一般部 9形改良型 継目部 継目用締結装置（50N用）
軌道パッドばね定数	110 kN/mm
まくらぎ種別	一般部 PCまくらぎ3号 継目部 大判木まくらぎ
締結間隔	600 mm
まくらぎの支持ばね定数	30, 60kN/mm
ボルト締付力	0, 70, 140 kN

キーワード：レール継目部、载荷試験、応力

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL 042-573-7276 FAX 042-573-7432

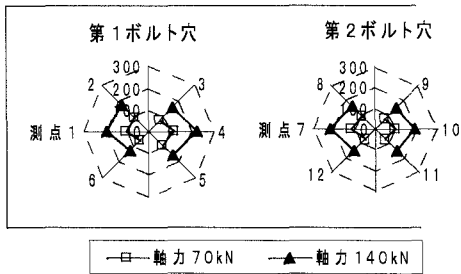


図3 継目板緊締時の最大主応力(N/mm²)

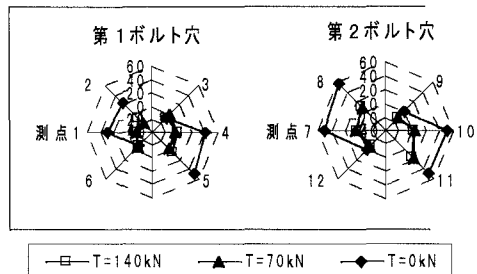


図4 継目ボルト軸力による
最大主応力変動の違い(N/mm²)

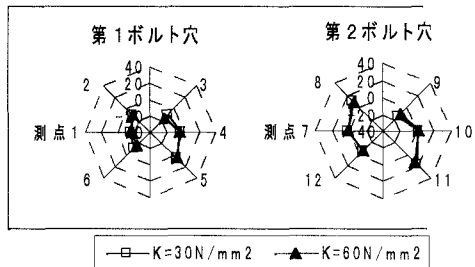


図5 まくらぎの支持ばね定数による
最大主応力変動の違い(N/mm²)

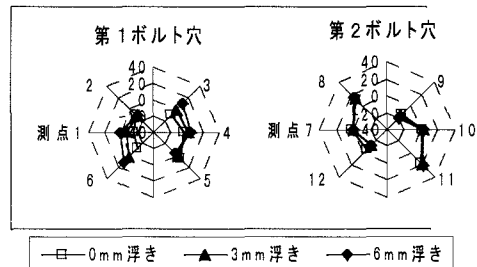


図6 まくらぎの浮きによる
最大主応力変動の違い(N/mm²)

をみると、第1ボルト穴において浮き量が大きくなるにしたがい測点3と測点6で応力変動が大きくなっている。

4. 応力解析

表1の条件でボルト軸力 140kN、まくらぎの支持ばね定数 30kN/mm の場合について応力解析を行い、静的載荷試験の結果と比較した（図7、図8）。継目ボルトの緊締時に発生する最大主応力は最大で 157N/mm²（測点4）であり、測定値と 28%の誤差があった。さらに端部に 150kN の垂直荷重を与えたときの最大の主応力変動は 45° 方向の位置で生じ 21N/mm²（非載荷側レール）であった。

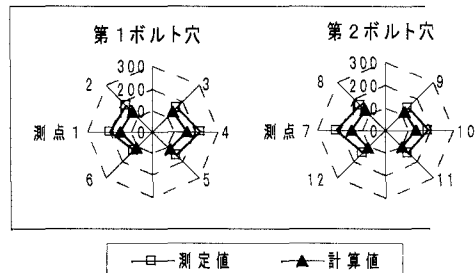


図7 緊締時の最大主応力(N/mm²)

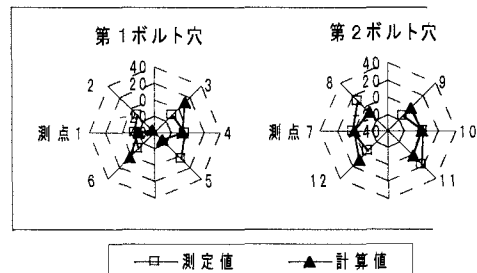


図8 載荷時の最大主応力変動(N/mm²)
(軌間外側)

5. まとめ

本研究では、レール継目部の室内静的載荷試験を行い、ボルト穴周辺に発生する応力について傾向を把握した。今後は現地試験による応力変動を明らかにして、解析精度の向上を図り、寿命算定を行っていく予定である。