

レール継目部の発生応力について

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 ○及川 祐也

（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 弟子丸 将

1. はじめに

レール更換周期の延伸を目的とした定尺レールの疲労寿命推定精度を向上させるためには、軌道構造の弱点箇所であるレール継目部に発生する応力を明らかにする必要がある。レール継目部では、ボルト穴周辺に応力集中が発生するため、ボルト穴を起点としたレールの破端が起こる可能性がある。そこで、レール継目部の現地測定試験および静的载荷試験を実施し、ボルト穴周辺に発生する応力を調べた。

2. レール継目部の発生応力

継目ボルトの緊締時にはボルト穴の水平方向で応力が大きくなるが、疲労寿命に大きく寄与する輪重・横圧载荷時の応力変動は、ボルト穴の水平方向から 45° 方向で大きくなり、特にレール端側の応力変動が最も大きくなることから¹⁾、図1に示す穴内側の H1 と H2 および 5mm 離れの F11～F22 の応力変動に着目することとした。

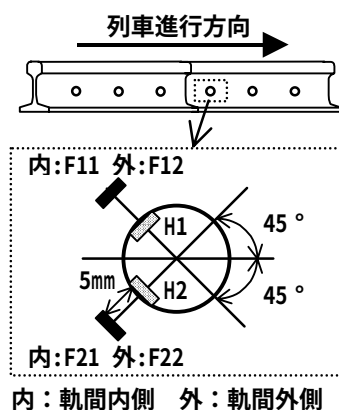


図1 応力測定位置

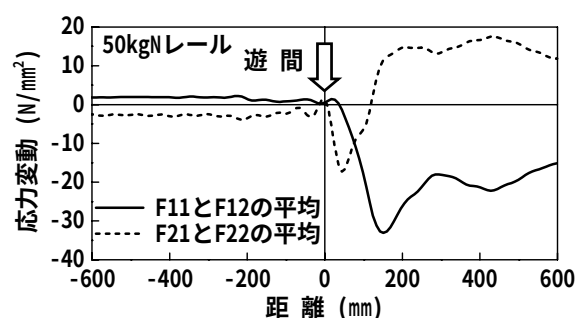


図2 応力変動の測定波形例

3. 現地測定試験

実軌道の 50kgN および 60kg レールの継目部に発生する応力を明らかにするために、現地測定試験を実施した。

列車通過時におけるレール継目部の応力変動の測定波形例を図2に示す。F21 と F22 は、遊間通過直後にマイナスのピークが現れる。その後、F11 と F12 はマイナス側の、F21 と F22 はプラス側のなだらかなピークを持っている。

F11 と F12 の最小値の平均を F1min, F21 と F22 の最大値の平均を F2max, 最小値の平均を F2min として、車上輪重の最大値との関係を回帰直線および相関係数とともに図3に示す。車上輪重の最大値は遊間通過直後に発生することから、F2min は輪重と相関があることが認められるが、F1min と F2max については輪重との良い相関は得られなかった。

穴内側と 5mm 離れの応力変動の測定結果を図4に示す。機関車通過時の応力変動が最も大きくなり、また、穴内側の応力変動は 5mm 離れの応力変動の 2.4～2.6 倍となった。

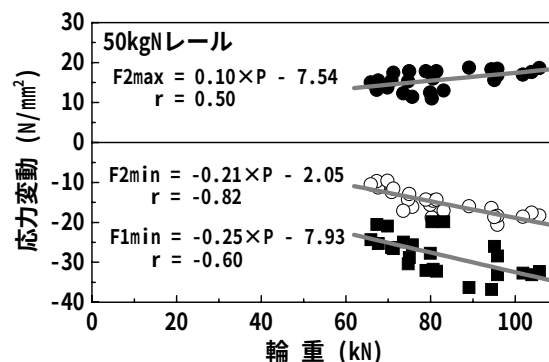


図3 車上輪重と応力変動

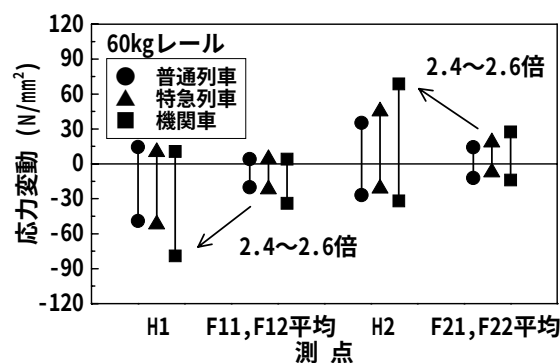


図4 穴内側と 5mm 離れの応力変動

キーワード レール継目部、応力変動、現地測定試験、静的载荷試験

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

4. 静的載荷試験

横圧がレール継目部に発生する応力に与える影響を明らかにするために、静的載荷試験を実施した。

(1) 試験方法

試験軌きょうは図5に示すように、まくらぎ9本分の片側レールとした。試験装置のベット上にバラストマットを介してまくらぎを置き、まくらぎ端部上面にマットを載せ、アンカーボルトでまくらぎを固定した。試験軌きょうの諸元を表1に示す。

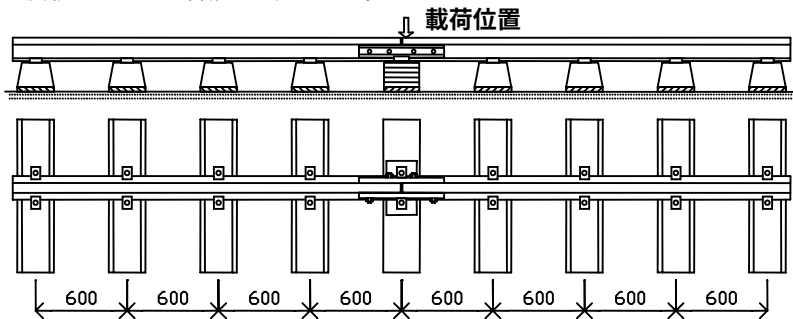


図5 試験軌きょう (50kgN レール)

表1 試験軌きょうの諸元

項 目		値
レール		50kgN 60kg
締結装置	一般部	9 形
	継目部	H 形 (50kgN) G 形 (60kg)
まくらぎ	一般部	6 号 PC まくらぎ
	継目部	継目用大盤まくらぎ
軌道パッドばね定数		110MN/m
まくらぎ支持ばね定数		30MN/m
継目ボルト緊締トルク		500N・m

載荷位置はレール端部から 30mm の位置とし、試験装置の載荷角度を所定の Q/P となるように設定して載荷し、ボルト穴周辺応力の測定を行った。載荷条件を表2に示す。

(2) 試験結果

継目ボルト緊締時の F11～F22 に発生する応力を図6に示す。緊締時の応力は継目板の不均衡等の影響により軌間内側と外側で大きな差が生じているが、全体的に 50kgN レールの方が大きな値となり、平均すると 60kg レールの約 2.6 倍となった。

載荷時の応力変動について、輪重のみを載荷した場合を基準として横圧の増加に伴う影響を図7に示す。横圧が増加すると F11 と F22 の応力変動はマイナス側へ、F12 と F21 の応力変動はプラス側へ変化する傾向を示し、また、60kg レールの F11 と F12 を除くと、応力変動は横圧成分に比例して増加している。F11 と F12 および F21 と F22 の応力変動を平均すると輪重のみの応力変動にほぼ一致することから、横圧の作用により軌間内側と外側の応力変動に偏差が生じていると考えられる。

表2 載荷条件

荷 重	載荷 ^{注)} 角度	荷 重 (kN)	輪重, 横圧 換算 (kN)
輪重のみ	88.6°	75	75, 0
Q/P=0.2	78.7°	76	75, 15
Q/P=0.4	68.2°	81	75, 30
Q/P=0.6	59.0°	87	75, 45
Q/P=0.8	51.3°	96	75, 60

注) 載荷角度は水平方向からの角度

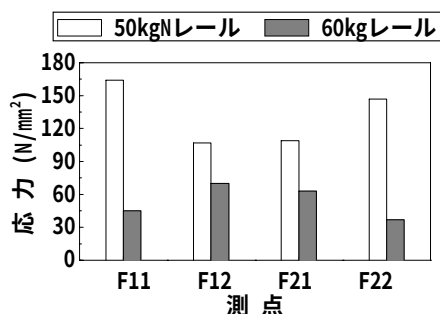


図6 緊締時の応力
(緊締トルク 500N・m)

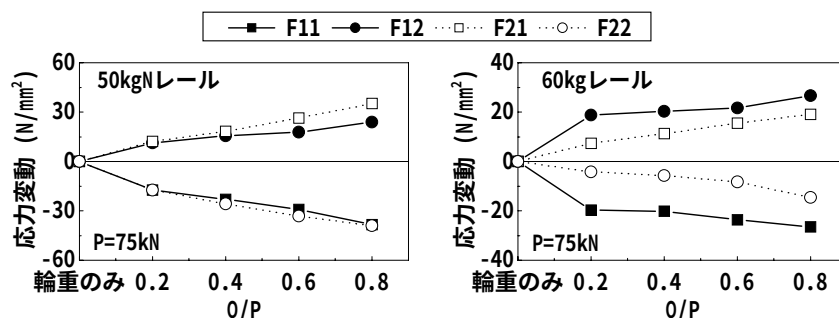


図7 輪重・横圧載荷時の応力変動
(輪重のみの応力変動を 0 とする)

5. まとめ

本研究では、レール継目部のボルト穴周辺に発生する応力を把握するために、現地測定試験と静的載荷試験を実施した。その結果、現地測定試験により、レール継目部通過時の衝撃により発生する応力変動と輪重には比較的良い相関が見られ、また、ボルト穴内側に発生する応力変動は 5mm 離れの応力変動の約 2.5 倍となることが分かり、静的載荷試験により、横圧によって軌間内側と外側の応力変動に偏差が生じることが分かった。

参考文献 1) 及川他：輪重・横圧載荷によるレール継目部の発生応力，土木学会第 56 回年次学術講演会概要集IV-248,2001.10