

レール継目板折損時の安全性評価

鉄道総合技術研究所 正会員 ○西田 博貴
鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫
鉄道総合技術研究所 正会員 本野 貴志

1. まえがき

レール継目板の折損やき裂を発見した際の列車の運行（抑止，徐行など）に関しては，判断基準に明確な指標はなく，過去の経験等に頼っているのが実情である．そこで，レール継目板が折損した場合における列車の走行および部材強度について安全性評価を行ったので報告する．

2. レール継目板折損時の継目部変形特性

2.1 レール継目板の状態

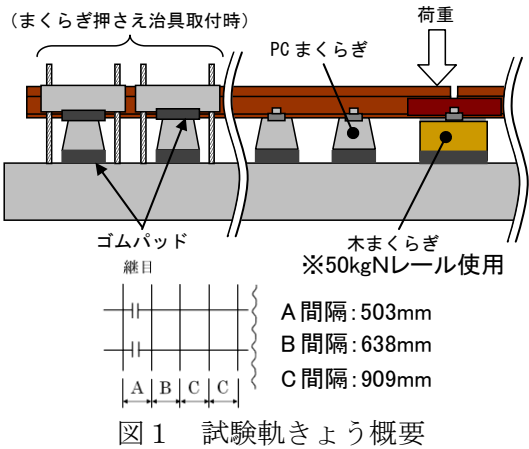
レール継目板の状態は表 1 に示す 6 パターンが考えられ，③～⑥の状態にある場合，レール継目板の交換や，当該箇所の監視といった処置が行われる．本研究では，試験条件のばらつきや安全側の余裕を考慮して③を対象とし，③の状態を模擬した試験用半軌きょう（以下，「試験軌きょう」という）に対し静的載荷試験を実施した．その際に，軌間内側のレール継目板が折損した場合（以下，「軌間内折損」という），軌間外側のレール継目板が折損した場合（以下，「軌間外折損」という）を設定するとともに，比較として両側とも健全な場合（以下，「健全」という）についても実施した．

表 1 レール継目板の状態

	レール継目板状態
①	両側ともに健全
②	片側が折損までは至っていないがき裂が発生
③	片側が折損
④	両側ともに折損までは至っていないがき裂が発生
⑤	片側が折損までは至っていないがき裂が発生し、反対側が折損
⑥	両側ともに折損

2.2 静的載荷試験

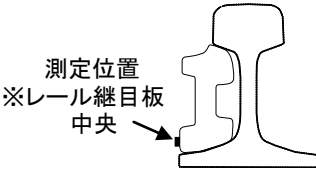
レール継目板折損時の継目部変形特性を把握するため，まくらぎ 9 本分の試験軌きょうを構成し（図 1），表 2 の試験条件のもと，静的載荷試験を実施した．試験軌きょうは実軌道における敷設状況を勘案し，支え継ぎ法とした．荷重条件は，輪重を 75kN とし，横圧 Q と輪重 P の比（以下，「Q/P」という）を Q/P=0, 0.5, 0.8 とした．測定項目は，レール継目板応力変動，レール頭部左右変位およびレール上下変位とした．レール継目板応力はレール継目板中央底部側面を測定位置とし（図 2），レール継目板が両側とも健全な条件では両側のレール継目板を，片側のレール継目板折損を想定した場合は，健全なレール継目板のみ測定した．



レール継目板を，片側のレール継目板折損を想定した場合は，健全なレール継目板のみ測定した．

表 2 試験条件

レール継目板条件	Q/P	載荷荷重 (kN)	載荷角度 (度)	輪重 (kN)	横圧 (kN)
① 健全					
② 軌間内折損	0	75	90	75	0
③ 軌間外折損	0.5	83.9	63.2	75	37.5
	0.8	96	51.4	75	60



2.3 試験結果

レール継目板が健全な場合と軌間内折損の場合の軌間外側レール継目板，および軌間外折損の場合の軌間内側レール継目板の応力変動を比較した結果を図 3 に，継目板条件別のレール左右食違い量を比較した結果を図 4 に示す．図 3 から，軌間内折損の場合のレール継目板応力変動は，輪重のみの場合はレール継目板が健全な

キーワード 継目板折損，安全性評価，列車走行

場合とほぼ同程度だが、横圧载荷時には約2～3倍大きくなっていた。また、軌間外折損の場合は横圧により圧縮側に推移していた。

一方、レール左右食違い量については、図4から、横圧が加わることで若干増加するものの、今回の荷重条件下では0.3mm以下であり、レール継目板条件の違いによる差異は小さく、さらにレール頭部左右変位もレール継目板条件の違いによる影響をほとんど受けていなかった。

レール左右食違い量の結果から、継目部のまくらぎ支持方法が支え継ぎ法の場合、片側のレール継目板が折損したことによるレール変位への影響は少なく、レール変位のみに対する列車の走行安全性は問題ないと考えられる。ただし、レール継目板に発生する応力変動は、折損による影響を受けるため検討が必要であることが分かった。

3. 継目板折損時の部材評価

片側のレール継目板折損時を想定した継目部に対し、3点曲げによる曲げ疲労試験を行い、レール継目板底面中央の応力変動(以下、「レール継目板底面応力変動」という)について評価した。

3.1 試験条件

軌道の線形条件は、試験軌きょうの試験結果よりレール継目板応力変動が大きくなる曲線とし、急曲線への適用を勘案し曲線半径 600m未満を想定した。輪重は、静止輪重を85kN、列車走行速度を90km/hとして速度衝撃率の式を用いて1.45倍の割り増しを行った123kN、横圧は締結装置の設計A荷重である60kNと設定した。これらの条件に対し、試験軌きょうの試験結果を用い、3点曲げの曲げ疲労試験で同等のレール継目板応力変動が発生するよう繰返し载荷荷重を5～90kNに設定し、载荷繰返し数を上級線区の線路巡回周期を考慮し22万回とした。

3.2 試験結果

曲げ疲労試験で得たレール継目板底面応力変動をJISで規定されている2種(熱処理)の普通レール継目板と同等の材料である構造炭素鋼S45C(焼き入れ、焼きもどし)の耐久限度線図により照査した結果、22万回時間強度の下限値を下回っていたが、余裕度が小さかった。しかし、载荷繰返し数22万回の曲げ疲労試験後、健全なレール継目板に折損やき裂の発生がなかった。これらより、今回想定した列車通過条件内であれば、レール継目板の部材強度に関して実用上問題はないと考えられる。

4. まとめ

継目部における試験軌きょうの静的载荷試験および3点曲げの曲げ疲労試験結果より、レール継目板が片側折損しもう一方が健全な状態である場合、今回想定した条件内であれば、列車の走行および部材強度に問題はないと考えられる。ただし、軌道およびレールの状態によっては著大な輪重または横圧が発生する可能性があるため注意が必要であり、レール継目板内側にき裂が発生した場合は、目視による確認が困難であることに留意が必要である。

参考文献

- 1) 金属材料疲労強度の設計資料I, 社団法人 日本機械学会, 1982年2月, p. 48
- 2) 線路工学, 日本鉄道施設協会, 1987年2月

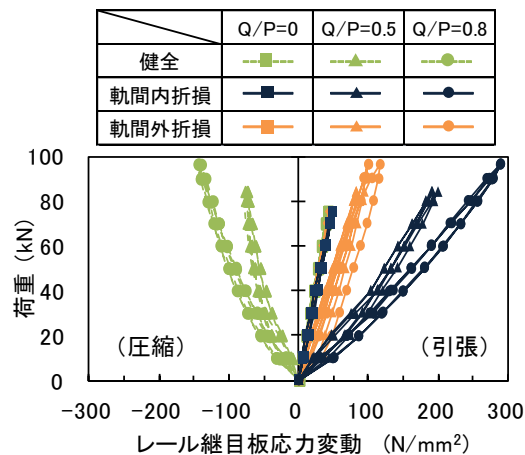


図3 レール継目板の応力変動比較

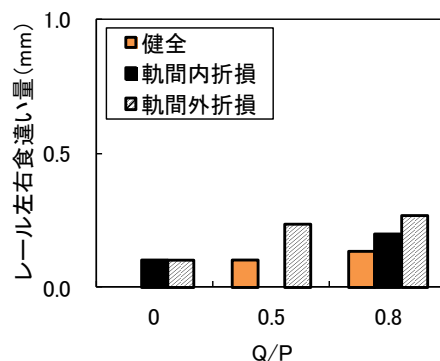


図4 レール左右食違い量の比較

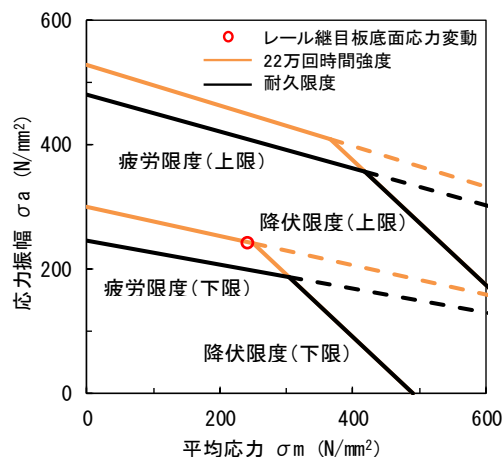


図5 耐久限度線図による照査結果