

レール折損時における補強継目板取り付け時の徐行速度の検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○西宮 裕騎
 鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫
 九州旅客鉄道株式会社 正会員 佐古 武彦

1. はじめに

レール折損時に応急処置器などによる復旧では徐行運転が必要であるため、大幅な列車遅延や運休が発生する。安田式横裂用応急処置器（以下、「応急処置器」という。）を取付けた場合については、過去に静的載荷試験、解析および走行試験を実施し、70km/hまでの徐行速度向上の可能性を提言している¹⁾²⁾。しかし、補強継目板を取り付けた場合については明確な徐行速度の基準がない。そこで、本研究では補強継目板を取り付けた場合の静的載荷試験結果³⁾から、応急処置器の試験結果を参考にして徐行速度向上に伴う部材の強度および走行安全性を評価した。

2. 静的載荷試験

レール折損時の補強継目板取り付け時に、輪重および横圧が軌道部材の発生応力に与える影響を明らかにするために、レール折損部を模擬した開口部の静的載荷試験を実施した。既往の研究で50kgN レールを対象とした試験を実施しており³⁾、本研究では60kg レールを対象とした試験を行った。

試験軌きょうを図1に示す。試験に際し、継目板ボルトの本数、折損箇所直近の板ばねの締結状況を変え、それらの影響を調べた。荷重条件は、水平方向からの角度を 51.4° 、載荷荷重96kNとし、輪重 $P=75\text{kN}$ 、横圧 $Q=60\text{kN}(Q/P=0.8)$ を模擬した。

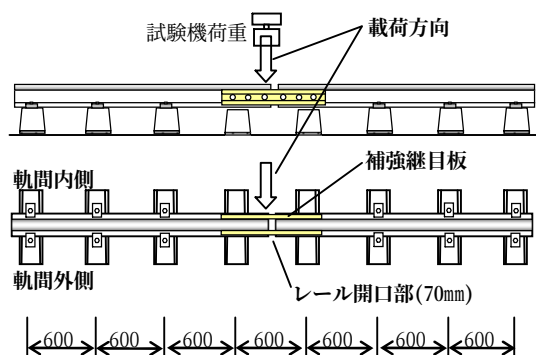
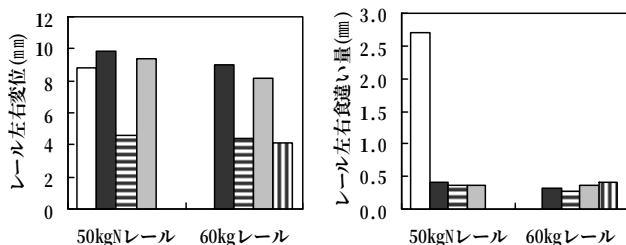
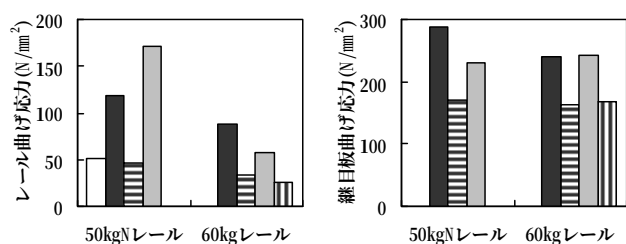


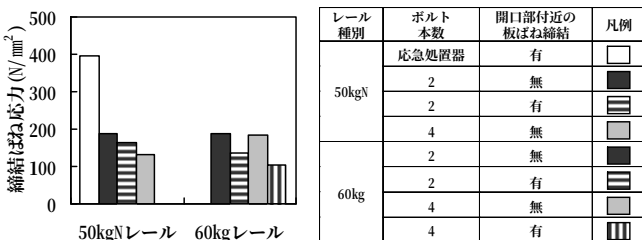
図1 60kg レール用の試験軌きょう



(a) レール左右変位 (b) レール左右食違い量



(c) レール曲げ応力 (d) 継目板曲げ応力



(e) 締結ばね応力 (f) 試験パターン

図2 静的載荷試験結果

試験結果と過去に実施した応急処置器と50kgN レールの補強継目板の結果と合わせて図2に示す。図2から、補強継目板を用いた場合、レール左右変位、レール左右食違い量は60kg と50kgN レールで同程度であり、継目板と板ばねの応力は60kg レールの方が大きい場合があるが、その差は小さかった。

3. 徐行速度の検討

60kg レールの試験結果は50kgN レールと比較し変位、応力ともに同程度以下であるため、50kgN レールについて考察する。50kgN レールのボルト本数2本の場合の各測定項目の試験結果を応急処置器と比較し、70km/hまでの徐行速度(曲線半径500m以上)に対する評価を行った。

キーワード 補強継目板、開口部、継目板ボルト、レール応急処置器

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL042-573-7275 FAX042-573-7432

(1) レール左右変位

応急処置器の試験結果と同程度であり、走行試験でも十分余裕があった²⁾ため問題はない。

(2) レール左右食違い量

応急処置器と比べると 1/10 程度であり問題はない。

(3) レール曲げ応力

開口部付近の板ばねを締結した場合には、応急処置器の試験結果と同程度であり問題はない。

(4) 継目板曲げ応力

表 1 に示すように、過去に実施した 50kgN レールの普通継目部の試験⁴⁾と比較すると、本研究の補強継目板（ボルト 2 本、締結装置有）の試験結果は同程度である。開口量の影響は小さいと考えられ、板ばねを締結している場合には普通継目と同等であり、問題はないと考えられる。

表 1 継目板曲げ応力の普通継目との比較⁴⁾

Q/P (P=75kN)	補強継目板取付け時		普通継目	
	軌間外側	軌間内側	軌間外側	軌間内側
0.0	71	63	75	68
0.8	155	-19	171	-18

(5) 締結ばね応力

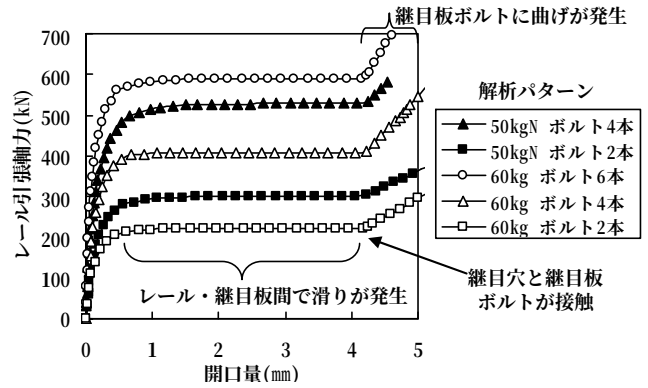
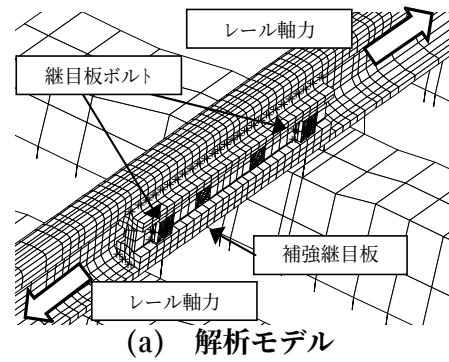
応急処置器の試験結果より小さく、問題はない。

以上の結果より、部材強度については締結装置の位置でレールの左右変位を拘束すれば問題はない。また、走行安定性については、(1)(2)の結果より補強継目板取付け時の軌道の剛性が応急処置器と同等以上であることから、問題はないと考えられる。

4. 折損前に補強継目板を取り付ける場合

ロングレール区間において、事前に補強継目板を取付けた場合、折損した際には開口部にレール軸力が作用する。この状況下の継目板拘束力を把握する目的で、静的 FEM 解析を行った(図 3)。

図 3 より、60kg レールでボルト 2 本を用いた場合、継目板拘束力は 221kN であり、ボルト 4 本を用いた場合では 408kN であった。ロングレールで想定する最大温度下降量は 50℃とすると、この温度変化量でのレール引張軸力は 50kgN レールで 754kN、60kg レールで 910kN である。このため、継目板拘束力のみではレール破断時の引張軸力に耐えることはできず、継目板ボルトが破断する可能性がある。



(b) レール引張軸力と開口量の関係

図 3 レール軸力を考慮した補強継目板の FEM 解析

5. まとめ

補強継目板取り付け時を想定した 60kg レールの静的載荷試験を行い、50kgN レールと比べて変位、応力とも同程度以下であることを確認した。また、応急処置器の静的載荷試験と比較した結果、板ばねを締結した時には部材の応力、変位が小さかったため、この場合には応急処置器よりも高い処置性能が期待できる。そのため、徐行速度に関しては、応急処置器と同様に曲線半径 500m 以上で 70km/h まで問題ないと考えられる。なお、折損前に補強継目板を取り付けた場合、折損時にレール軸力により、継目板ボルトが破断する可能性があるため、注意が必要である。

参考文献

- 1) 溝口敦司他：レール折損時における横裂用応急処置器取り付け時の強度評価、第 60 回土木学会年講、pp.247-248、2006。
- 2) 溝口敦司他：レール折損時応急処置器取り付け後の徐行速度向上、新線路、2005.11
- 3) 佐古武彦他：レール折損時における補強継目板取り付け時の静的載荷試験、第 61 回土木学会年講、2006。
- 4) 及川祐也他：レール継目部の発生応力について、第 59 回土木学会年講、pp.123-124、2005。