

レール折損補強器設置時における運転速度向上に関する検討

東京地下鉄株式会社 正会員 ○星子 遼
 東京地下鉄株式会社 正会員 小林 実
 東京地下鉄株式会社 河野 陽介

1. はじめに

レールの保守管理を行っていく上で、金属疲労やレール電食によりレール折損が発生することがある。レール折損が発生した際には折損箇所に桜庭式レール折損補強器（以下、レール折損補強器とする）を設置する。当該箇所を通過する列車に対しては通常よりも速度を落とした徐行運転を行うため、列車の遅延又は運休の原因の一つとなっている。加えて、レール折損補強器を設置した際の徐行運転速度については、これまでの経験を基に決められている場合が多く、必ずしも明確な定量的根拠により決められている訳ではない。

そこで今回、レール折損補強器を設置した際、列車走行がレール折損補強器に与える影響を把握するために室内試験を実施した。室内試験の結果より、レール折損補強器設置時の運転速度について検討を行ったので、報告する。

2. 性能評価試験について

(1)レール折損補強器について

レール折損補強器は、レール腹部をレール継目板にて挟み込み、継目穴を利用してボルトにて側板、底板を介して固定する方式の応急処置器具である。図-1 にレール折損補強器の設置状況、図-2 に構成部材を示す。レール折損補強器は、汎用の継目板を用いる構造となっており、今回は当社で通常使用している普通継目板を採用し、試験を実施した。

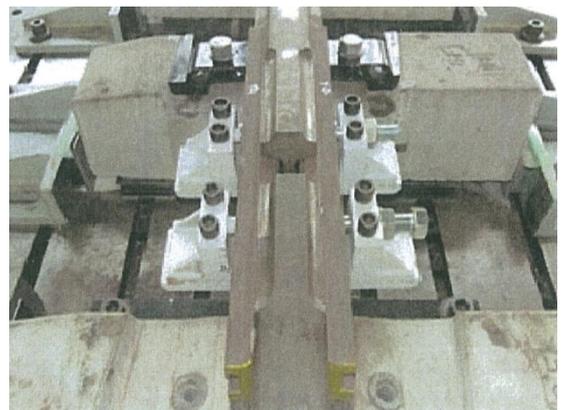


図-1 レール折損補強器設置状況

(2)レール折損補強器の必要性能について

レール折損補強器には、列車の走行安全性の確保と1日程度の列車通過に対して部材が耐え得ることが必要なことから、当社の列車運行状況などを考慮して、レール折損補強器の必要性能¹⁾は以下の通りとする。

- ① レール頭部左右食違い量が2.5 mm以下であること
- ② 部材応力が6万回時間強度内であること
- ③ 疲労試験にて部材に損傷やき裂が発生しないこと

①におけるレール頭部左右食違い量の許容値については、車輪踏面形状によって異なる。車輪踏面のフランジ角が大きいほど、フランジ高さが低いほど許容値は小さくなる。今回設定したレール頭部左右食違い量は当社車両及び相互直通運転車両を含めて、許容値が最も厳しくなる車輪踏面形状を選定し、その

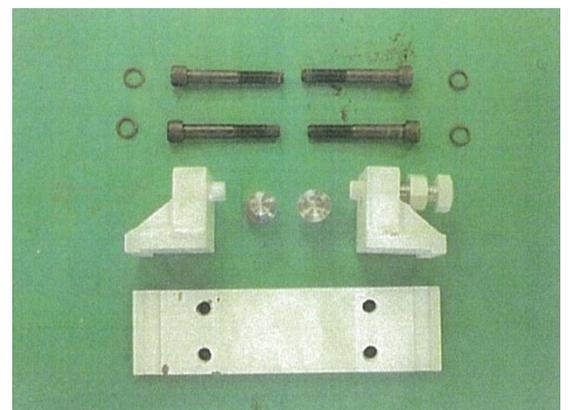


図-2 レール折損補強器構成部材

車輪踏面形状から当該試験のレール頭部左右食違い量の許容値：2.5 mmを採用した。②における繰返し数については当社における一日当たりの通過軸数：1万回に安全余裕度を加味し、当該試験の繰返し数を6万回とした。

キーワード レール折損補強器、運転速度、普通継目板、斜角載荷荷重、鉛直載荷荷重

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株) TEL: 03-3837-7151

(3)斜角載荷試験(曲線部)の載荷荷重について

曲線半径 500m を想定した載荷試験を行う際、斜角荷重を載荷する必要がある。斜角荷重を設定するにあたり、設計輪重及び設計横圧を以下のように求めた。

【設計輪重】

設計輪重は式 1 より求めた。車両輪重は当社車両及び相互直通運転車両の中で最も重い車両を選定し、当該車両の輪重：45.1kN とした。また、乗車時の輪重増加分を考慮するため、最大乗車率 200% 及び一人当りの体重を 65 kg と仮定し、輪重増加分を 23.9kN とした。運転速度による影響を考慮するため、当試験では運転速度 70 km/h を想定し、曲線半径 500m を想定された既往の研究^{2), 3)}より速度衝撃率：i (式 2) を算出した。

$$(車両輪重 + 輪重増加分) \times 速度衝撃率 = 設計輪重 \quad \text{式 1}$$

$$i = 1 + 0.5 \times V/100 \quad (V: 運転速度 km/h) \quad \text{式 2}$$

以上より、当試験の設計輪重は 93.2kN と設定した。

【設計横圧】

設計横圧は 2012 年 10 月～2013 年 1 月に当社で実施した PQ モニタリング台車による実測より得られた 52.4kN と設定した。

【斜角載荷荷重】

上記の設計輪重及び設計横圧を用いるとともに、車輪踏面形状から載荷角度を 60.6 度とし、斜角荷重を 106.9kN と設定した。

(4)鉛直載荷試験(直線及び緩和曲線)の載荷荷重について

鉛直載荷荷重は「軌道構造等設計標準・同解説 軌道構造」を参考に、静止輪重の 2 倍を見込み、138.0kN とした。

$$(車両輪重 + 乗車による輪重増加分) \times 2.0 = 鉛直載荷荷重$$

その他各試験条件は表-1 に示す。また、当試験における各部材の応力測定位置を図-3、図-4 に示す。

3. 試験結果

普通継目板をレール折損補強器に用いた場合、レール頭部左右食違い量は最大で 0.63 mm となった。各部材応力は降伏限度及び 6 万回時間強度内に収まる結果となった。疲労試験を行った後、各ボルトの緩みはなく、レール折損補強器及び継目板に損傷は確認されなかった (図-5、図-6)。

4. まとめ

普通継目板によるレール折損補強器を用いた場合、曲線半径 500m 以上及び直線においては、運転速度 70km/h で走行することが可能であると確認出来た。今後は実走行試験を実施し、運転速度の検証を行っていきたい。

参考文献

- 1) 西原敬人, 片岡宏夫, 西田博貴, レール折損時に用いる応急復旧器の性能評価, 新線路 8 月号, 2012 年 8 月.
- 2) 片岡宏夫, 西宮裕騎, 土井久代, レール折損時における応急処置後の列車徐行速度向上の可能性, 鉄道総研報告, Vol. 23, No. 10, Oct. 2009.
- 3) 西原敬人, 片岡宏夫, 西田博貴, レール折損時の応急復旧器の開発, 第 67 回土木学会年次学術講演会, 2012 年 9 月.

表-1 試験条件

項目	諸元	備考
軌道構造	バラスト軌道	道床厚:200mm
レール種別	50Nレール	
まくらぎ間隔	565mm	当社基準値を採用
レール開口量	70mm	走行限度より
鉛直載荷荷重	138.0kN	車両諸元等により
斜角載荷荷重	106.9kN	-
斜角載荷角度	60.6度	-
縦ボルト締結トルク	80N・m	
横ボルト締結トルク	180N・m	

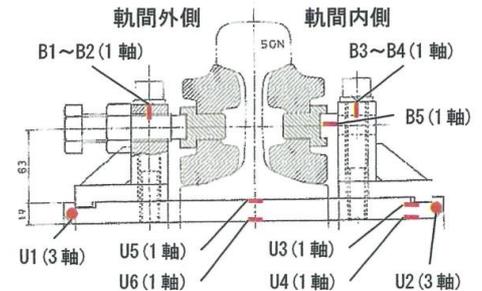


図-3 応力測定位置 (補強器全体)

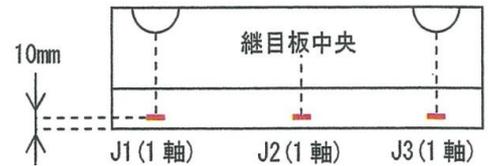


図-4 応力測定位置 (継目板)



図-5 試験後の継目板



図-6 試験後のレール折損補強器-底板