レール頭部補修溶接法の HH340 レールに関する検討

1. はじめに

レール折損の原因のひとつに、水平裂から横裂に進 展するシェリング傷がある.このようなレール折損に 至るレール損傷部の管理および除去には、多大な労力 と費用を費やしているため、「レール損傷部の効率的な 除去」が求められてきた.

そこで, JR 西日本ではレール損傷部を「レールごと取 り換える」従来のシステムに加え「傷だけを切り取り 補修する」新たなシステムとして, テルミット溶接を用 いたレール頭部補修溶接法(以下,「THR 溶接法」とい う)の標準化に向けた取り組みを進めている.

本稿では、きしみ割れが発生しているレール(以下, 「きしみ割れレール」という)への適用検討結果、その 結果を踏まえて実施した営業線 HH340 レール区間にお ける試験敷設結果を報告する.

なお,本稿に関する試験では,公益財団法人鉄道総合 技術研究所(以下,「鉄道総研」という)が提案した溶接 施工条件を適用している. HH340 レールの場合は,高温 状態で実施する強制空冷の風圧が普通レールより高く 設定されており,頭頂面の硬度が HH340 レールと同等 の値になるように定められている<sup>1)2)</sup>.

#### 2. きしみ割れレールの強度確認試験

THR 溶接法の施工では、冷却後の溶接歪み対策として、熱間矯正が行われる.試験では、きしみ割れレール が熱間矯正時の載荷荷重(以下、「矯正荷重」という)に 対して必要な強度を有しているかを確認した.

(1) きしみ割れレールの曲げ破壊強度

① 試験条件

きしみ割れレールの曲げ破壊性能を確認するために, 表1に示す営業線から回収したきしみ割れレールの静 的曲げ試験を実施した.載荷条件は,レール頭部に引 張の応力が作用する姿勢での1m支点間隔の3点曲げと した.なお,きしみ割れを破断起点とするため,営業線 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 〇原岡 周平 株式会社峰製作所 正会員 加藤 篤史

におけるレールの応力状態とは異なる.

表1. 供試体の諸元

No.	レール		たし ひましわ 目 ケ ()
	材質	種別	さしみ割れ安さ(mm
普通-1	普通	60kg	15.0
普通-2	普通	60kg	19.0
普通-3	普通	60kg	23.0
HH340-1	HH340	60kg	19.0
HH340-2	HH340	60kg	21.0
HH340-3	HH340	60kg	21.0
HH340-4	HH340	60kg	25.0

② 試験結果

図1に静的曲げ試験結果として各供試体のきしみ割 れ長さと破断荷重の関係を示す.破断荷重については きしみ割れ長さによって一概に評価できなかったもの の,通常熱間矯正作業に要する400kN程度に比べ十分 な強度を有することが確認できた.



(2) きしみ割れレールの熱間矯正性能

きしみ割れレールでの熱間矯正性能を確認するため, 表2に示すきしみ割れを有する HH340 レールを供試体 として,熱間矯正時の温度条件での静的曲げ試験を実 施した.

キーワード レール頭部補修溶接法, THR 溶接法, シェリング傷, きしみ割れ 連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田 2-4-24 西日本旅客鉄道株式会社 施設部 施設技術室 TEL06-6375-2296

レール きしみ割れ長さ(mm) No. 材質 種別 HH340-5 HH340 22.0 50kgN HH340 22.0 HH340-6 50kgN HH340-7 HH340 50kgN 23.0

表 2. 供試体の諸元

# 試験条件

実施工と同様の状態を再現するため,供試体の中心 をガス切断で円弧形状に切り取り,テルミット溶鋼を 鋳込んだ後,実施工で熱間矯正作業となるタイミング において,図2に示すように静的曲げ試験機による荷重 載荷できしみ割れレール溶接部の強度を確認した.な お,本試験は,50kgNレールを使用しており,熱間矯正で の必要矯正荷重は 330kN とした.また,供試体の溶接部 が 600℃程度以下に達した時点で試験中止とした.



図 2. 熱間静的曲げ試験の状態

### 2 試験結果

表 3 に示すようにいずれの供試体も矯正荷重においては,破断することなく,概ね 30.0mm のたわみが確認 された.これは,実施工上必要な 8.0mm 程度を十分確保 できることから特に問題は認められない.

表 3. 熱間静的曲げ試験結果
-----------------

No	試験結果			
INO.	最大載荷荷重(kN)	たわみ(mm)	破断の有無	
HH340-5	362	28.0	未破断	
HH340-6	375	29.0	未破断	
HH340-7	375	33.0	未破断	

## 3. 営業線 HH340 レール区間における試験敷設

前章の試験結果より,きしみ割れレールへの適用に 問題のないことを確認したため,営業線において表4に 示す箇所で試験敷設を実施した.なお,試験敷設箇所は すべて曲線区間内であり,レール頭部にはきしみ割れ が発生していた.

表4. 試験敷設箇所の諸元

敷設	レール		<b>盐送</b> 捷达	亚云绚彩
箇所	材質	種別	則迫伸垣	平面稼形
Α	HH340	60kg	バラスト軌道(PC6号)	R500
В	HH340	60kg	バラスト軌道(PC6号)	R500
С	HH340	60kg	バラスト軌道(PC4号)	R350

表 5 に試験敷設箇所で実施した敷設直後のショア硬 さ及びレール踏面凹凸形状の測定結果,図3にレール頭 頂面の硬さ分布の一例として,敷設箇所Bの測定結果を 示す.敷設直後の溶接金属部は,HH340 レール製造時の 硬度と同等程度であることを確認した.

表 5. 敷設直後の状態

敷設箇所	ショア硬さ (溶接金属部の平均値)	レール踏面凹凸	
А	48HS	+0.5mm	
В	47HS	+0.4mm	
С	47HS	+0.1mm	
参考值	47~53HS	+0.5~-0.1mm (仕上げ精度)	



図 3. 敷設箇所 B のレール頭頂面硬さ分布

#### 4. まとめ

熱間状態のきしみ割れレール溶接部は,矯正荷重に おいては,破断することなく,実施工上必要なたわみ量 を十分確保できることを確認した.従って,きしみ割れ を起因とするレール折損等は発生しないと考えられる. また,敷設直後の溶接金属部のショア硬さが HH340 レ ール製造時の値と同等程度であることを確認しており, 今後,定期的な追跡調査を経て性能評価をすることと したい.

### 参考文献

- 伊藤太初,梅内一行,寺下善弘,辰己光正,山本 隆一:テルミット頭部補修溶接法を用いたレール 補修方法,鉄道総研報告, Vol.28, No.6, 2014.6
- 2) 伊藤太初,玉井公一郎,辰己光正,山本隆一:テ ルミット頭部補修溶接法の熱処理レールへの適用 検討,土木学会第72回年次学術講演会