

レール頭部補修溶接法における適用範囲拡大の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○原岡 周平
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 藪中 嘉彦
 株式会社峰製作所 正会員 加藤 篤史

1. はじめに

レール頭頂面に生じるシェリング傷は、破断に至る横裂に進展するまでに除去が必要であり、レールの寿命を短命化させる要因となっている。JR 西日本（以下、「当社」という）の在来線においても、シェリング傷の管理および除去に多大な経費を費やしており、レール交換量の低減にはシェリング傷の効率的な除去方法の導入が求められてきた。

当社では、シェリング傷を効率的に除去するため、平成27年度よりレール交換を必要としないシェリング傷除去工法としてテルミット溶接を用いたレール頭部補修溶接法の敷設試験を実施している。これまでの敷設試験では、直線軌道に発生したシェリング傷が対象であったが、さらに、多様な軌道状態への適用を図るため、検証試験を実施した。本稿では、ボルト穴穿孔箇所への適用について、報告する。

2. レール頭部補修溶接法の概要¹⁾

レール頭部補修溶接法（以下、「THR 溶接法」という）は、海外で考案された工法であり、日本においても、公益財団法人鉄道総合技術研究所で性能評価試験が行われ、JIS レールへの適用が可能となった。

施工方法は、シェリング傷をガス切断で円弧形状に切り取り、テルミット溶鋼を鑄込んだ後、余肉の押し抜きせん断とグラインダーによる研磨仕上げが行われる。なお、溶接で生じる溶接ひずみは、図1に示すように、押し抜きせん断後の高温状態において、縦矯正機でレール底面からレール頭部方向に荷重を載荷し、レール足表部の変形量を測定し、制御する。

また、高温状態の溶接金属部に強制空冷を実施することで、硬さ分布の均一化を図っている。



図1 高温状態における縦矯正作業

3. 試験概要

当社では、一定の基準を超えたシェリング傷レールに対して、ボルト穴を穿孔し、補強継目板を設置する。ボルト穴穿孔箇所において、THR溶接法を施す場合にボルト穴への影響が懸念されるため、検証試験を実施した。

3.1 熱影響境とボルト穴の位置関係

図2に示すように、熱影響境とボルト穴の位置関係については、縦断面マクロ組織観察で確認した。熱影響境最深部とボルト穴上端部には10mm程度の間隔があるため、ボルト穴穿孔位置に関係なく、THR溶接法の適用が可能である。

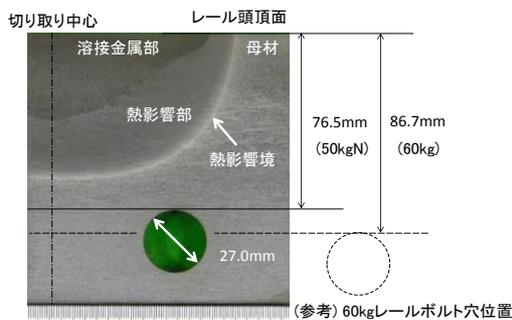


図2 50kgN レール縦断面マクロ組織観察の一例

キーワード レール頭部補修溶接法, THR 溶接, シェリング, ボルト穴
 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

3.2 試験条件

レール種別は、溶接部とボルト穴の間隔が狭い50kgNレールとし、レール腹部に穿孔するボルト穴はφ27mmとした。また、ボルト穴への影響は、溶接以外にも高温状態における縦矯正に伴う負荷応力が懸念されるため、図3に示すように、縦矯正時の応力分布をFEM解析で求めた。第4ボルト穴に最大引張応力が発生する縦矯正荷重載荷位置は第4ボルト穴中心から50mm離れた位置であることが判ったため、次項の溶接試験はこの条件で実施した。

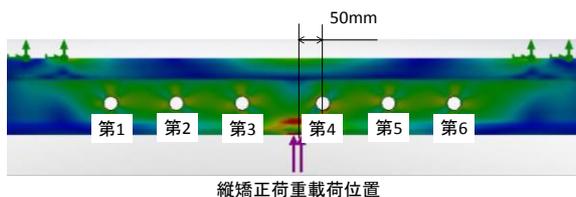


図3 縦矯正荷重載荷位置のFEM解析結果

3.3 試験内容

試験軌道に、補強継目板用ボルト穴を穿孔した約10mの50kgN普通レールを敷設し、図4に示すNo.1にTHR溶接法を施し、ボルト穴の変形を確認した後、ボルト穴近傍の残留応力を測定した。図4に示すNo.2は、THR溶接法を施したボルト穴近傍の残留応力の比較対象とし、THR溶接法を施していない母材レールのボルト穴近傍の残留応力測定を実施した。



図4 試験軌道の状況

(1) ボルト穴の形状測定結果

No.1において、THR溶接法施工前後に第3ボルト穴および第4ボルト穴の直径をデジタルノギスで測定し、ボルト穴の変形量を確認した。施工後のボルト穴の直径は施工前と比べほとんど変化しておらず、施工後の浸透探傷検査においても有害な欠陥指示模様は認められなかった。

(2) ボルト穴近傍の残留応力測定結果

No.1, No.2ともに図5に示すように、第4ボルト穴端部から5mm離れた45°方向の4箇所(No.1~No.4)にひずみゲージを貼付け、ボルト穴近傍の残留応力を切り出し法で測定した。図6のNo.2に示すように、THR溶接法を施していない母材レールのボルト穴近傍ではすべての測点において圧縮残留応力が発生している。一方で、図6のNo.1に示すように、THR溶接法を施したボルト穴近傍の3測点においては、引張残留応力が発生しており、THR溶接法の影響を受けていることが判る。しかし、引張残留応力が発生している3測点の値は、レール材の降伏応力(510MPa)²⁾以下であることから、実用上の問題はないと考える。

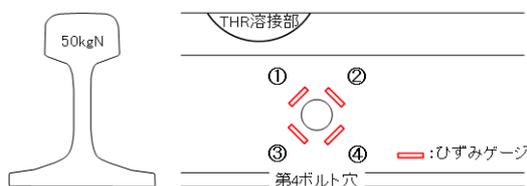


図5 残留応力測定位置

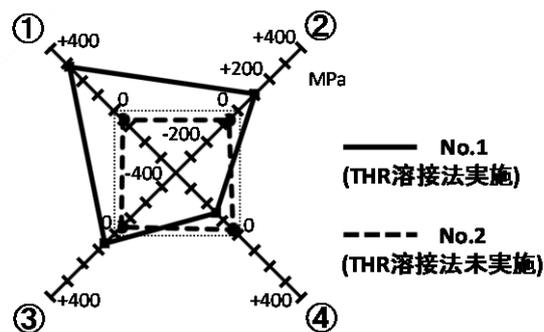


図6 残留応力測定結果

4. まとめ

ボルト穴穿孔箇所におけるTHR溶接法の適用を検討した結果から、THR溶接法がボルト穴およびその近傍に与える影響については実用上の問題はないと考える。

参考文献

- 1) 伊藤太初, 梅内一行, 寺下善弘, 辰巳光正, 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) 及川 祐也, 金 鷹, 寺下 善弘: 圧接クロッシングのウイングレール頭頂部損傷に関する一考察, 土木学会第64回年次学術講演会(平成21年9月)