

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○田中 俊史
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 加藤 篤史

1. はじめに

レールは鉄道において車両に安全で平滑な走行面を提供する重要な線路の構成体であり、直接大きな車輪荷重を支える基本的で重要な部材である。レールの保守管理に関してはレールの摩耗、腐食、損傷および疲労に対して様々な検査によりレール状態を把握し、一定の交換基準に達したレールに対してレール交換を実施している。

レール交換の課題の一つに、ロングレール区間において溶接箇所 2 箇所および緊張器を使用する設定替え等を伴う損傷レール交換の交換メートル当りのコストが高いことが挙げられる。そこで、公益財団法人鉄道総合技術研究所および株式会社峰製作所によって共同開発されたレール交換を使用せずに損傷部を除去し、補修することを目的としたレール頭部補修溶接法(以下、「THR 溶接」という)を適用することとした¹⁾。適用するにあたり、当社が THR 溶接を対象とするレール傷および THR 溶接後の管理体制について検証したので報告する。

2. THR 溶接の概要

THR 溶接とは、レールが車輪との転がり接触疲労によってレール頭頂面に発生した水平裂および横裂(以下、「シェリング傷」という)²⁾に対して全断面切断によるレール交換ではなく、損傷部分のみを切り取って除去し、テルミット溶鋼を流し込んで溶接し補修する工法である。切り取り範囲は長さ 90mm、深さ 25mm の部分円状であり(図 1)、レールを溶接する際に一般的に使用されているテルミット溶接と概ね同様の手順で実施することができる。

3. THR 溶接適用の目的

THR 溶接を適用する目的は、シェリング傷除去によるレール折損の防止とシェリング傷除去に対するコスト削減である。THR 溶接によるシェリング傷除去は通常のレール交換による除去に比べ、約 40%のコスト削減が見込める。コスト削減の要因として、THR 溶接ではレールの切断によるレール軸力の解放

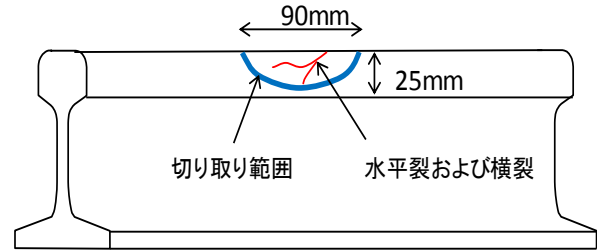


図 1 THR 溶接切り取り範囲

を考慮する必要がないため設定替えが不要であること、溶接箇所が 2 箇所から 1 箇所に減になること、レールの材料費および運搬費が不要であること等が挙げられる。

4. THR 溶接を適用するシェリング傷

THR 溶接を適用するシェリング傷は「長さ 90mm、深さ 25mm の切り取り範囲内にある単独シェリング傷」とした。近いうちにレール交換を実施する可能性の高い横裂の深いシェリング傷を対象とし、そのシェリング傷除去の方法をレール交換から THR 溶接に置き換えることでコスト削減が図れると考えたためである。なお、単独シェリング傷とは、THR 溶接を対象とするシェリング傷の前後 7m 間に他のシェリング傷が存在しないものとした。これは、THR 溶接ではシェリング傷の除去範囲がレール長手方向に 90mm の制限があること、また連続するシェリング傷を除去する場合では通常のレール交換の方がコスト的に有利となるためである。

5. THR 溶接後の管理

THR 溶接後の日常管理を検証するため、車両基地において THR 溶接の試験施工を実施し、外観検査、浸透探傷検査、頭頂面硬さ測定および超音波レール探傷車(以下、「探傷車」という)による探傷検査について確認した。

5. 1 外観検査および浸透探傷検査

外観検査では、レール頭頂面、頭側面ともに異常は見られていない(図 2 (a))。浸透探傷検査では、



(a) 外観検査 (b) 浸透探傷検査

図2 レール頭側面の外観観察

レール頭側面に収縮痕が確認されたが(図2(b))、グラインディングによるレール削正で除去できる程度である。収縮痕が発生した原因は予熱により膨張したモールドがレール母材側に張り出し、鋳込み後に溶融した金属が収縮して痕が残ったものと考えられる。これは有害となる欠陥ではなく、レールの強度に影響はないものである。

5. 2 頭頂面硬さ測定

図3にTHR溶接後のレール頭頂面のショア硬さを測定した結果を示す。測定はTHR溶接の中心からレール長手方向に前後10mmの間隔で実施した。THR溶接後の空冷によりTHR溶接部中央の硬さが経年レールと同程度であることを確認した。また、熱影響境界部に生じる軟化域も狭い範囲であった。これらの結果は当社の基準であるショア硬さ34以上および軟化域32以上を満足していた。

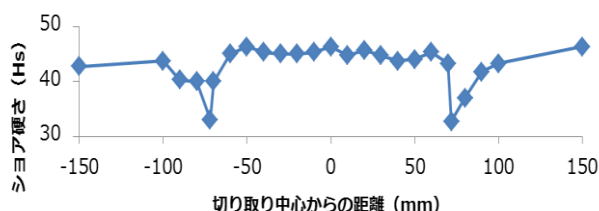


図3 レール頭頂面の硬さ測定結果

5. 3 超音波探傷検査

探傷車でTHR溶接箇所およびその下部領域において探傷検査が可能であることを検証するため、超音波探傷器の2MHz/0°探触子によりレール底部反射エコーの減衰を確認した。ここでは、溶接外のレール母材のレール底部エコー高さを100%に設定し、溶接範囲を10mm間隔で測定した。その結果、溶接中心においてレール底部のエコー高さが80%となり、20%の減衰が確認された(図4)。

また、エコーの減衰の影響を確認するため、THR溶接箇所を探傷車で測定した。当該箇所を5往復さ



図4 溶接中心部のエコー高さ

せ計10回測定し、探傷車の5MHz/0°にてレール底部エコーの反射を確認した。探傷車においても超音波探傷器と同様、THR溶接箇所でのエコーの減衰はあるものと考えられるが、全ての測定においてレール底部エコーの反射は確認され、良好な結果が得られた。よって探傷車の探傷検査において、THR溶接によるエコーの減衰は軽微なものであり探傷に関して影響はなく、THR溶接箇所およびその下部領域についても探傷検査が可能であることを確認した。このことからTHR溶接箇所について従来と異なる特別な管理を行う必要はなく、他の溶接箇所と同様の管理が可能であることを確認した。

6. まとめ

THR溶接を車両基地に試験施工し、各検査を実施した。その結果、THR溶接箇所は探傷車による探傷検査を実施することができ、他の種類の溶接箇所と同様の管理が可能であることを確認した。今後は、営業線での試験施工を実施し、追跡調査を行う予定である。また、現在は普通レールの直線区間での施工を想定しているが、HH340レールを使用している曲線区間での施工や切り取り範囲の拡大などTHR溶接の適用拡大に向けて検証を続けていく。

謝辞

本検討にあたり施工段階でご協力を頂いた株式会社峰製作所様に厚く御礼申し上げます。

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:テリ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) 新版軌道材料編集委員会 編:新版軌道材料,p72,2011.5