

レール頭部補修溶接法の基本的性能の検証

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線路の構成体であり、直接大きな車輪荷重を支える重要な部材である。レールの保守管理に関してはレールの疲労、損傷、摩耗および腐食に対して種々の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、200m 未満における損傷レール交換の単位交換延長あたりの労務費が高いことが挙げられる。これは、損傷レール交換のほとんどがロングレール区間であり、固定費である溶接経費および設定替えに伴う経費が延長あたりの労務費を増加させている主な要因であると考えられる。そこで、公益財団法人鉄道総合技術研究所(以下、「鉄道総研」という)が関係メーカーと共同開発し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、THR 溶接の基本性能ならびに THR 溶接後の管理体制について検証したので以下に報告する。

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 溶接の基本性能の確認

新品 60kg 供試体レールおよび累積通トン 5.9 億トンの古 60kg 供試体レールにおいて THR 溶接を実施し、外観検査、浸透探傷検査、レール頭頂面硬さ測定および静的曲げ試験を行った。

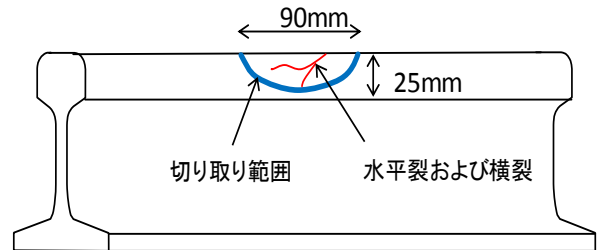
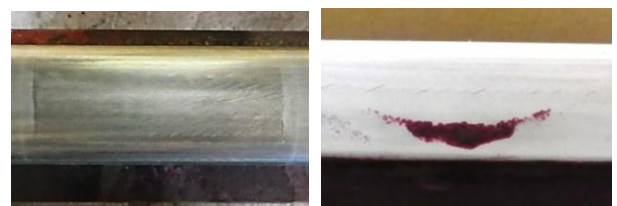


図 1 THR 溶接切り取り範囲

3. 1 外観検査および浸透探傷検査

外観検査ではいずれの供試体レールもレール頭頂面(図 2 (a))、頭側面ともに異常は見られていない。浸透探傷検査では、レール頭側面のゲージコーナー側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、鑄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、モールドの形状を改良することにより収縮痕の解消が見込まれる。



(a) 外観検査(頭頂面) (b) 浸透探傷検査(頭側面)

図 2 古 60kg 供試体レールの検査結果

3. 2 レール頭頂面硬さ測定

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り、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。

キーワード レール頭部補修溶接法, THR 溶接, シェリング

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. 3 静的曲げ試験

静的曲げ試験は1m スパン中央集中荷重による3点曲げで実施し、頭部の補修部を評価するため頭部下向きとした。表1に静的曲げ試験結果およびテルミット溶接の基準値を示す。古60kg 供試体レールにおいてたわみ量がテルミット溶接の基準値を僅かに下回っているものの、レール破断面に欠陥はなく、概ね良好な結果が得られたといえる。

表1 静的曲げ試験結果

No.	レール種別	新/古	破断荷重(kN)		たわみ量(mm)	
			試験結果	基準値	試験結果	基準値
1	60kg	新	1550	1100	15	13
2	60kg	古	1250	1100	12	13

4. THR 溶接箇所の落込み対策

THR 溶接後の仕上り形状において溶接金属を中心とした局所的な落込みが報告されている³⁾。そこで車両基地にて、鉄道総研において提案されている溶接箇所の前後10締結を緩解し、レールをTHR 溶接施工前にジャッキで上げ越してから溶接する工法(図3)で施工し、仕上がり状態を確認した。上げ越し量はレール底部とまくらぎの隙間が104mm(レール頭頂面の逆ひずみ1.8mm)で実施し、仕上がり後の高低は0.2mm(1m スパン)であり良好であった。

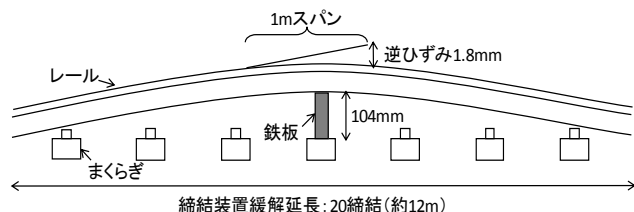


図3 上げ越し工法の模式図

5. THR 溶接後の管理

超音波レール探傷車(以下、「探傷車」という)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往復させ計10回測定し、探傷車の5MHz/0°にてレール底



図4 溶接中心部のエコー高さ

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 溶接箇所でも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

60kg 供試体レールにおいてTHR 溶接を施工し、各検査を実施することでTHR 溶接が基本性能を有していることを確認した。また、車両基地にて上げ越し工法により試験施工を行い、THR 溶接後の落込み対策に関する知見を得た。さらに、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、50N レールの性能確認および営業線でのTHR 溶接の試験施工を実施し、追跡調査を行う予定である。

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) 新版軌道材料編集委員会 編: 新版軌道材料, 鉄道現業社, p72, 2011.5
- 3) 伊藤太初: テルミット溶接を用いたレール頭部補修方法, 第274回鉄道総研月例発表会, 2014.1