

ゴールドサミット溶接部の加熱矯正法

北海道旅客鉄道(株) 正会員 小澤 広一

北海道旅客鉄道(株) 鈴木 俊二 北河 孝幸

北海道旅客鉄道(株) 裏谷 秀敏 五十嵐好宏

1. はじめに

レール溶接部は、敷設後経年疲労に伴い落ち込みが発生する弱点があり、落ち込みが発生した溶接部を放置して置くと、騒音・振動・列車動揺等の悪影響を引き起こす。

溶接部落ち込み箇所の補修は、加熱矯正法で補修しているが、ゴールドサミット（以下、GSと略称）溶接部は、溶接部に余盛り金属が付着しているため、他溶接部と同等な補修効果が得られない。そこで、GS溶接部落ち込み箇所の現場補修に向け、加熱位置、温度管理手法を検討し、加熱矯正後の浸透探傷検査、超音波探傷検査および破断荷重強度試験結果をベースに施工性、耐荷重性の検証を行った結果を報告する。

2. 溶接部落ち込み発生原因

溶接部落ち込みの発生原因は、図1に示すように、溶接時の熱影響によってレール母材に溶接部中心から約50～70mmの位置に軟化層が形成される。そのため、車輪とレールの摩擦・衝撃によって軟化層の摩耗が進行し、レール頭頂面形状が悪化し、溶接部落ち込みが発生する。

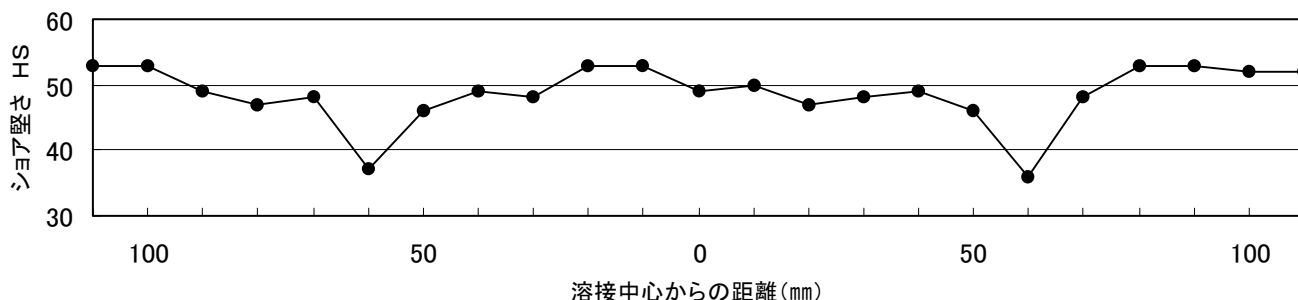


図1. GS溶接部頭頂面堅さ分布

3. 加熱矯正法

加熱矯正法とは、鋼の加熱時に発生する熱膨張と冷却時に発生する熱収縮を利用した矯正法である。すなわちレール頭頂面を上昇させる場合は、レール底部加熱後に自然放冷を行う。一定の温度に達した時点で急水冷を行う。レール底部が収縮する。レール頭頂面が上昇するという鋼の焼き鈍しを応用した熱歪み矯正法である。

(1) 加熱位置の検証

従来の加熱矯正法は、レール底部上面（図2）加熱を条件としていたが、GS溶接部は、レール腹部・底部に余盛り金属（図3）が残存するため、加熱矯正後に満足する上昇量を得られない。そこで、加熱位置の見直しを図り、レール底部底面加熱（図4）を行う事によって、GS溶接部落ち込みを上昇させる最も有効な工法を検証した。

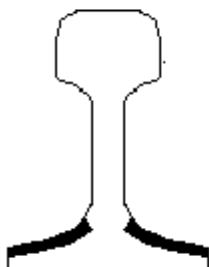


図2
従来加熱位置
(黒色：加熱)

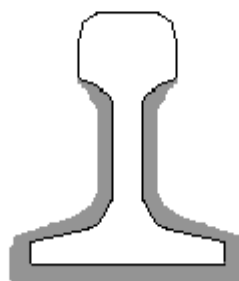


図3
溶接部断面図
(灰色：余盛り金属)

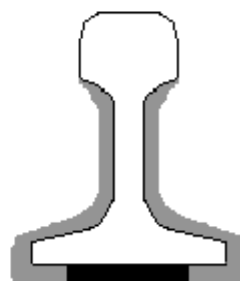


図4
新加熱位置
(黒色：加熱)

キーワード：ゴールドサミット溶接、落ち込み、加熱矯正法、上昇量、破断荷重

〒060-8644 札幌市中央区北11条西15丁目1-1 TEL(011)700-5790 FAX(011)700-5791

(2) 性能確認試験

加熱によりレール鋼の組織変化を抑制させるため、加熱温度・時間の検討を行った。その結果、A 1 変態点 723 （A 1 変態点とは、鋼を変態点以上に加熱し、急冷を行うと組織変化を起こす温度）を厳守し、変態点以下の温度 600～650、加熱時間 80～90 秒を目途に加熱温度・時間を設定した。その後、テストピース（以下、TP と略称）8 本を作製し、上昇量試験および曲げ破断強度試験により、上昇量、破断荷重強度およびたわみ量を測定したところ表 1 に示すような結果が得られた。表より、加熱温度を一定にした後、加熱幅を 100mm から 200mm にすることで、上昇量も約 2 倍にこう上し、設定時に任意に上昇量を調整する事が可能であることがわかった。また、加熱矯正後に実施した曲げ破断試験の破断荷重は、すべての TP において溶接破断基準値（ゴールドサミット溶接 50N レール 882kN）を上回り、破断面も良好であった。さらに、膨張・収縮による欠陥発生の有無を加熱矯正後に、浸透探傷検査および超音波探傷検査で確認した結果、異常は認められなかった。以上のことから加熱位置をレール底部底面にしたことで、良好な上昇結果と破断荷重強度が得られることがわかった。

表 1. 上昇量および曲げ破断強度試験結果

TP No	TP.1	TP.2	TP.3	TP.4	TP.5	TP.6	TP.7	TP.8
加熱温度(°C)	650	600	580	650	600	630	650	630
加熱幅(mm)	100	100	100	100	200	200	200	200
上昇量(mm)	0.9	0.6	0.6	0.9	1.2	1.3	1.9	1.5
破断強度(kN)	1019	990	1029	931	990	1049	970	1049
たわみ量(mm)	30	29	30	25	30	38	27	38

(3) 加熱治具の製作

加熱位置がレール底部底面中心のため、敷設レール施工時には、加熱状態の現認が困難であり、片寄り対策として、レール底部底面中心を確実に加熱する加熱治具（図 5）を製作した。さらに、加熱燃料には、短時間で広範囲の加熱が可能なプロパンガスと酸素を使用した。



図 5. 加熱治具

(4) 現場試験

現場で実施した施工前後の頭頂面形状を、図 6 に示す。図より、施工前の最大落ち込み量 -0.62mm が、施工後には 0.15mm となり、上昇量として 0.77mm が得られた。また、現場試験を通して、繰り返し施工が可能で施工ミスが無いことが明らかになった。

4. まとめ

TP を用いた性能確認試験および現場試験により、加熱治具を使用し、温度管理を正確に行うことによって、上昇量を調整することが可能であることがわかった。今後は、GS 溶接部落ち込み箇所の補修を推進し、騒音・振動・列車動揺の軽減、乗り心地の向上、レールの延命を図り、レール溶接部のメンテナンス業務の推進を図っていきたい。

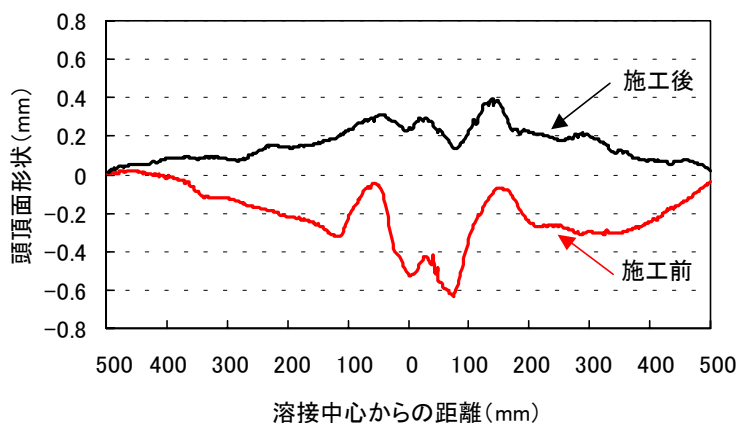


図 6. 施工前後の頭頂面形状