

テルミット頭部補修溶接法の熱間矯正作業における自動制御機構の開発

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○伊藤 太初

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 山本 隆一

1. はじめに

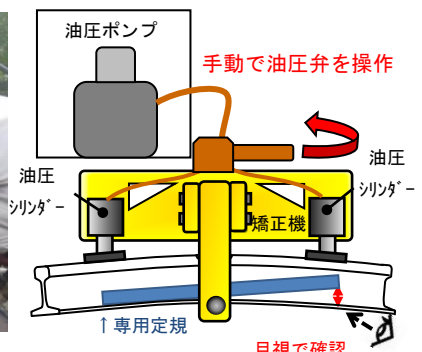
テルミット頭部補修溶接法（以下、THR 法と呼ぶ）は、局所的に発生したレールきずを簡易に除去できる手法として鉄道事業者等において導入が検討されている¹⁾。しかしながら、頭部に膨大な熱量が加わることから、冷却に伴う熱収縮によりレールに大きな落込みが発生する（-1.5mm 以上/1m スパン）。現状では、落込み防止のために補修直後に専用の矯正器を使った熱間矯正作業を実施し、補修部を中心にレールを所定量曲げ上げているが、作業性が悪く、施工精度に影響を及ぼしている。そこで、現在手動で実施している矯正作業を自動制御とし、作業性を改善すると共に、施工精度向上を図った。

2. 現行の矯正作業の課題

図1に既存の熱間矯正機を用いた矯正状況を示す。熱間矯正機本体は左右の油圧シリンダーと中央の治具を使って、3点曲げの要領で補修箇所を矯正する機構である。現行の矯正作業では、図に示すような専用の定規をレール底部上面に設置し、矯正時のレール変形量を目視により確認しながら、手動で油圧の調整を実施している。そのため、レール変形量にばらつきが生じやすく、過大あるいは過少な矯正量の場合、仕上り範囲内（高低: +0.5mm~-0.1mm/1m スパン）に収めるための仕上げ作業（グライNDER研削作業）において膨大な時間と労力が必要となる。熱間矯正時に所定のレール変形量を安定して確保できれば、作業時間短縮に繋がることが期待できる。



(a) 熱間矯正状況



(b) 熱間矯正機概略

図1 既存の熱間矯正機を用いた矯正作業状況

3. 自動制御機構の開発

本研究では、3点曲げを採用していることを考慮し、レール変形量に対応するシリンダー伸び量を変位センサーで測定することでレール変形量を制御することとした。なお、変位制御で変形量が達しないままポンプの油圧上限に達した場合、矯正作業が終了しない（油圧が抜けない）ことが想定されたため、ポンプの油圧力に上限を設ける制御も追加した。図2に自動制御のフローチャートを示す。

2台の油圧シリンダーを有する既存の熱間矯正機に変位センサーを取り付ける場合、変位センサーを2箇所を設置し、2台のセンサーからの信号をそれぞれ制御する必要があり、制御機構が複雑となる。そこでレールのガス圧接時に使用する縦矯正機を参考とし、シリンダー1台で矯正可能な機構を開発した。図3に新しい矯正機構の模式図および試作機による矯正状況を示す。既存の矯正機に設置されている2台のシリンダーの内、片側のシリンダーを固定側（不

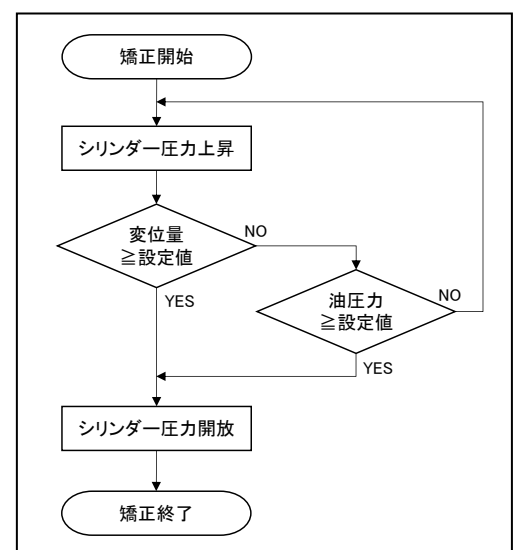


図2 自動制御フローチャート

キーワード テルミット溶接, テルミット頭部補修溶接, 熱間矯正

連絡先

〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38

(公財) 鉄道総合技術研究所

T E L 042-573-7272

動点)として、センサー側のシリンダーのみに油圧ホースを接続した。また、矯正機の回転が伴うことから、レールとの接触部となるシリンダー先端には両側とも半円状の治具を設置した。

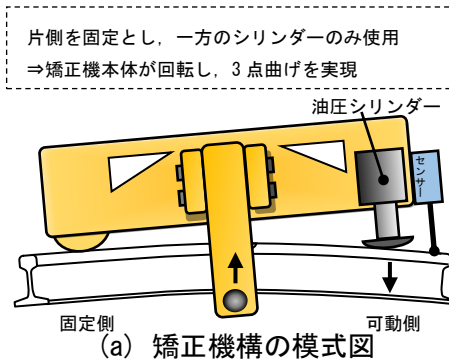


図 3 新しい矯正機構

当該矯正機および自動

制御装置を使用し、溶接時の矯正試験を実施した。本矯正試験では、従来作業の目安としている専用定規による読み値 14mm となるよう手動の矯正作業を実施し、その際にセンサーで測定したシリンダー変位量を制御時の設定値とした。表 1 に矯正試験結果を施工後の仕上り形状（高低）と併せて示す。TPNo.1 の手動による矯正作業で読み値 14mm となった際のシリンダー変位量は 23.6mm であったことから、TPNo.2 および No.3 において自動制御の設定値を 24.0mm とした。また、油圧力の設定値は油圧ポンプの上限値である 70MPa とした。その結果、TPNo.2 では、油圧力制御により油圧力 70MPa、変位量 22.6mm で終了し、TPNo.3 では変位制御により油圧力 69.7MPa、変位量 24.0mm で矯正終了となった。仕上り状態を確認した結果、TPNo.2 では+0.35mm と仕上り範囲内に収まったが、TPNo.3 では矯正量がやや多かったため、+0.55mm と仕上り範囲の上限値をわずかに上回る結果となった。なお、現場作業では TPNo.3 の矯正量でも仕上り範囲内に収めることは十分可能であるが、施工時間を考慮し、シリンダー変位量の設定値は 23.0mm とすることとした。

表 1 自動制御機構を用いた矯正試験条件および試験結果

制御方法	TP No.	設定値			試験結果			仕上り形状 (mm)	矯正時間	
		自動制御		定規	自動制御		定規		開始	終了
		変位量 (mm)	油圧力 (MPa)	測定値 (mm)	変位量 (mm)	油圧力 (MPa)	測定値 (mm)			
手動	1	-	-	14	23.6	67.0	14	+0.45	11'30"	11'42"
自動	2	24.0	70.0	-	22.6	70.0	14	+0.35	11'37"	11'53"
	3	24.0	70.0	-	24.0	69.7	15	+0.55	11'30"	11'46"

以上の結果より、開発した自動制御機構を用いることで、従来の手動による矯正作業と同様のレール変形量を確保できることが確認された。

4. まとめ

- (1) 熱間矯正作業の施工性改善のため、レール変形量の自動制御機構について検討を実施した。その結果、1 台のセンサーで制御可能な自動制御機構を有する新しい熱間矯正機を開発した。
- (2) 自動制御機構による熱間矯正試験を実施し、設定変位量 23.0mm、設定油圧力 70MPa とすることで仕上り範囲内に収められる矯正作業が施工できると考えられる。

参考文献

- 1) 藪中嘉彦, 他: レール頭部補修溶接法によるシェリング傷除去試験, 第 23 回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2016), 2016