

レール自動溶接車の導入

九州旅客鉄道株式会社      正会員    〇坂之下   英樹

九州旅客鉄道株式会社                                  一宮   大輔

1. はじめに

昨今の保線に従事する労働人口の急激な減少等に伴い、線路の維持に機械化は、避けて通れない状況である。JR九州（以下、当社）では、年間1,500口～2,000口のレール溶接を計画し施工しているが、近年列車通過時の騒音や振動の抑制、軌道メンテナンスコストの低減、列車走行の安定性向上の観点からロングレール化を推進している。また、繰り返しの列車通過によるレールの金属疲労に伴うレール交換や高架事業、整備新幹線工事等のため、レール溶接の需要は増すばかりである。特に技術を要する溶接技術者の確保には、近年苦慮しているのが現状であった。そこで在来線用レール自動溶接車（以下、溶接車）1両を平成28年度より導入し、作業の効率化及び安全の確保を図ったので紹介する。（図－1）

2. 溶接車の構成

2.1 溶接車の概要

表－1    主要諸元

| 項目      | 詳細             |
|---------|----------------|
| 全長      | 16,500mm       |
| 全幅      | 2,695mm        |
| 全高      | 3,935mm        |
| 自重      | 46.65t         |
| 走行用エンジン | ディーゼル4サイクルエンジン |
| 最大走行速度  | 50km/h         |



図－1    レール自動溶接車（APT1500）

溶接できる対象レールは、60kgレール及び50Nレールで、主に普通レール、DHHレール、ベイナイトレールがある。溶接機（以下、溶接ヘッド）に装備されたレーザーで高低、及び通り方向の芯出しを、自動または手動で行い、セット開始から溶接後のバリ取りまでを約30分で行い、1日平均4～5口の施工を計画している。

溶接条件としてレール段差3mm以下が対象で、曲線半径は二次溶接でR＝500以上、三次溶接でR＝1,000m以上、カントは実カント110mm以下、勾配は35‰以下を溶接車施工の条件とした。また、取り卸したレールが軌道中心から2,600mm以内であれば溶接ヘッドが稼働できる範囲となりため、それ以外は2,600mm以下となるよう人力にて調整を行う。その他にも溶接する側にアウトリガーが設置できない橋梁上や、溶接ヘッドが旋回できないトンネル内及び駅ホームでは施工対象外としている。溶接車では工場などで用いられるフラッシュバット溶接を採用した。フラッシュバット溶接は、通電した2本のレールを接触させ、発生した熱で金属を溶かして接合する工法で、品質が均等になり強度も増すというメリットがある。また、これまで当社では製鉄会社より納品されたレールを自社施設へ一旦輸送し、一次溶接（短尺レールを150mの長尺化）と呼ばれる工場内溶接を実施していたが、現在は、製鉄会社より150mレールを直接現場に輸送することで、工場内溶接を廃止できたことも導入のきっかけとなった。

キーワード    レール自動溶接車、フラッシュバット溶接、自動芯出し

連絡先    〒812-8556   福岡県福岡市博多区博多駅前3-25-21   九州旅客鉄道株式会社施設部保線課   TEL：092-474-2449

## 2.2 溶接車の機能

溶接車は、発電機、溶接制御システム、及びロボット式溶接ヘッドにより構成されている。機能としては自動芯出し機能、冷却機能、溶接機能の3つの機能に分類され、自動芯出し機能については、接合する2本のレールを左右のリフティングクランプによりレールを溶接できる位置まで持ち上げ、鉛直方向の通り及び高さを調整できる。また、溶接ヘッド上部に取り付けているタッチパネルを操作することで、レールの開口量をレーザーにより探知し、移動量を調整して2本のアームにより溶接ができる開口量（3 mm～6 mm）まで調整することが可能である。冷却機能については、2基の送風機構を通じて溶接されたレール溶接部に送風することで、溶接部を所定の硬さに保つことができる。その他にも溶接面に残ったバリを3 mm以下にするバリ取りナイフや、溶接時に火花が飛散し周辺の構造物等に損傷を与えないように火花ガードが装備されている。

## 3. 溶接性能

レール溶接性能は、静的試験（引張、曲げ、ねじり）、硬さ試験（ブリネル、ビッカース）、疲労試験（引張、曲げなど）についてテストピースを用いて実施した。試験結果については、（表－2、表－3）の通りである。いずれの結果も規定値を満たす結果が得られた。

表－2 静的曲げ試験結果

| No.      | Head up/down | 曲げ強度        | たわみ量     |
|----------|--------------|-------------|----------|
| 1        | HU           | 1,666.7 kN  | 36.6 mm  |
| 2        | HU           | 1,605.8 kN  | 34.9 mm  |
| 3        | HU           | 1,701.5 kN  | 40.8 mm  |
| 平均値      |              | 1,658.0 kN  | 37.4 mm  |
| 規定値 (HU) |              | 1,370 kN 以上 | 25 mm 以上 |
| 4        | HD           | 1,520.8 kN  | 31.7 mm  |
| 5        | HD           | 1,728.7 kN  | 75.8 mm  |
| 6        | HD           | 1,488.0 kN  | 28.7 mm  |
| 平均値      |              | 1,597.2 kN  | 45.4 mm  |
| 規定値 (HD) |              | 1,230 kN 以上 | 20 mm 以上 |

表－3 疲労試験結果

| No. | 応力 (N/mm <sup>2</sup> ) |     |       | 繰り返し回数 (回) | 破断の有無 |
|-----|-------------------------|-----|-------|------------|-------|
|     | 最小                      | 最大  | 全応力振幅 |            |       |
| 1   | 30                      | 350 | 320   | 2,000,000  | 無     |
| 2   | 30                      | 350 | 320   | 2,000,000  | 無     |
| 3   | 30                      | 350 | 320   | 2,000,000  | 無     |

※約 1.5m の溶接試験片をレール使用状態で曲げる  
（Head up）と逆にして曲げる（Head down）

## 4. おわりに

本稿では、溶接車の導入から施工内容について紹介した。

導入から約1年が経過し、これまで大型機械特有の初期故障はあったものの、操作者の技術力の向上やメーカーの尽力により精度は、徐々に良化している。また、今年度は約260口を施工したが、これは全て線路脇に取卸したレールを接合する、二次溶接となっている。今後はこれまでの経験を活かし、更に検証を進め、課題点の抽出と改善を行い、より良いものにしていかなければならない。

最後に、これまで導入ならび検証に、ご協力いただいた関係者の方々に厚く御礼を申し上げます。



図－2 溶接状況



図－3 施工後