

逆ひずみ矯正法の適用に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○上 部 誠
東日本旅客鉄道株式会社 竹田 一隆

1.はじめに

騒音の減少・乗り心地の解消のためロングレール化が推進されており、秋田支社管内においても、秋田新幹線ルート(以下奥羽幹線)は一部の駅構内を除いたほぼ 100%がロングレール化され、乗り心地の向上に貢献している。しかし、溶接されてから最長で 11 年程度にもかかわらず、近年溶接部において落込みが確認されている。一部においては、軌道変位の整備目標値の超過に至った箇所も確認され、このような落込みは放っておくと軌道破壊が進み、最悪の場合、レール破断ということも考えられる。

数年前に、レール溶接部を加熱し、落込みを起伏させる「逆ひずみ矯正法」が提案されているが、秋田支社管内においては太田保技セ管内の試験施工のみに留まっている。施工可能な溶接方法にも限りがあるが、最も効果がある矯正方法の定着が急務である。本研究では、溶接箇所の落込みの理由を把握するとともに、「逆ひずみ矯正法」による効果と経済性について検討を行い、これらにより、最も効果的な矯正方法の定着を目的とした。

2.現状の把握

秋田保技セ管内の奥羽幹線の溶接種別は、全 2,062 口のうち約 6 割が秋田新幹線開業時からのフラッシュバット溶接(以下 FB 溶接)である。残りのほとんどはエンクローズアーク溶接(以下 EA 溶接)である。なお、秋田新幹線建設時の FB 溶接は図 1 に示すブラッサー社製の軌陸車タイプの溶接車で行われており、今回対象とした区間は過去の資料より平成 7 年度に溶接されていることがわかった。



図 1 フラッシュバット溶接車

近年、溶接部において軌道変位の目標値超過が確認されている。EA 溶接における落込みはこれまでも確認されているが、FB 溶接においてはほとんど確認されていない。現在のところ、落込み部の修繕方法としては、落込み部を切断・交換して取り除く方法、ジャッキによりこう上し削正する方法があるが、コストがかかること、また削正の場合、車両の運用等がネックであり、タイテンパ・MTT によるつき固めを行い、それ以上の落込みの進行を防いでいるのが現状である。

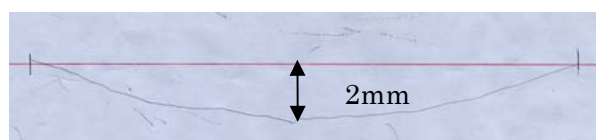


図 2 頭頂面形状(2M ストレッチ・施工前)

3.施工計画の検討

EA 溶接は手溶接のため、落込みは他の溶接方法と比較してあるものの、機械施工で行った FB 溶接がなぜ落ち込んでいるのかについて現場調査を行った。

はじめに施工を行う箇所の現状の軌道変位を調査し、また過去における試験施工時の方法の評価を行った。

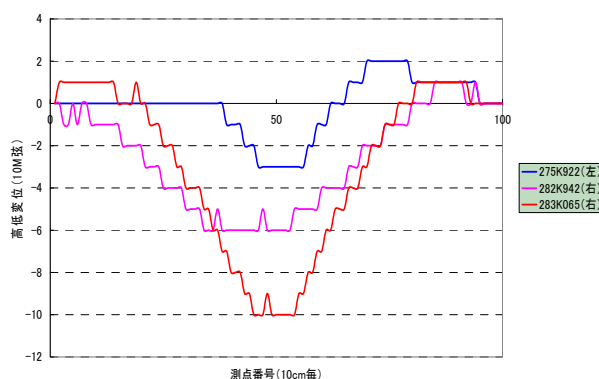


図 3 溶接部落込み箇所軌道変位(10M 弦)

キーワード 逆ひずみ矯正法, フラッシュバット溶接, レール削正, レール硬度, 連続ブラッシング

連絡先 〒010-0001 秋田市中通 7-1-1 東日本旅客鉄道株式会社秋田支社施設課 TEL018-825-5281

施工箇所については、LABOCS チャートや周波数測定時のデータの確認及び2Mストレッチを用いた現場調査の結果、溶接部の落込みが大きい図2・3のような3箇所を選定した。最大の落込み量は10M弦軌道変位で10mm、2Mストレッチで2.7mmと大きいことがわかった。また、これらの落込み箇所は過去2年間のEast-i・EM120のデータによるとほとんど落込み量の変化がないことがわかった。また、レール踏面の硬度測定の結果・内部傷のないことを確認し、3箇所に逆ひずみ矯正法を適用することとした。

また、施工方法については、過去の試験施工において溶接部が起伏しなかった経験から、頭部と底部で温度管理を綿密に分けて行った。レール温度は、鋼の変態点である723℃を超えないように、最大でも630℃としている。

4. 施工結果・考察

各箇所の落込み量により、加熱幅を変えることにより施工を行ったが、幅により起伏する高さが変わることがわかった。図4に1箇所の施工前後の軌道変位を示す。他2箇所において同様に施工を行ったが、溶接部における起伏が確認されている。施工後4ヶ月経過してもほとんど変位は変わっていないことから、結果は良好であると思われる。また、施工後の2Mストレッチによる頭頂面の形状も、施工前の形状とは異なっているが、落込みは解消されている。施工前後において熱影響部の位置がずれるかどうかの確認のため、硬度計を用いて頭頂面の硬度の確認を行った。図5には結果を示すが、施工前後でほとんど変わらない。これは、変態点の手前で加熱を止めていることにより、レール(鉄)の結晶構造が変わらなかったためと推測される。

本研究で施工対象とした箇所以外にも、FB溶接の落込みは確認されている。過去の溶接時の資料を調査した結果いろいろな説が挙げられた。中古レールを利用したことによる場所毎のレール癖等も考えられるが、大きい理由は次の3つであると考えられる。①芯出し・仕上げが手作業で行われたこと(当初予定では仕上げは自動)、②溶接車・発電車共に20tの重量があり、溶接が行われた直後の箇所に重量物が载荷されたこと、③唯一変更することのできた連続フラッシングの時間が溶接箇所毎によって異なっていたこと、の3つである。FB溶接は他の溶接方法と比較して、溶接部前後の熱影響部が狭いことで知られているが、今回硬度を測定した箇所において、硬度が溶接部と比較して前後の箇所で硬度の減少が確認されていた。よって、③の連続フラッシングの時間が長いことが、溶接部全体を軟化させ、落込みが溶接から数年経った現在に確認されていると考えられる。

5. まとめ

今回施工した結果より加熱・冷却のみで処置ができる「逆ひずみ矯正法」は落込みに対し、時間的、工法的にも優位であると考えられる。また、落込み量が多い箇所の起伏に対しては、パス数の大きくなってしまいうレール削正と比較して、非常に大きい効果を発揮する。しかし、ロングレールの締結装置の一部を緩解し、残留応力がどのように残っているかが不明である溶接部を再加熱することは難しい。溶接部に異種金属が介在するEA・GS溶接においては内部に傷が存在する可能性もあるため、対象となる溶接方法はFB及びGP溶接のみとした方がよいと考えられる。また、上記溶接方法においても、探傷を十分行い、内部傷の有無を確認することが重要である。また、落込み量が少ない箇所においては、6頭式レール削正車の投入が考えられる。

以上のように逆ひずみ矯正法の適用に関して、施工・考察を行った。落込み箇所の今後の軌道変位を追跡し、今後も最良の対策方法について分析を行っていく。

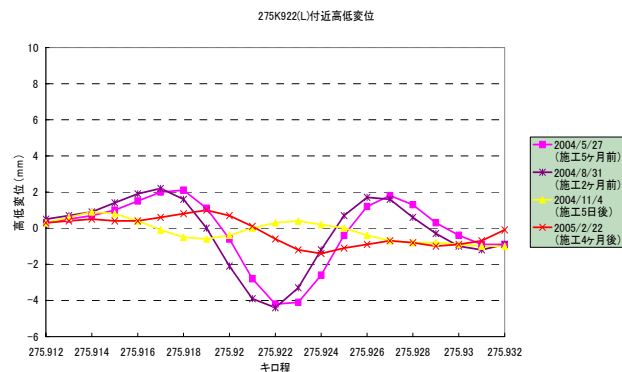


図4 施工前後の落込み箇所の軌道変位(East-i)

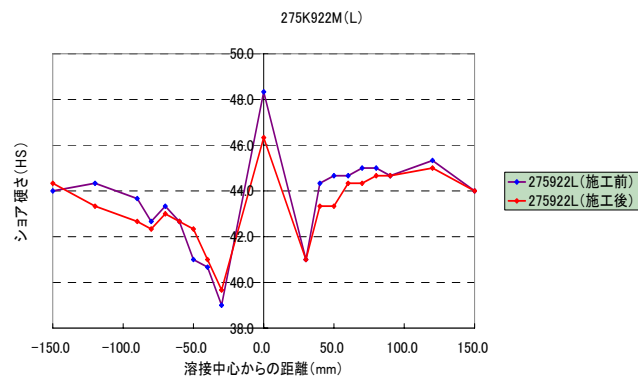


図5 施工前後の落込み箇所のレール踏面硬度