

在姿ロングレールの溶接部における研究

土木大学 正会員 関野 敦司

1. 目的

本研究ではGS溶接の現状を述べるとともに、GS溶接部の負荷を軽減した場合、溶接部のレール上下動および頭頂面変化を把握し、GS溶接部負荷軽減対策の効果を明らかにすることを目的とする。

2. GS溶接の特徴

溶接作業が単純であり技術の習得が容易であること、溶接器具が簡単で軽量であることから設備費が安く機動性があること、溶接所要時間が比較的短いことである。レールの溶接の場合には、エンクローズアーク溶接と同様に加圧・圧縮を必要としないことから、敷設レールの溶接に適している。しかし溶接部が本質的に鋳物であること及びレールの腹部・低部の余盛りが大きいことなどから、他の溶接法による接合部に比べて強度面でやや劣るのが現状である。

3. 溶接部の延命

現在の溶接方法は、まず継目用マクラギを抜き取り、溶接部のバラストを一旦掻き出す。溶接後に溶接部前後2本ずつ計4本のマクラギ位置整正を行い最後に掻き出したバラストを元に戻しつき固めを実施している。マクラギ位置整正は基本的に溶接部前後5つの間を均等にしている。ところが、度重なる列車荷重による負荷により溶接部の損傷が発生していることを考慮すると、溶接部の負荷を軽減することを最重要課題と考えた。

4. 溶接部の寿命延伸対策(未然防止策)

溶接部をその前後のPCマクラギに支えられた単純梁と仮定する。レール曲げモーメントが最大となるのは、輪重がマクラギ間中央にあるときであり、そのときの溶接部にかかるレール曲げ応力は(輪重)×(マクラギ間隔)／2(t・m)となる。従って、マクラギ間隔を狭めるほどレール曲げモーメントが小さくなる事が分かる。現在の問題点より、溶接部以外のマクラギ間隔は規定の661mmとし、溶接部直下のみ現行の638mmから638+(638-661)×4=550mmとする。その際のレール曲げモーメントは550/638≒0.86となり、約15%減る。従って、本研究での溶接部の延命対策としてマクラギ間隔を上記の550mmとすることとした。

5. 効果の把握

レールの沈下量(列車荷重がかかった際にレールの沈む量)で動的変位量を、レール頭頂面の凹凸(1mストレッチゲージを用いて計測する)変化で溶接部の変形過程を、さらに、マヤ車の軸箱加速度で輪重の軽減度を把握する。

6. 測定箇所

現在、仙台支社小牛田保線区において在姿ロングレール化が進められている。今年度GS溶接された箇所の中から以下の条件に適合する6箇所をおよそ2箇所ずつ以下の3つのグループに分け、測定する。

条件 : 溶接箇所は、溶接する双方のレールが既存なレールでかつ左右レールをGS溶接すること

測定箇所:

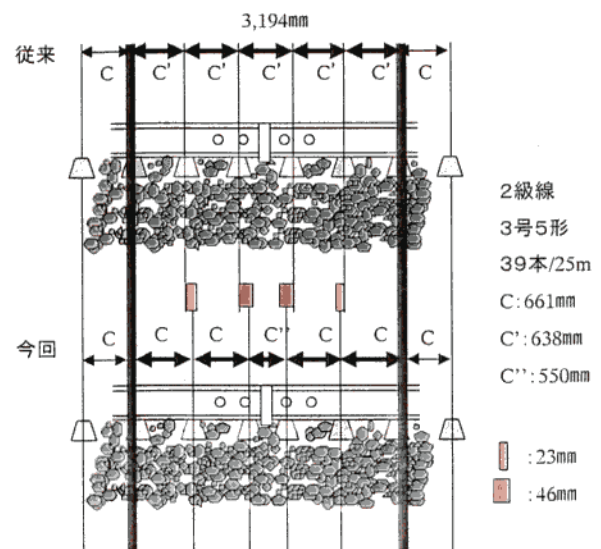
鹿島台・松山町間(上)391k057m～391k107m(6箇所)

松山町・小牛田間(上)391k655m～391k705m(6箇所)

グループ1 マクラギ間隔 550mm+つき固め(10日後)…(以下G1)

グループ2 マクラギ間隔 550mm …(同G2)

グループ3 従来通り …(同G3)

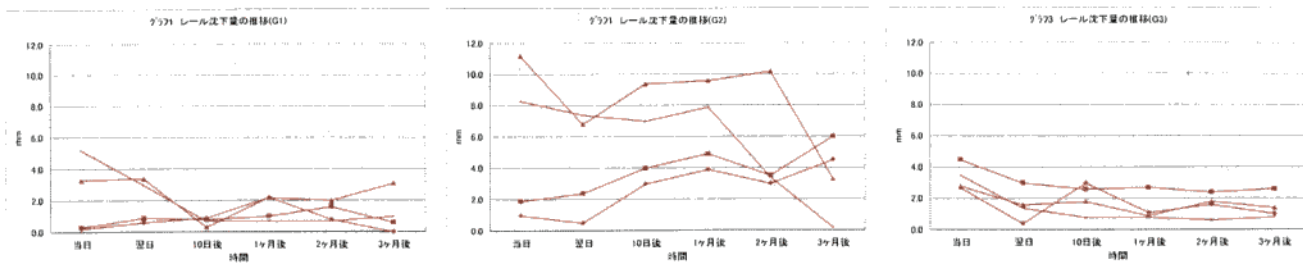


キーワード レール溶接部の延命、在姿ロングレール

連絡先 〒220-0023 横浜市西区平沼1丁目40番26号 TEL 045-320-2718

7. 測定結果

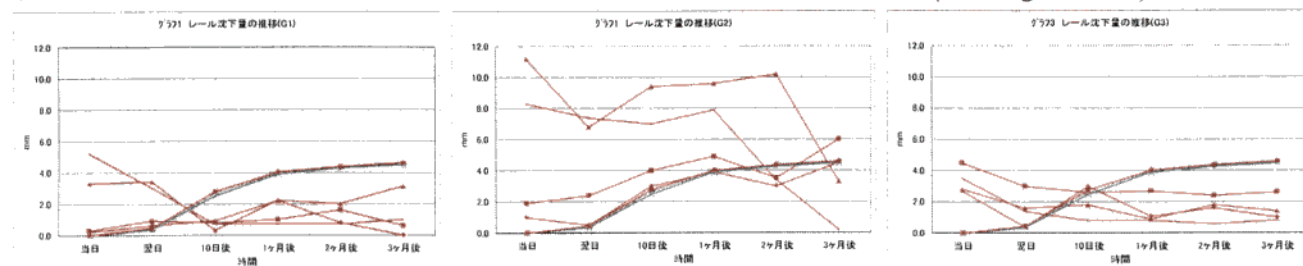
○ レール沈下量



レール沈下量のグラフ1～3より以下のことが読み取れる。

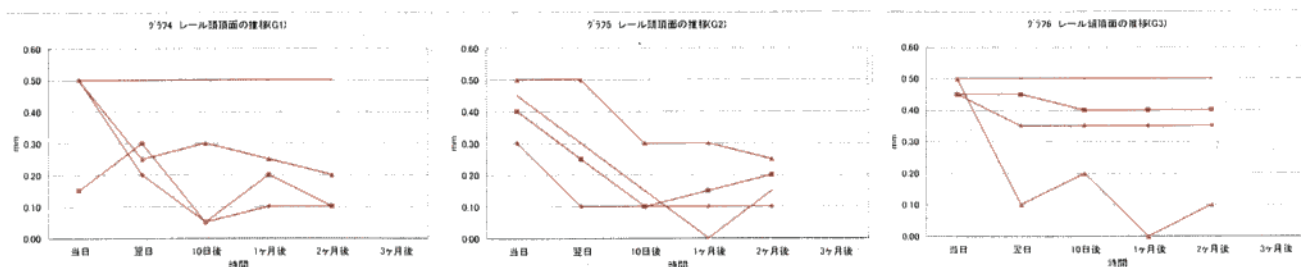
- ① 10日後のつき固めを実施するとレールの沈下量は減少すること
 - ② グラフ1とグラフ2の比較からマクラギ間隔を狭めるだけでは十分な効果が得られない
 - ③ マクラギ間隔を狭めたことの効果（G1・2とG3の優位の差）は見られなかった
- そこで、道床沈下量の理論値との比較を行う。

今回の測定箇所東北本線松島・小牛田間の通トン数は17.8(百万トン)tで、 $Y = \gamma(1 - e^{-\alpha x}) + \beta x$ を変形した $Y = 3.9(1 - e^{-0.00683 \cdot W \cdot M' \cdot x}) + 0.00045 \cdot W \cdot M' \cdot x$ に代入し、グラフ化すると以下になる(青・60kg、茶・50N)。



動的なレール沈下量と静的な軌道の沈下量を比較することは一見乱暴に思えるが、グラフ化することによりその時間的変化が似ていることが分かる。つまり、溶接部の動的のレール沈下量とは溶接工事に伴うマクラギ位置整正のための軌道沈下量と考えることができる。マクラギ位置整正によりそれまで列車荷重のかからなかった部分にマクラギが移動されるため、理論通り軌道が沈下するのである。その延長はマクラギ4本分の約2.6mのため、静的には沈下することはない。列車荷重がかかり初めてレールが沈下するのである。特に、G1の総つき固め後は理論値に比べ明らかに沈下量が少ないことから、その効果のほどが一目でわかる。

○ レール頭頂面



レール頭頂面の凹凸のグラフ 4～6 より以下のことが読み取れる。

- ① マクラギ間隔を狭めたことの効果（G1・2とG3の優位の差）は見られなかった
- ② 頭頂面の凹凸は時間の経過とともに減少傾向にあること

○ マヤ車による軸箱加速度

昨年9月27日と今年2月13日のデータ比較を検討していたが、今年のデータ不良の為、比較不能となった。

8. 結論と反省 残念ながら今回の測定結果からは、マクラギ間隔を狭めた効果を立証することが出来なかった。反省点としては、より精度の高いレール沈下量測定器の使用、同一者による測定、雪の影響を受けない測定時期等、測定条件に配慮すべきであった。