

溶接補強桁の亀裂原因の調査

東海旅客鉄道株式会社	○正会員	野中 大輔
東海旅客鉄道株式会社	正会員	丹間 泰郎
東海旅客鉄道株式会社		合渡 典正

1. はじめに

J R 在来線における鉄桁の大半はリベット構造であり、使用材料・構造也多岐に渡る。その中でも戦前戦後の一時期に、既存桁に補強部材を溶接接合した「溶接補強桁」が施工された。溶接補強桁は鉄桁に溶接が適用され始めたころから施工され、その頃は疲労に関する理論も発展途上であった。本研究では溶接補強桁の実態を把握し、今後の維持管理手法について考察したので報告する。

2. 溶接補強桁とは

溶接補強桁は昭和 6 年に奥羽本線で初めて施工されて以来、昭和 30 年中頃までに多く施工された補強形式で主桁を補強するものとして図-1 に示すように大きく 3 つに分類される。

補強対象となった桁は機関車重量の増大により弱小桁となったもので、それらの桁は明治～大正時代に施工されたものが多く、材質としては錬鉄・ベッセマー鋼・S S 材を使用している。また、昭和初期の溶接技術は未発達であり、溶接面が腐食しているため仕上げも十分でなく肌隙が生じている可能性が高い。さらに、溶接補強は現場溶接で施工されたものが多く品質にバラツキがあり溶接の信頼性は低い。

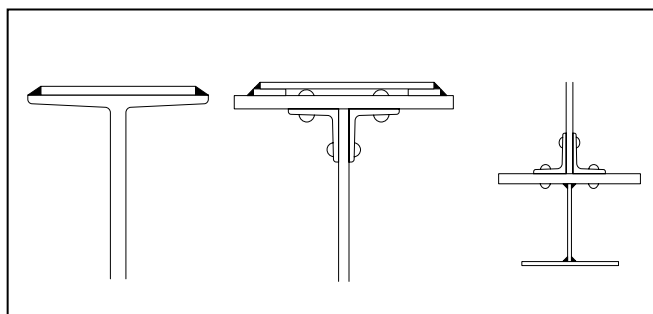


図-1 溶接補強桁の分類

3. 溶接補強桁の実態調査

管轄内の溶接補強桁について目視調査を実施した結果、文献に示される通りの変状が確認された。(写真-1) その亀裂に対し以下のような詳細調査を実施して亀裂発生原因を追究した。

(1) 応力測定

図-2にひずみゲージの貼付位置を示す。測定箇所は、亀裂発生部と亀裂の発生していない健全部を測定することとした。また亀裂部では亀裂先端でも測定を行った。

ここで着目した点は、フランジ端部(測点①⑦)で引張応力が発生しており、健全部より亀裂部のほうが大きな値であった。また亀裂先端部では補強部(測点③～④)においても引張応力が発生している(図-3)。

この引張応力について推察すると、マクラギと溝型補強部との間に隙間があり、フランジ端部に局所的な荷重が加わることが原因と考えた(写真-2)。

そこでマクラギ下面とマクラギ中間部で橋軸直角方向の応力測定を行った。結果はマクラギ下面では曲げ応力が発生しているのに対し、マクラギ中間部ではほぼ曲げ応力は見られなかった(図-4)。



写真-1 溶接部亀裂状況

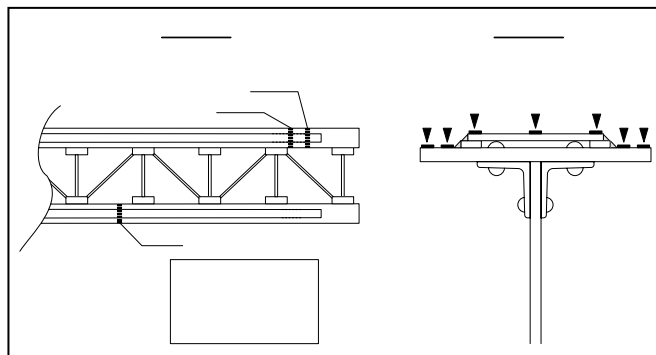


図-2 ひずみゲージ取付位置

キーワード：溶接補強、溶接品質、応力挙動、マクラギ形状

連絡先 〒453-0801 愛知県名古屋市中村区太閤一丁目 15-5 TEL 052-451-7146

（２）構造解析

次に、亀裂発生メカニズムの解明を目的にFEMにより解析を行った。図－5に解析結果を示す。マクラギ下面に隙間がない場合ではフランジ面は一樣な圧縮応力に対し、マクラギ下面に隙間があるとフランジ端部に引張応力が発生する。これによりマクラギ形状による応力挙動の変化について確認できた。

また、亀裂発生地点近傍にはレール継目があり、FEM解析の結果、継目がある場合には応力が増大され疲労損傷に大きく影響することがわかった。

（３）亀裂発生要因

以上の結果から、き裂発生要因は、マクラギの切欠によってフランジ両端に荷重が加わることにより、溶接部に曲げ応力が作用したこと。さらにレール継目の衝撃力により大きな応力を生じたことであると判断した。また溶接面の腐食により肌隙が生じていた可能性が高いことも一因として挙げられる。

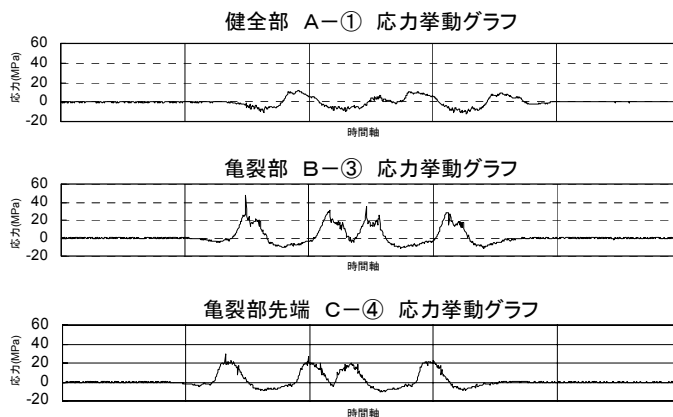
4. 溶接補強桁の維持管理方法

溶接補強部の亀裂に対する補修工法の選定は、鋼構造物補修・補強・改造の手引き²⁾により、現有応力比率によって定められおり、研究の対象とした桁は、軟鋼で施工されており補強部を無視して現有応力比率²⁾（桁の許容応力度と実働荷重によって部材に生じる最大応力度の比率）の計算を行った結果、140%以上となり桁自体の耐荷力はまったく問題がなく、亀裂部のシールによる腐食対策のみを行うこととした。

また、この桁はラテラルの追加溶接補強により固定間距離を短くしていることも耐荷力確保に大きく貢献しているため、ラテラル等の追加２次部材の亀裂・腐食にも今後注意が必要である。

5. まとめ

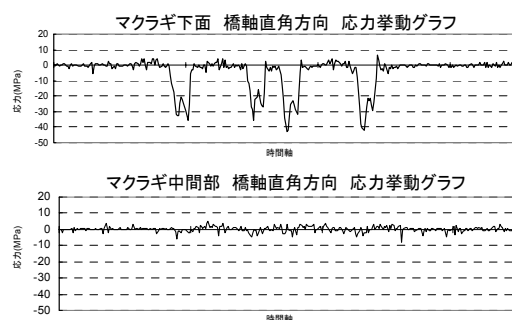
今回、リベット構造の桁に補強部材を溶接接合した「溶接補強桁」の実態把握と亀裂発生要因を検討した。研究当初は接合箇所が弱点箇所ともなりかねないと考えたが、実態としては桁に作用する応力は小さく、現状の通トン、最大列車荷重下では、適正な使用状態なら当面の供用に問題ないことが確認できた。今後とも、定期的な監視をおこなっていく。



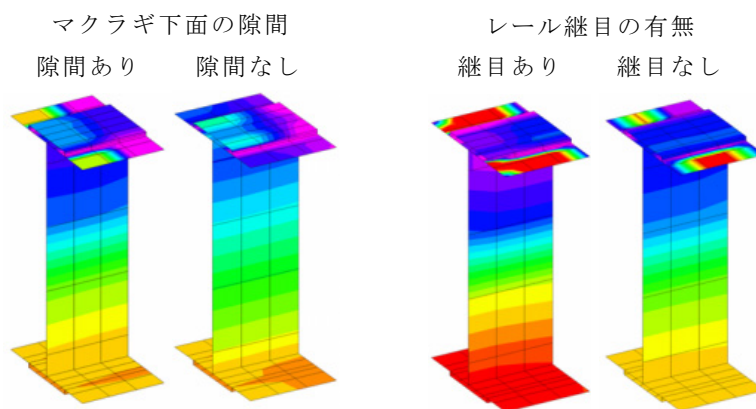
図－3 測定結果グラフ



写真－2 マクラギ下面の隙間状況



図－4 橋軸直角方向応力挙動グラフ



図－5 FEM解析結果

- 参考文献 1)「建造物保守管理の標準・同解説（鋼構造物）」／（財）鉄道総合技術研究所
2)「鋼構造物補修・補強・改造の手引き」／（財）鉄道総合技術研究所