

東海道新幹線トラス橋の縦桁上フランジに発生した変状の対策

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○辻 英之
東海旅客鉄道株式会社 正会員 高橋 眞
東海旅客鉄道株式会社 大脇 規孝

1. はじめに

東海道新幹線の下路トラス橋の縦桁上フランジと腹板垂直補剛材の溶接部位（以下、「天端溶接部」という）には疲労き裂が発生することが報告されている。なかでも、まくらぎが縦桁に直接敷設されている、まくらぎ受け台のない構造のき裂発生原因は、左右の縦桁の内側にレールがあることで、列車通過時に縦桁腹板を支点としてまくらぎがたわみ、天端溶接部コバ面に応力が集中することであるとわかっている。（図-1）

このようなき裂の対策方法は既に確立されているが、対策済みの補強部材から再度き裂が発生したため、その原因と、補修方法、今後の維持管理について検討した。

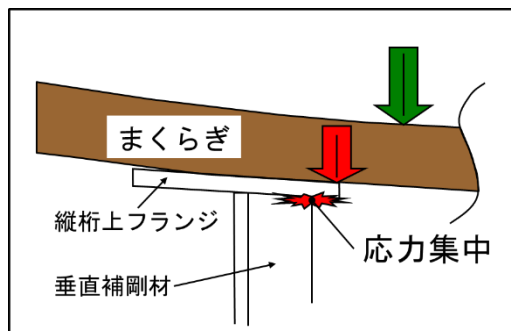


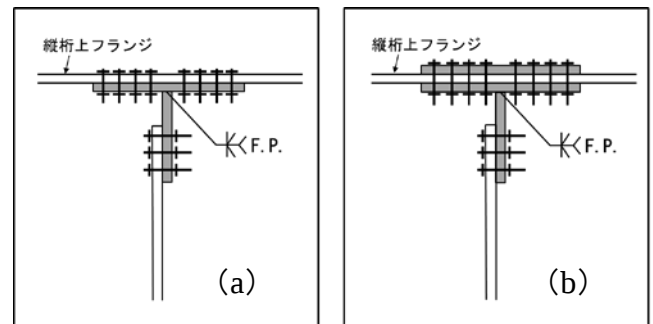
図-1 き裂発生原因

2. 既対策の概要

天端溶接部き裂への既対策は、き裂が発生している天端溶接部を垂直補剛材から切断し、新たに T 型の補強部材を設置するものである。対策前の天端溶接部はすみ肉溶接のため、疲労強度等級が F 等級だったのに対して、T 型補強部材の突合せ溶接部は完全溶け込み溶接（F.P.）とし、疲労強度等級を D 等級に改善している。

さらに、き裂が上フランジに進展していない場合は T 型補強部材のみの接合（図-2（a））とし、き裂が上フランジに進展している場合はき裂除去による上フランジ板厚減少を補強するため、上面に当板

補強を追加している（図-2（b））。なお、今回き裂が発生したのは（図-2（a））の T 補強部材の突合せ溶接部である。



(a) き裂が上フランジに進展していない場合 (b) き裂が上フランジに進展している場合

図-2 既設補強方法

3. 調査内容

(1) 対象箇所

調査した橋りょうは、3 径間連続トラス（67m×3＝201m）の 1 径間目である。

(2) 原因解明のための測定

き裂がある補強部材とき裂のない補強部材に対して、列車通過時の応力測定を実施した。

測定項目は、以下のとおりである。

- ・垂直補強部材コバ面応力：単軸ゲージ×1
- ・き裂部主応力方向：3 軸ゲージ×4

各ゲージは溶接止端から 10mm の位置に貼り付けた。ゲージ貼付け位置を図-3 に示す。

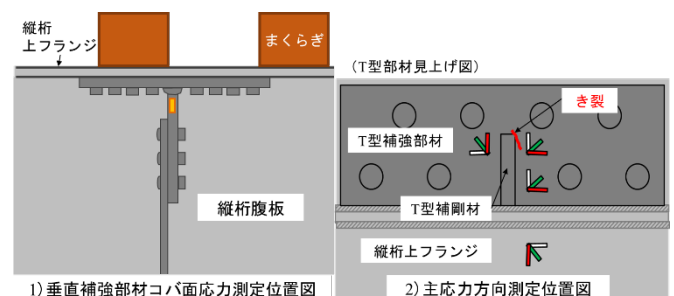


図-3 ゲージ貼付け位置

キーワード：垂直補剛材, 応力測定

連絡先：〒453-0013 名古屋市中村区亀島 2-3-2JR 東海亀島ビル 2F 名古屋新幹線構造物検査センター TEL052-453-2782

(3) 測定結果及び考察

測定結果として、亀裂がある垂直補強部材コバ面の時刻歴応答波形を図-4に示す。

1) き裂がある垂直補強部材

垂直補強部材コバ面応力は、圧縮側のもので最大67.4MPaである。これに東海道新幹線での鉄けたにおける疲労の評価において使用する、列車間での測定値のバラツキ係数1.3を考慮すると、87.6MPaとなりD等級の疲労限84MPa(一定振幅応力)を超える。主応力方向は、縦桁上フランジ下面の内外に貼り付けた3軸ゲージの結果より、縦桁内側への圧縮応力で、き裂に対して直角方向であり、図-1と同様に、天端溶接部への応力集中が原因であると考えられる。

2) き裂がない垂直補強部材

垂直補強部材コバ面応力は、圧縮側の片振幅で最大40.6MPaであり、バラツキ係数1.3を考慮してもD等級の疲労限84MPa(一定振幅応力)を超えていない。主応力方向は、溶接線に対して平行だった。

以上の結果から、すべての補強部材で疲労限を超える応力が発生しているわけではなく、き裂の再発した箇所は、周辺環境の違い及び取り付け部位、き裂の有無など発生応力が高くなる特殊な条件であったと考えられる。

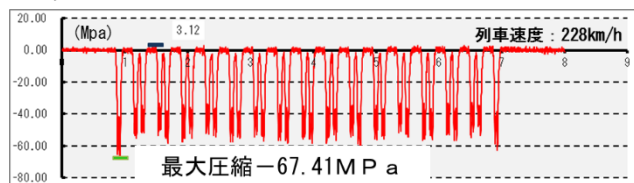


図-4 垂直補強部材コバ面応力(き裂有)

4. 対策及び効果の検証

(1) 補修方法の検討

変状箇所の応力測定結果から、天端溶接部の応力集中を緩和することが有効である。この方法については、「鉄板挿入」「まくらぎ切欠き」の2つの対策が有効であると報告されている¹⁾。今回は、軌道扛上などの影響が少ない「まくらぎ切欠き」を実施することとした。まくらぎの切欠きに当たっては、縦桁腹板より内側を切欠くことにより、まくらぎのたわみによっても、上フランジに当たらないようにした(図-5)。

(2) 対策効果の検証及び考察

き裂がある垂直補強部材箇所のまくらぎを切欠き、

図-3と同様の測定を実施した。その結果、垂直補強部材コバ面の圧縮応力は9.84MPaと約85%の低減効果が確認できた(図-6)。主応力方向については、き裂方向の圧縮応力となり、き裂進展に対しても有効であることが確認できた。

また、構造的に上フランジと腹板の溶接部の応力増加が懸念されたが、15.8MPaであり問題ないことを確認した。

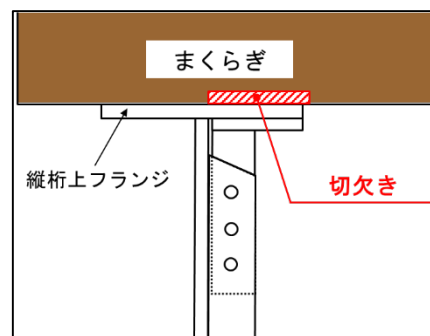


図-5 まくらぎ切欠き図



図-6 垂直補強部材コバ面応力(対策後)

5. 考察及びまとめ

今回の結果から、まくらぎが直接桁に設置されている箇所のT型補強については、まくらぎを切欠くことで応力の低減効果が確認できた。今後の維持管理方法として、必要な箇所については、T型補強+まくらぎ切欠きを実施していくとともに、8年周期にて鉄けた特別検査を確実にを行い、列車の安全・安定輸送の確保及び鉄道構造物の延命化に努めていく。

参考文献

- 1) 中越正幸, 高木俊介, 江口博康: 東海道新幹線下路トラス橋縦桁端部首溶接部変状の発生原因の推定, 土木学会66回年次講演会 2011