

東海道新幹線下路トラス橋中間補剛材溶接部の変状検査その2

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○中越 正幸
東海旅客鉄道(株) 井上 良博

1. はじめに

東海道新幹線では、下路トラス橋縦桁中間補剛材下端廻し溶接部(以下、補剛材下端という)の変状発生を抑止するため、補剛材下端の縦桁腹板裏側に 200mm×250mm の T 型リブをボルト接合した補強(以下、補強リブ)を全線で(写真-1)実施している。近年の検査において、一部の橋りょうで補剛材下端の変状発生(写真-2)が確認されたことから、変状発生箇所の詳細検査を実施し、原因を究明したので報告する。

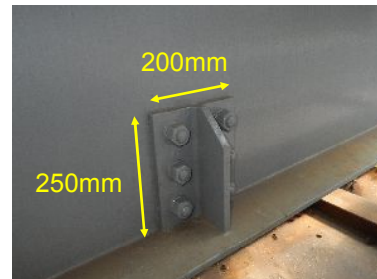


写真-1 T型リブ

2. 変状・橋りょう概要

トラス橋の補剛材下端の変状は、以下の原因が挙げられている。

- ① 列車通過時の縦桁腹板の横振動
- ② レールが縦桁中心の内側に敷設されていることで列車荷重が偏心载荷するが、縦桁の傾きを下フランジと接合された下ラテラルが拘束することにより、補剛材下端を中心に面外変形が発生し、これらにより応力が集中し疲労き裂が発生。

これらの変状を抑制するために補強を実施している。

今回発見された変状は、写真-2 のように補剛材下端にき裂が入ったものでそのほとんどがビード内に留まるものが大半であった。



写真-2 補剛材下端変状

調査した橋りょうは 67m の単連トラスと 70m×3 径間の連続トラスが 2 基設置された全 7 連の下路トラス橋で斜角を有している。このような橋りょうは、直線橋りょうに比べて、列車通過時に腹板・下フランジの横ぶれ振動が大きくなることが考えられる。

3. 過去の知見

過去の調査¹⁾では、変状が発生した 2 連目の F2-F4 間には伸縮継目(以下 EJ という)が敷設されており、列車通過時に、横ぶれによる面外振動が大きくなることが考えられたが、EJ の有無に関係なく低いことが確認できた。さらに同箇所の溶接寸法を調査した結果、全て施工寸法を満足(当該橋りょうは脚長 5mm、のど厚 3.5mm 以上)しており、き裂の先端応力も全振幅で 10MPa 程度と(疲労等級は F 等級で疲労限 46MPa²⁾) 疲労限以下で小さく、補強リブの効果により応力が抑えられている。

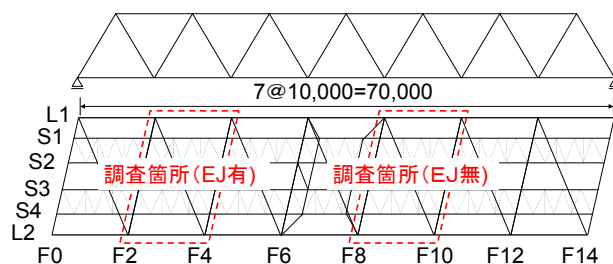


図-1 EJ有無による調査箇所(2連目)

4. 今回の調査項目

対象箇所は前回の調査¹⁾同様に、変状が発生した 2 連目の F2-F4 間を対象とし、上下線で調査を実施した。また、同箇所には EJ が敷設されており、列車通過時の影響が考えられるため、EJ 箇所およびレール溶接部のない F8-F10 間を比較対象として調査した(図-1)(図-2)。

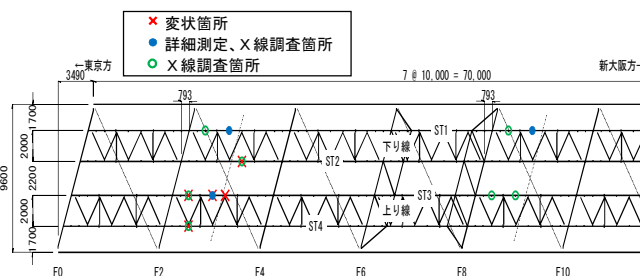


図-2 調査箇所(2連目)

(1) X線透過試験

補剛材下端の変状はルート部に発生したき裂である。ルートき裂は主に施工不良が影響すると言われており、溶接

キーワード: 縦桁中間補剛材、応力測定、ルートき裂、ブローホール、X線透過試験

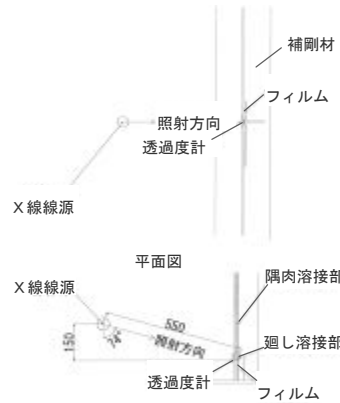
連絡先: 〒453-0013 名古屋市中村区亀島 2-3-2 JR 東海亀島ビル 2F 名古屋新幹線構造物検査センター TEL052-453-2782

施工時に不溶着部が残ってしまうケースや空気の穴であるブローホールが多く混在するケースが考えられる。そのため、溶接内部の状況を把握するべくX線透過試験を実施した。(図-3)

(2) 応力測定・加速度測定

補強リブの効果確認を検証するため、補強リブを一時的に撤去し、応力の変化を調査した。選定箇所については、EJの影響調査結果をもとに変状の発生位置や発生応力等を加味して選定し、縦桁腹板の面外振動については、ひずみゲージを腹板の表裏に貼付け測定を行った(図-4)。さらに補剛材下端部を基点に折れ曲がる確認として、加速度計を用いて補剛材の折れ曲がり具合を把握した。

(図-5)



図一3 X線調査測定

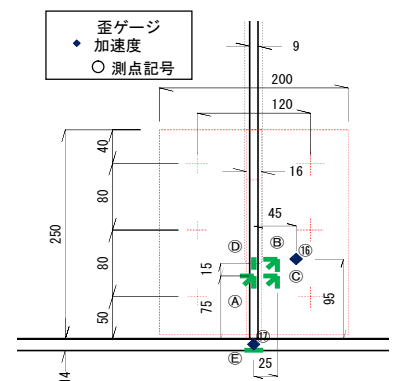


図-4 応力測定

5. 測定結果及び考察

(1) X線透過試験

溶接内部の状態として、健全箇所、変状箇所ともに溶け込み不良とブローホールを多数確認した。撮影したフィルムをスケッチ化した絵より廻し溶接部のき裂は肌すきおよびブローホールから発生したものと考えられる。

(2) 応力測定

き裂発生方向である鉛直方向の応力は、補強前後で 図-5 加速度測定
の応力値は明らかに変化しており、補強前は 45MPa 程度(図-6)であったものに対し、補強後は 5 MPa 程度(図-7)と
補強リブの効果により応力度が大幅に低減されていることが確認できた。また、鉛直方向は面外曲げ応力が卓越して
おり、補強リブによる鉛直方向応力度の低下は、面外曲げ応力の抑制によるものと考えられる。

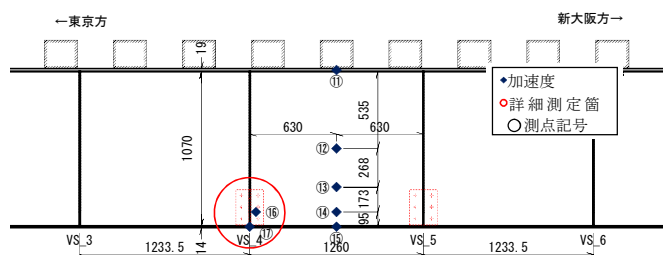


図-5 加速度測定

(3) 加速度測定

補剛材下端部の折れ曲がりについて、列車載荷から通過時の縦桁の挙動は通過前後において縦桁が左右に振られ(図-8)、この影響が補剛材下端部では上下フランジと比べて中間補剛材下端部で折れ曲げられ(図-9)、対策前の変位量のほうが若干ではあるものの大きくなっていることが確認できた。

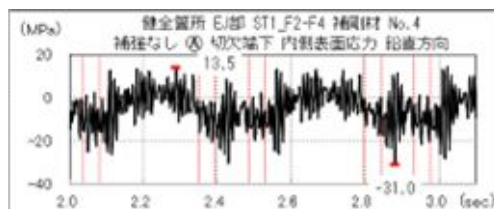


図-6 補強リブなし測定結果(鉛直)

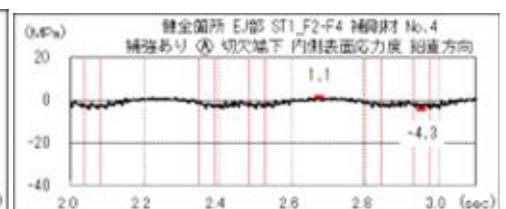


図-7 補強リブあり測定結果(鉛直)

6. まとめ

今回の結果から、補強リブの効果を確認することが出来たが、発生した変状は溶接欠陥により同対策前にビード内にき裂が発生している可能性があることが分かった。今回得られた知見より、当該箇所について確実に検査を実施し早期発見を行うことで鉄道構造物の延命化に努めていく。

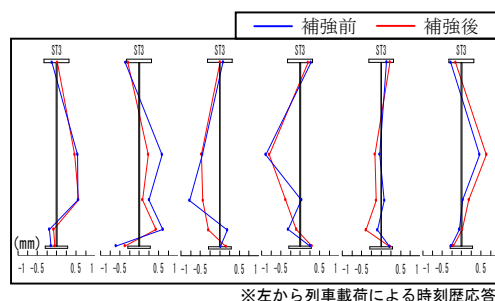


図-8 縦桁の変位測定結果

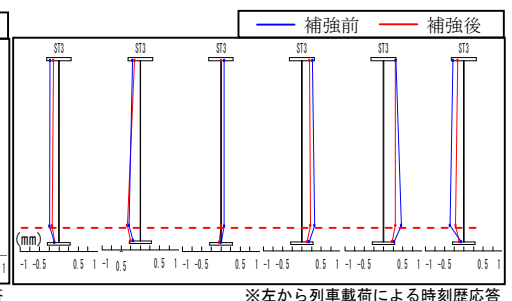


図-9 補剛材下端の変位測定結果

参考文献

- 1) 中越正幸, 所真吾, 井上良博 東海道新幹線下路トラス橋中間補剛材溶接部の変状検査、土木学会第 68 回年次講演会 2013
- 2) 財団法人鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説一鋼・合成構造物