

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究明と対策検討

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○中越 正幸
 東海旅客鉄道(株) 正会員 所 真吾
 東海旅客鉄道(株) 井上 良博

1. はじめに

東海道新幹線の下路トラス橋の縦桁端部の上フランジと腹板が溶接されている部位(以下、首溶接部という)において、疲労き裂の発生が報告されている。変状は、腹板側の溶接止端上(写真1,2)から発生しており、外力の作用によって変状が発生したと考えられる。



写真-1 縦桁端部 写真-2 縦桁端部の首溶接部き裂

この首溶接部の変状原因については、列車通過時に上フランジが腹板を支点とし変形すること(以下、首曲げという)で、同溶接部に応力が集中し、き裂が発生すると考えられるが、今回調査した橋りょうは、他のトラス橋りょうとマクラギ受け台の形状が異なり、当該橋りょうでは同変状以外にも特異な変状が発生していることから、変状原因を究明し補修方法を検討したので報告する。

2. 橋りょう概要と変状の発生傾向

調査した橋りょうは67m×3径間の連続トラスが5連設置された全15連の下路トラス橋である。当該橋りょうの特徴としては、マクラギ受台がなく、マクラギが縦桁に直接敷設されている。このため、列車通過時にマクラギが上フランジに接触しないよう、マクラギ切欠き対策及び、鉄板挿入対策を一部で実施してきた(図-1,2)。

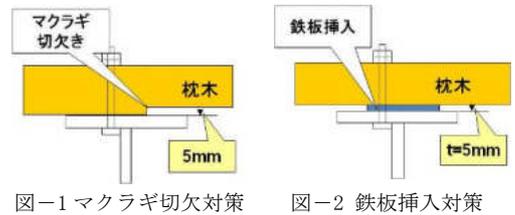


図-1 マクラギ切欠き対策 図-2 鉄板挿入対策

首溶接部の変状は、全15連中13~15連目の連続トラスに集中して発生している(表-1)。

連数	1~3	4~6	7~9	10~12	13~15
変状数	2	0	1	3	16

3. 過去の知見

前回の調査¹⁾では、首溶接部周辺の応力・変位を調査した。当該橋りょうの首溶接部腹板止端応力は、マクラギ切欠き対策の効果は確認できたが、鉄板挿入対策の効果はみられず、一部疲労限を越える応力が発生していた。また、同箇所には、列車の台車通過毎に面外曲げが繰り返して発生していることを確認した。さらに、上フランジの首曲げ変位量と首溶接部の応力との関連性はほとんどみられず、既説の首溶接部の応力集中のみではなく、その他の要因が重なり、溶接部に疲労き裂が発生すると推測した。

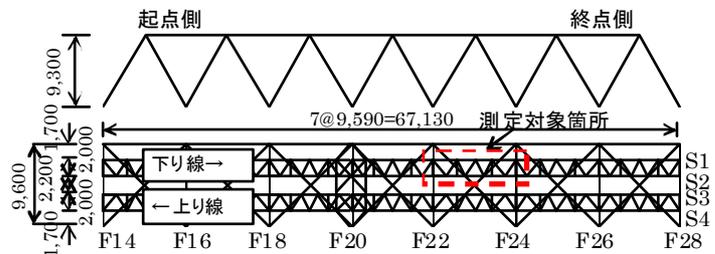


図-3 対象橋りょう14連目と測定箇所

4. 今回の調査項目

(1) 対象箇所

変状が集中して発生している14連目を対象とし、前回の調査¹⁾では亀裂の発生はないが、応力の高い箇所、低い箇所が存在する下り線の横桁 F22-F24 間で調査することとした(図-3)。

(2) 応力測定・加速度測定

前回の調査では、首溶接部腹板の局所的な面外曲げを確認した。そこで、縦桁腹板全体の曲げ変形範囲を確認するため応力測定を実施した。歪ゲージは、縦桁上部・中央・下部に表裏で設置し、縦桁線路方向に端部・マクラギ直下・マ

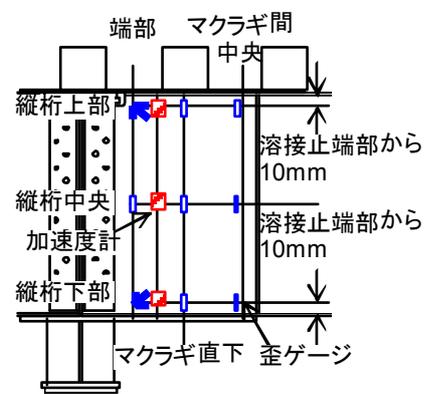


図-4 応力測定位置(縦桁腹板)

キーワード: 縦桁端部首溶接部、止端亀裂、応力測定、面外曲げ応力

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

クラギ間中央の3箇所に設置した。なお、応力の伝達方向を確認するため3軸歪ゲージも設置した。また、加速度計は、腹板の変位量を確認するため切欠き部とマクラギ間に設置した(図-4)。さらに上フランジに作用する曲げ応力を再確認するため、同上フランジ下面に歪ゲージを設置した(図-5)。

(3) マクラギ接触面調査

マクラギ切欠き及び鉄板挿入の効果を再検証するため、上フランジに直接敷設されているマクラギ下面と上フランジの接触状態を軌間内側で調査した。

5. 測定結果及び考察

(1) 首溶接部の局所的な面外曲げ

図-6 に下り線(当該線)通過時の縦桁腹板の面外曲げ応力測定結果を示す。面外曲げ(36.2MPa)が発生している。その他箇所の応力測定結果を確認したところ、面外曲げは縦桁上部の端部周辺のみで発生しており、縦桁中央及び下部の端部は発生していないことがわかった。加速度計による腹板の変位量は、上部・中央・下部とも類似しており、局所的な振動は確認することができなかった(図-7)。また、マクラギ直下・マクラギ間においても、首溶接部に面外曲げや高い応力は確認できなかった。また、図-8 に上り線(反対線)通過時の縦桁腹板の面外曲げ応力測定結果を示す。縦桁上部の端部に面外曲げ(17.8MPa)が発生しており(図-8)、縦桁端部は横桁のたわみに追従し、同部位に応力が伝達され、面外曲げが発生していると考えられる。

(2) 上フランジ曲げ応力

上フランジ下面の歪ゲージから、上フランジに作用する曲げ応力は、ほとんどみられなかった。波形は、引張と圧縮が繰返し発生するものとなっていた(図-9)。この結果から、上フランジの挙動は首溶接部腹板の局所的な面外曲げに関係がないと推測される。

(3) マクラギ接触状態

接触面シートは0.2MPa以上の圧力により発色し、圧力の程度で発色の濃淡が表れるものを使用した。下り線(当該線)通過列車を30本調査し、接触面シートの状態を確認したが、変化は表れなかった。これは、マクラギが上フランジに接触していないということである。

6. まとめ

今回の結果から、縦桁福番の曲げ変形は局所的に発生していることを確認した。また、列車が反対線を通じた時にも当該線を通じた時と同様の面外曲げが発生していることから、横桁のたわみが縦桁端部に伝達され、断面の小さい切欠き部に応力を集中させていると考えられる。対策工法としては、現在東海道新幹線で採用されている局所的な曲げ変形を抑える当て板対策を実施することで、変状の再発は防げると考えられる。

今回の測定で得られた知見から、変状発生原因が究明でき、対策案を選定することができた。今後も列車の安全安定輸送の確保および鉄道構造物の延命化に努めていきたい。

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

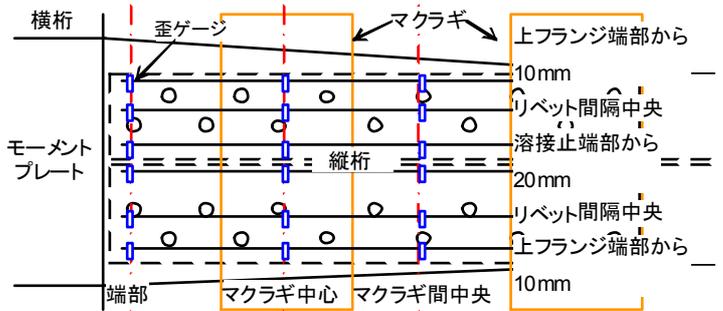


図-5 応力測定位置(上フランジ曲げ応力)

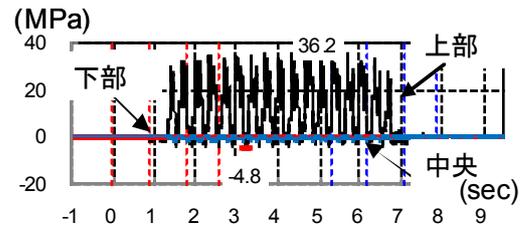


図-6 縦桁端部腹板面外曲げ(当該線通過時)

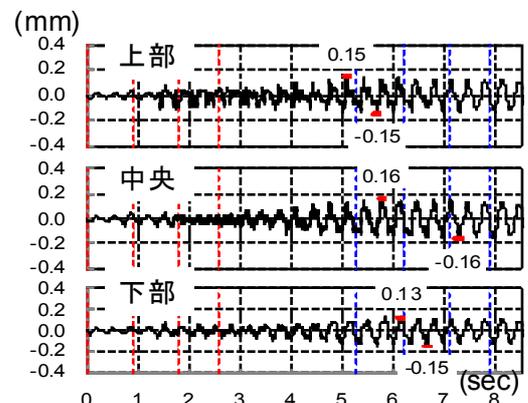


図-7 縦桁腹板変位量(加速度計)

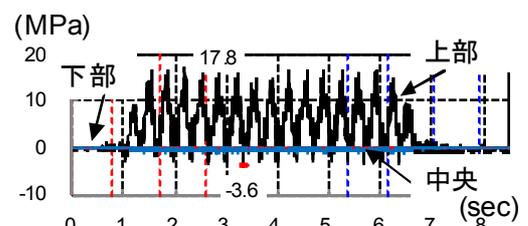


図-8 縦桁端部腹板面外曲げ(反対線通過時)

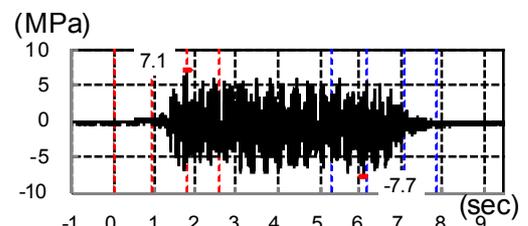


図-9 縦桁上フランジ曲げ応力