

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

東海旅客鉄道(株)	正会員	中越	正幸
東海旅客鉄道(株)		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)を全線で実施している(写真-1)。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が確認されたことから(写真-2)、変状発生箇所の詳細検査を実施したので報告する。

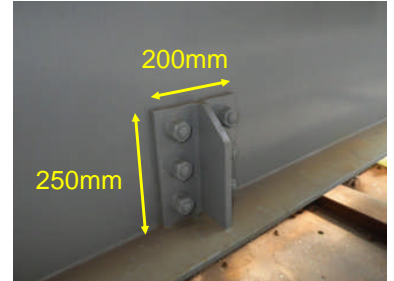


写真-1 T型リブ

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。

列車通過時の縦桁腹板の横振動

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

これらにより、応力が集中し疲労き裂が発生すると言われおり、それら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 のような補剛材下端にき裂が入ったもので 5 箇所発生した。これらのき裂は、ビード内に留まるものが大半であるが、一部腹板にまで達するものもあった。

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。



写真-2 補剛材下端変状

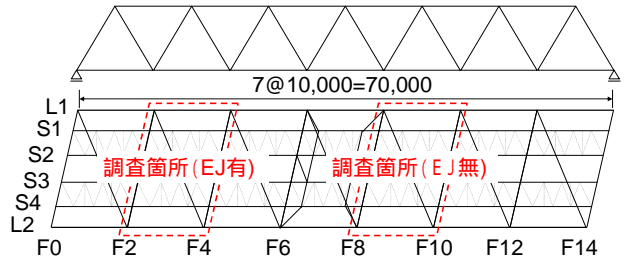


図-1 調査箇所(2連目)

3. 今回の調査項目

(1) 対象箇所

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、同箇所には伸縮継目(以下EJという)が敷設されており、列車通過時の衝撃が大きくなることが考えられることから、EJ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)。

(2) 溶接寸法

補剛材下端の変状はルート部に発生したき裂のため、溶接断面が設計を満足していないことが考えられることから、常温のシリコンゴム系型取り材により断面形状を確認した。

(3) 応力測定

き裂の進展性確認

変状は、ビード内におさまっているものから腹板にまで達しているものが存在するため、それぞれについて単軸ひずみゲージをき裂先端から10mm離して貼り付け(図-2)、き裂の進展性を確認し、早急な補修が必要かを検討した。

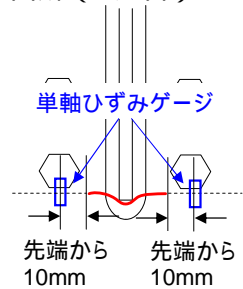


図-2 き裂先端応力測定

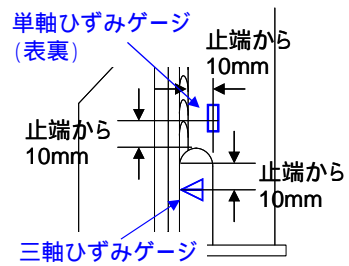


図-3 補剛材下端応力測定

キーワード: 縦桁中間補剛材、応力測定、溶接断面、ルートき裂

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

健全部の応力状態確認

補強リブが取り付けられている箇所でき裂が発生したことから、補強リブを取り付けた箇所でも健全である箇所の応力状態を確認した。またき裂はルート部から発生しているため、補剛材・腹板の応力も確認した(図-3)。

EJの有無による補剛材下端の応力状態確認

列車通過時にEJに発生する衝撃が、横ぶれによる面外振動を大きくしていることが考えられたため、縦桁全補剛材下端(9箇所)で今回のき裂発生方向である補剛材下端の鉛直方向と橋軸方向の応力を列車本数約60本分で測定し、振動の影響が応力値として現れているか検討した(図-4)。なお、橋軸方向の応力は補剛材側溶接線に沿って入るき裂の確認として測定した。

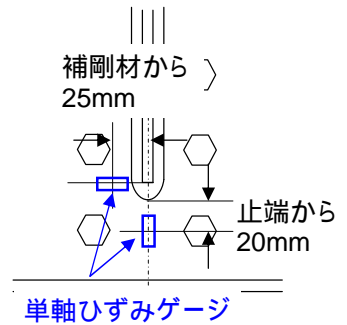


図-4 き裂発生応力測定

4. 測定結果及び考察

(1) 溶接寸法

変状発生箇所及び健全部併せて全17箇所計測した結果を表-1に示す。当該橋りょうは脚長5mm、のど厚3.5mm以上として施工されている。測定結果は全て施工寸法を満足していた。

表-1 溶接形状測定結果(単位mm)

部材・部位		脚長 (補剛材)	脚長 (腹板)	のど厚	
F2-F4	S1	2	9.0	8.7	5.3
	S1	5	8.5	9.0	5.0
	S1	7	10.6	8.0	5.0
	S2	3	7.8	9.4	4.2
	S2	6	10.2	8.0	6.8
	S2	8	8.2	7.2	4.6
	S3	4	8.5	7.3	5.2
	S3	5	7.5	6.8	4.0
	S4	5	10.6	5.8	4.6
	S4	6	9.4	6.8	4.6
F8-F10	S1	2	8.2	7.0	5.0
	S1	5	10.2	8.0	5.4
	S1	7	7.6	7.2	5.0
	S2	3	7.6	6.4	5.8
	S2	5	8.2	8.0	5.2
	S2	8	6.6	7.2	4.8
	S3	2	7.4	7.4	4.0
	S3	5	7.8	6.7	4.5
	S3	7	10.0	6.8	5.6
	S4	3	5.8	5.5	4.0
S4	5	8.0	8.2	4.8	
S4	8	8.7	6.8	5.3	

(2) き裂の進展性

き裂の先端応力は腹板・ビード内のき裂とも全振幅で10MPa程度であった。一般にき裂の先端応力は50MPa以上発生することからも低いことが確認できた(図-5)。腹板にまで達しているき裂は、ストップホール・当て板補強により修繕し、それ以外は原因究明のため、監視を継続し、計画的に補修を行うこととした。

(3) 健全部の応力

補剛材の応力はほとんどが振動波形で5MPa程度と低く、腹板の応力も橋軸方向の応力が20MPa程度、き裂の発生方向である鉛直方向の応力は7MPa程度と低いことが確認できた(図-6)。補剛材下端の疲労等級^リはF等級で疲労限46MPaのため、現状き裂が発生することはなく、補強リブの効果により応力が抑えられていると考えられる。

(4) EJの有無による比較

縦桁全補剛材下端の橋軸方向の応力は、縦桁の曲げモーメントに追従した応力が発生し(図-7)、鉛直方向の応力はEJの有無に関係なく最大で12MPa程度と低いことが確認できた(図-7)。EJ部の応力波形には、僅かな振動は確認できたものの、影響がないことを確認した。

5. まとめ

今回の調査で、補剛材下端の発生応力は疲労限以下で小さく、今発生している変状についても急激なき裂進展はなく、8年周期の特別検査にて十分発見・対応ができる。引き続き、補強リブの影響並びに補剛材下端内部の溶接状態を調査し、き裂の発生原因の解明に努めていく。

参考文献 1)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 - 鋼・合成構造物

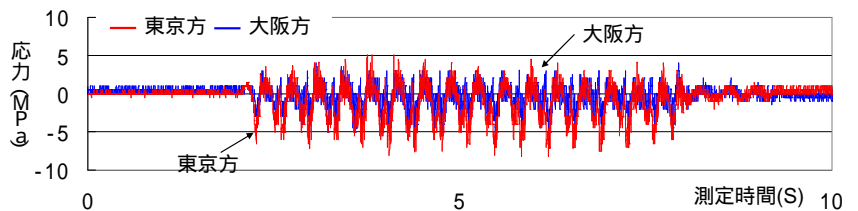


図-5 き裂先端応力測定結果

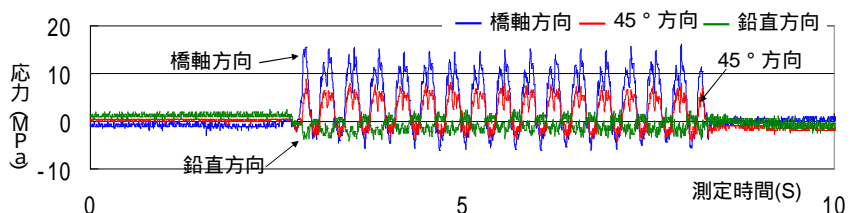


図-6 補剛材下端応力測定結果

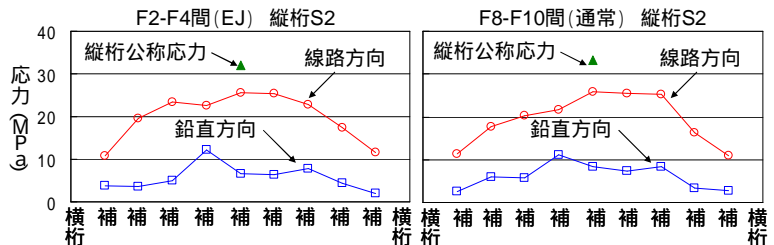


図-7 補剛材下端応力測定結果