

縦桁補剛材上端溶接部のき裂に対する検査および対策工の検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○阿部 雄太 東日本旅客鉄道(株) 正会員 大山 博
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 佐藤 大輔 東日本旅客鉄道(株) 丸山 修平

1. はじめに

橋りょうの老朽化が進むなか、適切な維持管理を行い長寿命化を図る取組みが益々重要となってきた。当社では2年に1度の定期検査に加え必要に応じて詳細な調査を実施し、変状の早期発見および未然防止に努めている。

今回、橋りょうの塗替塗装工事に伴い設置された足場を利用し近接目視による検査を行った結果、補剛材上端溶接部が破断していることを確認した。

本稿では、変状発生原因の整理、対策工実施および効果確認について報告する。

2. 概要

当該橋りょうは一級河川信濃川に架かり、1~9連目がトラス、10連目がスルーガーダからなる橋りょうである(写真1)。2年に1度の定期検査のほか、2016年度から施工している塗替塗装工事に伴い設置された足場を利用して近接目視検査を行った。近接目視の結果、トラス縦桁で補剛材上端溶接部に複数箇所でき裂、破断が確認された(写真2)。

今後当該変状が進展すると、主要部材である縦桁ウェブ側溶接部でき裂が発生し縦桁ウェブが破断する恐れがある。その場合、列車の安全走行に支障をきたすため、変状発生の原因を整理し対策を検討実施することとした。



写真1 橋りょう全景



写真2 補剛材き裂状況

3. 現地調査

(1) 外観目視

4~9連目については足場による近接目視検査を実施した。その結果、10箇所/連程度で補剛材上端溶接部のき裂、破断が確認された。変状発生位置は概ねレール継目部または、支点部に集中していた。

なお、足場未設置の1~3連目については点検ミラーを使用して確認を試みたがき裂部を鮮明に映すことが出来ず検査器具を使用しても確認することは困難であった。これより目視困難箇所は足場設置時に検査を行うことの重要性を認識した。

(2) 応力測定

応力測定は、すでに補剛材上端溶接部でき裂が発生している箇所において縦桁ウェブでき裂が発生する可能性の確認(測定位置①, ②, ③)および補剛材上端溶接部健全箇所においてき裂が発生する可能性を確認するため(測定位置④)実施した(図1)。

応力測定は、き裂発生が集中していた4連目起点方支点部を対象とし、普通・特急・貨物列車の各列車通過時に測定を行った。

普通・特急列車通過時のき裂発生箇所では応力範囲が40MPa程度であり、今後列車通過で叩かれ摩耗が促進し応力が高くなることが推測される。さらに図2より縦桁の内外の波形を比較すると正負が反転していることが確認できる。これは、補剛材上端溶接部が破断したことにより首振りが発生しているためと判断できる。

また、き裂未発生箇所では普通・特急列車で90MPa程度、貨物列車では140MPa程度と大きな応力が発生しており、今後き裂が発生する可能性が高いことが確認された(表1)。

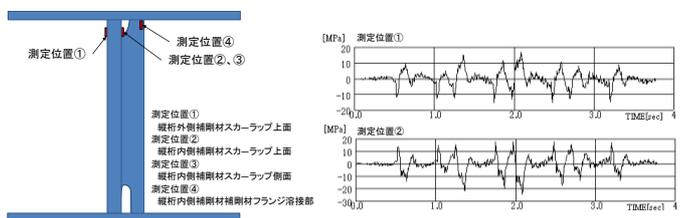


図1 応力測定位置図

図2 応力の時刻歴

表1 応力測定結果

測定	普通列車			特急列車			貨物列車		
	Max	Min	応力範囲	Max	Min	応力範囲	Max	Min	応力範囲
①	16.5	-15.5	32.0	16.5	-16.5	33.0	30.0	-9.0	39.0
②	19.5	-21.5	41.0	19.5	-23.5	43.0	8.1	-28.5	36.6
③	28.5	-8.0	36.5	16.5	-20.5	37.0	4.5	-10.1	14.6
④	8.5	-78.0	86.5	10.5	-80.0	90.5	11.4	-128.8	140.2

キーワード 補剛材, き裂, 応力測定

連絡先 〒950-0086 新潟市中央区花園 1-1-4 東日本旅客鉄道(株)新潟土木技術センター TEL025-248-5262

4. 対策工・効果確認

(1) 対策工

対策工は、首振りを抑えることを目的としてウェブと補剛材を連結する当板密着工法とした。補剛材のない外側上部にも簡易補剛材を設置しその補剛材に当板密着工法を適用することで効果高めることとした(図3)。なお、2017年度は施工方法の確認および効果の検証のため、4連目起点方支点部のき裂発生箇所を含む6か所で施工した(写真3、写真4)。

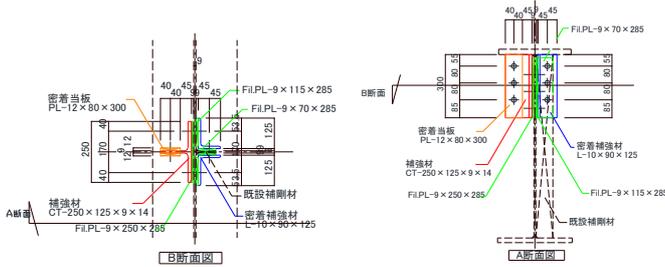


図3 対策図



写真3 当板設置状況



写真4 上フランジとの密着状況

(2) 効果確認

当板による対策工を確認するため補剛材、ウェブ、当板で施工前後の応力を測定した。測定位置は縦桁内側補剛材上端(測定位置⑤)および縦桁内側補剛材スカーラップ上面(測定位置⑥)とした。

なお、当板設置後は補剛材上端の測定は不可のため、当板上端(測定位置⑤')とした(図4)。

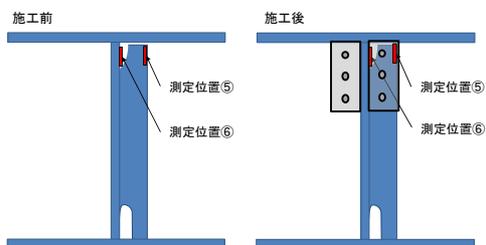


図4 施工前後の応力測定位置

施工前の応力範囲は、測定位置⑤で8.1MPa、測定位置⑥で35MPaとなった。これは、補剛材上端溶接部にき裂が発生していることにより補剛材に応力が伝達されず、スカーラップ部に応力が発生していると想定さ

れる。

一方、施工後の応力範囲は、測定位置⑤'で65.9MPa、測定位置⑥で7.2MPaとなった。これは、上フランジから当板へ応力が伝達したことで、スカーラップ部の応力が低下したものと想定される。上フランジと当板がメタルタッチできていることも確認できたと言える。また測定位置⑥の応力範囲が打ち切り限界15MP以下であることが確認できたため、今回の対策により縦桁ウェブにき裂が発生する可能性は極めて低くなったと言える(表2)。

なお、応力未測定箇所については目視検査を行った。その結果、一部箇所では当板と上フランジの間に隙間が確認された。これは、縦桁のウェブと上フランジの反り・傾斜、経年の腐食等により、必ずしも直角になっていないため生じたものと想定される。

表2 施工前後の応力測定結果(特急列車)

測定	施工前			施工後		
	Max	Min	応力範囲	Max	Min	応力範囲
⑤、⑤'	4.0	-4.1	8.1	3.3	-66.2	69.5
⑥	5.4	-29.6	35.0	1.9	-5.3	7.2

5. まとめ

現地調査および対策効果確認から得られた内容を以下にまとめる。

- (1) 補剛材上端溶接部の破断、き裂変状はレール継目箇所、支点部に発生する傾向にあるため、この箇所が検査の着目点となる。
- (2) 補剛材上端溶接部の破断、き裂変状は点検ミラー等による検査器具を使用しても確認が困難なため、足場設置による近接目視検査が有効である。
- (3) ウェブと補剛材を連結する当板密着工法は当該変状に対して有効な対策である。
- (4) 当板と上フランジの密着を確保することが施工管理上重要な点である。

現状、当該変状がすぐに運転保安に影響することはないが、縦桁ウェブにき裂が発生、進展した場合は縦桁を破断させ、列車の安全走行を脅かすこととなる。

そのため、定期検査のほか、足場設置時に目視困難箇所を検査することは重要である。今後も塗替塗装工事に限らず目視困難箇所の検査機会を逃さず、検査、修繕工事を実施して、構造物にとって最適な維持管理を行い、鉄道の安定安全輸送の確保に努めていく。