

縦桁に切欠きを持つ溶接下路桁橋りょうの補強対策工について

東日本旅客鉄道株式会社 盛岡支社 正会員 ○増井 洋介
東日本旅客鉄道株式会社 盛岡支社 正会員 内藤 孝和

1. 目的

昭和 53 年、東北本線清水川～小湊間小湊川橋りょう(溶接下路桁)において、縦桁が破断するという事象が発生した。原因は、この桁が桁下空頭確保のため横桁・縦桁の下端を揃えるように設計されたため縦桁・横桁連結部近傍に切欠きを持つ構造となり、そこが応力集中を受けやすくなっていたことによるものであった(図1)。これを受けて、小湊川Bの縦桁には腹板当板による対策工が施工された(図2)。

平成16年3月、小湊川Bと同様の縦桁構造を持つ中央本線の橋りょうにおいても、縦桁に亀裂が発見された。このため、盛岡支社管内で唯一、同様の切欠き構造を持つ大船渡線陸前高田～脇ノ沢間浜田川橋りょうに対し、現状では亀裂発生はないものの、何らかの対策が必要となった。

そこで本研究では、小湊川Bで当時採用された対策工を評価し、その上で浜田川Bに採用すべき工法を検討した。さら

に、今後の溶接下路桁における疲労亀裂の発生を未然に防ぐための検査のポイントを整理した。

2. 応力測定結果と対策工の評価

小湊川Bにおいて、縦桁切欠き部近傍での発生応力を測定し、修正マイナー則を用いた等価繰返し数により疲労損傷度を評価した(表1)。その結果、対策工により応力が低減した兆候は見られず、等価繰返し数も高い状況が確認された。しかし、例えば亀裂が発生したとしても、腹板当板によりその進展は阻害されると考えられる。

すなわち、小湊川Bの対策工は結果的に、応力低減よりも亀裂進展阻止に主眼をおいた対策工であり、亀裂発生を防ぐには何らかの追加対策を行うことが望ましいことがわかった。

3. 浜田川橋りょうの対策と小湊川橋りょうの追加対策の検討

切欠き部での応力を低減する方法として、下記の改善点を加えた対策工を浜田川Bに施工することとした(図3)。

① 当板を1枚構造とする。

小湊川Bでは一番外側の当板が2枚構造のため、当板が負うべき引張力が伝達されず、切欠き部に応力が残留している。そこで、外側に1枚当板を追加する。

② 当板の寸法を増やす。

切欠き部を完全に覆うようにし、断面積増加による応力低減を期待する。

小湊川Bにおいても同様の対策工に置き換えることが望ましい。しかしながら、腹板当板工法は既存のボルトを一度撤去する必要がある、必ず線閉間合施工となるため、列車本数の多い小湊川Bではコストがかかることとなる。

ここで、縦桁・横桁連結部では剪断力のほか、曲げモーメントもかかる位置であることに着目すると、切欠きとなっている縦桁下フランジを延長することにより曲げに対して強い構造となり、切欠き部に集中する応力が低減することが見込める。この工法であれば列車間合で施工が可能であり、コストダウンとなる。そこで、浜田川Bにおいて試験的に下フランジを連結する工法を施工し(図4)、その効果を確認することとした。

4. 施工結果と施工性

浜田川Bにおける対策工施工前・施工後の応力値を比較した(表2)。この結果、腹板当板工法で約5割の応力低減、下フランジ連結工法では約4割の応力低減を

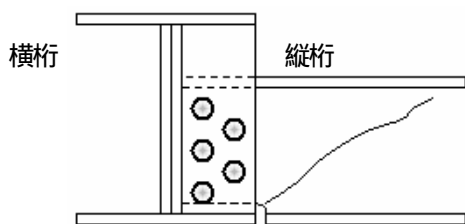


図1 小湊川橋りょうの切欠き部とクラックイメージ

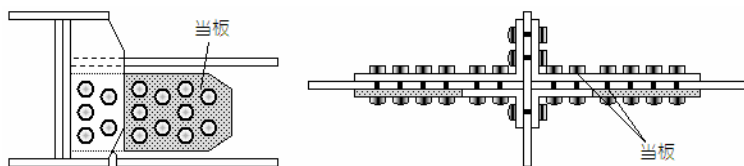


図2 小湊川橋りょうの対策工(側面図・平面図)

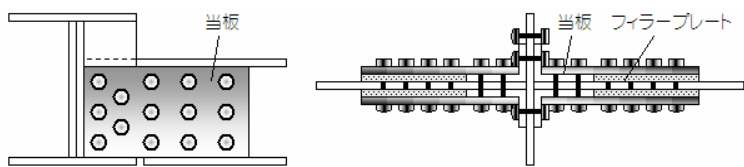


図3 浜田川橋りょうの対策工(側面図・平面図)

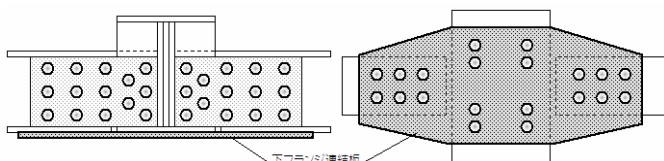


図4 浜田川橋りょうの下フランジ連結工法(側面図と下フランジ連結板平面図)

キーワード 溶接下路桁、縦桁切欠き部、応力集中、腹板当板工法、下フランジ連結工法

連絡先 〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通1番41号 東日本旅客鉄道株式会社盛岡支社設備部工事課 Tel.019-625-4065

確認した。疲労寿命に換算すると、5 倍～8 倍の効果となる。
また、腹板当板工法と下フランジ連結工法を組み合わせると
6 割強の応力低減効果があることがわかった。

施工性においては、下フランジ連結工法の方が列車間合で
できることや作業手順が若干減ることなどにより施工時間の
短縮も図れ、施工単価も下がることがわかった(表 3)。

5.対策工のまとめ

以上より、次のことが言える。

- ① 縦桁切欠き部の対策工としては、腹板当板工法が最も有
効であり、疲労寿命が約 8 倍となる。
- ② 下フランジ連結工法でも疲労寿命が約 5 倍となることが
見込め、有効な対策工と言える。施工性は腹板当板工法
よりも良い。

①、②より、小湊川 B においては下フランジ連結工法を追
加することにより、コストダウンを実現しながら疲労亀裂発
生の可能性を低減させることができると言える。

6.今後の疲労亀裂要注意箇所について

今回の対策工により、溶接下路桁橋りように
おける構造的欠陥による疲労損傷箇所の一つが
解消された。しかしながら疲労しやすい部位は
未だ残っており、今後の維持管理においてはそ
の中でも疲労しやすい部位を特定し、疲労亀裂
を初期段階で発見し処理することが重要となる。

そこで、浜田川橋りよう並びに欠堰橋りよう
(東北本線矢幅～盛岡貨物ターミナル間)におい
て、疲労しやすい断面急変部等に対し重点的に
応力測定を行った(図 5・表 4)。そこから得られ
た知見を以下にまとめる。なお、疲労損傷の評
価には修正マイナー則を用いて算出した等価繰
返数を用いた。

1) 杓の不同沈下について

浜田川 B において、端補剛材の下端溶接部で
著大な応力値並びに損傷度が測定された(測定
箇所①)。この部位は、杓沈下や桁座に変状があ
るなどの場合、左右の杓の不同沈下により曲げ
が発生し、疲労しやすい環境になると言われて
いる。当該橋りようにおいても 3 点支持の兆候
が見られた。これより、杓周辺の変状が桁の変
状に直結することが言え、維持管理上の重要な
着目箇所となる。

2) レール継目について

レール継目近傍においては、応力が大きく出
やすい傾向にあることがわかった(表 1・表 4)。
橋りよう中間に継目がある場合は、その近傍の
断面急変箇所を重点的に検査すべきである。

3) 設計寸法について

欠堰橋りようにおいて、これまで疲労しやす

い箇所とは言われていなかった、横桁・主桁取付部上端にお
いて著大な応力値並びに損傷度が測定された(測定箇所⑨⑩)。
当該橋りようの設計荷重は KS-18 であるが、他の KS-18 橋り
ようと比較して縦桁の寸法が小さく、公称応力度も 40MPa と
大きいためたわみやすく、⑨⑩に著大応力として現れたもの
と思われる。設計寸法が小さい、或いは公称応力度が大きい
ことが確認された場合は、⑨⑩についても着目することが望
ましい。

7.着目箇所のまとめ

全般的に、レール継目近傍・端部の横桁周辺断面急変部(測
定箇所①②⑥⑪⑫)で損傷度が大きく出る傾向がある。今後の
検査において着目し、疲労損傷の早期発見に努めたい。

参考文献

- 1) John W.Fisher：鋼橋の疲労と破壊、建設図書、1987
 - 2) 日本道路協会：鋼橋の疲労、丸善、1997
- ※多大なご協力を戴いた株BMCに厚く 御礼申し上げます。

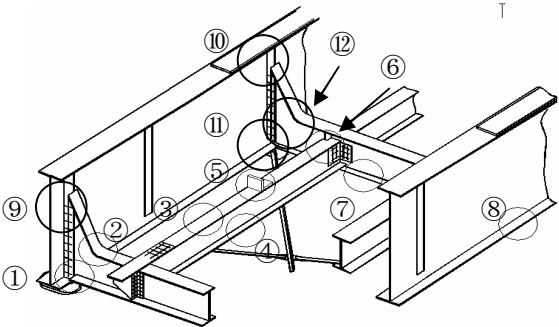


図 5 疲労損傷測定実施部位

表 1 小湊川橋りようにおける縦桁切欠き部応力値

測定列車	継目近傍		継目無		速度 (km/h)
	応力(MPa)	等価繰返数	応力(MPa)	等価繰返数	
485 系	97.8	2.7	94.3	1.6	105
EH500	125.6	9.0	123.2	6.7	93
キハ 100 系	63.3	0.1	55.3	0.1	35

表 2 浜田川橋りよう縦桁切欠き部発生応力測定結果(測定列車キハ 100 系)

測定条件	継目近傍(MPa)	継目無(MPa)	速度(km/h)
対策工無	82.2	55.0	70
腹板当板のみ	—	24.7(55%減)	75
下フランジ連結のみ	50.7(39%減)	—	69
腹板当板+下フランジ連結	29.5(64%減)	—	75

表 3 施工性比較表

工法	線閉	所要(分) (1 箇所当たり)	単価(千円)
腹板当板工法	要	85	203
下フランジ連結工法	不要	70	168

表 4 測定実施箇所の疲労損傷度評価

箇所	測定部位	発生応力(MPa)	等価繰返数(回)	測定列車	速度(km/h)	橋りよう名
端部	①端補剛材下端溶接部	176.8	14.09	キハ 100	79	浜田川
	⑨端横桁上端取付部	31.6	1.7	701 系	79	欠堰
中間	⑩横桁上端取付部	26.1	0.7	ED75	35	欠堰
継目	⑩横桁上端取付部	43.1	6.6	ED75	35	欠堰
	⑪横桁下端切欠き部	55.2	4.2	701 系	79	欠堰