

支圧接合ボルトを用いた局部補強工法の実橋梁への適用

MK エンジニアリング(株) 正会員 ○堺谷 俊也
 MK エンジニアリング(株) 正会員 竹渕 敏郎
 MK エンジニアリング(株) 正会員 中島 悠介

川田工業(株) 正会員 長坂 康史
 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾
 首都高速道路(株) 永井 政伸

1. はじめに

鋼製橋脚横梁支点直下ダイアフラム溶接部は、支点から荷重を直接受けることから疲労環境が厳しく、疲労損傷の発生が報告されている。溶接ビードに発生した亀裂の例を図1に示す。

この亀裂が横梁上フランジに進展し母材を破断すると支承陥没の危険性があるため、当て板補強等の早急な対応が必要である。しかし、当該箇所には沓座が位置しているため、上フランジとの接合が困難であることから、過年度までに確立した支圧接合用高力ボルトを用いたリフトアップ工法による当て板補強¹⁾²⁾の適用を検討した。本稿では実橋梁における本工法の補強効果の検証結果を報告する。

2. 補強部材の施工

写真1に今回リフトアップ工法を適用した都市高速道路内の鋼製橋脚（門型ラーメン橋脚）を示す。損傷箇所の亀裂は丸囲い箇所内面のダイアフラム両面（山側、川側）に発生しており、どちらも沓座直下にまで進展している。

本工法による補強部材施工後の状況を写真2に示す

3. 補強効果の検証

補強効果の検証は補強の前後で荷重車を走行させて、亀裂近傍の応力低減状況を確認することにより行った。計測条件と計測箇所（ひずみゲージ位置）を下記(1)～(3)に示す。

<計測条件>

(1) 計測時期は次の3段階で検証した。

①補強前 ②補強後 ③補強6か月後

(2) 荷重車：4軸平ボディトラック（総重量24t）

(3) 計測箇所：応力低減状況を検証する上で応力集中が大きいと推測される、上フランジ下面の亀裂先端部に着目した。亀裂先端部には応急処置としてストップホールが施されているため、ストップホールの亀裂延長線上にひずみゲージを設置した。ひずみ計測方向は亀裂に対して直角方向とした。

補強部材と計測箇所4か所（①と③は上フランジ山側、②と④は同川側）の位置関係を図2に示す。

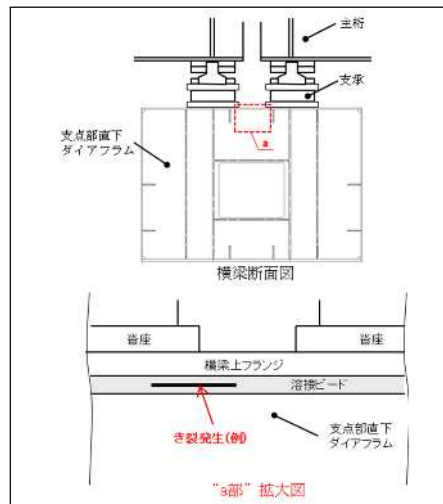


図1 損傷箇所および亀裂発生例



写真1 施工現場

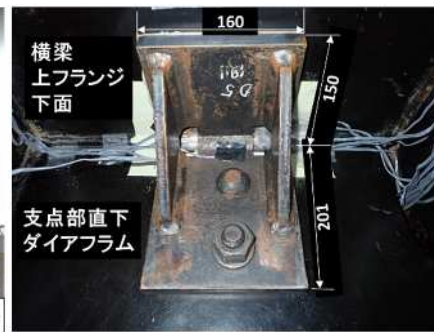


写真2 補強部材設置状況

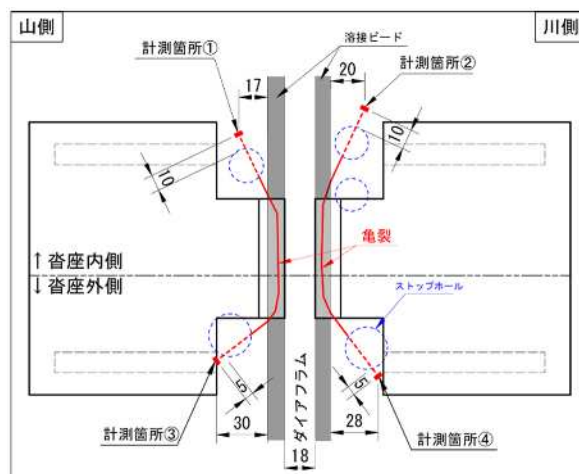


図2 横梁上フランジ平面図

キーワード 鋼製橋脚支点部, 維持管理, 疲労損傷, 応力低減効果, リフトアップ

連絡先 〒154-0012 東京都世田谷区駒沢 2-16-1 MK エンジニアリング(株) TEL03-6805-4950

4. 応力低減状況の測定結果

各計測時期で計測した結果を表1に示す。また、最大応力範囲の変化を示したグラフを図3、図4に示す

下記に各計測箇所の結果を示す。

計測箇所① 補強前に対して補強後の最大応力範囲は約70%の低減効果が見られる。6か月後の計測結果においても最大応力、最小応力の変化は見られないため、応力低減効果が持続していることが確認出来た。

計測箇所② 計測箇所①の結果と同様の傾向である。最大応力範囲も補強前と補強後で約80%の低減効果があり、6か月後も変わらず応力低減効果が持続されていることが確認出来た。

計測箇所③ 最大応力値は補強前、補強後で変化はないが、最小応力値は減少している。最大応力範囲は約30%程度の低減が見られ、計測箇所①、②の結果に比べて低減効果は小さい。

計測箇所④ 最大応力、最小応力の値ともに減少傾向にある。最大応力範囲も補強前と比較して補強後、6か月後ともに約50%程度の低減効果が見られる。低減効果が維持されていることを確認出来た。

表1 各計測時期における計測値

計測箇所	計測時期	最大応力 (MPa)	最小応力 (MPa)	最大応力範囲 (MPa)
①	補強前	5.0	-10.0	15.0
	補強後	2.0	-3.0	5.0
	6か月後	1.0	-4.0	5.0
②	補強前	4.0	-10.0	14.0
	補強後	1.0	-2.0	3.0
	6か月後	1.0	-2.0	3.0
③	補強前	6.0	-17.0	23.0
	補強後	6.0	-12.0	18.0
	6か月後	4.0	-13.0	17.0
④	補強前	9.0	-12.0	21.0
	補強後	3.0	-8.0	11.0
	6か月後	3.0	-6.0	9.0

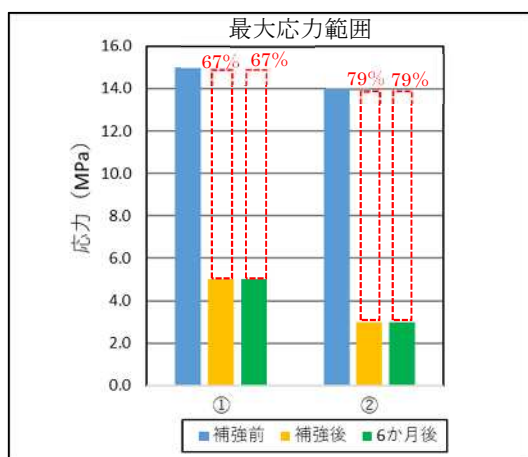


図3 計測箇所①、②応力範囲の変化

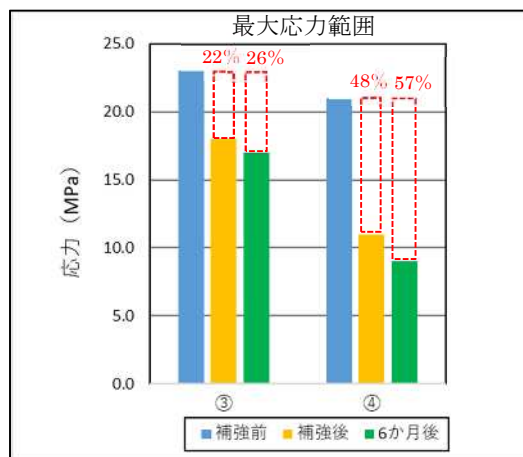


図4 計測箇所③、④ 応力範囲の変化

5. 検証結果まとめ

荷重車計測により、本工法の補強効果を検証し、以下の状況を確認した。

- ・ 沓座内部の亀裂先端の発生応力は、計測箇所①、②では補強後と6か月後とともに、70～80%の応力低減効果を確認した。
- ・ 沓座外部の亀裂先端の発生応力は、計測箇所③、④では沓座内部と同様の継続した応力低減効果が確認されたが、その低減率は小さい。

6. 今後の課題

本計測結果において、一部計測箇所に応力低減効果が小さい箇所が確認された。本要因は施工時、補強部材上面に塗布した接触性向上剤に変化が発生し、補強部材との密着状況が不十分であったことが推測される。また、本現象の確認後に構造解析及び、局部モデルの静的載荷試験を実施し、高い応力低減効果を確認している。このことから、計測結果も踏まえて本工法は実橋梁への実用性、耐久性を維持されていることが確認出来た。

参考文献

- 1 穴見ら：支圧接合用高力ボルトを用いた鋼床版垂直補剛材上端の当て板補修，構造工学論文集 Vol. 65A (2019年3月)
- 2 中島ら：支圧接合用高力ボルトを用いた当て板補強構造の疲労耐久性検証，第75回年次学術講演会講演概要集，VI-240 2021