

支圧接合用高力ボルトを用いた鋼製橋脚支点部直下の疲労き裂対策

MK エンジニアリング(株) 正会員 窪田 正道
MK エンジニアリング(株) 正会員 中島 悠介
MK エンジニアリング(株) 正会員 竹渕 敏郎

川田工業(株) 正会員 長坂 康史
芝浦工業大学 学生会員 田邊 琢
芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾

1. はじめに

近年、鋼構造物の溶接継手部に疲労損傷が発生しており、鋼製橋脚においても主桁支点部直下の横梁ダイアフラム溶接部に様々な疲労損傷が発生していることが報告されている。当該部位は上部構造の荷重を支持する位置であり、また、様々な部材が同一断面上に存在し、沓座数や縦リブ本数の違いで構造形式も異なるため、き裂の種類や発生傾向は多岐に渡る。本稿では、沓座端直下のダイアフラムと上フランジのすみ肉溶接ルート部から発生するき裂に着目する(図1～図3)。このき裂は沓座端直下に生じる応力集中が発生原因とされており、上フランジ側に大きく進展した場合には支承陥没の危険性があるため、早急な補修・補強対策が必要とされている。本年度では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)}の適用を想定し、実橋脚を模した試験体での静的載荷試験、疲労試験を実施し、補強部の応力状況と耐久性の検証を実施した。

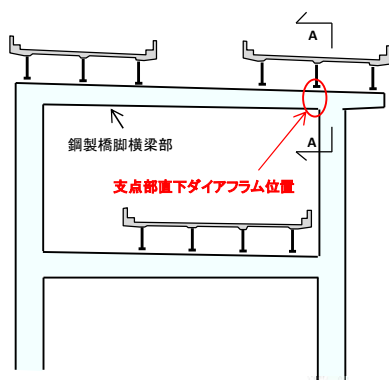


図1 鋼製橋脚例

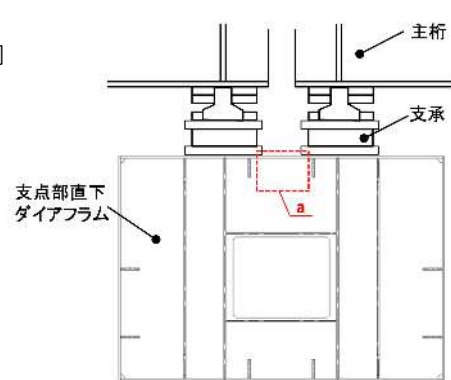


図2 支点部直下ダイアフラム (A-A)

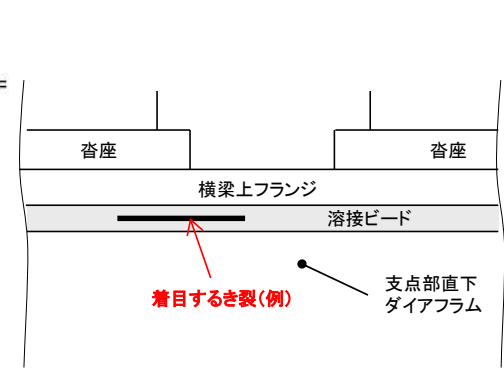


図3 き裂位置 (“a”部)

2. 支圧接合用高力ボルトを用いた補強方法

支圧接合用高力ボルトによるリフトアップ工法のイメージ図を図4に示す。本工法では、補強部材のボルト孔とダイアフラム側のボルト孔位置にずらし量を設けて支圧接合用高力ボルトを挿入し、リフトアップさせることで補強部材を確実に密着させ、上載荷重を補強部材により確実にバイパスさせ、疲労き裂発生部位の応力を低下させて高耐久性を実現する構造である。

3. 補強部材の構造

補強部材は、別途報告するFEM解析によって補強部材とリブの板厚、リブ位置、切欠き・観察孔の影響や施工性を検討し、構造を決定した。補強部材を図5に示す。補強部材が溶接ビードに当たる部分には切欠きを、補強部材両端にはき裂先端のモニタリングが可能な観察孔をそれぞれ設けた。また上フランジ及びダイアフラムの接触面は取付ける部位の形状寸法を詳細に計測し、それを反映する形状とした。

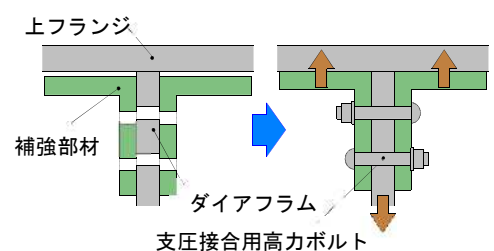


図4 リフトアップイメージ図

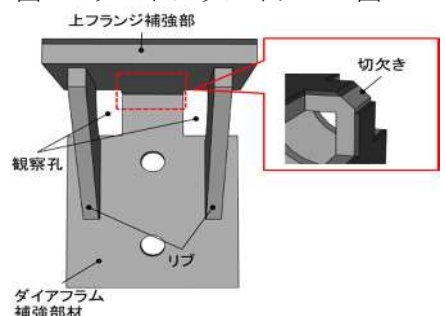


図5 補強部材

キーワード 鋼製橋脚支点部, 維持管理, 疲労損傷, 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. 補強部材の施工方法

本工法においては、両面の補強部材がバランスよく上面にリフトアップされ、補強部材が上フランジとダイアフラムに密着することが重要である。過年度までの検討結果に従い、ボルト挿入方向は上下で向きを入れ替えて挿入した。次に上下の順でボルトを補強部材の板厚+ダイア板厚分まで打込み、残りを上下交互に打込んだ。ボルト締付けも上下交互に導入トルク 25%ずつ 4 回に分けて実施することで、両面の補強部材をバランスよくリフトアップし、密着性が保たれる結果となった。

5-1. 試験方法

実橋脚を模した試験体（図 6）に事前に繰り返し荷荷を行い、実橋脚で生じているものと同様の疲労き裂を発生させた。き裂の近傍と補強部材にひずみゲージを貼付けて、補強部材の設置前後で静的荷荷試験を行った。き裂近傍のひずみゲージ貼付け位置を図 7 に示す。

5-2. 試験結果

補強部材設置前後の応力変化の結果を図 8 に示す。上フランジに進展しているき裂先端から 17mm 位置のゲージ①において、き裂直角方向の応力が 63%低減した。また、ダイアフラム側のゲージ②、③においても、鉛直方向の応力が同程度以上低減している結果となり、補強部材を設置したダイアフラム両面において、同じ低減効果を確認した。補強部材本体に貼付けたゲージの応力が増加していることから、補強部材がき裂近傍に作用している応力をバイパスすることで応力低減効果が得られているものと推測される。

6. 今後の検証

補強部材設置後の耐久性に関しては、疲労試験を実施しており別途報告する。

現在、実橋脚に対して本工法の試験施工及び計測を実施中であり、今後応力低減状況及び耐久性について合わせて検証を継続していく。

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，鋼構造論文集，Vol.65A（2019 年 3 月）

2) 宗京ら：支圧接合用高力ボルトを用いた鋼製橋脚支点部直下ダイアフラムの疲労き裂対策，第 75 回年次学術講演会講演概要集，VI-708，2020



図 6 試験体

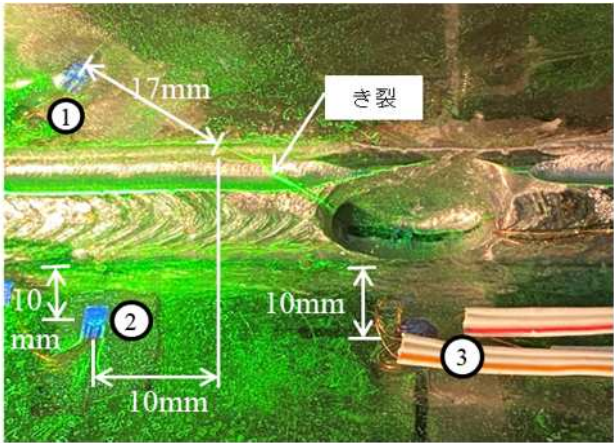


図 7 き裂近傍のひずみゲージ①～③



図 8 補強部材設置前後の応力変化