

鋼製橋脚横梁ダイアフラムの疲労損傷に対する当て板補修

芝浦工業大学 学生会員 ○田邊琢
 芝浦工業大学 赤澤湧太
 芝浦工業大学 正会員 穴見健吾

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
 首都高速道路 (株) 正会員 永井政伸

1. 研究背景・目的

2 支承線を受ける鋼製橋脚横梁の支点部直下において、図-1 に示すような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を起点とした疲労き裂の発生が報告されている。このき裂は沓座端直下で生じる応力集中が原因とされており、ルート部に沿った進展の後、上フランジにも進展するため、早急な対策が必要である。昨年度は、図-2 に示すように当て板とダイアフラムにずらし量とを設け、そこへ支圧接合用高力ボルトを打ち込むことで当て板をリフトアップする工法により、当該き裂の発生が考えられる2つの沓座端を同時補強した⁽¹⁾。しかし、従来の当て板構造では実橋脚の縦リブ位置や2 沓座間距離により、適用が困難となる場合が考えられる。そこで本研究では同工法の改良を目的とし、(1) 図-2 に示すような 2 沓座間の片側沓座端のみを対象とした当て板構造の解析的検討、(2)2 支承線の橋脚横梁を模した試験体による静的载荷試験、(3)実橋脚への適用試験を行った。本報では(1)(2)についてまとめる。

2. FEM 解析による当て板の構造検討

当て板の構造決定を目的とした解析対象は2 支承線の橋脚横梁を模した試験体とし、ダイアフラム板厚方向に1/2 モデルを作成した。試験体モデルの形状と载荷条件を図-3 に、当て板モデルの形状を図-4 に示す。解析モデルは全てソリッド要素とし、着目するダイアフラムと上フランジのすみ肉溶接ルート部近傍の最小メッシュサイズは1mm×1mm とした。载荷条件の各载荷面積は沓座全面にあたる 500mm×500mm であり、等分布荷重で100kN 载荷している。また、沓座と当て板は試験体モデルと一体 (節点共有)として検討を行った。まず、本工法の特徴である補修・補強後の溶接部モニタリングを目的とした観察孔を当て板の最適位置に設けるため、観察孔位置をパラメータとした解析を行った。なお、観察孔は図-4 に示す通り当て板のフランジとウェブを繋ぐ「接続部」を一部切削することで設けている。図-5 に右・左側

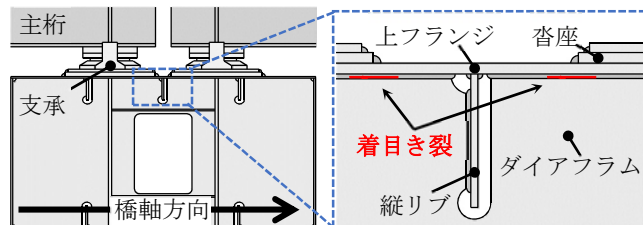


図-1 着目き裂の発生箇所

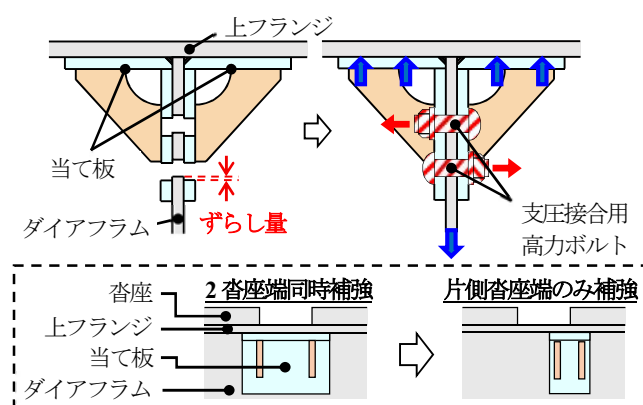


図-2 支圧接合用高力ボルトを用いた当て板補強法

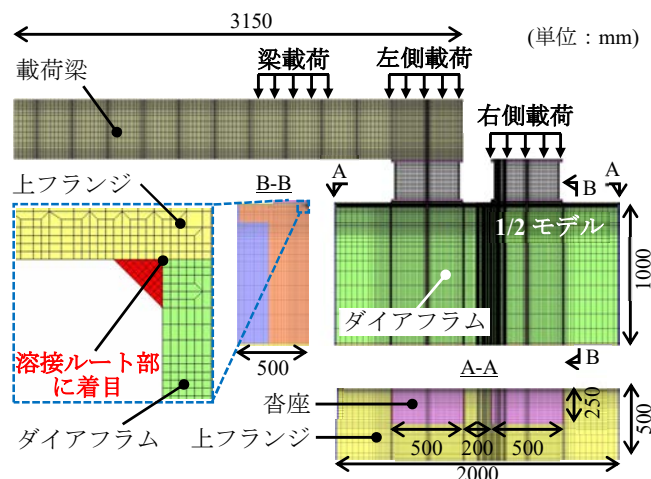


図-3 試験体モデル及び载荷条件

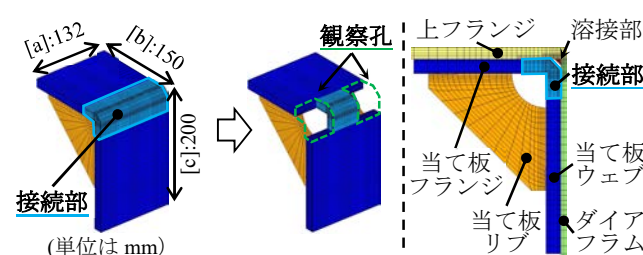


図-4 当て板モデル

キーワード：鋼製橋脚，支点部直下，疲労損傷，当て板，リフトアップ，FEM 解析

連絡先：〒135-8578 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学工学部土木工学科 e-mail : anami@sic.shibaura-it.ac.jp

載荷時の観察孔位置ごとの溶接ルート部鉛直方向応力分布、及び同図中で定義した応力低減率を当て板無し時の最大圧縮応力発生位置で算出した結果を示す。同図(a)より沓座端直下の接続部は応力低減効果に大きく影響するため、観察孔を設ける場合には沓座端直下を避けて設ける必要があると言える。従って、以降の当て板構造は同図中の両側観察孔を基本とする。また、2沓座間の片側沓座端にのみ当て板を設置した際、設置後の剛性急変がもう一方の沓座端に悪影響を与えることが考えられたが、本試験体の沓座間距離 200mm では両載荷時とも左側沓座端への影響は見られなかった。さらに、沓座間距離を 80mm まで縮め、左側沓座端と当て板左端の距離が 14mm となった場合でも同様な結果が得られた。

3. 静的載荷試験による効果検証

施工性の面から図-4 中[a]の当て板幅を 140mm に変更し、静的載荷試験による効果検証を行った。試験での載荷条件は図-3 で示した梁載荷と右側載荷であり、梁載荷ではき裂未発生箇所に対する補強、右側載荷では疲労試験によってき裂を発生させた箇所に対する補修を目的とした。検証にはダイアフラムと上フランジの溶接止端部から 10mm 位置の測定値と解析値を用いている。まず、梁載荷 390kN 時における補強前後の試験値と解析値を比較したものを図-6 に示す。同図より、補強前後ともに試験での応力挙動を解析で概ね再現できており、当て板による沓座端直下の応力集中の低減も確認できる。次に、疲労試験によるき裂発生前、及びき裂発生後に行った補修前後における右側載荷 450kN 時の試験値と解析値の比較結果を図-7 に示す。なお、試験体に生じたき裂は一部フランジに進展していたが、解析では図中に示すようにビード貫通き裂 38mm と仮定している。梁載荷時と同様に、き裂発生前から補修後の全てにおいて概ね試験を解析で再現できており、補修によるき裂先端の大きな応力低減も確認できる。以上の結果及び耐久性試験を踏まえ、実橋脚で生じているき裂に対して本工法の適用試験を行った。

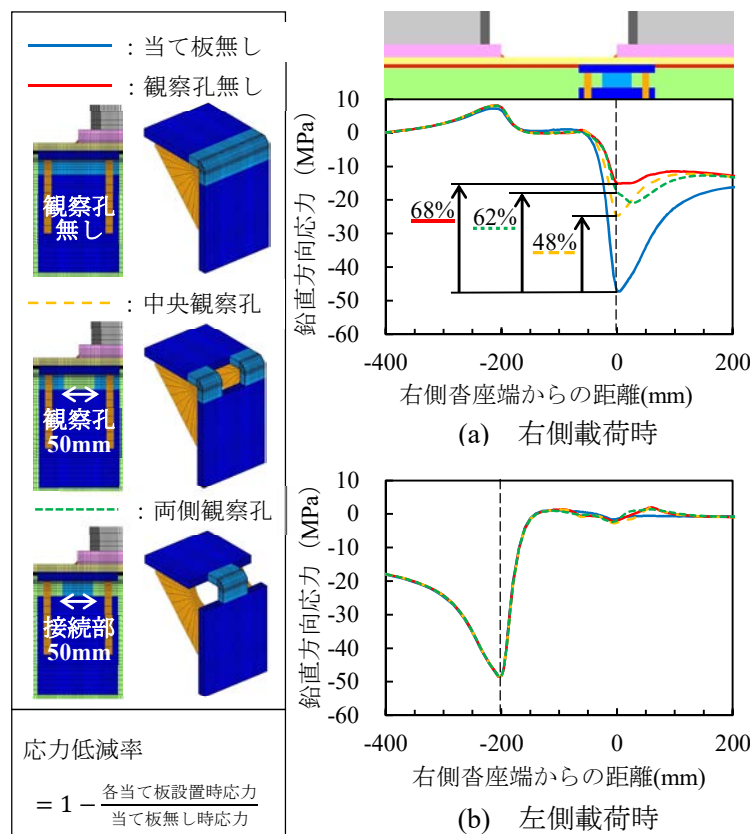


図-5 観察孔位置ごとのルート部応力分布

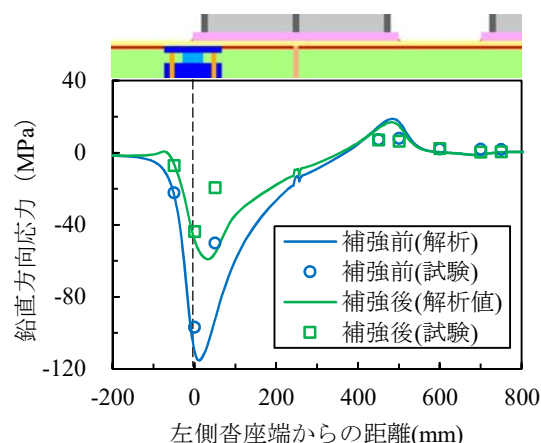


図-6 試験値と解析値の比較(梁載荷時)

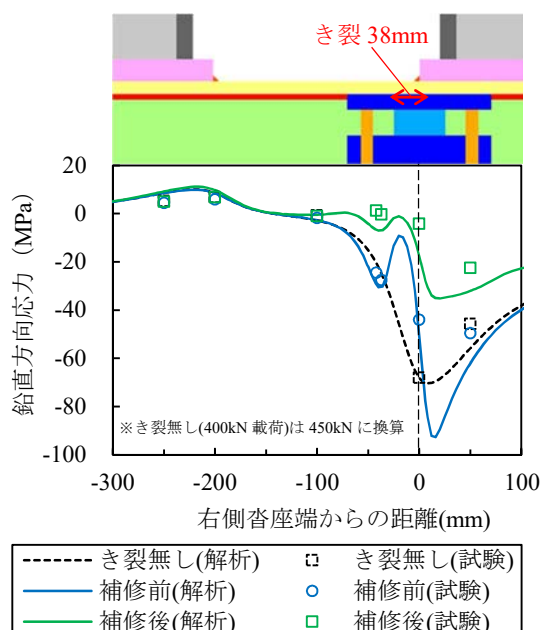


図-7 試験値と解析値の比較(右側載荷時)

【参考文献】

- 1) 田邊ら：鋼製橋脚支点部直下ダイアフラムに対する支圧接合用高力ボルトを用いた当て板補強，土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会，VI-709，2020