

支圧接合用高力ボルトを用いた垂直補剛材部の疲労き裂対策の実験的検討

○芝浦工業大学 学生会員 日名 誠太 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾
 芝浦工業大学 学生会員 川上 貴広 川田工業(株) 正会員 長坂 康史
 MKエンジニアリング(株) 正会員 竹淵 敏郎

1. はじめに

近年、鋼床版箱桁橋の垂直補剛材とデッキプレートの溶接止端部における疲労き裂の発生が数多く報告されている。この疲労き裂に対する対策として、これまで多くの工法が試みられているが、著者らは補強効果・施工性および維持管理性を考慮した、図-1に示すような補強後の視認性を高めるためにL型鋼材の角部を切り欠きリブを取り付けた補強材を、補強材と垂直補剛材に設けたわずかに鉛直方向にずれたボルト孔に支圧接合用高力ボルトを挿入することによりリフトアップする補強工法(KMリフト工法)を提案している。ここでは、静的載荷試験および疲労試験により検討した本提案工法の応力低減効果について報告を行う。

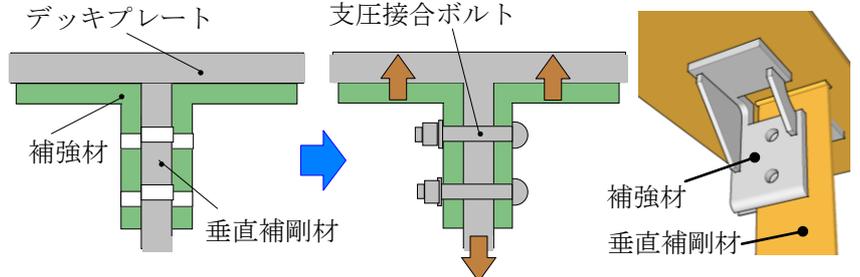


図-1 支圧接合用高力ボルトを用いた提案補強工法

2. 静的載荷試験

図-2に静的試験に用いた試験体形状および載荷ケースを示す。試験体には2つの補剛材が溶接されており、それぞれの上端部2か所を試験対象とし、それぞれ補強材と垂直補剛材のボルト孔のずらし量を1.0mmおよび1.5mmとしている。試験対象箇所のデッキ側(f1)および垂直補剛材側(k1)の回し溶接止端部から5mm位置にひずみゲージを貼付し、補強前静的載荷時・補強施工時・補強後静的載荷時のひずみ計測を行った。補強状況を図-3に、静的載荷試験の結果を図-4に示す。なお、静的載荷試験は補強直後および補強後5か月後にも行っており、その結果も併せて示している。

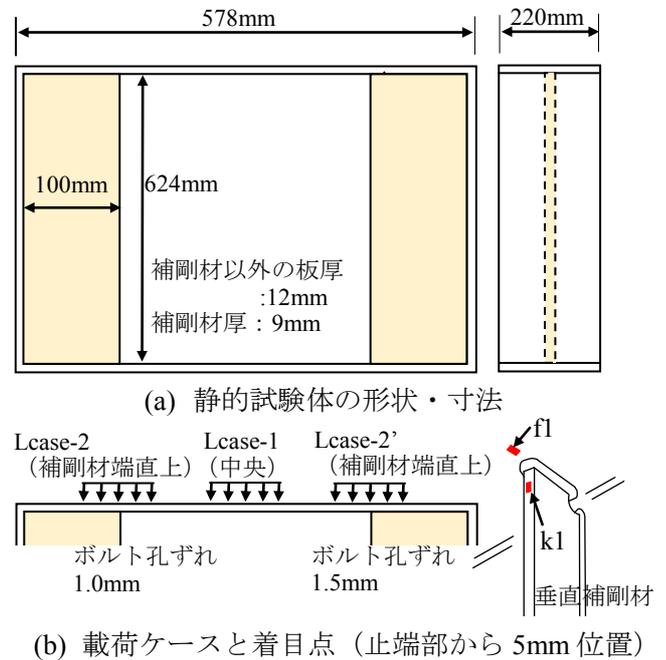


図-2 試験体および実験概要

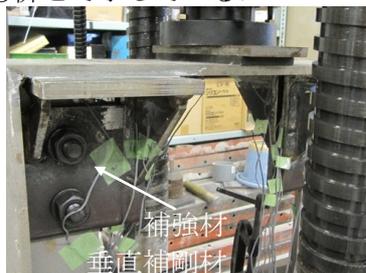


図-3 補強状況

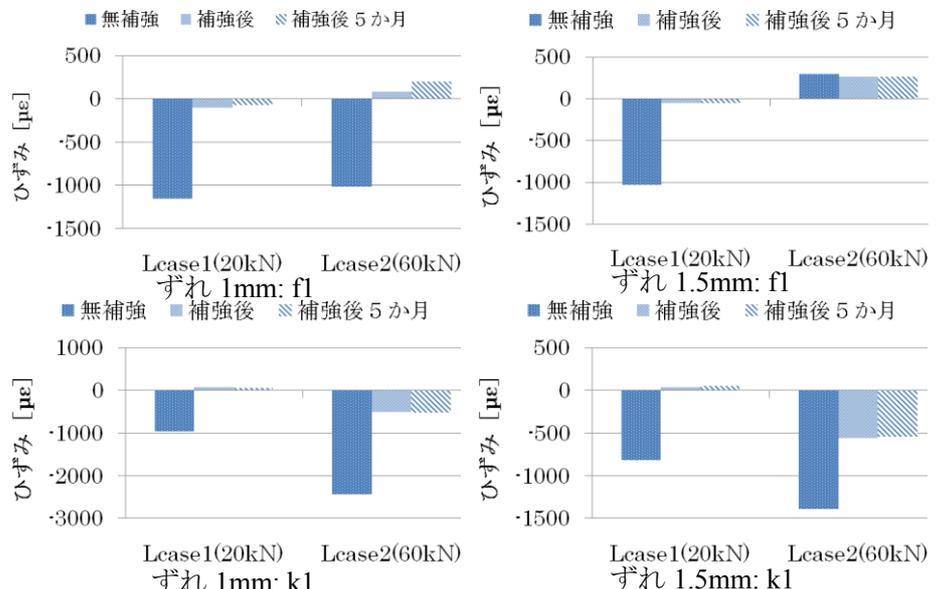


図-4 静的載荷試験結果

補強前に引張ひずみが計測された Lcase2 荷重のずれ量 1.5mm の f1 位置では、補強によるひずみ低減効果は殆ど見られなかったものの、他のケースでは f1 で 90%以上のひずみ低減効果が得られている。特に小さな荷重荷重で大きなひずみが発生する垂直補剛材前面に荷重する Lcase1 では f1, k1 とともに非常に大きなひずみ低減効果が得られている。ボルト孔のずれ量の差異で比較すると、ひずみ低減効果に明瞭な差異がなく、補強材が正しくリフトアップされデッキプレートと接触している状況であれば、ひずみ低減効果はずれ量に依存しないものと考えられる。なお、各補強効果について補強後 5 か月に静的荷重試験を行った結果、補強直後とひずみの低減効果に差異は見られなかった。

3. 疲労試験

本工法の効果を疲労試験により検討した。試験体および荷重状況を図-5 に示す。ここでは、試験体 2 体、計 8 か所の垂直補剛材とデッキプレート溶接部に対して同時に疲労試験を行い、疲労き裂が発生し、ある程度進展した段階で本工法による補強を行っている。なおき裂先端にストップホールなどは設けず、そのまま補強を行い、その後のき裂の進展をモニタリングしている。なお、ボルト孔のずれ量は 0.8mm としている（このずれ量は、施工時には補強材のリフトアップにより、当該対象部位に引張の応力が発生すること、またボルト孔のずれ量を大きくすると施工性が悪化することも想定され、十分なリフトアップを確認できる範囲でボルトのずれ量は小さい方が望ましいと考えられ、実構造を模擬した施工性の検討から決定している）。

図-6 に発生した疲労き裂の一例と補強状況（補剛材 A）を、図-7 に補剛材 A および補剛材 B の f1 位置および k1 位置に貼付したひずみ範囲の変化を、荷重荷重範囲の変化とともに示す。補剛材 A, B とともに疲労き裂はデッキプレート側の回し溶接止端部から発生し、母材に進展し、補剛材 A ではき裂長さ 60mm の時に、補剛材 B ではき裂長さ 39.5mm の時に補強を行った。補強直前には f1 のひずみ範囲はき裂の存在により大きく低下しているが、補強後には k1 のひずみは大きく低下している。疲労試験は現在継続中であるが、補強後、補剛材 A で f1 と k1 のひずみが若干増加しているものの現在は一定値に落ち着いており、補剛材 A は補強後 230 万回程度、補剛材 B は補強後 100 万回程度荷重しているがき裂の進展は見られていない。

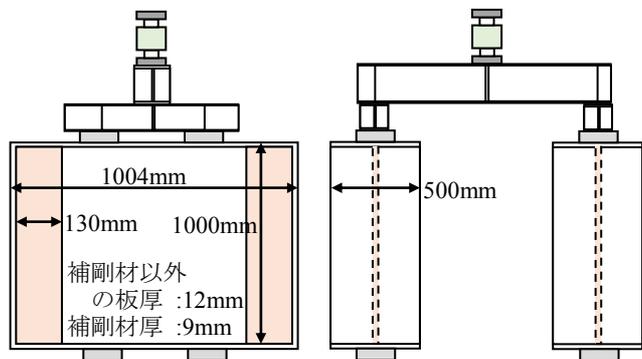


図-5 疲労試験体および荷重状況



図-6 疲労き裂の一例と補強状況

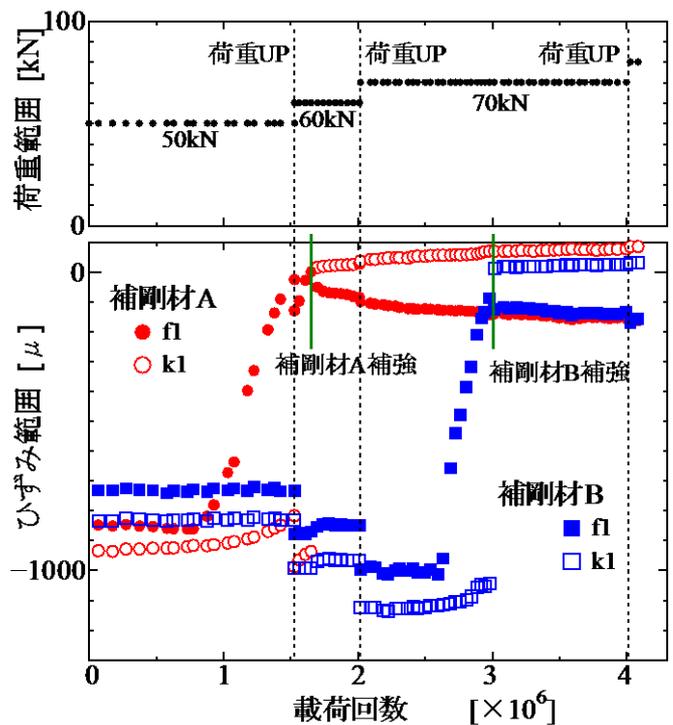


図-7 補剛材近傍のひずみ変化