

鋼床版のUリブ突合せ溶接部に発生する疲労き裂に対する補修・補強検討

川田工業(株) 正会員 ○田中 寛泰 溝江 慶久 八木 貴之
(独)土木研究所 正会員 村越 潤 梁取 直樹 石澤 俊希

1. はじめに

鋼床版橋において、Uリブ突合せ溶接部に疲労き裂の発生が報告されている(図-1)。Uリブ突合せ溶接部の疲労強度やこのき裂に対する補修・補強前後の応力性状等についての研究がなされているが^{1),2)}、き裂の状態と補修方法およびその効果に関する研究成果の蓄積は未だ十分ではない。そこで本研究では、実物大試験体による静的・疲労載荷試験を行い、このき裂に対する補強方法の効果を確認することを目的とする。

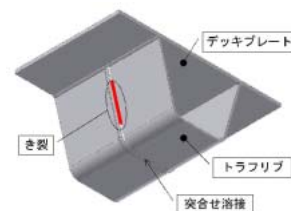


図-1 対象き裂

2. 試験概要

試験体は、箱桁上の鋼床版を横リブ1スパン分抜き出した実物大試験体を用いた(図-2)。Uリブは橋軸直角方向に640mm間隔で3本配置し、各々2箇所ずつ突合せ溶接部を設けた。また、試験体への載荷は図-2のとおり、鉄板とゴム板からなる載荷板を介し、実橋におけるアスファルト舗装の厚さ80mm分の45°分布を考慮して、360mm×660mmの面積に輪荷重を作用させた。また、載荷位置はUリブに対して偏載荷とした。

実験では、疲労き裂発生前に補強を施すケース(以下、予防保全タイプ)と、疲労き裂発生後に補強を行うケース(以下、事後保全タイプ)について補修・補強効果を確認した。予防保全タイプでは、あらかじめ着目溶接部に図-3の2面当板補強を施した状態で静的載荷試験および400万回の疲労試験を行い、応力状態やき裂発生状況を未補強の場合と比較した。事後保全タイプでは試験効率の観点から、突合せ溶接部のUリブコーナー部に丸孔を施工し、その壁面を切断した疑似き裂を導入した状態で疲労試験を行い、着目き裂を発生させた。その後、Uリブコーナー部全体に広がるまでき裂を進展させて(以下、き裂(中))図-3に示す当板補強を行い、静的載荷試験によって補強によるき裂先端の応力低減効果や他部位への影響を確認した。さらに当板を外して疲労試験を行い、Uリブ断面の半分以上が欠損するまでき裂を進展させた(以下、き裂(大))後、スカラップ施工後に当板補強を実施し、静的載荷試験を行った。当板補強は図-3に示す2面当板、L形鋼を設置した2面当板改良型、および3面当板の3種類である。そして最後に200万回の疲労試験を実施して疲労耐久性を確認した。なお、本研究では載荷荷重は軸重200kN(1箇所あたり100kN)とし、静的載荷試験では20kNを下限とし、220kNを上限として載荷した。疲労試験はジャッキ荷重20~220kN(荷重範囲:200kN)、載荷速度1Hzにより実施した。

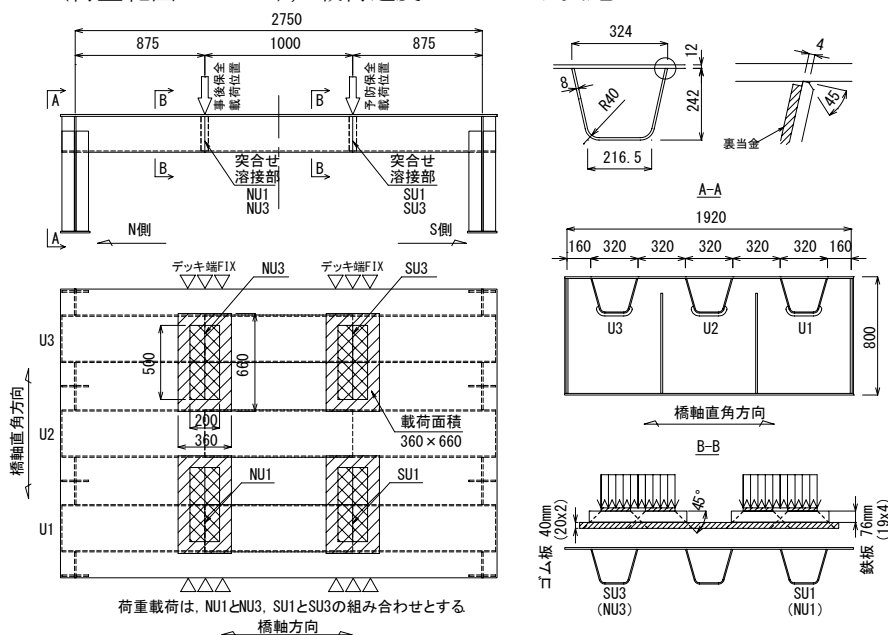


図-2 試験体および荷重載荷位置

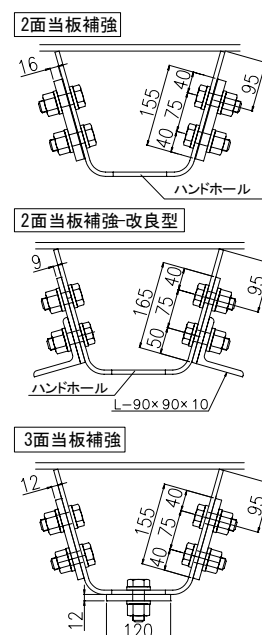


図-3 3種の当板補強

キーワード 鋼床版, 疲労き裂, Uリブ突合せ溶接部, 補修・補強, 静的・疲労載荷試験

連絡先 〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 川田工業株式会社 TEL 03-3915-4321

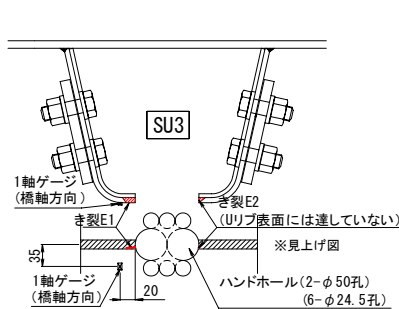


図-4 予防保全タイプの結果

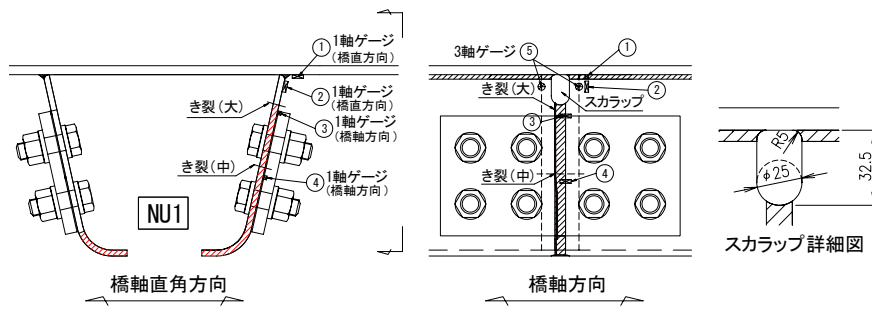


図-5 事後保全タイプの応力計測位置

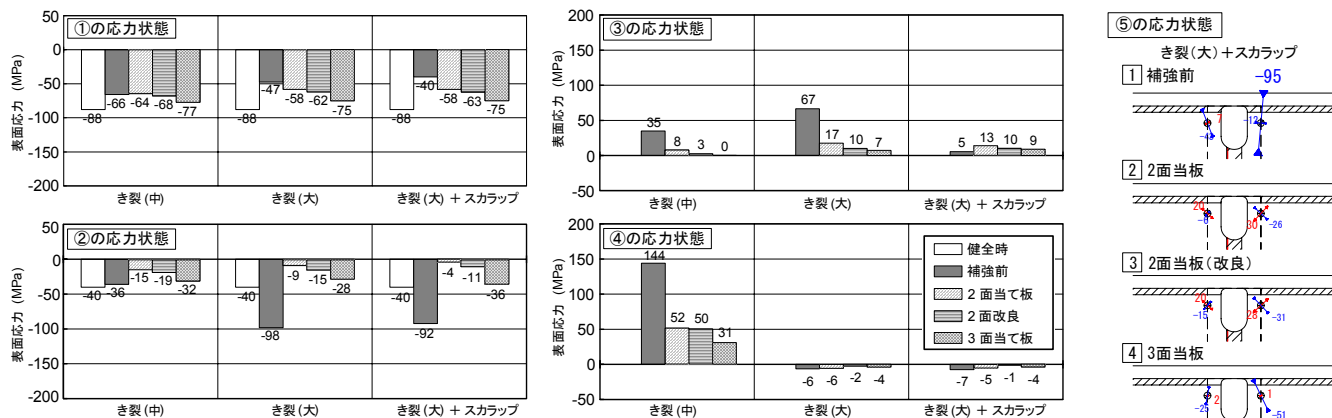


図-6 事後保全タイプの応力発生状況

3. 試験結果

(1) 予防保全タイプ

図-4 に予防保全タイプにおける疲労試験の結果を示す。2面当て板補強を施したSU3にのみ、ハンドホール壁面の溶接ルート部から荷重50万回時以降にき裂が生じた。き裂が発生して応力変動が生じた時点でのUリブ橋軸方向応力度は、図-4に示す位置に設置した1軸ゲージから100MPa程度であった。ただし、き裂の進展速度は極めて遅く、き裂E1は360万回で進展量20mmに達し、それ以後進展は見られなかった。なお、ハンドホールは削孔作業空間の不足と機械の入手困難状況により、図-4の形状を施工した。

(2) 事後保全タイプ

事後保全タイプの応力計測位置を図-5に、静的荷重試験における応力発生状況を図-6に示す。デッキ-Uリブ溶接部の橋直方向応力の計測用にデッキおよびUリブ表面にゲージ①②を、き裂先端付近の橋軸方向応力の計測用にUリブ表面にゲージ③④を図-5のとおり貼付した。図-6のゲージ①～④の応力発生状況は、き裂発生前の健全時、き裂発生後の補強前、および図-3の3種の当て板設置時における静的荷重時の応力状態を示したものである。また、ゲージ⑤の応力発生状況は、スカラップ周辺の上記条件における主応力を示したものである。

デッキ-Uリブ溶接部に着目したゲージ①②より、当て板補強により橋軸直角方向の応力が健全時の状態に戻る傾向にあり、特に3面当て板によるものが顕著な結果となった。また、き裂先端に着目したゲージ③④より、当て板補強によるき裂先端部の応力低減効果が明確となっており、前記と同様に3面当て板において顕著となった。しかし、スカラップ周辺の応力状態については、3軸ゲージ⑤の計測結果から、鉛直方向応力は2面および2面改良の当て板補強により、補強前の30%程度まで低減しているが、3面当て板では補強前の50%程度の低減に留まった。最後に、2面当て板を設置した状態で200万回の疲労試験を実施したが、スカラップ周辺からき裂が再発することがなく、疲労耐久性を有していることを確認した。

4. まとめ

2面当て板による補強は、予防保全タイプではハンドホール開孔部の溶接ルート部からき裂が発生したが、き裂の進展は極めて遅く停留しており、疲労耐久性も有していることから、十分な補強効果が得られると考えられる。3面当て板による補強は応力状態を健全時に回復させる効果が顕著な結果となった。またハンドホールを当て板で塞ぐことができるため、2面当て板で生じたハンドホールからのき裂を抑制することができる可能性がある。ただし、適用に際して2面当て板よりもスカラップ周辺の応力が高いこと、またコスト面を含めた判断が必要となることに留意が必要である。終わりに、本研究は(独)土木研究所との「鋼床版橋梁の疲労耐久性向上技術に関する共同研究(その5)」の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 近藤ら：鋼床版閉断面縦リブ現場溶接継手の疲労強度，土木学会論文集第340号，pp.49～57，1983.12
- 2) 斎藤ら：鋼床版トラフリップ突合せ溶接に発生した疲労損傷部の補強前後の応力性状，第62回年次学術講演会概要集，2007.9