

き裂を有する鋼床版の U リブ充填・桁補強工法の移動輪荷重試験

三菱重工 正会員 ○岡 俊蔵 正会員 相場 充
 土木研究所 正会員 村越 潤 正会員 有馬 敬育
 宮地鐵工所 正会員 林 暢彦
 松尾橋梁 亀山 隆志

1. はじめに

近年、鋼床版を有する道路橋において厳しい大型車交通を背景として、鋼床版各部に疲労損傷が報告されている。これらの損傷には、デッキプレート-Uリブ溶接部から発生し、デッキプレート（以下、デッキと呼ぶ）表面に貫通するき裂等も発見されており、早急に対処すべき重要な課題となっている。

このき裂の主要因は、輪荷重によって発生する橋軸直角方向の局所的な変形およびそれに起因する応力集中であると言われている¹⁾。そこで本研究では、デッキの局部変形を抑制することで溶接部に発生する応力を低減させ、疲労強度を向上させる事を狙いに、図1に示す補強工法について施工および効果の検証を行った。

本工法の構成を以下に示すが、デッキの U リブ内及び U リブ間のパネルを下面からの施工で補強できる特徴のある工法である。

①U リブ内は軽量高流動モルタルを充填

②U リブ間は補強縦桁を横リブに取付部材を介して取付け

本工法では補強後も溶接線の検査（目視、UT）が可能であり、万一補強後にデッキ貫通き裂が発生しても、デッキが大きく陥没して走行の障害になる事態を避けることが期待できる。

なお本研究は(独)土木研究所と民間8社による「鋼床版の疲労耐久性向上技術に関する共同研究（その1）」の一環として実施したものである。

2. 補強方法

U リブは両端を塞ぎ、下面を2カ所穿孔し一端を注入口、もう一端を排出口とし、モルタルを排出口から排出されるまで充填した。なお実橋では架設ブロックの密閉ダイヤフラム間に充填する事を想定している。U リブ内の充填性に関しては、別途実物大の透明蓋を有する試験体の充填試験により確認している。

モルタルは軽量細骨材としてパーライトを使用して比重約 1.5g/cm^3 とし、膨張剤を配合して隙間無く充填出来るようにするとともに、硬化時間は10時間の早強型とした。補強桁は型钢を利用した断面とし、デッキとの間にはグラウトを充填して密着させた。

3. 試験方法

試験には(独)土木研究所の輪荷重走行試験機（図2）を使用し、大型車後輪ダブルタイヤを模した幅500×長さ200の載荷板を連続して敷設し、幅200×厚さ22mmの鋼板入り硬質ゴム板2枚（100mm間隔に設置）を介して載荷した。載荷位置はUリブウェブ上に荷重中心が来るようにし（図3）、横リブを通過する3mの範囲を走行させた（図1）。

供試体は亀裂が内在している可能性がある状態での補強を想定し、デッキ上面（B-B断面）および溶接ビード（a'-a'断面）に長さ100mm深さ4mmのスリットを加工し、繰り返し荷重による疲労き裂の誘発を試みた。

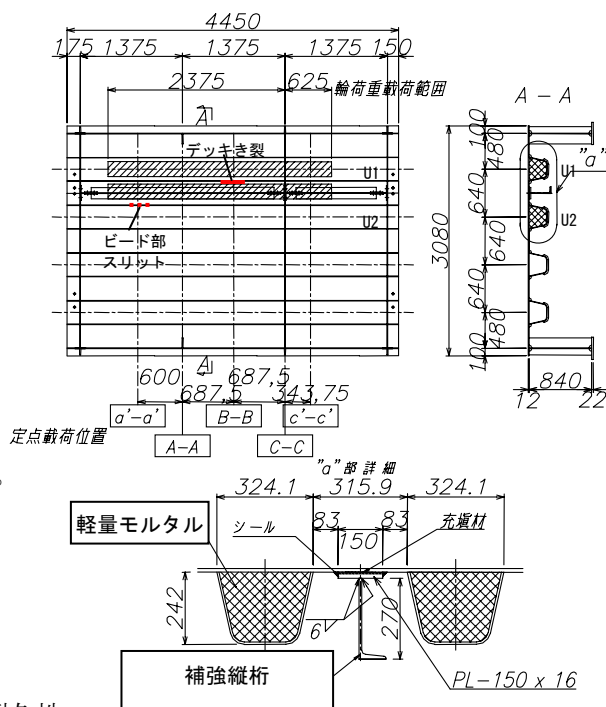


図1 補強概要図



図2 輪荷重走行試験機



図3 載荷位置

キーワード 鋼床版、疲労、き裂、充填、桁補強、輪荷重試験

連絡先 〒108-8215 東京都港区港南2-16-5 橋梁技術部技術グループ TEL 03-6716-5077

100kN～200kN で計 33 万回载荷した結果、デッキには図 4 (回数 0) に示す長さ 364mm の貫通き裂が生じた。一方、ビード側ではき裂の進展は見られなかった。

4. 試験条件

補強の施工は供用下で行った場合の効果を検証するため、輪荷重走行試験機により荷重を载荷しながら実施した。輪荷重は実車の平均的後輪重量を模擬した 60kN（試験機下限荷重）とし、载荷サイクルは 3,000 回/day 相当となる 2rpm として、充填後約 14 時間まで連続運転した。

硬化後にデッキ上面からハンマーテストを実施した結果、輪荷重が载荷された U1 リブおよび縦桁上ではデッキと充填材の間に僅かに空きがあると考えられ、直接に载荷したことの影響があったと言えるが、载荷していない U2 リブ側には空きが見られず良好に充填されていたと考えられる。

輪荷重走行試験の荷重は最初の 100 万回を 150kN、後の 100 万回を 200kN とし、15rpm で载荷した。10 万回又は 20 万回毎に载荷を停止し、輪荷重走行試験機により図 1 に示す 5 断面の静的定点载荷を実施した。100 万回、200 万回終了時には UT、MT による導入き裂の追跡と、新規き裂の有無を確認した。

5. 輪荷重走行試験結果

試験により得られた主な結果を以下に示す。

- ①デッキの UT 検査では補強前に見られた上面き裂の進展は見られず、下面側が上面き裂の範囲まで貫通した (図 4)
- ②ビード部スリットの先端から 10mm の位置に設置したゲージでは 180 万回からひずみの増加が見られたが、他の位置も含めてき裂の進展、発生は検出されなかった。
- ③補強は縦桁設置、U リブ充填の順に行い、各段階で载荷し計測を行った。充填後にデッキき裂が予想される位置のデッキ下面のひずみは 29～53% に低下した (図 5(a)、表 2)
- ④充填後にビードき裂の原因となると考えられる U リブの曲げひずみは 21～34% に低下した (図 5(b)、表 2)
- ⑤横リブ交差部スカラップの上下方向ひずみは、左右で力が分散し平均化する効果があることがわかった (図 6)
- ⑥A-A 断面では 100 万回以降で応力の上昇が見られたが、200 万回終了後も補強効果は残存していた。短支間側の c'-c' 断面では応力上昇は見られなかった。(図 7)
- ⑦A-A 断面では c'-c' 断面と異なり 100 万回以降に縦桁ひずみの低下が見られることから、縦桁上部のグラウトが荷重増により劣化し縦桁の効果が減じたと考えられる。(図 7)

6. おわりに

き裂の発生した鋼床版の U リブ充填による補強工法について、供用下を模擬した条件で実験による検証を行った結果、デッキおよび U リブのひずみを低減する効果が確認できた。また、ひずみの増加も一部で見られてはいるが、き裂の進展を抑止する効果が期待できることがわかった。

参考文献

1) 小野ほか：既設鋼床版の疲労性能向上を目的とした補強検討，土木学会論文集，No. 801/I-73，2005. 10

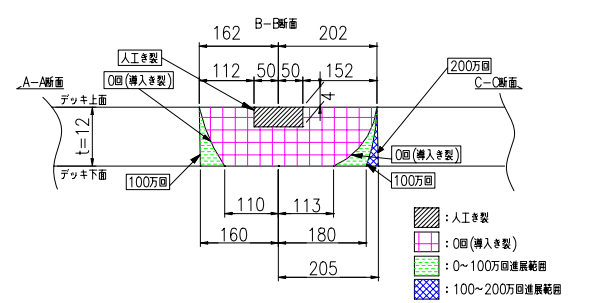
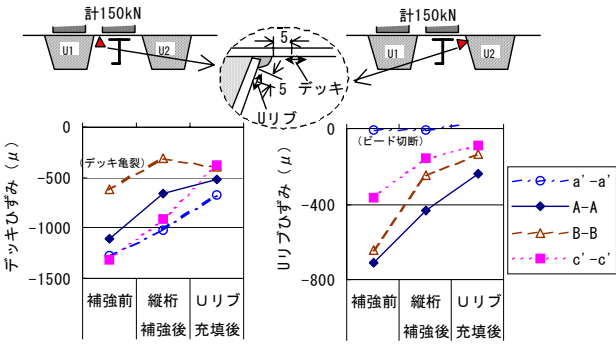


図 4 デッキき裂の進展測定結果 (UT による)



(a) デッキ下面 (b) U リブ外面

図 5 補強によるひずみの推移

表 2 補強後のひずみ比率※

位置※	デッキ		U リブ	
	縦桁設置	充填後	縦桁設置	充填後
断面				
a'-a'	81%	53%	(ビード切断)	
A-A	59%	47%	61%	34%
B-B	(デッキき裂)		38%	21%
c'-c'	70%	29%	43%	25%

(※比率＝補強後/補強前、※※位置は図 5 参照)

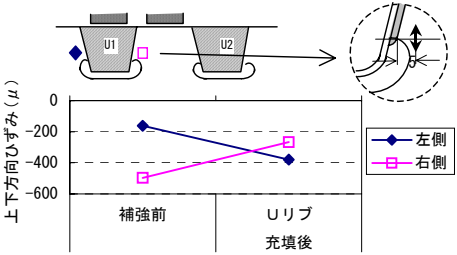


図 6 横リブ交差部スカラップのひずみ

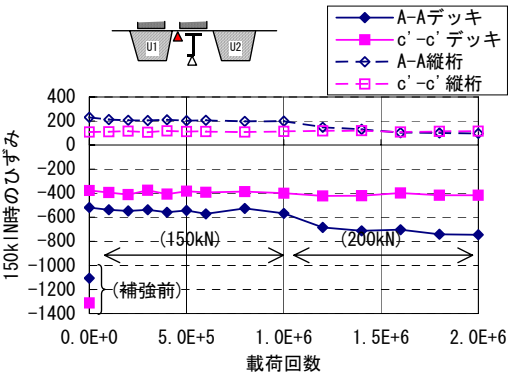


図 7 150kN 载荷時のひずみの推移