

Uリブ鋼床版の下面補強工法のデッキ進展き裂に対する効果の実験的検証

(株) 横河ブリッジ 正会員 ○曾我麻衣子 井口 進 石井博典 竹内信弘  
(株) ワイ・シー・イー 正会員 岩崎雅紀 一宮 充  
阪神高速道路(株) 正会員 田畑晶子 原田 潤  
(一財) 阪神高速道路技術センター 大石秀雄

1. はじめに

薄鋼板を用いた鋼床版の弾性当て板工法<sup>1)</sup>によるひずみ低減効果と疲労耐久性向上効果を確認するため、疲労試験を実施した。本稿では、デッキプレート(以下、デッキ)進展き裂に対しての効果を検討するために実施した、横リブ交差部に注目した疲労試験結果について報告する。

2. 供試体

供試体の形状と寸法を図1に示す。供試体は、鋼床版の縦リブと横リブ交差部を橋軸方向に600mm取り出したモデルとし、Uリブ2本(リブ間隔640mm)と横リブ1つで構成されている。板厚はデッキ12mm、横リブ9mm、Uリブ6mmである。鋼材は、供試体がSM490A、当て板がSS400である。

試験ケースを表1に示す。供試体は3体とし、1体を補強のない現構造、1体を接着接合のみで当て板補強したもの、1体を接着接合に加えUリブウェブ側の端部のみ、ボルトを併用して当て板補強をしたものとした。当て板の形状は別報<sup>1)</sup>で示した板厚2.3mmのL型の薄鋼板とした。補強した供試体2、3において、2本のUリブのうち片側(R1)を内面補強、もう一方(R2)を内外面補強とした。供試体3の当て板の固定に用いたボルトはM16のトルシア形高力ボルトとし、Uリブ片面につき4箇所を固定した。

3. FE解析および静的载荷試験

疲労供試体と同様のモデルを用いてFE解析を行い、当て板補強の効果を確認した。解析モデルは図2に示すソリッドモデル(最小要素サイズは0.5mm)である。解析にはFEMAP with NX Nastran v11.1.1 シーメンス PLM ソフトウェアを用いた。図3にUリブ内側のデッキ下面のひずみ分布を示す。解析値を白抜きで、供試体のUリブ内側5mm位置の測定値を中塗りで示している。解析値と測定値に大きな差はなく、内面補強では70%程度、内外面補強では90%程度と、別報<sup>1)</sup>と同様の高いひずみ低減効果が確認された。

4. 疲労試験方法

荷重は、図1に示すようにUリブ内にシングルタイヤが载荷された状態を想定し、载荷面積を200×200mmとしている。1つのUリブに荷重範囲50kNが载荷されるように、荷重範囲を100kN(下限荷重10kN)とした。疲労き裂の発生・進展状況を観察する目的で、4本のデッキ-Uリブ溶接線近傍(デッキ下面のUリブ内側から5mm位置)にひずみゲージを貼付して、荷重繰返しに伴うひずみ範囲の推移を計測した。ひずみ範囲は最大荷重時のひずみから最小荷重時のひずみを差引くことにより求めた。また、当て板の接着状態を把握するため、当て板にもひずみゲージを貼付して、ひずみ値の変動の有無を把握した。

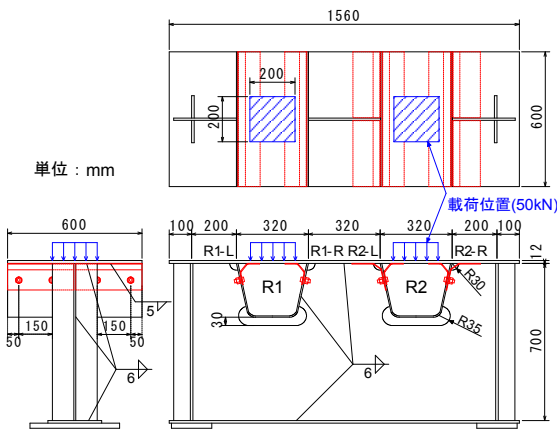


図1 供試体の寸法(供試体3)

表1 試験ケース

| 供試体 | 溶接線  | 補強方法      | 接合方法   |
|-----|------|-----------|--------|
| 1   | R1-L | なし        | -      |
|     | R1-R |           |        |
|     | R2-L |           |        |
|     | R2-R |           |        |
| 2   | R1-L | 内面補強      | 接着     |
|     | R1-R | 内外面<br>補強 |        |
|     | R2-L |           |        |
|     | R2-R |           |        |
| 3   | R1-L | 内面補強      | 接着＋ボルト |
|     | R1-R | 内外面<br>補強 |        |
|     | R2-L |           |        |
|     | R2-R |           |        |

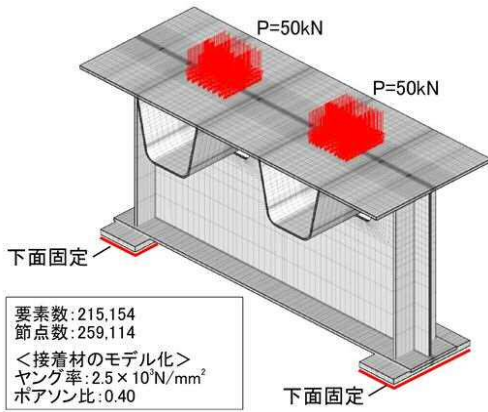


図2 解析モデル

## 5. 疲労試験結果

図 4a) に示すように無補強の供試体 1 では、U リブ内側のひずみ値は疲労試験開始直後から低下がはじまり、载荷回数 100 万回以降は停滞した。その後、430 万回時にデッキ貫通き裂を確認した。一方、当て板補強をした供試体 2, 3 においては、デッキを貫通するき裂は確認されず、図 4b), c) に示すようにひずみ値が推移し 1,000 万回で試験を終了した。460 万回時に荷重範囲を 1.3 倍としており、累積損傷度としては無補強の場合と比較して 3 倍以上の延命効果を確認した。

接着接合のみの供試体 2 では、460 万回時に内面補強の当て板 U リブ側中央において、L 側で 120mm 区間、R 側で 130mm 区間の剝離を確認した。図 4b) より、荷重範囲の上昇時にひずみ値の上昇があるものの、ひずみ低減効果は持続していることが確認できる。

図 5 に示すように内面当て板のひずみ値は、剝離後に変動した。しかし、その後 1,000 万回まで試験を継続したが、剝離の進行は生じなかった。

無補強の供試体 1 では、写真 1 に示すスカラップ部のき裂を 396 万回時に確認した。また、接着接合のみの供試体 2 の内面補強側にも 1,000 万回試験終了時にこのき裂を確認した。内外面補強側にき裂は確認できなかった。図 6 に示す FE 解析結果では、疲労き裂が発生したスカラップ下側のまわし溶接部において内面補強では 30% 程度、内外面補強では 40% 程度のひずみ低減効果が確認できる。しかしながら、供試体 2 では当て板 U リブ側の一部剝離が生じたために、スカラップ部のひずみ低減効果が失われ、き裂が発生したと考えられる。

これに対してボルトを併用した接着接合の供試体 3 の場合、図 4c) に示す U リブ内側のひずみ値および図 5 に示す当て板のひずみ値の変動はなく、目視による調査によっても剝離は確認されなかった。また、スカラップ部のき裂も確認されなかった。このことから、横リブ交差部については、ボルトを併用することによって当て板の剝離防止効果が期待できる。

## 6. まとめ

本研究では、横リブ交差部に発生するデッキ進展き裂に着目して疲労試験を実施した。

- (1) FE 解析および実験によって当て板による U リブ溶接部の高いひずみ低減効果を確認した。
- (2) 内面補強および内外面補強により、デッキ貫通き裂に対して 3 倍以上の延命効果を確認した。
- (3) ボルトと併用して接着接合することで横リブ交差部の当て板の剝離防止効果が期待できる。

### (参考文献)

- 1) 一宮ら：U リブ鋼床版の下面補強工法の一提案と FE 解析による効果検証，土木学会第 71 回年次学術講演会概要集（投稿中），2016.9

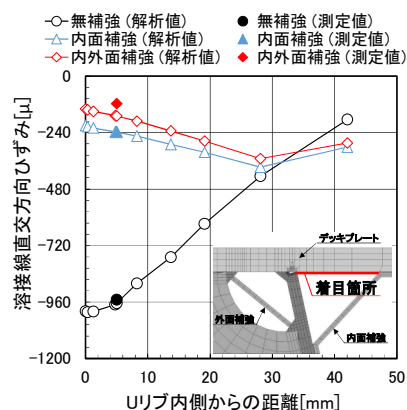


図 3 U リブ内側のデッキ下面ひずみ

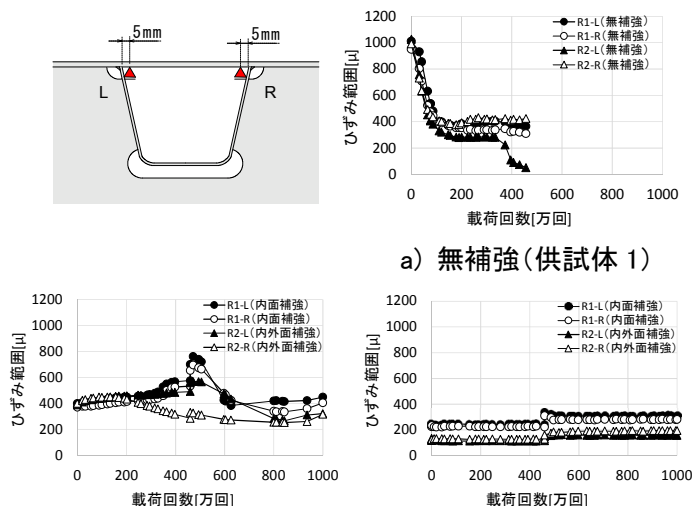


図 4 疲労試験結果 (U リブ内側のデッキ下面ひずみ)

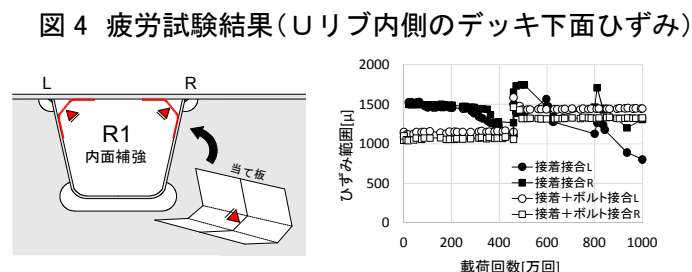


図 5 疲労試験結果 (内面当て板のひずみ)

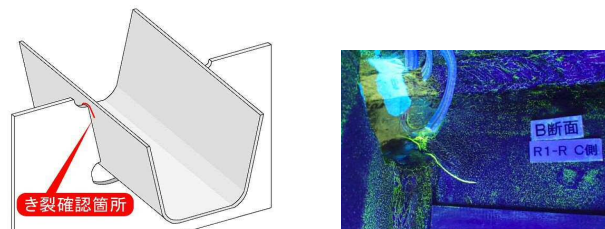


写真 1 スカラップ部のき裂 (供試体 1・396 万回時)

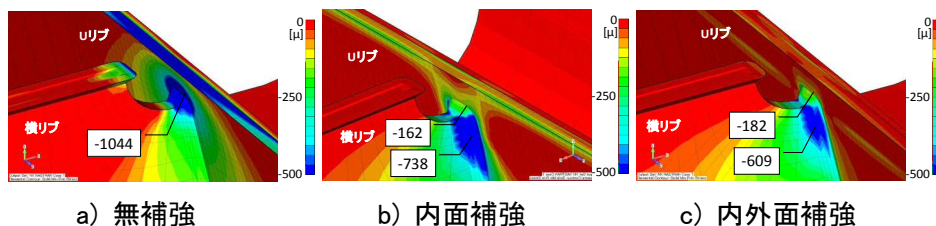


図 6 スカラップ部の最小主ひずみ