

鋼床版Uリブ溶接部補強のためのCFRP成形材接着部の疲労強度確認実験

ものつくり大学 正会員 大垣 賀津雄, Pham Ngoc Vinh
 ものつくり大学 学生会員 ○安田 翼
 日鉄ケミカル&マテリアル 正会員 秀熊 佑哉, 櫻井 俊太
 東日本高速道路 正会員 紫桃 孝一郎

1. はじめに

近年、重交通路線を中心に鋼床版橋の疲労き裂が報告されている。日々の交通量と積載重量の増加によって、1980年代半ばより鋼床版の損傷事例が報告され始めた。疲労き裂は、デッキプレートUリブ溶接部に発生した場合に、デッキプレートを貫通するケースがあり、車両走行に影響を及ぼすことがある。鋼床版疲労耐久性向上を目的とした補強工法としてCFRP成形材を接着することを検討する。CFRP成形材接着部の疲労に対する長期耐久性を明らかにするために、振動疲労実験¹⁾を実施した。

2. 実験概要

本研究に使用した実験供試体を図1に、実験供試体パラメータを表1に示す。実験供試体は、輪荷重によってデッキプレートが変形するのに伴い、Uリブに板曲げ応力が作用する場合をモデル化した平板とUリブとする。実橋と同様にデッキ厚は12mm、Uリブのサイズは320×240×6mmである。また供試体の材質はSM400とした。CFRP成形材で補強後に、図2に示す振動疲労試験機で200万回の振動疲労実験を行う。その際のゲージ位置は図1に、着目点を図3に示す。また、実験で取り扱う鋼材、CFRP成形材、および樹脂の材料諸元を表2に示す。応力集中によるはく離防止のため

に、鋼材とCFRP成形材の間にポリウレアパテを入れるケースを設けている。

振動疲労試験条件はFEM解析により各着目位置での発生応力から応力範囲の最大値とした。解析モデルとその概要は図4、表3に示す。

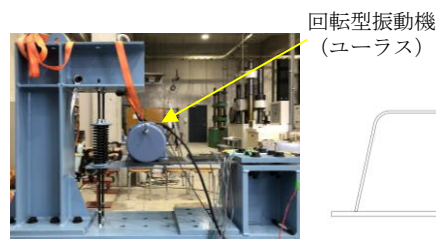


図2 実験状況

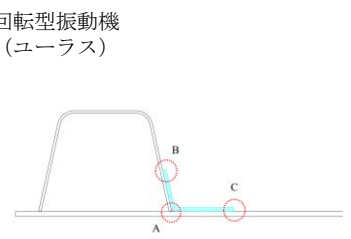


図3 着目点

表1 実験供試体パラメータ

ケース	供試体 (着目点)	FRP	ポリウレアパテ
CASE1	パターン A (着目点 A: 溶接部)	L型	なし
CASE2			デッキのみ有
CASE3			Uリブのみ有※
CASE4			全長に有
CASE5	パターン B (着目点 B: Uリブ側端部)	L型	なし
CASE6			デッキのみ有
CASE7			Uリブのみ有※
CASE8	全長に有		
CASE9	パターン C (着目点 C: デッキ側端部)	平板	なし
CASE10			成形材側に有
CASE11			鋼材側に有

注) ※印の試験ケースは、デッキ側にポリウレアパテの必要性が解析等により判明したため、実験を中止した。

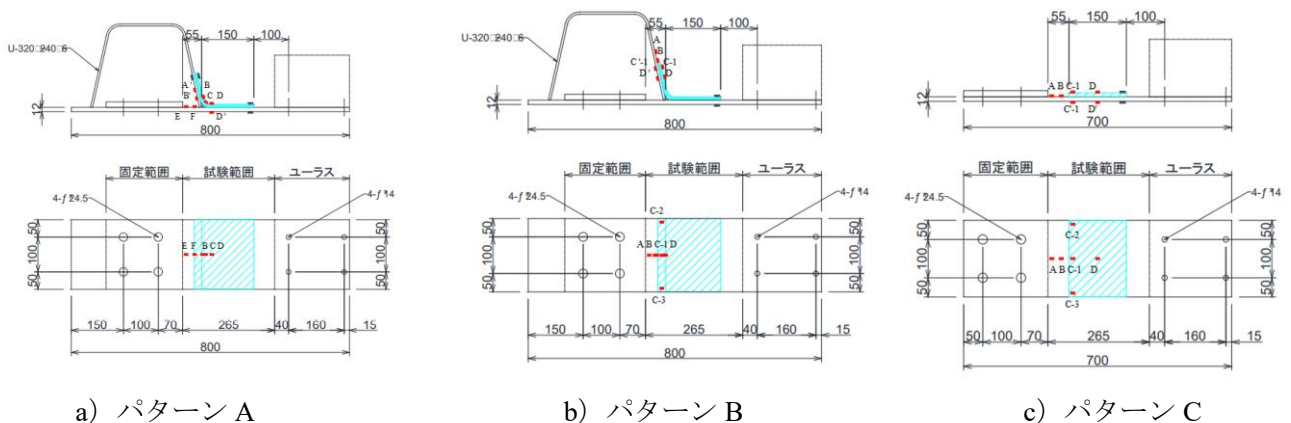


図1 実験供試体とゲージ位置

キーワード 鋼床版, Uリブ, CFRP成形材, 補強, 接着, 振動疲労試験

連絡先 〒3261-0038 埼玉県行田市前谷333番地 ものつくり大学 建設学科 TEL048-564-3907

3. 実験結果

各 CASE の実験結果を図 5 に示す。 载荷回数 200 万回を目標に試験を行った。 各試験後の状態を図 6 に示す。 パターン A (着目点 A : 溶接部) では、 CASE4 で溶接ルート部を起点としたデッキ貫通き裂が発生した。 パターン B (着目点 B : U リブ側端部) では、 すべてのケースではく離は見られなかった。 パターン C (着目点 C : デッキ側端部) では、 ポリウレアパテ無しの CASE9 で約 1 万回未満ではく離が発生した。 このことからデッキ側にポリウレアパテが無いとはく離が生じることが分かった。

4. まとめ

本実験の成果は以下の通りである。

- 1) ポリウレアパテナしの CASE9 では、 約 1 万回未満でデッキ側にはく離が生じた。
- 2) ポリウレアパテの全面塗布の場合は、 補強効果が小さいため、 CASE4 のようにデッキ貫通き裂が発生した。

【謝辞】 本実験を遂行するに際して、 関西大学・石川敏之教授に指導いただきました。 深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 山田健太郎, 小藪江朋亮, 小塩達也 : 垂直補剛材と鋼床版デッキプレートのすみ肉溶接の曲げ疲労試験, 鋼構造論文集, 14 巻, 55 号, pp.1-8, 2007

表 2 使用材料諸元

使用材料	弾性係数 (MPa)	降伏点 (MPa)	引張強度 (MPa)	ポアソン比
鋼材 (SM400)	2.0×10^5	266	427	0.3
使用材料	弾性係数 (MPa)	引張強度 (MPa)	設計厚さ (mm)	
CFRP 成形材	1.67×10^5	2400	3.868	
エポキシ樹脂	2646	59	0.5	
ポリウレアパテ	67	10	1.0	

表 3 解析モデルの概要

部材	板厚 (mm)	要素	材料	
補剛材	12	8 節点曲げシェル要素 (CQ4OS)	弾性体 $E_s = 2 \times 10^5$ MPa	
下フランジ	12			
横リブ	9			
Uリブ	6			
デッキプレート	12			
Uリブ溶接部	2.4	20 節点ソリッド要素 (CHX60)	CFRP 成形材の構成 CF 外/GF/CF 2.51 / 1.02 / 5.66 mm CF = 1.63×10^5 MPa GF = 0.205×10^5 MPa	
CFRP 成形材	—			
エポキシ樹脂層	0.5			E = 2500 MPa
ポリウレアパテ	1			E = 80 MPa

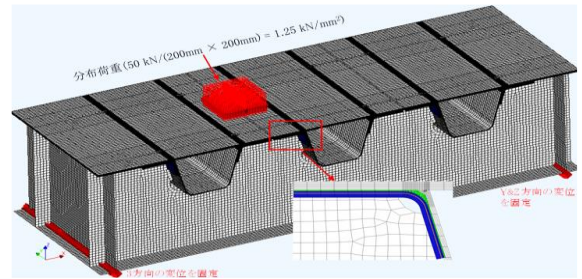
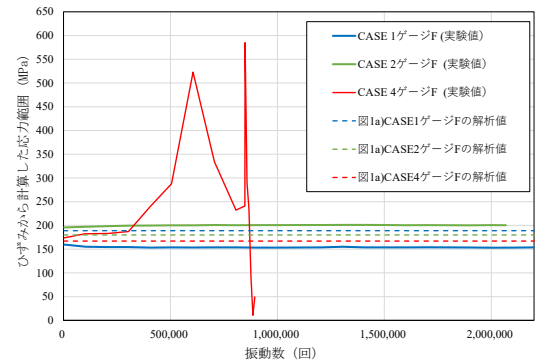
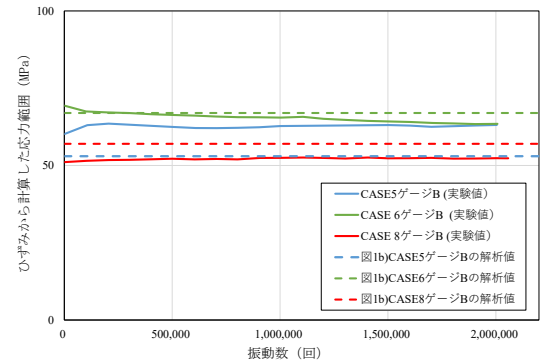


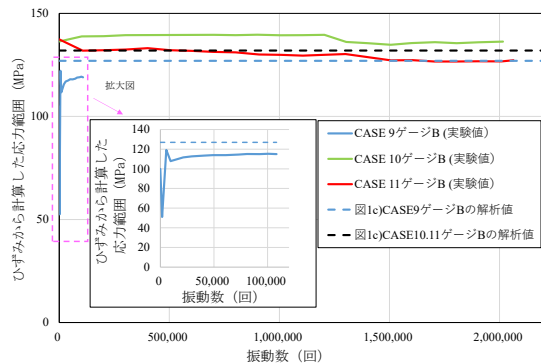
図 4 解析モデル



a) パターン A



b) パターン B



c) パターン C

図 5 各 CASE の実験応力範囲 (MPa)

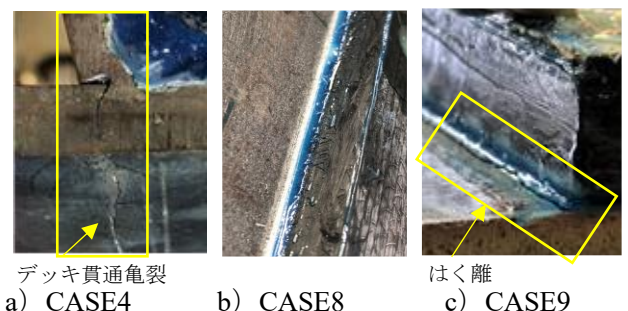


図 6 各 CASE の試験後の状態