

鋼床版 U リブ間を補強した CFRP 成形材接着部の振動疲労実験

ものづくり大学

学生会員 ○藤井 輝，安田 翼

ものづくり大学 正会員 大垣 賀津雄, PHAM NGOC VINH

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

正會員 紫桃 孝一郎

1. はじめに

近年、重交通路線を中心に鋼床版の疲労き裂が報告されている。日々の交通量と積載荷重の増加によって、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。そこで、鋼床版疲労耐久性向上を目的として、U リブ溶接部周辺に CFRP 成形材を接着して補強することを検討している。本研究では、U リブ間に設置する CFRP 成形材の貼付けに関して、繰返し荷重に対する鋼材と CFRP 成形材間のはく離防止を目的としたポリウレアパテ材(以下パテ材と呼ぶ)の塗布範囲最適化の検討を行った¹⁾。

2. 実験概要

実験供試体を図 1 に、補強断面を図 2 に、使用材料特性を表 1 に示す。本供試体は輪荷重によってデッキプレートと U リブに板曲げ応力が作用する場合をモデル化したものであり、実橋と同様にデッキ厚

12mm、Uリブのサイズは320×240×6mmとした。

本実験では表 2 に示す通りパテ材の範囲を 0～150mm 間の 5 パターンとし、グースアスファルト舗装を想定した 125℃の熱影響の有無を加えたパラメータとしている。

デッキと CFRP 成形材との間にパテ材がない場合、CFRP 成形材接着部は端部での応力集中によりはく離する．一方パテ材の施工範囲は広いほど補強効果が減少する．図 3 にパテ材施工範囲をパラメータとした U リブ溶接部の FEM 解析による応力低減率を示す．パテ材なし時の応力低減効果 63%に対しデッキ側にパテ材有る場合効果は 57～51%となる．

本実験は図 4 に示す振動疲労試験機で 200 万回の疲労試験を行う²⁾。試験時の応力範囲を表 2 に示す。これは最も条件の厳しいリブ間に 50kN のシングルタイヤ載荷時の、図 5 に示す着目点 c での発生応力範囲を各モデルによる FEM 解析で求めた値であり、それぞれの応力までの片振り載荷としている。ゲージ位置は図 1 に示す。

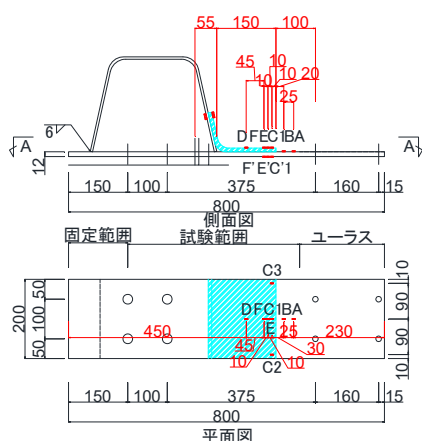


図1 実験供試体

表 1 使用材料特性

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	9.2
エポキシ樹脂	2646	59	0.5
ポリウレアパテ	67	10	1.0

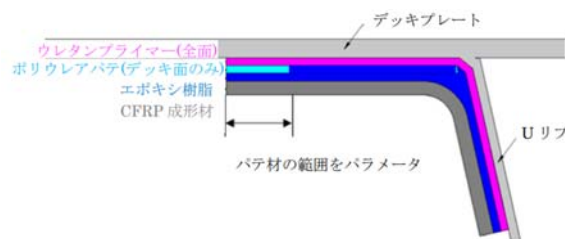


図 2 補強断面

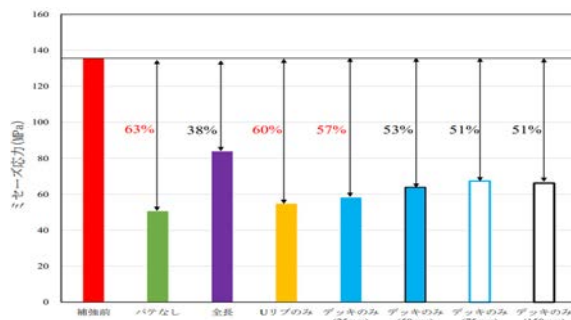


図3 Uリブ溶接部の応力低減効果率

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 〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333 番地 ものづくり大学 建設学科 TEL048-564-3907



図 4 実験状況

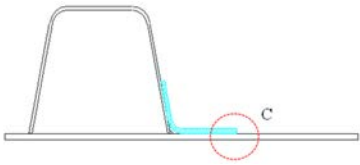


図 5 疲労破壊の着目点

3. 実験結果

表 2 に振動疲労試験結果を示す．パテ材の施工範囲が 50mm, 75mm, 150mm では熱の有無にかかわらずはく離は生じていない．一方でパテ材なしおよび 25mm(熱なし)でははく離が発生したため，ある程度の長さでパテ材の必要性がわかる．

供試体 No.1(パテ材なし)と No.2(25mm 熱なし)，No.3(25mm 熱あり)の実験結果を図 6 に示す．同図 a) から，No.1 の供試体は約 1 万回ではく離が発生したことから，パテ材は必須であることが確認できた．また，同図 b)，c) より，No.2 では約 150 万回ではく離が発生したが，No.3 の供試体ははく離が発生しなかった．以上のことから熱履歴有無の影響は少なく，パテ材の施工範囲が CFRP 成形材のはく離と関係しているといえる．

4. まとめ

- (1)CFRP 成形材施工時にパテ材を使用しない供試体 No.1 では，約 1 万回ではく離が発生した．
- (2)パテ材の施工範囲が 25mm の供試体では，No.2 (25mm 熱なし)でははく離が発生した．

以上のことから，パテ材の施工範囲を 50mm とすることで，補強効果の減少を最小限にして，疲労耐久性を向上することができると考えられる．

【謝辞】

本研究を遂行するに際して，関西大学・石川敏之教授からご指導頂きました．深く感謝いたします．

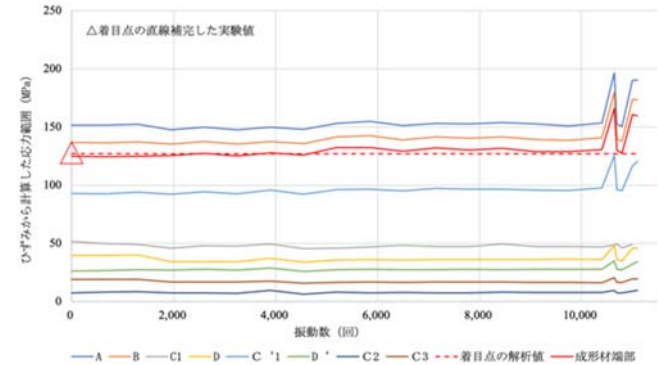
【参考文献】

1) 安田翼，大垣賀津雄，PHAM NGOC VINH，秀熊祐 哉，櫻井俊太，紫桃孝一郎：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試験，土木学会第 12 回道路橋床版シンポジウム論文集，2022.9

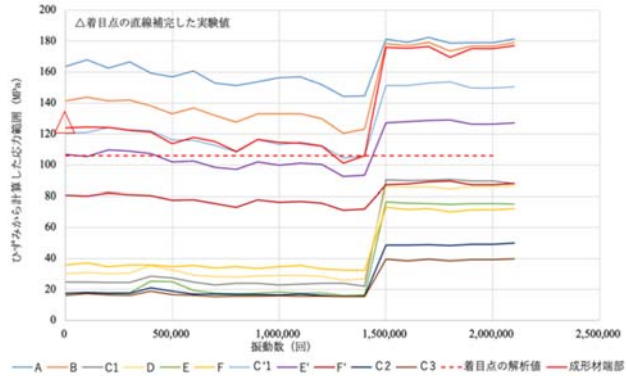
2) 山田健太郎，小藺江朋堯，小塩達也：垂直補剛材と鋼床版デッキプレートのすみ肉溶接の曲げ疲労試験，鋼構造論文集，14 巻，55 号，pp.1-8，2007

表 2 振動疲労試験結果

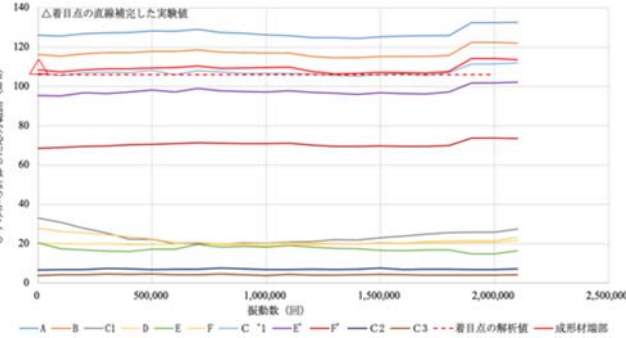
供試体 No.	ポリウレアパテの施工範囲(mm)	熱履歴の有無	応力範囲(MPa)	試験結果
1	0(デッキ無し)	—	127	剥離
2	25	—	106	剥離
3		○		剥離なし
4	50	—	110	剥離なし
5		○		剥離なし
6	75	—	118	剥離なし
7		○		剥離なし
8	150(デッキ側全長)	—	132	剥離なし
9		○		剥離なし



a) No.1 (パテ材なし) 応力範囲



b) No.2 (25mm 熱なし) 応力範囲



c) No.3 (25mm 熱あり) 応力範囲

図 6 供試体の応力範囲の変化 (MPa)