

UFC パネルと鋼板からなる複合板の疲労耐久性に関する検討

太平洋セメント(株) 正会員 ○川口 哲生 正会員 河野 克哉 正会員 田中 敏嗣
三菱レイヨン(株) 古川 琢也 吉井 裕次郎

1. はじめに

鋼床板のデッキプレートとトラフリブ溶接部に疲労亀裂が発生し、剛性が不足した箇所の補強方法として、UFC パネルをデッキプレートに接着する手法について検討を行ってきた¹⁾。UFC パネルは、優れた強度特性、変形能力を有するため²⁾、デッキプレートと十分に一体化させることで効果的な補強が可能である。筆者らは、本補強工法向けに早期に硬化するアクリル系接着剤を開発した。そこで本研究では、本補強工法の成立に必要不可欠である疲労耐久性について検証するために、UFC パネルと鋼板を接着した複合板を対象に、疲労曲げ試験と付着試験を行った。

2. 実験概要

表-1 は、使用した接着剤を示したものである。接着剤 A、接着剤 B が新規に開発した接着剤であり、引張強度と破壊時伸びが異なる。接着剤 A では、引張強度が 14.0N/mm^2 、破壊時伸びが 4.0% であり、接着剤 B では引張強度が 10.0N/mm^2 、破壊時伸びが 6.0% である。また、比較のために、現行の接着剤 C についても検討を行った。ここで用いた接着剤は、2 液混合型の樹脂にフィラーを混合し、厚塗りが可能な粘度を確保しつつ、接着後 30~50 分程度で硬化する様に配合調整したものである。本研究で用いた試験体は、鋼板(SS400)に 2mm 厚さの接着剤を塗布し、UFC パネルを接着した複合板である。接着に際し、UFC パネル表面は有機溶剤により脱脂し、鋼板の表面は、2 種ケレン相当となるようにケレンを行った。図-1 は曲げ疲労試験の概要を示したものである。荷重方法は 4 点曲げとしており、鋼板に 2 枚の UFC パネルを接着し、試験体長手軸方向の中心部に目地を設けた。鋼板の寸法は、 $500 \times 1500 \times 9\text{mm}$ 、UFC パネルの寸法は $400 \times 825 \times 40\text{mm}$ であり、目地幅は 3mm である。鋼床版に負曲げが発生する条件が設計上最も厳しいことを考慮して、鋼板に 20N/mm^2 程度の圧縮応力が発生する様に試験体形状と荷重条件と荷重方法を決定した。荷重回数は 200 万回とし、予備試験より荷重時の周波数は 5Hz と決定した。荷重波形は sin 波とし、最大荷重荷重は 3.67kN、最小荷重荷重は 0.06kN とした。また、荷重回数が 1 回、1 万回、10 万回、50 万回、100 万回、200 万回となった時点で、疲労荷重を一旦停止し、静的荷重を行なった。試験に際して、図-1 に示した箇所に、ひずみゲージを貼り付け、目地部直上の鋼板に発生する平均ひずみを計測した。

また、本研究では、200 万回の曲げ疲労試験を実施した後、付着試験を実施した。図-2 は、付着試験実施箇所を示したものである。目地近傍の(a)~(d)に示す箇所について計 12 箇所における付着強度を計測した。試験方法は、建研式付着試験を参考にしており、UFC パネルに径 100mm のコアを抜いた後、アタッチメントを設置し油圧ジャッキを用いて引抜いた。

表-1 使用した接着剤

No.	接着剤	接着剤引張強度(N/mm^2)	破壊時伸び(%)
1	接着剤 A (新規開発)	14.0	4.0
2	接着剤 B (新規開発)	10.0	6.0
3	接着剤 C (現行品)	14.0	4.0

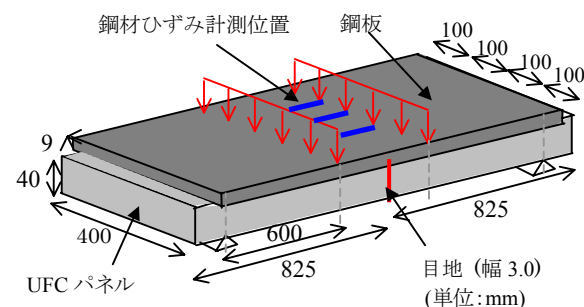


図-1 疲労曲げ試験の概要

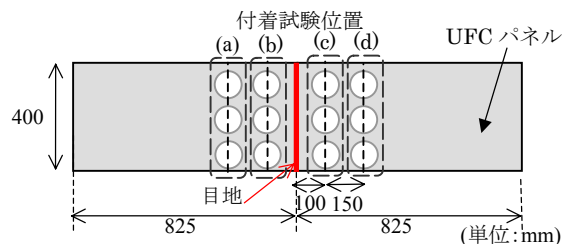


図-2 付着試験実施箇所

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート、疲労耐久性、アクリル系接着剤

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント株式会社 中央研究所 Tel.043-498-3902

3. 試験結果

(1) 疲労曲げ試験結果

図-3 は、鋼板に発生する応力と载荷回数の関係を示したものである。接着剤の強度特性が同等である接着剤 A と接着剤 C を用いたケースでは、载荷回数が 10000 回以降の領域で、鋼材に発生する応力は、ほぼ同じ挙動を示した。さらに载荷回数が増大しても鋼材に発生する応力がほとんど増大しおらず、補強効果を保持していることが確認された。しかし、強度特性が異なる接着剤 C では、接着剤 A、接着剤 B のケースよりも大きな応力が鋼材に発生しており、接着剤の強度特性が疲労耐久性に影響を及ぼすことが確認された。しかし、载荷回数が 10000 回以降の領域では、鋼材に発生する応力はほぼ一定となっていることが確認された。曲げ疲労試験終了後に目視観察を行なったが、全ケースにおいて、目地部、接着部には亀裂は確認されなかった。あわせて打音検査も行なったが、UFC パネルの剥離は確認されなかった。

(2) 付着試験結果

図-4 は付着試験結果を示したものである。ここでは、図-2 に示す(a)～(d)の位置において、計測された付着強度の平均値を示したものである。既往の検討で提案された鋼繊維補強コンクリート(SFRC)舗装による既設鋼床版の補強に関する設計・施工マニュアル(案)³⁾では、鋼板との付着強度を 1.0N/mm^2 以上とすることが規定されている。接着剤 A、接着剤 B を用いたケースでは、 $2.5\sim 3.4\text{N/mm}^2$ 程度の付着強度を確保しており、 1.0N/mm^2 以上の付着強度を有していることが確認された。また、計測位置(a),(d)と(b),(c)における付着強度を比較すると、(b),(c)で計測した付着強度の方が低くなっており、目地部に近づくにつれ付着強度が低下する傾向が確認された。しかし、疲労試験を行なわずに計測した付着強度は、接着剤 A で 3.01N/mm^2 、接着剤 B で 2.90N/mm^2 であり、疲労試験終了後の付着強度と比較すると、大きくても、その差は 0.5N/mm^2 程度の低下に留まることが確認された。

4. まとめ

(1) 200 万回の载荷後でも、UFC パネルと鋼板は剥離せず、新規に開発した接着剤は良好な疲労耐久性を有していることが確認された。また、接着剤の強度特性が異なると、鋼材に発生する応力は変化しており、接着剤の強度特性が鋼材に発生する応力に大きな影響を及ぼすことが確認された。

(2) 付着試験の結果、目地部に近づくにつれ付着強度が低下する傾向が見られたが、 1.0N/mm^2 以上の付着強度が確保されており、鋼繊維補強コンクリート舗装に規定される基準を大きく上回っていることが確認された。また、疲労試験を行なわず、事前に計測した付着強度と比較すると、 0.5N/mm^2 程度の低下に留まっていることが確認された。

謝辞: 本研究の実施に当たり、株式会社 TTES より鋼板を提供して頂きました。ここに記して深謝致します。

参考文献

- 1) 三木 千壽, 加納 隆史, 片桐 誠, 菅沼 久忠: UFC パネル貼付けによる鋼床版の疲労補強, 鋼構造論文集 Vol.15, No. 58, pp.79-87, (2008).
- 2) 土木学会: 超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案), コンクリートライブラリー, No.113, 2004.9
- 3) 土木研究所: 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 2・3・4)報告書 -SFRC 舗装による既設鋼床版の補強に関する設計・施工マニュアル(案)-, pp36-37.2009.10

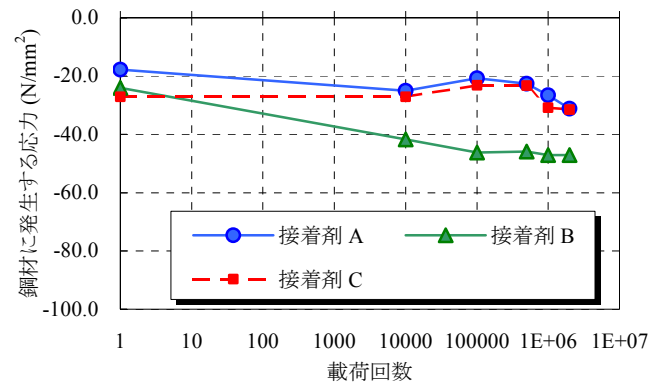


図-3 鋼板に発生する応力と载荷回数の関係

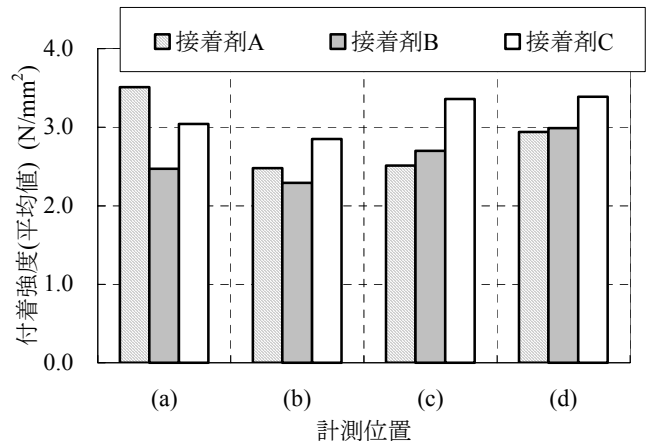


図-4 疲労試験後に計測した付着強度