

長尺リサイクル CFRP 板を接着と TRS で接合した鋼桁の補強効果の検証

京橋ブリッジ (株) 正会員 並木宏徳 ○公門和樹 非会員 山村明彦 グエンキムクオン
 関西大学 非会員 西村拓也 学生員 白石祐一 正会員 坂野昌弘

1. はじめに

軽量で腐食に強い CFRP 板は老朽化した橋梁等のインフラ構造物の補強材として活用が期待されており、近年は資源の有効活用の観点からリサイクル材が注目されている。本研究では、中小企業庁の令和 1~3 年度戦略的基盤技術高度化支援事業の一環として、橋梁の補強用に開発された長尺リサイクル CFRP 板の補強効果の検証を目的に、大型の鋼桁試験体を用いて静的載荷試験と疲労試験を行った。

2. 実験方法

長さ 1m と 2m のリサイクル CFRP 板を接着剤のみの場合と、接着剤と TRS (Thread Rolling Screw) を併用した場合の 2 種類の方法で鋼桁の下フランジ中央へ接合した。図-1~4 に試験体の形状と寸法、およびひずみゲージの貼付位置を示す。TRS は CFRP 板端部の剥離を抑えるために用いた¹⁾。1m の CFRP 板は厚さ 2.5mm の板を 4 枚圧着して厚さ 10mm としたもので、2m の

CFRP 板は厚さ 2.5mm の板を 3 枚接着剤で貼り合せ厚さ 7.5mm としたものである。それぞれの引張強度は約 700MPa、縦弾性係数は 60~70GPa である。

載荷試験は、CFRP 板補強部に一樣な曲げモーメントが作用するように、それぞれ支点間隔を 3m と 4m、載荷点間隔を 1m と 2m として行った。荷重条件については、静的載荷試験では、鋼桁の上下フランジの最大ひずみを、鋼材 (SS400) の許容応力 (140MPa) 相当までとした。疲労試験では、鋼桁の下フランジで、1mCFRP 板では G 等級と E 等級の疲労限相当、2mCFRP 板に対しては F 等級の疲労限相当の応力範囲が生じるよう荷重範囲を設定した。疲労試験の繰返し速度は 2~3Hz とした。

3. 試験結果

(1) 静的載荷試験結果

図-5~8 に、各試験体の荷重とひずみの関係を示す。接着のみの試験体では、端部のひずみが 1mCFRP

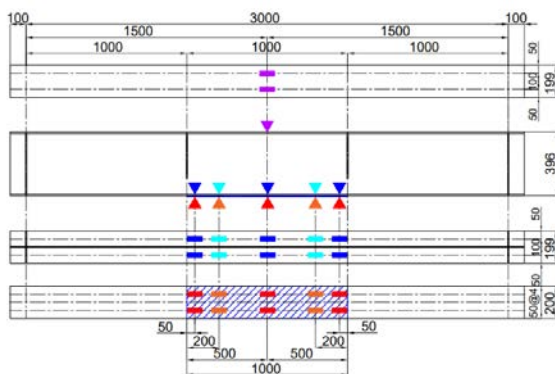


図-1 1m リサイクル CFRP 板接着接合試験体

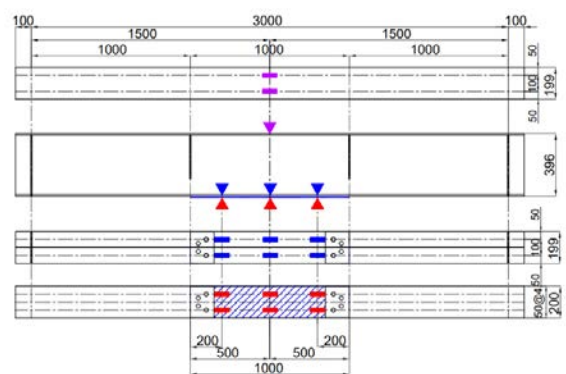


図-2 1m リサイクル CFRP 板接着+TRS 接合試験体

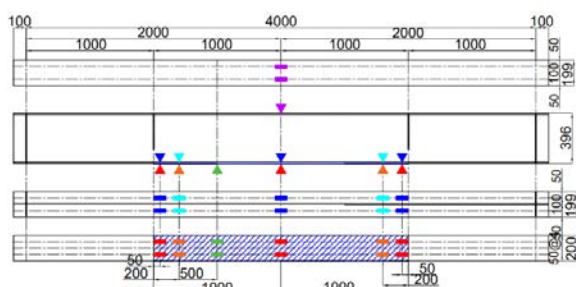


図-3 2m リサイクル CFRP 板接着接合試験体

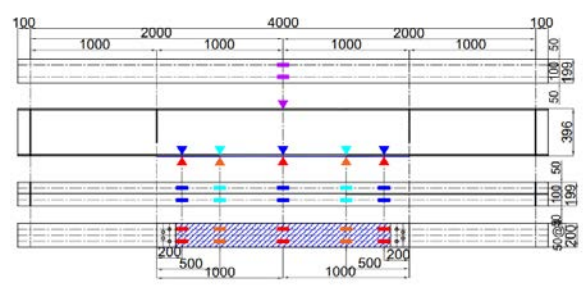


図-4 2m リサイクル CFRP 板接着+TRS 接合試験体

Key Words : CFRP, リサイクル, TRS, 補強, 鋼橋, 疲労

連絡先 : 〒536-0014 大阪市城東区鳴野西 2-2-21 電話:06-6961-6173 E-mail: cuong@kyobashi.net

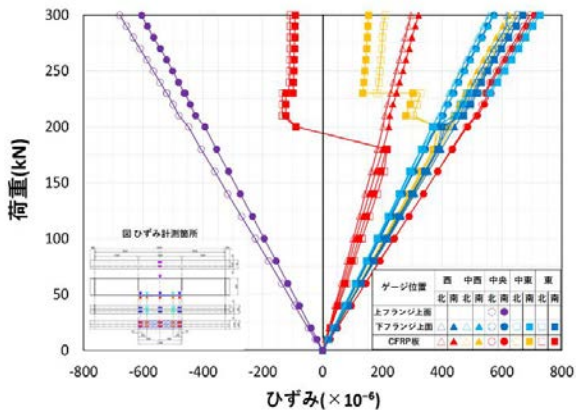


図-5 荷重とひずみの関係 (1m・接着のみ)

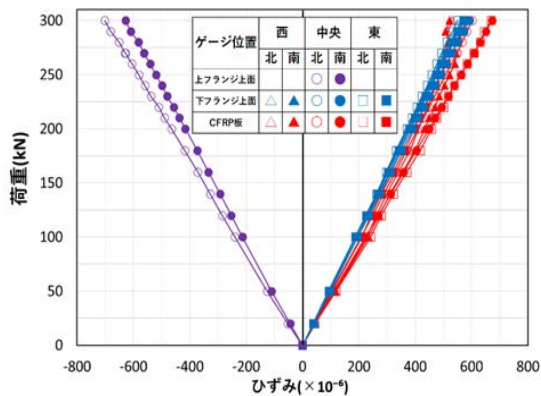


図-6 荷重とひずみの関係 (1m・接着+TRS併用)

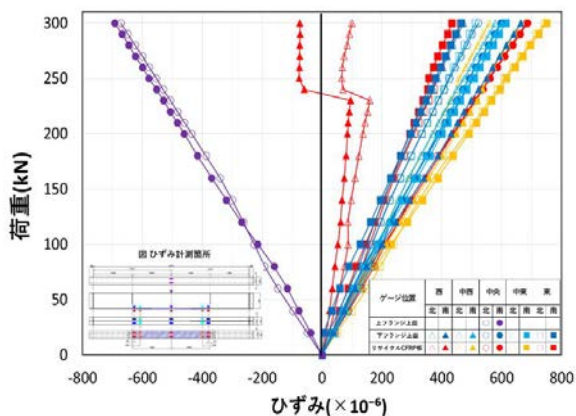


図-7 荷重とひずみの関係 (2m・接着のみ)

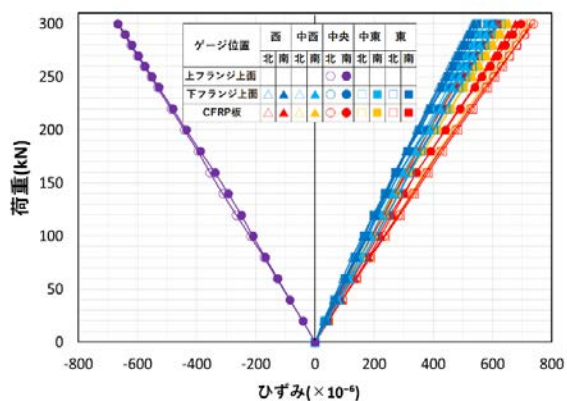


図-8 荷重とひずみの関係 (2m・接着+TRS併用)

板で 200μ (中央部では 400μ)、2mCFRP 板では $100\sim 200\mu$ (中央部では 500μ) を超えたあたりで剥離が生じ、荷重の増加とともに CFRP 板の中央に向かって剥離が進行した。剥離開始荷重が、1mCFRP 板では 200kN であったのに対して 2mCFRP 板では 240kN と高いのは、CFRP 板の厚さの違い (10mm と 7.5mm) により、2m の CFRP 板が分担する力が小さいことによるものと考えられる。

一方、CFRP 板の端部を TRS で接合した試験体では、1mCFRP 板端部で 500μ 程度でひずみの一時的な低下がみられたが、それ以外ではほぼ線形挙動を示しており、CFRP 板と鋼桁の十分な合成効果が確認された。

(2) 疲労試験結果

図-9 に、疲労試験を行った TRS 併用試験体について、TRS の孔引きを考慮した鋼桁下フランジの純断面に対する応力範囲と、亀裂発生寿命および破断寿命の関係を、鋼道路橋の疲労設計曲線ともに示す。1mCFRP 試験体では、G 等級相当で 200 万回で変状が生じなかったため、E 等級相当に荷重を上げて再試験したところ、150 万回で鋼桁下フランジの TRS 孔縁に亀裂が生じ、200 万回で下フランジが破断した。2mCFRP 試験体

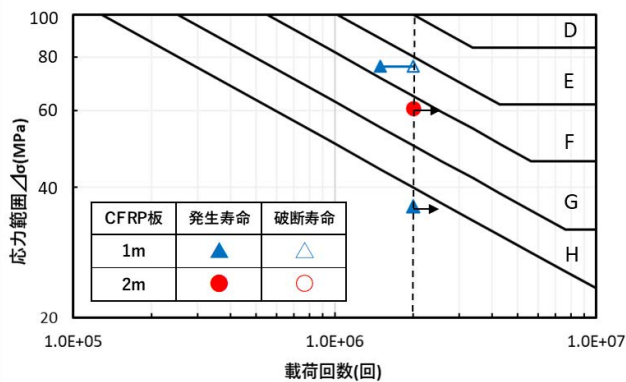


図-9 SN線図 TRS孔 (純断面応力)

は、F 等級相当の応力範囲で 200 万回の繰り返し荷重を受けても TRS 孔縁に亀裂は発生せず、リサイクル CFRP 板にも変状は確認されなかった。

4. まとめ

以上より、長尺のリサイクル CFRP 板を接着と TRS を併用して鋼桁に接合することにより、実用上十分な疲労耐久性を有することが検証できた。

参考文献

1) 白石祐一, 坂野昌弘, 藤井善通: 接着と TRS を併用した鋼桁の CFRP 板補強, 土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会, I-329, 2021.