

FRP と超高強度繊維補強コンクリートを用いた合成桁の開発

埼玉大学大学院	学生会員	○金谷 祐良
埼玉大学大学院	フェロー	睦好 宏史
埼玉大学大学院	学生会員	金子 浩之
		新井 朋也

1. はじめに

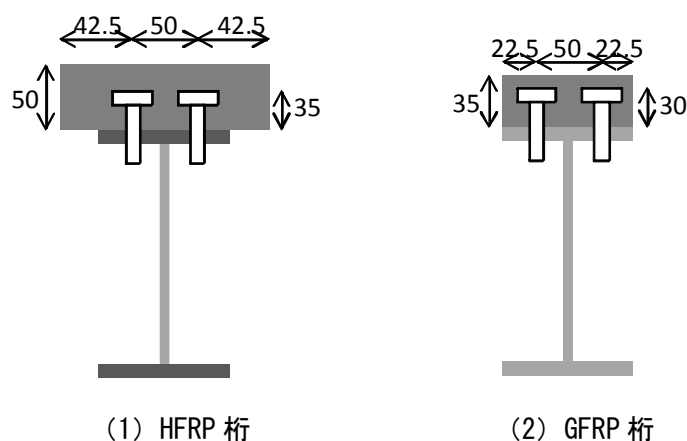
FRP (Fiber Reinforced Plastics) は軽量、高強度、高耐久性などの特徴を有し、近年橋梁などの構造物への適用が進められている。HFRP (Hybrid FRP) は FRP 本来の特徴に加え、強度や価格の異なる CFRP と GFRP を適切に組み合わせることにより、構造部材に要求される力学的性能と経済的性能を満足させることができ、大きなメリットを有している。一方、GFRP は引張強度と剛性は HFRP に劣るが、安価であるため、コストを抑えることが可能であり実構造物への適用性が期待されている。

これらの FRP を橋梁に用いた場合、FRP の剛性の低さからたわみ制限によって断面が決定され、FRP の高強度が十分に活用されていないことが報告されている。また I 型 HFRP 桁の曲げ載荷試験から圧縮フランジでの界面剥離により破壊が発生し、下フランジにおける高引張強度を有効活用できないことが明らかとなっている。本研究は曲げ剛性の増加と圧縮部での破壊を防止するためにプレキャスト超高強度繊維補強コンクリートセグメント (以下、UFC) を上床板に用いた合成桁を開発し、その力学的性状を明らかにしたものである。

2. FRP-UFC 合成桁の 4 点曲げ載荷試験

(1) 実験概要

図-1 に合成桁断面を、図-2 に載荷状況を示す。また、表-1 に実験要因を示す。HFRP 桁を用いた試験体は、UFC セグメントの目地間隔を 2 種類に変化させた。GFRP 桁を用いた試験体は、下フランジの強度を高めるために、下フランジ補強の有無を実験要因とした。UFC セグメントは 135×50×300 (mm) および 95×35×300 (mm) の 2 種類で、図-1 に示すように、高耐食ステンレスボルトを打設前に埋め込んだ。UFC と FRP 上フランジの接合には、エポキシ樹脂を用いるとともに、ボルトにより接合した。



(1) HFRP 桁 (2) GFRP 桁

図-1 合成桁断面寸法

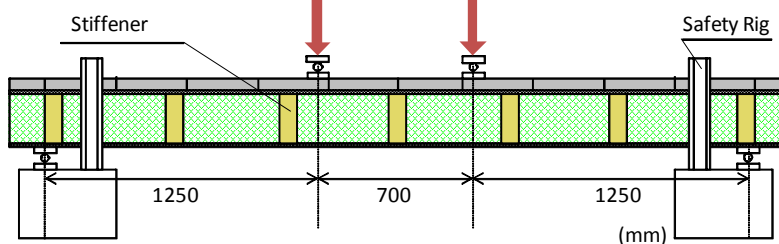


図-2 載荷状況

(2) 実験結果

図-3 に実験結果から得られた荷重・変位関係を示す。図より、H-0 と H-10 では破壊に至るまでほぼ同様の挙動を示しているため、UFC セグメントの目地間隔が耐力および剛性に与える影響は小さいものと判断される。G-only と G-10 を比較すると、FRP を UFC との合成桁にすることにより終局耐力が 2 倍程度増加するとともに、同一荷重における変位が 1/2 程度となり、剛性も大きく増大することが明らかとなった。また、G-only の場合には圧縮応力による上フランジの界面剥離が HFRP 桁同様に発生したため FRP 桁単体では高キーワード ハイブリッド FRP, GFRP, 超高強度繊維補強コンクリート

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 TEL048-858-3429

表-1 実験要因

試験体名	使用桁種	UFC セグメント 目地間隔 (mm)	UFC 高さ (mm)	UFC 幅 (mm)	補強材
H-0	HFRP	0	50	135	なし
H-10	HFRP	10	50	135	なし
G-only	GFRP	—	—	—	なし
G-10	GFRP	10	35	95	なし
GG-10	GFRP	10	35	95	ガラス繊維プレート (8mm)
GC-10	GFRP	10	35	95	炭素繊維プレート (1.2mm)

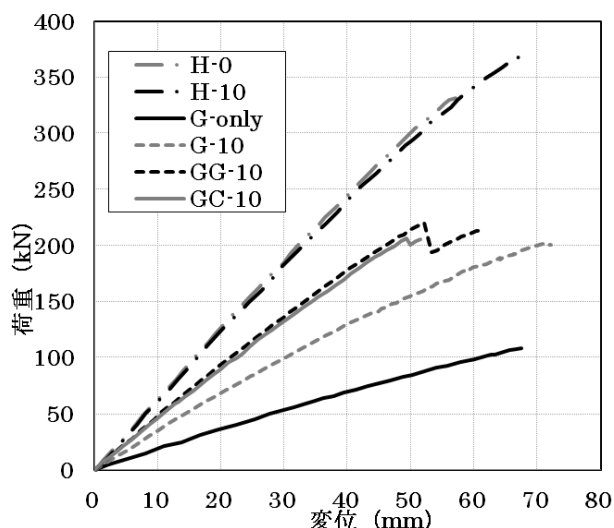


図-3 荷重-変位関係

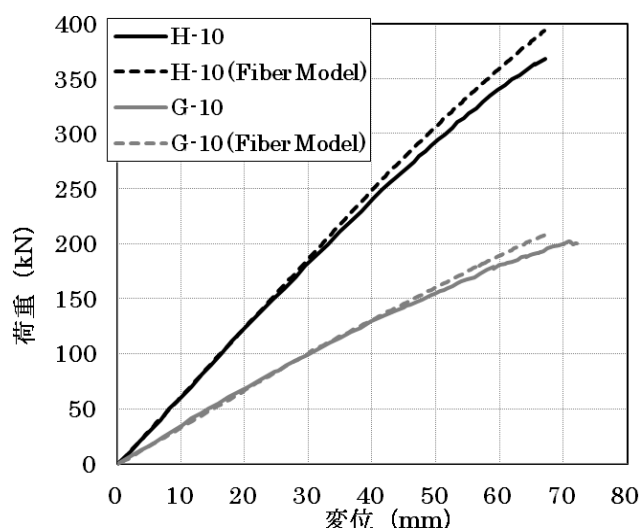


図-4 解析結果

引張強度を十分活用できないことが再確認された。次に G-10 と GG-10, GC-10 を比較する。耐力はそれぞれ概ね同様であったが、剛性に関しては GG-10, GC-10 両試験体ともに G-10 に比べ 3 割程度増加することが確認された。各試験体の下フランジの補強を用いた部材の引張試験結果から、ガラス繊維プレートは炭素繊維プレートより強度、剛性は低いという結果が得られたが、GG-10 の場合下フランジ厚が GC-10 の 1.4 倍程度あるため耐力、剛性が GC-10 と同程度となった。これより、ガラス繊維プレートであってもフランジ厚に制限がない限り、炭素繊維プレートを用いて補強した桁と同等の力学的性能を発揮することが判明した。また、すべての試験体で破壊形式は荷重スパン内での UFC の圧縮破壊であった。

(3) 解析結果

Fiber Model を用いて合成桁の解析を行った。解析には、部材の引張試験結果から得られた応力-ひずみ関係を用いた。図-4 に解析結果を示す。図より計算値は実験値と若干の違いが見られるものの概ね良好な結果得られたと言える。

3. 結論

FRP 桁とプレキャスト UFC 床版から成る合成桁は、FRP 桁単体に比べ、耐力および剛性が増加することが確認できた。このことより従来から問題となっていた FRP 橋のたわみ制限をある程度緩和することが可能であると言える。さらに、FRP の高引張強度を有効に活用することも可能となった。Fiber Model を用いた解析により合成桁の曲げ挙動は概ね精度よく推定できることが明らかとなった。

あとがき

本研究は経済産業省の「戦略的基礎技術高度化支援事業」の一環として行われたものである。関係者各位に厚く御礼申し上げます。