

現場接合部を有する GFRP 箱桁橋の曲げ載荷実験

ものづくり大学
ものづくり大学 正会員 大垣賀津雄, PHAM NGOC VINH
コムテック
コムテック

学生会員 名塚圭佑
正会員 井上澄貴, 宮田光晴
○池田哲雄, 竿代矢須子

1. はじめに

GFRP(Glass Fiber Reinforced Polymer)部材集成箱桁橋は、VI(Vacuum Infusion)法により成形した部材をアクリル樹脂で接着して製作している。軽量で腐食しないことから運河や海辺などの厳しい環境で歩道橋として使われている。2019 年 10 月に支間長 17.5m, 橋長 18.5m の GFRP 製箱桁橋が沖縄県浦添市に建設された¹⁾。しかし橋梁の支間長が 20m 程度以上になると現場までの一括輸送が困難となるため、現場接合部を設ける必要がある²⁾。

そこで GFRP 板をアクリル樹脂で接着した GFRP 箱

桁供試体を製作し、曲げ載荷実験を行って接合部の挙動や終局状態、設計に対する安全率を確認した³⁾。

2. 実験概要

図 1 と図 2 に供試体図面、接合部構造を示す。また、表 1 に材料諸元を示す。本実験供試体は支間長 6000mm, 長さ 6300mm の箱桁を製作し、端支点部から 500mm と支間中央に接合部を設けている。載荷位置は中央から両側 750mm のダイアフラム直上とし、2 点載荷 4 点曲げの実験を行った。

3. 実験結果、考察

(1)破壊状況

破壊状況を図 3 に示す。供試体の腹板にせん断変形が生じ、腹板の上フランジに沿って破壊が生じたが、接合部では破壊が生じなかった。

(2)鉛直変位

支間中央の鉛直変位を図 4 に示す。同図から GFRP 部材が弾性的な挙動を示しており、FEM 解析値より剛性は若干高くなり、荷重と変位の関係はほぼ一致している。この剛性の向上は腹板をコの字形状にしており、フランジが強化されたためと考えられる。また最大荷重は 573 kN であり、これは設計

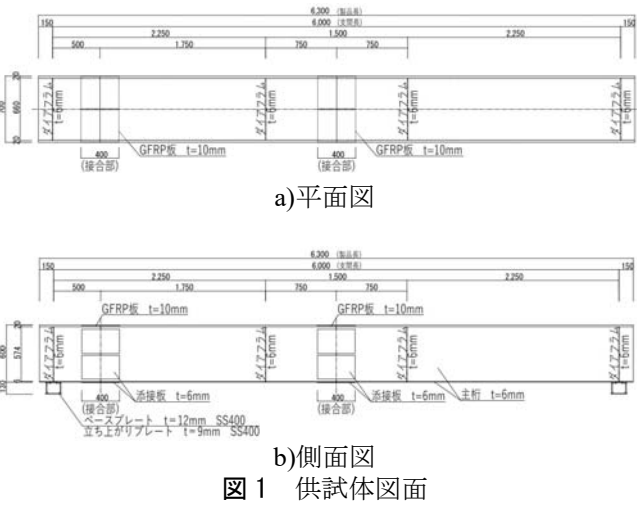


図 1 供試体図面

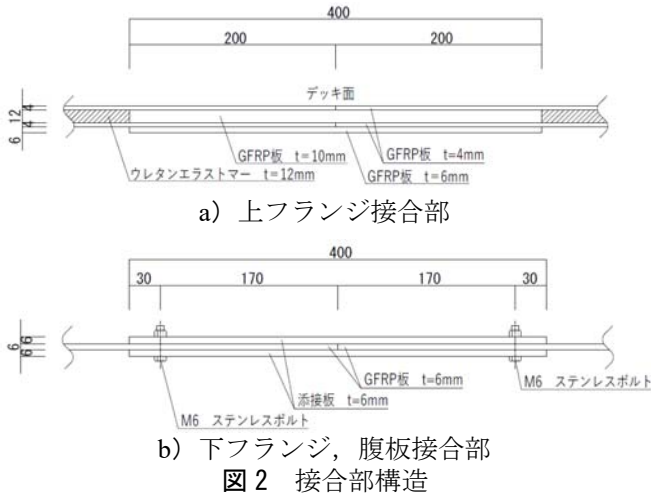


図 2 接合部構造

方向	材料強度 (MPa)				弾性係数 (MPa)
	曲げ引張	圧縮	座屈強度	せん断	
橋軸方向	543	482	162	106	2.10×10^4
橋軸直角方向	330	215	—	82	1.81×10^4



図 3 破壊状況

キーワード
連絡先

GFRP, VI 法, 歩道橋, 継手, 接着接合, サンドイッチ床版
〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333 番地

ものづくり大学 建設学科
TEL 048-564-3907

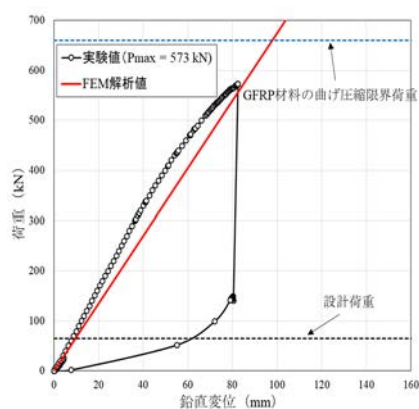
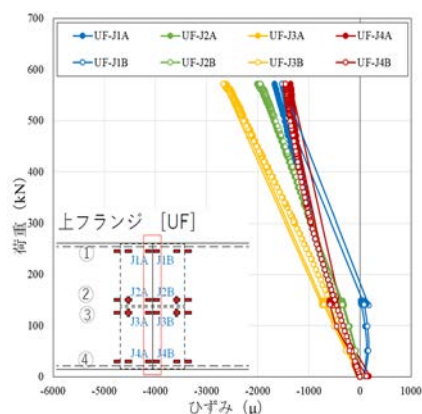
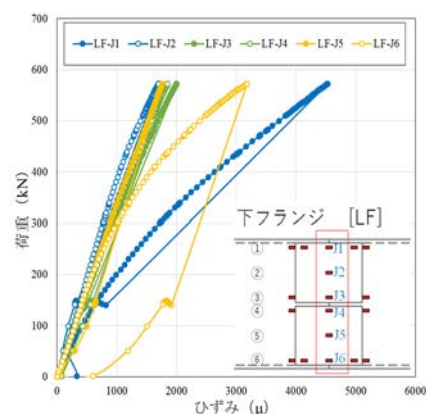


図4 支間中央鉛直変位



a)上フランジ接合部ひずみ



b)フランジ接合部ひずみ

図5 支間中央接合部ひずみ

荷重相当の 65 kN の 8.8 倍であり、目標安全率 6 を超える結果であった。なお、荷重除荷後は支間中央で約 80mm あった鉛直変位がほとんどなくなって元に戻っている。これは繊維が全て破断していない場合における GFRP 構造の特性であるといえる。

(3) 支間中央上下接合部ひずみ

上フランジ接合部のひずみを図 5a)に示す。上フランジ 4 箇所のひずみは接合線を跨いで A, B 両測点とも同じ挙動をしており、サンドイッチ板コア部に挿入した GFRP 板は終局段階であっても健全であったと考えられる。測定位置 J3A, B のひずみが一番大きく 2700μ となった。応力換算すると 57MPa であり、材料の圧縮強度 482MPa と比較して小さい値である。また、いずれの測点も除荷後の残留ひずみがほとんど残っておらず、接合部の健全性が伺える。

下フランジ接合部のひずみを図 5b)に示す。下フランジ接合部添接板上の J1 のひずみが 4500μ と一番大きかったが応力に換算しても 95MPa であり、GFRP 板の引張強度が 543MPa であるので終局段階でも低い応力レベルであることがわかる。また、上フランジ同様に除荷後の残留ひずみはほとんど残らず、接合部の健全性がわかった。

(4) 桁端部接合部ひずみ

桁端部腹板の接合部のせん断ひずみを図 6 に示す。ひずみは小さい値であったが 500 kN 辺りからひずみは急増している。最大値は応力にして 130μ であり問題のない範囲であった。また添接板のはく離など生じず、除荷に合わせて残留ひずみも残らなかったため、接合部の健全性が確認できた。

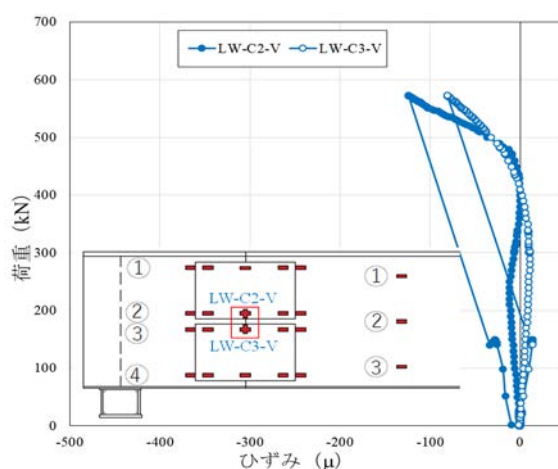


図6 桁端部腹板接合部ひずみ

4. まとめ

接合部を設けた GFRP 箱桁供試体の最大荷重は、設計荷重の 8.8 倍であり、目標安全率 6 以上であった。また接合部ひずみの終局段階における応力レベルは低く、健全性が確認できた。

今後の課題として腹板のせん断破壊を防ぐため、腹板に垂直補剛材を適度に設置するなどの設計上の検討を行っていく必要がある。

【参考文献】

- 1) 大垣賀津雄, 井上澄貴, 宮田光晴, 池田哲雄, PHAM NGOC VINH: GFRP 箱桁橋部材の継手構造に関する実験的研究, 第 14 回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム, 2021.11
- 2) 井上澄貴, 宮田光晴, 池田哲雄, 地福賢, 竿代矢須子, 大垣賀津雄, 下前照: GFRP 成形材を接着した BOX 桁橋の曲げおよびせん断耐荷力に関する実験研究, 第 8 回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム, 2020.11
- 3) 名塚圭佑, 大垣賀津雄, PHAM NGOC VINH, 井上澄貴, 宮田光晴, 池田哲雄: 現場接合部を有する GFRP 製箱桁橋の曲げ耐荷力に関する研究, 第 9 回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム, 2022.11