

GFRP ボックス桁橋の曲げおよびせん断耐荷力に関する実験研究

ものづくり大学

正会員 ○大垣賀津雄

コムテック

池田哲雄, 井上澄貴, 宮田光晴

コムテック

地福賢, 竿代矢須子

1. はじめに

GFRP (Glass Fiber Reinforced Plastics) 成形部材を VI(Vacuum Infusion)法¹⁾により製作し、エポキシ樹脂にて接着接合したボックス桁橋が、2019 年 10 月に沖縄県浦添市において架設された(図 1 参照). この実構造 GFRP 橋の 1/2 スケール断面供試体を製作し、設計段階で想定した安全性が確保されているか確認することを目的として、曲げとせん断の静的載荷実験を行った^{2),3)}. 本研究は、実験で得られたデータを整理し、事前に行った FEA 解析値や梁理論による計算値と比較考察したものである.

2. 実験概要

供試体は、図 2 に示すような支間長 6m, 幅 1.27m, 高さ 0.525m, GFRP 部材厚 6mm (床版厚のみ 20mm) で、実橋と同様約 85mm のキャンバーをつけたものを使用した. この供試体に対して、曲げおよびせん断載荷実験を行った.

2.1 曲げ載荷実験

曲げ載荷実験では、図 3 に示すように供試体の支間中央 1000mm 間隔の 2 点へ均等に荷重を加えていき、終局までの変位やひずみを荷重 10kN 増分ごとに測定した.

2.2 せん断載荷実験

本実験では、図 4 に示すように曲げ載荷実験で用いた供試体の健全な部分 (桁端支点から 2.5m) に、端支点より 500mm の位置で載荷点を設け、荷重を加えていき、終局状態までの変位やひずみを荷重 10kN 増分ごとに測定した.

3. 実験結果

3.1 曲げ載荷実験

図 5 に示すように、正面から見て右側の載荷点付近で床版と主桁ウェブの接着が剥がれ、床版が大きく盛り上がるようにして破壊した.

図 6 より、GFRP 部材はほぼ弾性挙動を示すこと、最大荷重 722kN において突如破壊を起こしていることがわかる. 梁理論により算出した計算値、FEA によって算出された解析値、実験により得られた実測値、これらの荷重と変位の関係を図 7 に示す. 図 7 より、計算よりも実験供試体は剛性が高く、たわみが抑えられていること、計算上の GFRP



図 1 浦添公園歩道橋

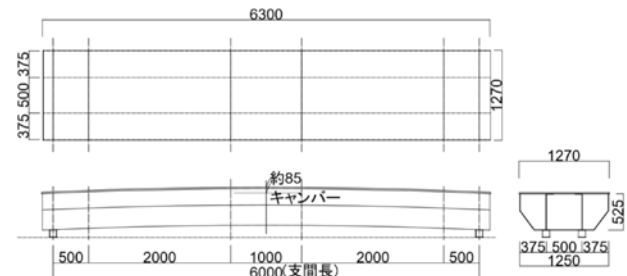


図 2 GFRP 橋供試体

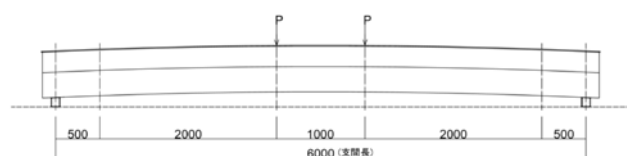


図 3 曲げ載荷実験

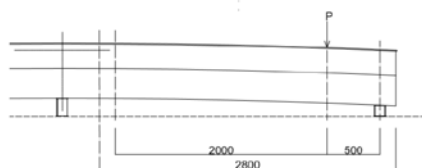


図 4 せん断載荷実験



図 5 曲げ載荷実験破壊状況

キーワード GFRP, 歩道橋, 曲げ載荷実験, せん断載荷実験, VI 法

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

繊維の破断強度よりも低い荷重で破壊していることが分かる。また、床版破壊時の設計計算値に対する安全率を算出した結果、設計モーメントの 5.9 倍、設計限界たわみの 15.9 倍の安全率を有していることが分かった(表 1 参照)。

3.2 セン断載荷実験

図 8 より、3 度破壊が発生したこと、破壊のたびに荷重の減少とともに鉛直変位が増加していることが分かる。第 1 破壊で右側支承部および右主桁が破壊、第 2 破壊で左側支承部および左主桁が破壊、第 3 破壊でダイヤフラム下部にひび割れが発生した。

図 9 より、右ウェブのせん断応力度が大きく、右ウェブの破壊が先行していたことが分かる。また、設計最大支点反力および許容せん断応力度の計算値から、供試体におけるこれらに相当する計算荷重値により、第 1 破壊時点の破壊荷重に対する安全率を算出した。その結果、設計支点反力に対して 15.3 倍、設計許容せん断応力度の 1.5 倍の安全率を有していることが分かった (表 2 参照)。

4. まとめ

実験結果より、GFRP 部材接合ボックス桁橋は、支間中央部の曲げ耐力や支点付近のせん断耐力について、十分な安全性を確保できているといえる。今後の課題は、破壊時に急激な耐力低下が発生しないような対策を検討することである。

【謝辞】本研究において、ものづくり大学建設学科の稲木等君他、関係各位に多大な協力を賜りました。ここに記して感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) (株)コムテック：VACUUM INFUSION GRP BRIDGE
- 2) 大垣賀津雄,大前敦,西田賢二：GFRP 集成桁の曲げ耐力に関する実験的研究,第7回 FRP 複合構造・橋梁シンポジウム論文集,2017.11
- 3) 大垣賀津雄,小林朗,小森篤也,秀熊佑哉：超軽量 FRP 複合床版の静的載荷実験と現場施工,第7回 FRP 複合構造・橋梁シンポジウム論文集,2017.11

表 1 曲げ載荷実験結果

項目		荷重 kN	曲げモーメント kNm	鉛直変位 mm	備考
実橋	設計最大曲げモーメント時計算値	—	594	78	
	設計たわみ限界時計算値	117	221	29	
実験供試体	設計最大曲げモーメント時計算値 P_{DA}	119	149	20	$P_{max}P_{DA} = 5.9$
	設計たわみ限界時計算値 P_{DB}	44	55	7	$P_{max}P_{DB} = 15.9$
	たわみ(L/600)限界時計算値 P_{DC}	60	75	10	$P_{max}P_{DC} = 11.7$
	GFRP 板曲げ引張強度限界計算値	1762	2203	290	
	GFRP 板曲げ引張強度限界解析値	1590	1988	290	
	床版破壊時実験値 P_{max}	700	875	77	
	最大荷重実験値	722	903	80	

表 2 セン断載荷実験結果

項目		荷重 kN	支点反力 kN	備考
実橋	設計最大支点反力時計算値	—	107	
	設計許容せん断応力度時計算値	—	1100	
実験供試体	設計最大支点反力時計算 P_{DA}	34	27	$P_{max}P_{DA} = 15.4$
	設計許容せん断応力度時計算 P_{DB}	346	277	$P_{max}P_{DB} = 1.5$
	GFRP 主桁せん断強度限界計算値	1400	1120	
	第 1 回目の破壊荷重(支点部支圧破壊)実験値 P_{max}	520	416	
	第 3 回目の破壊荷重(ダイヤフラムの破壊)実験値	910	728	

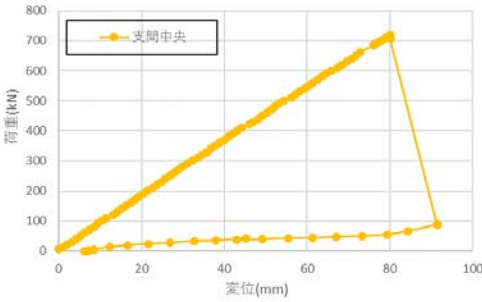


図 6 曲げ載荷実験 中央の鉛直変位

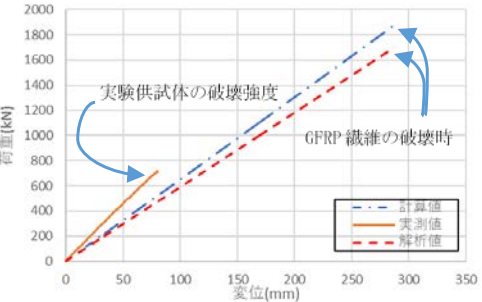


図 7 曲げ載荷実験値と計算値の比較

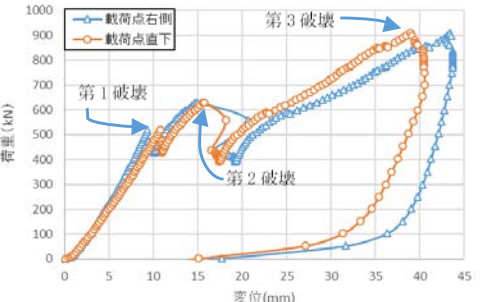


図 8 セン断載荷実験 載荷点近傍変位

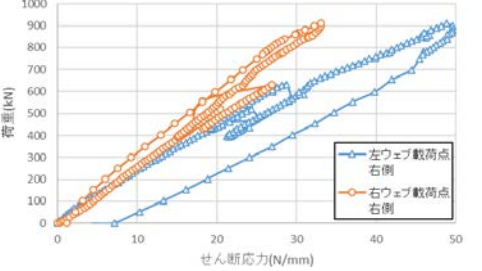


図 9 セン断載荷実験 セン断応力度