第 I 部門

CFRP 板接着補強積層 GFRP 桁の曲げ耐荷特性に関する実験的検討

立命館大学大学院	学生員	〇大森	政和
大阪市立大学大学院	正会員	松村	政秀
三菱樹脂インフラテック	(株)正会員	久部	修弘
立命館大学理工学部	正会員	野阪	克義

<u>1. はじめに</u>

近年, FRP 材の橋梁への適用が検討されているが,設計指針などが確立していないために,事例ごとの検討が必要な状況である.著者らは,比較的安価な GFRP を主材として CFRP で補強した桁を,既存橋梁の拡幅歩道橋へ適用できないかを検討している.本研究では,箱型 GFRP 桁を4積層した桁に床版を付けた形で実験を行い,拡幅歩道橋への適用可能性を検討した.

2. 曲げ実験概要

実験は全て4点曲げ載荷で、ひずみ・荷重・たわみを計測した.実験に使用した部材の寸法に関しては、箱型 GFRP 桁は 100×100,厚さ 5mm である.また、補強に用いた CFRP 板は 50×1.2mm で GFRP 床版は 496×60mm、厚さ 5~7mm の中空矩形断面である.実験に使用した GFRP 材は長手方向の1方向繊維補強材である.実験供試体の概要図を図-1 に示す.

2.1 供試体概要

本研究では3種類の供試体を各1体用意し,実験を行った.すべて橋長は5200mmで支間長は5000mmとした. 等曲げ区間を1200mm, せん断区間を1900mmとした.支圧部(載荷点および支点)の桁内部にモルタルを充填す ることで補強を行った.載荷梁からの直接的な載荷が困難であったため,断面が100×100mmの木材を介して載荷 した.

GFRP 積層補強桁_SP は箱型 GFRP 桁を 4 層接着材で積層し,下面を CFRP 板で補強した.また,幅 500mm の GFRP 床版を載荷部にのみ接着接合した.GFRP 積層補強桁_SA は箱型 GFRP 桁を 4 層接着材で積層し,下面を CFRP 板で補強した.幅 1300mm の GFRP 床版を桁全体に接着接合した桁である.GFRP 積層補強桁_SAR は箱型 GFRP 桁を 4 層接着材で積層し,下面を CFRP 板で補強した.GFRP 積層補強桁_SA と同様に幅 1300mm の GFRP 床版を 桁全体につけたが,床版の固定方法を接着材と GFRP アングル材の併用接合としている点が異なる.



図-1 GFRP 積層補強桁_SAR 概要図

Masakazu OOMORI, Masahide MATSUMURA, Nobuhiro HISABE, Katsuyoshi NOZAKA k-nozaka@se.ritsumei.ac.jp

2.2 材料特性

材料特性に関しては要素実験の結果を用い ている. 材料特性を表-1 に示す. CFRP 材と接 着材に関してはカタログ値を使用している.

		引張強度	圧縮強度	弾性係数	
GFRP	繊維方向	292	179	34000	
	繊維直角方向	39.3	—	11000	
CFRP 高	高弾性	1200	—	450000	
	高強度	2400	—	170000	
接着材	エポキシ樹脂	_	_	3770	

表-1 材料特性(kN/mm²)

3. 実験結果

3.1 崩壊形状

GFRP 積層補強桁 SP の崩壊形状は、積層

している GFRP 桁の接着界面の剥離という形であった.

また、同様に GFRP 積層補強桁 SA では GFRP 床版と GFRP 桁の接着界面において剥離が発生した. GFRP 積 層補強桁_SAR では、崩壊形状としては GFRP 床版の座屈という結果となった.これは想定していた崩壊と一 致する結果であり、最大荷重107.8kNも、床版の上端部の板座屈が生じる時の理論値である104.4kNとほぼ同

じ試験結果が得られた.このとき,GFRP 床版と GFRP 桁との接着 界面の剥離といった現象は全く見られなかった.GFRP アングル材 による合成効果の向上が効いていたといえる.

3.2 ひずみ分布

aight(r -1500 図-2 に M=25kN・m 時の等曲げ区間中央のひずみ分布の1 例を示 す.GFRP 積層補強桁 SP のひずみ分布が直線的な挙動を示す結果 となった.しかし,理論値よりひずみが小さい値となっている.こ の原因の一つとしては供試体の一部に GFRP 床版があることや無 収縮モルタルで支点を補強していることで、等曲げ区間にかかるモーメントが減少していることが考えられる.

GFRP 積層補強桁_SA, SAR のひずみ分布をではほとんど理論値通りの結果が得られた.

また、せん断区間において 3 軸ゲージを貼付けておりその結果よりせん断弾性係数 G を算出したところ G=2500~3500N/mm²という結果が得られた. 5000

3.3 たわみ

たわみに関して理論値との整合性を確かめるために,実験 値より理論値の曲げ変形を差し引き, せん断変形を算出し, 逆算したせん断弾性係数Gを図-3に示す.曲げによるたわ みの理論値はカスティリアーノの定理を用いた. せん断たわ 積Awにのみせん断応力が作用すると仮定して式(1)を用い て算出している.なおLはせん断スパンの合計である.



 $\delta_{shear} = \frac{FL}{4A_w G}$ (1)

載荷をはじめたところでは数値が安定していないが、50kN・m付近では数値が安定してきており、せん断弾 性係数 G=2500~3500N/mm²という結果が得られた. GFRP 積層補強桁_SA では若干低めの値となっているが, ほぼ3軸ゲージで得られたせん断弾性係数と一致する結果となっており、ほぼ理論通りのたわみとなる結果が 得られた.

4. おわりに

本研究の実験結果より、GFRP 積層補強桁は十分な耐荷能力を有しており、ひずみ分布に関しても鋼材と同 様に直線的な分布を示すことがわかった.しかし、FRP の特徴としてせん断によるたわみ、支圧部の補強、接 着材による接合方法などについて注意が必要である.

