

組紐型 AFRP 補強 PVA-FRCC 梁部材の構造性能
その1 実験概要および実験結果

筑波大学 正会員 ○金久保 利之 筑波大学大学院 学生会員 高砂 柊伍
筑波大学 学生会員 佐々木 秀人

1. はじめに

耐腐食性を有し、高強度かつ弾性挙動を示す連続繊維補強材（Fiber-Reinforced Polymer：FRP）と、短繊維を混入し引張性能を向上させた繊維補強セメント複合材料（Fiber-Reinforced Cementitious Composite：FRCC）を利用することで、外乱が生じた後も使用可能で修復性に優れた高寿命な構造部材が期待できる。本研究では、FRP 補強 FRCC 梁部材の曲げ載荷を実施し、ひび割れ幅、破壊性状、最大耐力を検討した。その1では、実験概要および実験結果について述べる。

2. 実験概要

試験体一覧を表-1 に、試験体形状を図-1 に示す。試験体は、幅 180mm，せい 280mm とし、補強筋には組紐型アラミド FRP 補強筋（直径 13.52mm，引張強度 1315MPa，弾性係数 66GPa）を上端に 2 本，下端に 3 本配した。FRCC 混入繊維には PVA 繊維（繊維長 12mm，繊維径 0.10mm，引張強度 1200MPa，弾性係数 28GPa）を用いた。試験区間で曲げ破壊が先行するように，試験区間外にせん断補強筋を配した。FRP 補強筋および PVA 繊維の形状を図-2 に示す。FRCC の配合計画および $\phi 100\text{mm}\times 200\text{mm}$ 円柱供試体による圧縮特性を表-2 に示す。加力は 2MN 万能試験機により，4 点曲げ載荷を行った。計測項目は，荷重，載荷点部 2 ヶ所に設けた変位計によるたわみ，引張側補強筋の載荷点部 6 ヶ所のひずみ，試験区間内の π 型変位計による軸方向変形である。変位計設置状況を図-3 に示す。試験区間に設置した π 型変位計の名称は，圧縮側が C1，C2，C3，引張側が T1，T2，T3 である。パラメータは，繊維体積混

表-1 試験体一覧

試験体名称	共通事項	加力方法	繊維体積混入率
MT	補強筋： 組紐型アラミド FRP 補強筋 $p_f=1.04(\%)$ FRCC 繊維：PVA 繊維	単調	—
PVA1%			1%
PVA2%		片側繰返し	2%
PVA2%C			

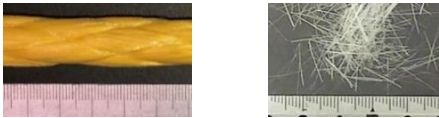


図-2 FRP 補強筋および PVA 繊維形状

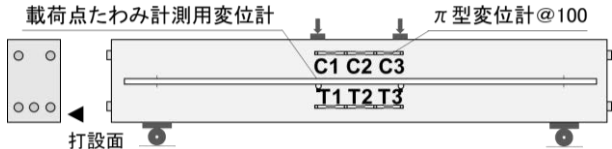


図-3 変位計設置状況

表-2 FRCC 配合計画および圧縮特性

試験体種別	単位量(kg/m ³)				F (kg)	σ_c (MPa)	E_c (GPa)
	W	C	S	FA			
MT	380	678	484	291	0	42.4	17.4
PVA1%					13	47.5	16.6
PVA2%					26	41.2	15.9
PVA2%C						47.0	16.4

W：水道水，C：早強ボルトランドセメント，
S：7号珪砂，FA：フライアッシュⅡ種，F：PVA 繊維
 σ_c ：圧縮強度， E_c ：弾性係数

入率(V_f)および載荷履歴であり，それぞれ $V_f=0\%$ (MT)，1% (PVA1%)，2% (PVA2%) および単調（記号なし），片側繰返し（記号 C）とした。PVA2%C 試験体の載荷履歴を図-4 に示す。載荷点たわみにより制御し，たわみ 2mm，4mm，6mm，8mm，10mm において各 5 回，回転角 3/100rad. (16.5mm) において 2 回の繰返し加力を行い，その後終局まで加力した。

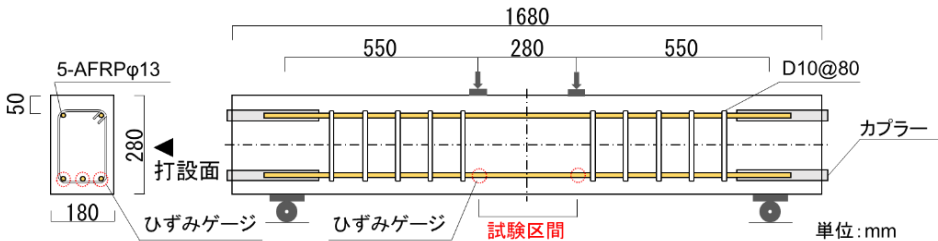
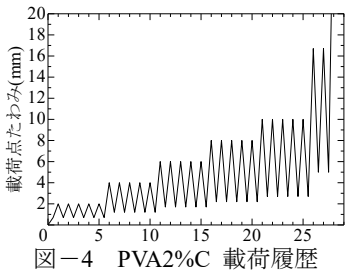


図-1 試験体形状



キーワード アラミド FRP，PVA，ひび割れ幅，曲げ試験
連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL 029-853-5045

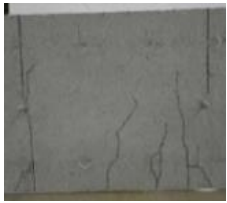
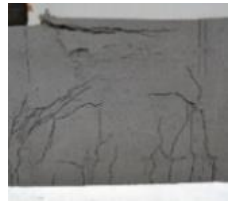
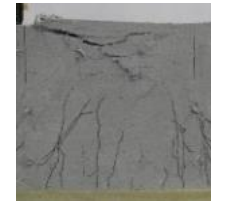
全体の様子		試験区間のひび割れ発生状況	
MT		MT	PVA1%
			
PVA1%			
PVA2%		PVA2%	PVA2%C
			
PVA2%C			

図-5 加力後の試験体

3. 実験結果

3. 1 破壊性状

加力後の試験体および試験区間のひび割れ発生状況を図-5 に示す。MT および PVA1% 試験体では、試験体端部の定着部破壊により荷重が低下した。PVA2% および PVA2%C 試験体では、試験区間の FRCC の圧壊により最大荷重を迎え、その後、荷重を保持しつつたわみが増大した。FRCC の繊維体積混入率が増加するほど、計測区間のひび割れ本数が増加する傾向がみられた。PVA2%C 試験体のたわみ 10mm までの加力では、除荷時には目視確認が難しい程度にひび割れが閉じた。

3. 2 荷重－載荷点たわみ関係

荷重－載荷点たわみ関係を図-6 に示す。最大荷重は MT : 154kN, PVA1% : 217kN, PVA2% : 198kN, PVA2%C : 229kN であった。PVA2%C 試験体において、繰返し加力による各サイクルでの荷重低下および最大荷重の低下はみられなかった。

3. 3 補強筋ひずみ－ひび割れ幅関係

補強筋ひずみ－ひび割れ幅関係を図-7 に示す。補強筋ひずみは、載荷点部 6 ヶ所のひずみゲージの平均値とした。ひび割れ幅は、引張側 π 型変位計による各区間の軸方向変形を、その区間に生じたひび割れ本数で除して、1 本あたりのひび割れ幅とした。同一補強筋ひずみ時のひび割れ幅は、繊維体積混入率が増加するほど小さくなる傾向がみられた。これは、PVA 繊維がひび割れを架橋することでひび割れ幅を抑制するとともに、繊維体積混入率が増加するほどひび割れ本数が増加するためと考えられる。

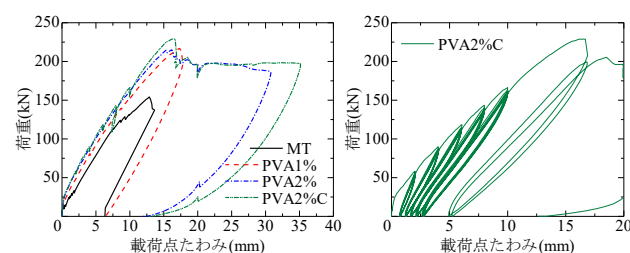


図-6 荷重－載荷点たわみ関係

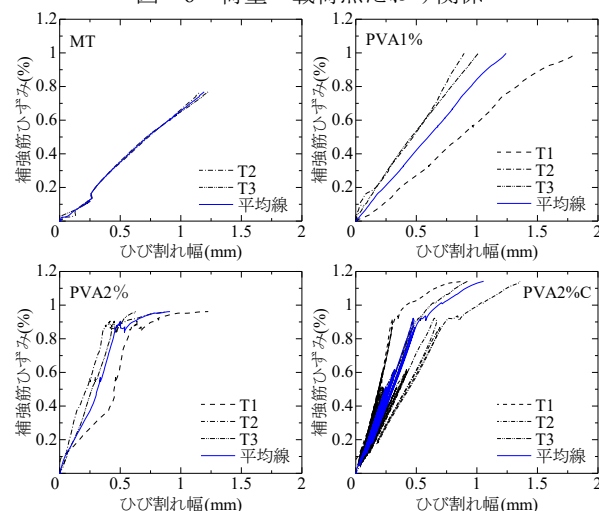


図-7 補強筋ひずみ－ひび割れ幅関係

4. まとめ

- (1) 繊維体積混入率 2%の試験体において FRCC の圧壊により最大荷重を迎え、その後、荷重を保持しつつたわみが増大した。
- (2) 繰返し加力による各サイクルでの荷重低下はみられなかった。
- (3) 同一補強筋ひずみ時のひび割れ幅は、繊維体積混入率が増加するほど小さくなる傾向がみられた。

謝辞

組紐型アラミド補強筋はファイベックス(株)に、PVA 繊維は(株)クラレにご提供いただいた。