

ポスター発表 | 第V部門

2025年9月12日(金) 14:40 ~ 16:00 Oe (熊本城ホール)

補修・補強 (材料) / 短繊維補強コンクリート (材料)

座長：審良 郁夫 (オリエンタルコンサルタンツ)

[12PM2-Oe-06] ポリエステル繊維補強セメント複合材料の曲げ試験と引張構成則の検討

*古川 翔也¹、金久保 利之¹、ネガシュ シフェラー¹、シヴァスブラマニアン マダッパ²、シン シャムチャー³ (1. 筑波大学、2. ポンドゥシェリ国立工科大学、3. ビルラ工科科学大学ピラニ校)

キーワード：FRCC、ポリエステル繊維、圧縮試験、曲げ試験、断面解析

本研究の目的は、ポリエステル繊維を用いた繊維強化セメント系複合材料(FRCC)の機械的特性を、繊維体積分率を変化させて評価することである。フロー試験の結果、FRCCの流動性は繊維体積分率の増加とともに低下することが示された。圧縮試験の結果、繊維体積分率が圧縮特性に及ぼす影響は無視できる程度であった。曲げ試験の結果、FRCCではポリエステル繊維であってもブリッジ効果が確認され、繊維体積分率が高いほど最大曲げモーメントが大きくなることがわかった。

This study aims to evaluate the mechanical properties of fiber-reinforced cementitious composite (FRCC) with polyester fibers, varying the fiber volume fraction. The flow test results showed that the flowability of FRCC decreased with increasing fiber volume fraction. The compression test results indicated that the fiber volume fraction had a negligible effect on the compressive properties. The bending test results confirmed the bridging effect in the FRCC, even for polyester fibers, and that the higher the fiber volume fraction, the larger the maximum bending moment.

ポリエステル繊維補強セメント複合材料の曲げ試験と引張構成則の検討

筑波大学 学生会員 ○古川 翔也
筑波大学 正会員 金久保 利之

筑波大学 学生会員 Shiferaw Helen Negash
NIT, Puducherry 非会員 Madappa V. R. Sivasubramanian
BITS, Pilani 非会員 Shamsheer Bahadur Singh

1. はじめに

繊維補強セメント複合材料 (FRCC) には, PVA 繊維やPE繊維などの高強度な有機繊維が用いられることが多い。しかし, これらの繊維は比較的高コストで, FRCC の適用拡大にはより低コストの繊維の利用が求められる。そこで, これらの繊維より低価格であるポリエステル繊維に着目した。

本報告では, ポリエステル FRCC (以下, PES-FRCC) を作製し, 適当なフレッシュ性状と硬化性状を示す繊維混入率を検討することを目的として, フロー試験, 圧縮試験および曲げ試験を実施した。また, 断面解析を行い, 曲げ試験結果と合致する PES-FRCC の引張構成則を検討した。

2. 配合計画

使用したポリエステル繊維を図1に, 物性値を表1に示す。FRCC の配合を表2に示す。PVA 繊維を体積混入率2%で練り混ぜたときに自己充填性を有する配合¹⁾としている。ポリエステル繊維の体積混入率は0.5%, 1%および2%の3水準とした。パン型強制練りミキサーを使用し, 30L を練り混ぜた。

3. 実験概要

フロー試験は JIS R 5201 : セメントの物理試験方法に準じ, 落下運動を伴わない, いわゆる 0 打フロー試験とした。圧縮試験には, $\phi 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を各3体, 曲げ試験には, $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 400\text{mm}$ の角柱供試体を各5体作製した。曲げ試験は JCI-S-003-2007 : 繊維補強セメント複合材料の曲げモーメント-曲率曲線試験方法に基づき, 純曲げ区間の曲率を計測した。試験時の材令は, 27日~31日である。

4. 実験結果

フロー試験の様子を図2に, フロー試験および圧縮試験の結果を表3に示す。繊維の分散性は概ね良好であったが, 繊維混入率が増加するにつれてフロー値は小さくなり, 混入率2%では流動性が損なわれた。各



図1 ポリエステル繊維

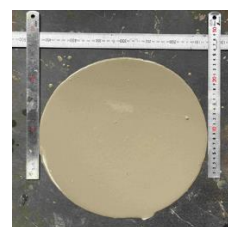
表1 ポリエステル繊維の物性値

	ポリエステル繊維
密度 (g/cm ³)	1.36
繊維径 (μm)	30
繊維長 (mm)	12
引張強度 (MPa)	460
弾性係数 (GPa)	5
破断伸び (%)	20

表2 配合計画

供試体	単位量(kg/m ³)				
	W	C	FA	S	F
PES-0%	380	678	291	484	0
PES-0.5%					6.8
PES-1%					13.6
PES-2%					27.2

W : 水道水 C : 早強ポルトランドセメント FA : フライアッシュII種 S : 7号珪砂 F : ポリエステル繊維



PES-0%



PES-0.5%



PES-1%



PES-2%

図2 フロー試験結果

キーワード FRCC, ポリエステル繊維, 圧縮試験, 曲げ試験, 断面解析

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL029-853-5045

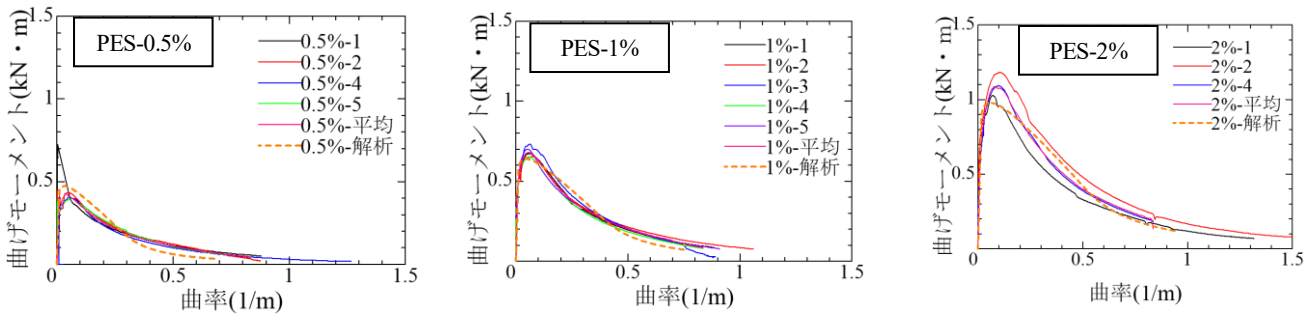


図3 曲げモーメントー曲率関係

供試体で圧縮強度および弾性係数に大きな差はなく、繊維混入率が圧縮性状に与える影響は少ないと考えられる。曲げ試験より得られた曲げモーメントー曲率関係を図3に示す。なお、純曲げ区間外で破壊した供試体は省いている。いずれの供試体においてもひび割れ発生後荷重が増大するたわみ硬化性状を示しており、繊維混入率が増加するほど最大曲げモーメントが大きくなることが確認できる。

5. 断面解析

図4に示すように、PES-FRCCの応力ーひずみ関係を、圧縮側を放物線モデル、引張側をバイリニアモデルと仮定し、断面解析を行って、解析結果が曲げ試験結果に合うように引張側応力ーひずみ関係を求めた。具体的には、曲げモーメントー曲率関係上の代表的な31の点において、解析結果と試験結果の曲げモーメントの二乗誤差の和が最小になるように最大応力 σ_{max} と終局ひずみ ϵ_{tu} を求めた。圧縮試験結果を用いた圧縮側の特性値および弾性係数を表4に示す。

曲げモーメントー曲率関係の解析結果は図3に示した。解析の結果得られた引張側最大応力および終局ひずみを表5に示す。繊維混入率が増加するほど最大応力および終局ひずみが大きくなる。

6. まとめ

繊維体積混入率2%では流動性が損なわれた。混入率が圧縮性状に与える影響は少なく、混入率の増加に伴い曲げ性能が向上した。断面解析から得た引張側最大応力と終局ひずみも大きくなった。

謝辞

本研究は、JSPS 二国間交流事業インドとの共同研究(DST)による。ポリエステル繊維は、Reliance Industries Pvt. Ltd, India から提供を受けた。

表3 フロー試験・圧縮試験の結果

供試体	フロー値 (mm)	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
PES-0%	334	48.7	19.5
PES-0.5%	255	47.5	17.1
PES-1%	168	44.1	15.9
PES-2%	107	47.6	18.2

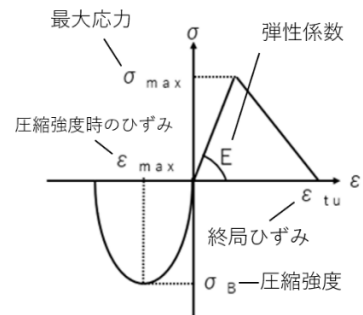


図4 応力ーひずみ関係のモデル

表4 圧縮側の特性値および弾性係数

供試体	σ_B (MPa)	ϵ_{max} (%)	E (GPa)
PES-0.5%	47.5	0.419	17.1
PES-1%	44.1	0.410	15.9
PES-2%	47.6	0.388	18.2

表5 引張側最大応力および終局ひずみ

供試体	最大応力 σ_{max} (MPa)	終局ひずみ ϵ_{tu} (%)
PES-0.5%	1.10	2.88
PES-1%	1.56	3.76
PES-2%	2.40	4.90

参考文献

- Shiferaw, H. N., et al., Influence of Fiber Dimensions on Bridging Performance of Polyvinyl Alcohol Fiber-Reinforced Cementitious Composite (PVA-FRCC), Fibers, Vol.12, No.8, 70, 2024

キーワード FRCC, ポリエステル繊維, 圧縮試験, 曲げ試験, 断面解析

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL029-853-5045