

押出成形-HPFRCC の引張性状に及ぼす繊維配向の影響

倉敷紡績(株)技術研究所 正会員 ○西松 英明
岐阜大学 学生会員 畑 朋宏
岐阜大学 正会員 六郷 恵哲

1. はじめに

押出成形法を用いた複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料(押出成形-HPFRCC と略記する)を作製する利点として、型枠成形法に比べ、一貫した連続生産により早期に品質の安定化を図れることや、4vol%程度の多くの短繊維を効果的に混入可能であること、また、繊維は押出方向へ配向することから繊維補強効果を有効に活用できることなどが挙げられる。一方、繊維配向の影響に関しては、繊維の横断が十分に期待できない弱軸方向(押出 90 度方向など)において脆弱的な破壊が生じることが予測されるなど、今後は繊維の配向制御が可能となる製造技術の確立が期待される。本報告では、繊維の配向制御技術の確立に向けた基礎評価として、押出 0 度方向、押出 45 度方向、および押出 90 度方向に切り出した押出成形-HPFRCC を用い、繊維配向が引張性状に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 押出成形-HPFRCC

押出成形-HPFRCC の使用材料および配合を表-1 に示す。押出成形-HPFRCC は、PVA 繊維(L=6mm, $\Phi=40\mu\text{m}$)、パルプ、増粘剤より構成される。本実験に用いた供試体は、幅 300mm、厚み 15mm の平板形状に押出成形し、その後 60℃で約 1 日間蒸気養生を行い作製した。

2.2 一軸引張試験方法

一軸引張試験装置を写真-1 に示す。本試験に用いた装置は鋼製フレーム中で、上下の掴み具により供試体の肩部を掴んで引張力を伝達させる構造となっている。引張試験における载荷は手動回転式の建研式付着試験装置を用い、上面に取り付けたロードセルにより荷重を検出した。また、変位は供試体左右に直接取り付け付けた高感度変位計により測定した。

2.3 供試体概要

ダンベル型供試体の形状を図-1 に示す。当供試体は、引張力が伝達される供試体肩部に高い靱性およびエネルギー吸収能を有する ECC 材料(表-2)を使用することを特徴とする。供試体は、上述の押出成形-HPFRCC を押出方向に対し 0 度、45 度、90 度となる様、短冊状(幅 29.5mm、長さ 300mm)に切断後、ダンベル状の型枠内に設置し、肩部に ECC を打設し作製した。養生期間は 14 日間とした。

3 実験結果および考察

本実験において実施した全ての供試体は検長内で破壊が生じることが確認され、供試体肩部に ECC 材料を使用した作製した複合供試体を用いることで簡易的に引張試験を行うことが確認できた。なお、本試験では、ひ

キーワード 押出成形、短繊維補強、HPFRCC、引張ひずみ、繊維配向

連絡先 〒572-0823 大阪府寝屋川市下木田町 14-5 倉敷紡績(株) 技術研究所 TEL 072-823-8137

表-1 使用材料および配合例 [質量比]

セメント	珪石粉	PVA 繊維	パルプ	増粘剤
1.00	0.60	0.05	0.01	0.01

*PVA 繊維 : 4vol%, W/C=0.5

表-2 ECC 配合 [kg/m³]

セメント	7 号珪砂	PE 繊維	増粘剤
1264	395	14.6	0.9

*高強度 PE 繊維 : 1.5vol%, W/C=0.3

(L=12mm, $\Phi=12\text{mm}$)

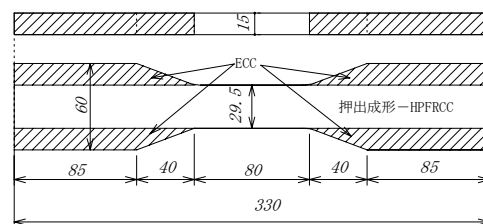


図-1 供試体形状



写真-1 引張試験装置

ずみ 0.5%付近にて手動ハンドルが終点まで回し込まれる影響で、载荷操作を一旦停止する。そのため、その間供試体のひずみ、および荷重は低下している。

押出 0 度方向の試験結果を図-2 に示す。押出 0 度方向のすべての供試体において脆性的な破壊に至らず、初期ひび割れ発生後においても引張応力を伝達し複数の微細なひび割れを生じながら、荷重を保持することが確認された。引張応力は平均値で 8.5N/mm^2 となり、破断に至るまで荷重が保持される間のひずみは平均値で 1.48% となった。本試験では初期ひびわれ後の荷重が比較的高くなる傾向がみられたが、これらについては载荷スピードが速かったことや载荷が一旦除荷される影響によるものと考えられる。

次に、押出 90 度方向での試験結果を図-3 に示す。押出 90 度方向では、すべての供試体において一本のひび割れのみが発生し、脆性的な破壊形態を示すことが確かめられた。引張応力は平均値で 4.6N/mm^2 、最大引張応力までのひずみは平均値で 0.09% といずれも押出 0 度方向に比べ大きく低下した。高島らによれば、押出成形において短繊維の約 80% は押出方向に配向するとされている¹⁾。これらを考慮する場合、押出 90 度方向では繊維の補強効果がほとんど期待できないものと考えられる。

最後に、押出 45 度方向での試験結果を図-4 に示す。押出 45 度方向の引張応力は平均値で 6.2N/mm^2 であり、押出 0 度方向と 90 度方向の中間的な値となった。また、最大引張応力までのひずみは平均値で 0.09% と押出 90 度方向と同程度となるが、押出 90 度方向に比べ、引張軟化曲線における勾配が緩やかになる傾向がみられた。さらに、押出 45 度方向ではほぼ斜め 45 度方向に数本のひび割れが生じ破壊が生じている。引張応力の伝達を受ける際、一部繊維の補強を受けるものの荷重の増加に伴い、引張抵抗性の弱い繊維配向に平行な方向で破壊に至ったものと考えられる。今後は、吐出時の開口を幅方向に広げ繊維の 2 次元配向化を図るなど、配向制御が可能となる製造技術について検討していきたい。

4. まとめ

本研究において、以下のことが明らかになった。

- (1) 供試体肩部に ECC 材料を使用して作製したダンベル型供試体を用いることで簡易的に引張試験を行うことができた。
- (2) 押出成形-HPFRCC では、押出 0 度方向において引張応力 8.5N/mm^2 、ひずみ 1.48% と高い靱性が得られる一方で、押出 45 度方向、および 90 度方向では脆弱な破壊形態を示すことが確かめられた。

【参考文献】

- 1) 高島博之、宮外清貴、橋田俊之 Victor C.Li : 押出成形によるポリプロレン短繊維補強セメント系複合材料のマルチプルクラック発生条件に関する破壊力学的研究, コンクリート工学論文集, Vol.13, No.1, pp.1-11, 2002.1

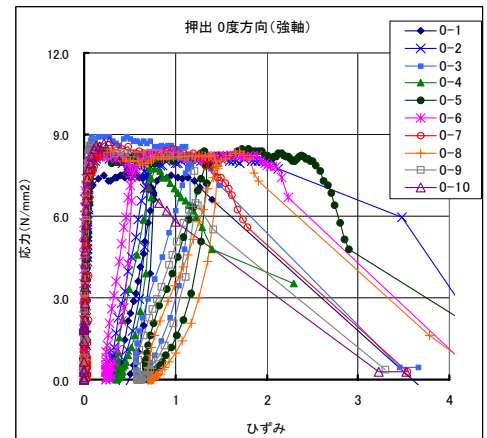


図-2 押出 0 度方向の試験結果

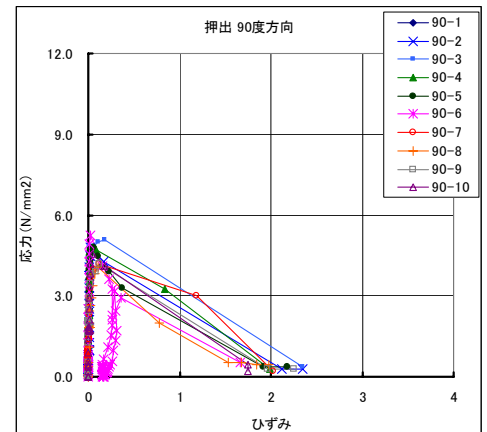


図-3 押出 90 度方向の試験結果

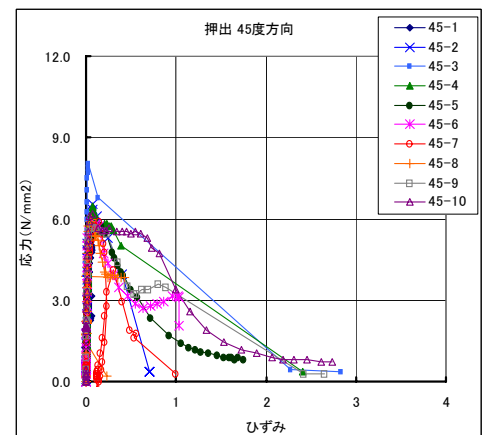


図-4 押出 45 度方向の試験結果