

繊維長と繊維混入量の違いによる FRCC の力学特性に関する研究

岐阜大学大学院 学生会員 ○守田 貴昭
 岐阜大学大学院 学生会員 仲野 弘識
 岐阜大学大学院 学生会員 周 波
 岐阜大学 正会員 内田 裕市

1. はじめに

コンクリートに短繊維を混入することでひび割れ発生後に架橋効果が生じ、靱性が向上することが広く知られている。ところが従来の繊維補強セメント複合材料 (FRCC) はひび割れの抑制やかぶりの剥落防止目的での使用が主であり、梁や柱のような部材への適用は少ないのが現状である。

このような背景から材料の開発や力学特性の解明が徐々に進められている。しかし従来は FRCC には単一の長さの繊維が用いられるのが一般的であり、長さの異なる繊維を混入した場合の知見が少なく、力学特性はあまり解明されていない。そこで本研究ではポリエチレン繊維を使用し、繊維長と繊維混入量をパターメータとして供試体を作製し、長さの異なる繊維を用いることにより力学特性の向上が望めるかを実験的に検討することとした。

また繊維長・繊維混入量とひび割れ断面の繊維本数の関係を繊維を型枠内にランダム配置するシミュレーションにより確認した。

2. 実験概要

2.1 使用材料と供試体寸法

セメントはシリカフェームセメント、フィラーとして珪石粉末を使用した。また繊維の分散性向上のため増粘剤を使用した。繊維はポリエチレン繊維 (PE) とし、直径 12 μ m 長さ 3,6,9,12,15mm の 5 種類を使用した。供試体の寸法は 40 \times 40 \times 160mm とした。

2.2 供試体作製と配合

オムニミキサーにより練り混ぜたフレッシュモルタルを 40 \times 40 \times 160mm の鋼製型枠に打込み、打込み面から水分が蒸発するのを防ぐため直ちにラップをかけた。前養生として 20 $^{\circ}$ C の恒温室に 48 時間静置し、脱型を行

った後 60 $^{\circ}$ C の蒸気養生を 48 時間行った。

繊維長の影響を確認するため配合ごとに繊維長 3,6,9,12,15mm の 5 種類を使用しそれぞれ 5 本ずつ供試体を作製した。配合は繊維混入量の影響を検討するため繊維混入量 1.0% と 1.8% の 2 種類とした。配合を表 2-1 に示す。

表 2-1 マトリクスの配合

配合1	単位量 (g/L)					増粘剤	繊維混入量 (%)
	水 (W)	セメント (C)	珪石粉末	減水剤 (Ad)			
水結合材比 (%)	417	1390	187	31.5	C \times 0.1%	1.0	
30							

配合2	単位量 (g/L)					増粘剤	繊維混入量 (%)
	水 (W)	セメント (C)	珪石粉末	減水剤 (Ad)			
水結合材比 (%)	417	1390	187	31.5	C \times 0.1%	1.8	
30							

2.3 力学特性の評価方法

3 点曲げ試験を行い、荷重-開口変位曲線を計測し、荷重をリガメント断面で除すことで曲げ応力-開口変位曲線に換算する。得られた曲線から最大強度やその後の挙動を評価した。载荷方法を図 2-1 に示す。

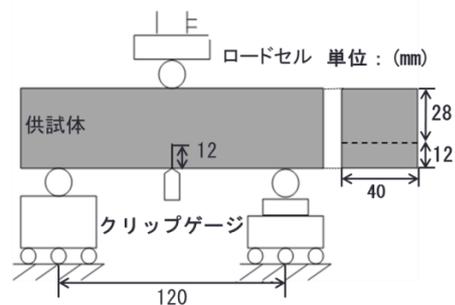


図 2-1 切欠きはりの 3 点曲げ試験

3. ひび割れ断面における繊維本数と配向のシミュレーション

3.1 計算方法

ひび割れ断面に存在する繊維本数を確認するために 40 \times 40 \times 160mm の型枠を想定し、繊維混入量から定まる本数の繊維をランダムに発生させた。供試体軸方向中央をひび割れ断面とし、そこを交差する繊維本数を算

キーワード 繊維補強コンクリート, 曲げ特性, 繊維長, 繊維混入量

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1番1 岐阜大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 TEL 058-293-2424

出した。

3.2 ひび割れ断面の繊維本数

直径 12 μm の繊維を体積比で 1.0% と 1.8% 混入させた場合のシミュレーションの結果を表 3-1 に示す。表 3-1 からひび割れ断面の繊維本数は 1 割程度の差があるものの、ほぼ一定になることが確認された。

表 3-1 ひび割れ断面を交差する繊維本数

繊維混入量	繊維長(mm)					
	3	6	9	12	15	平均
1.0%	交差繊維本数(/ cm^2)	4469	4573	4687	4815	4955
	繊維方向($\sin\theta$)平均	0.665	0.671	0.677	0.683	0.691
1.8%	交差繊維本数(/ cm^2)	8047	8233	8436	8666	8921
	繊維方向($\sin\theta$)平均	0.665	0.671	0.677	0.683	0.691

4. 実験結果

4.1 フレッシュ性状

フレッシュモルタルの 15 打フロー値と空気量を表 4-1 に示す。表 4-1 より繊維混入量が 1.0% から 1.8% になるとフロー値が 35mm 程度小さくなることが確認された。繊維混入量 1.0% の繊維長 3mm の場合は他に比べ空気量が高いためフロー値が高くなったと考えられる。

表 4-1 15 打フロー値と空気量

繊維混入量(%)	繊維長(mm)	フロー値(mm)	空気量(%)
1.0	3	231.5	10.9
	6	199.5	1.4
	9	184.5	3.4
	12	187.0	0.8
	15	184.5	1.8
1.8	3	170.0	6.4
	6	163.0	9.1
	9	156.5	7.7
	12	153.5	9.9
	15	151.5	9.4

4.2 圧縮強度

圧縮試験の結果を図 4-1 に示す。図 4-1 より繊維混入量 1.0% と 1.8% の圧縮強度を比較すると 1.8% の圧縮強度は 1.0% の圧縮強度の 7 割程度の値となった。しかし繊維混入量によらず繊維長 3mm で圧縮強度がほぼ変わらないのは、繊維混入量 1.0% の場合の空気量が高いためだと考えられる。また繊維長と圧縮強度の相関性は確認出来なかった。

4.3 曲げ強度

4.3.1 繊維長の影響

曲げ試験結果を図 4-2 と図 4-3 に示す。図 4-2 では繊維長が長くなるほど最大応力が上昇する傾向が確認された。また図 4-3 では図 4-2 とは異なり繊維長が 9mm 以上になると挙動がほぼ変わらないことが確認された。

4.3.2 繊維混入量の影響

図 4-2 と図 4-3 を比較すると繊維混入量が増加しても最大応力はほぼ変わらないが、最大応力以降の応力が高くなることが確認された。

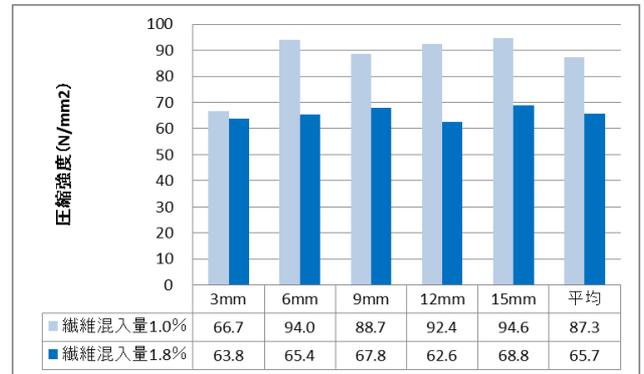


図 4-1 繊維混入量ごとの圧縮強度

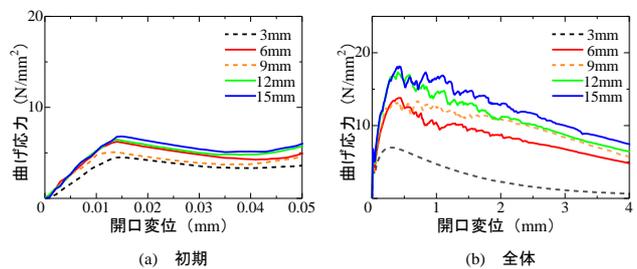


図 4-2 繊維混入量 1.0% の曲げ応力-開口変位曲線

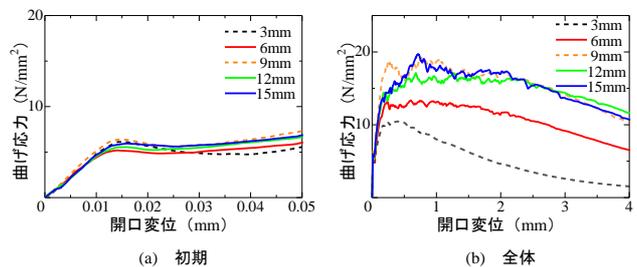


図 4-3 繊維混入量 1.8% の曲げ応力-開口変位曲線

5. 結論

本研究で得られた結果を以下に示す。

3 点曲げ試験において繊維混入量が 1.0% の場合は繊維長が長いほど最大応力が高くなることが確認された。しかし繊維混入量が 1.8% になるとその傾向は見られず、繊維長 9mm 以上になるとあまり挙動に差が現れなくなった。

このことから長さの異なる繊維を混入するよりも長い繊維を単独で混入した方が有利であると考えられるが、繊維混入量が高くなると繊維長が長くなることによる力学特性の向上が頭打ちになると考えられる。

[謝辞]

本実験で使用した繊維は東洋紡(株)より提供して頂きました。