

PVA 繊維を用いた超高強度繊維補強コンクリートの特性

岐阜大学大学院 学生会員 ○周 波
岐阜大学大学院 Ha Duy Nhi
岐阜大学 正会員 内田裕市
ジェー・オール東海コンサルタンツ(株) 正会員 稲熊唯史

1.はじめに

これまでに、圧縮強度が 200MPa を超える超高強度繊維補強コンクリート(UFC)が幾つか開発され、実用化されている。これらのコンクリートでは使用材料や配合が定められており、材料特性も既定のものとなっている。本研究では UFC の適用範囲の拡大を目指し、従来の鋼繊維に代わり、各種ポリビニルアルコール(PVA)繊維を用いた場合にどの程度の力学特性が得られるかを確認することとした。

2.実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは、シリカフュームセメント(密度:3.08g/m³, 比表面積 0.6 m²/g, シリカフューム置換率 20%)を使用し、微粉末材料として、珪石粉末(密度 2.6g/cm³, 比表面積 0.812m²/g)を使用した。細骨材として、6号珪砂(密度 2.6g/cm³)を使用した。混和剤として、高性能減水剤(ポリカルボン酸エーテル系)を使用した。本研究で使用した PVA 繊維の種類を表-1 に示す。UFC の配合を表-2 に示す。配合①は各種繊維の特性を比較するために、W/C を大きくして繊維の混入量を少なくしたものである。配合②は、配合①の結果から混入量を増加できる繊維について、W/C を低減して混入量を多くしたものである。配合③は、配合②の結果から 2 種類の繊維を混合して用いたものである。

2.2 練り混ぜ方法および供試体の作製・養生

練り混ぜは容量 10L のホバートミキサーを用いた。繊維以外の材料を投入後、所要の流動性が得られるまで練り混ぜを行い、その後に繊維を投入し、さらに 2 分間練り混ぜた。強度試験用の供試体は、いずれも指針案¹⁾に従って作製した。打込み後、20℃-48 時間の一次養生を行い、その後脱型し、さらに二次養生として 90℃-48 時間(昇降温 15℃/hr)の蒸気養生を行った。

2.3 実験項目および実験方法

実験項目は、モルタルフロー試験(0 打)、圧縮強度試験(φ10×20cm)および曲げ試験とした。曲げ強度試験は図-1 に示すような切欠きはりの 3 点曲げ試験を行い、荷重-開口変位曲線を計測した。なお、配合①については 4×4×16cm、配合②、③について 10×10×40cm の供試体を用いた。

3.実験結果

3.1 フレッシュ性状

図-2 にフロー試験の結果を示す。配合①の場合、

表-1 PVA 繊維

繊維名称	繊維径(μm)	繊維長(mm)	引張強度(MPa)
A	40	8	1400
B	40	12	1560
C	100	12	1200
D	200	18	975
E	660	30	900

表-2 UFC の配合と実験ケース

配合	W/C (%)	Air (%)	単位量(kg/m3)							使用繊維	マトリクスフロー(mm)
			W	C	S	P	Ad	Ad/C (%)	F (%)		
①	22	5	231	1124	609	221	17	1.5	1.8	A, B, C, D, E	420
②	19		196	1152	624	227	23	2.0	3.0	C, D, E	340
③	18		175	1166	632	229	35	3.0	3.0	F(C1.0%と E2.0%) G(C1.5%と E1.5%) H(C2.0%と E1.0%)	320

C:シリカヒュームセメント, S:6号珪砂, P:シリカパウダー, Ad:高性能減水剤,

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, PVA 繊維, フロー値, 圧縮強度, 曲げ強度
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

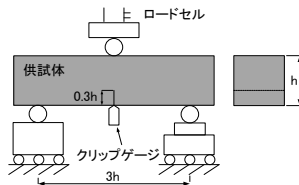


図-1 切り欠きはりの3点曲げ試験

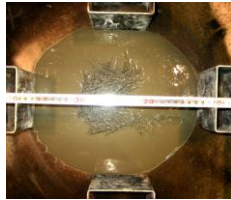


写真-1 材料分離状況

細い繊維 A と B ではフローが 160mm となり、これ以上繊維を混入することが困難となった。一方、太い繊維 C, D, E ではフローが 300mm 以上となり、さらに、混入率を増加できる状況であった。なお、UFC を自己充填する場合にはフローは 200mm 以上が必要であり、本実験ではこれを目安とした。

太い繊維 C, D, E について混入量を 3.0%とした配合②では、フローは 200mm 程度となったが、写真-1 に示すように繊維 E ではモルタルが分離する傾向が見られた。そこで、配合③では繊維 C と E を混合して用いることとし、その混合割合を変化させることとした。その結果、繊維 E が多いと繊維とモルタルが分離する傾向が強くなり、繊維 C 2%と繊維 E 1%の時にフローが 200mm で分離もほぼ見られなかった。

3.2 圧縮強度

圧縮強度試験結果を図-3 に示す。水セメント比の減少により圧縮強度が大幅に増加した。本研究で UFC の自己充填性を確保したうえで、繊維を 3%混入した場合、水セメント比を 18%とすることで、 140N/mm^2 の圧縮強度が得られた。

3.3 曲げ強度

切り欠きはりの3点曲げ試験で得られた荷重-開口変位曲線を図-4 に示す。配合①の場合、繊維 A, B は強度は高くなったが、強度点以降の応力低下が急激であった。繊維 C, D, E は強度は繊維 A, B に比べると強度は低くなったが、延性的な挙動となった。繊維混入量を 3%とした配合②では繊維 E が最も強度が高くなった。しかし、上述の通り繊維 E では材料分離が生じるため、このままでは使用できな

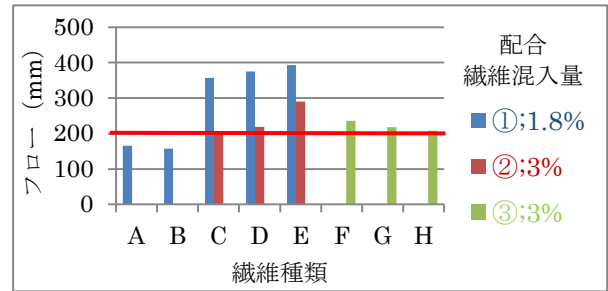


図-2 フロー試験結果

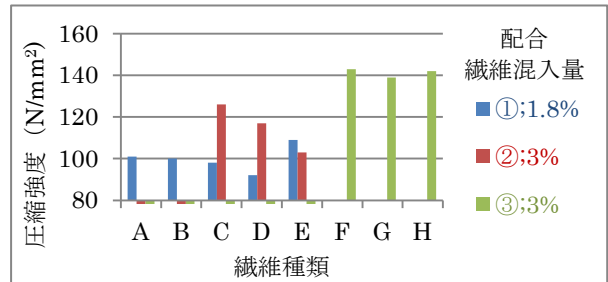
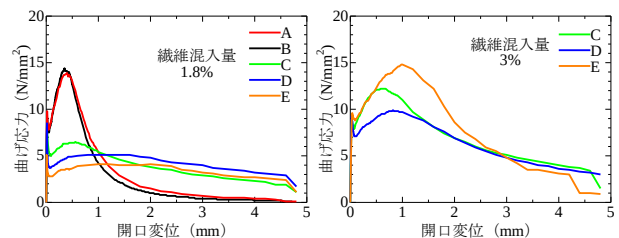
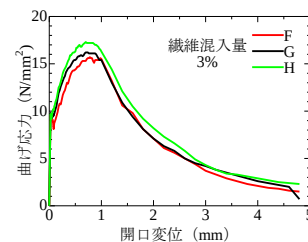


図-3 圧縮強度



(a)配合①

(b)配合②



(c)配合③

図-4 曲げ応力-開口変位曲線

い。そこで、配合②の結果より、繊維 E を混合したのが配合③である。配合③では繊維 E と C の混合割合を変化させたが、曲げ特性はほとんど変化しない結果となった。

4.まとめ

圧縮と曲げ特性に着目した場合、W/C を 18%として $\phi 0.66 \times 30\text{mm}$ を 3%混入した場合が最も優れていたが、材料分離する傾向が見られた。そこで、 $\phi 0.66 \times 30\text{mm}$ と $\phi 0.1 \times 12\text{mm}$ の繊維を 1:2 の割合で混合したところに材料分離を抑制でき、 140N/mm^2 の圧縮強度と 15N/mm^2 以上の曲げ強度が得られた。

【参考文献】

1)土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)，コンクリートライブラリー，No.113，2004