

鋼繊維の付着特性を考慮した多量繊維補強コンクリートの圧縮破壊挙動評価

市民工学専攻：伊藤 司

指導教員：三木 朋広

1. 目的

多量繊維補強コンクリート^{1)~3)} (以下, HVFC) は繊維混入率の増加や繊維配向性の違いによって圧縮強度が飛躍的に増加する. しかし, その圧縮強度増加メカニズムについては未解明である. そこで本研究では, 繊維混入率, 繊維配向性, 水セメント比, 鋼繊維の種類異なる多量繊維補強コンクリート HVFC に対する圧縮試験および画像解析と, 鋼繊維の付着強度試験を実施し, HVFC の圧縮強度増加メカニズムを解明することを試みる.

2. 圧縮試験

2. 1 HVFC の材料および製造方法

(1) HVFC の使用材料

HVFC に使用する鋼繊維は, 高い充填性を実現可能であり, かつ鋼繊維を型枠内に充填した際にグラウトを注入可能な間隙を有している必要がある. これらを考慮し, 鋼繊維には図-1 に示す3種類を用いた. グラウトには早強セメント (C), シリカフェーム (SF), 高性能 AE 減水剤 (SP8HU) を用い, 水を2度に分けて加えるダブルミキシング法で練混ぜを行った. 表-2 にグラウト 1L あたりの配合を示す.

(2) HVFC の製造方法

型枠内に鋼繊維をプレパックドして, 型枠底面まで挿したロータでグラウトを上面まで満たした後, 振動台で締め固めを行った. さらに, 鋼繊維を型枠内にプレパックドする際, 少量ずつ層状に鋼繊維を詰めることで高い繊維混入率を実現できる. この製造方法により, HVFC では図-2 に示す2つの繊維配向性を持つこととなる.

2. 2 供試体概要

幅 150 mm × 高さ 150 mm × 奥行き 100 mm の角柱供試体を用いた. パラメータには繊維配向性 (載荷軸直交方向, 載荷軸平行方向), 繊維混入率 (0%, 1%, 10%, 12%, 15%), 水セメント比 (W/P:45, 40, 35), 鋼繊維の種類 (波形, ストレート), 鋼繊維の長さ (25mm, 15mm) を用いた.

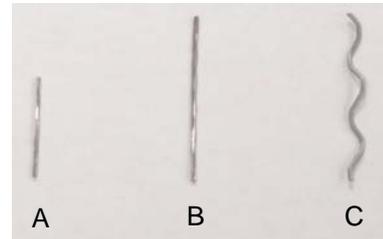


図-1 使用した鋼繊維

表-1 グラウト 1m³あたりの配合

W/P	W1(kg)	W2(kg)	C(kg)	SF(kg)	SP8HU(kg)
45	272	298	1014	253	15
40	291	250	1082	271	16
35	312	196	1161	290	17

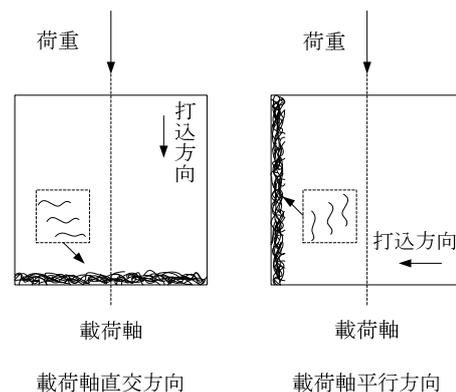


図-2 繊維配向性

2. 3 実験結果および考察

(1) 繊維混入率と圧縮強度の関係

圧縮強度と繊維混入率の関係を図-3 に示す. この結果から繊維混入率を増加させると圧縮強度は増加することが確認できる. また, 繊維混入率 10%~15%の領域における圧縮強度の増分は, 繊維混入率 0%~10%の領域における圧縮強度の増分と比較すると, 大幅に増加することがわかる. これは, 繊維混入率が 10%を超えると繊維配向性が生じるためであると考えられる.

(2) 繊維配向性と圧縮強度の関係

繊維配向性と圧縮強度の関係, および繊維配向性異なる HVFC における約 40 N/mm² のときの主引張ひずみ分布⁴⁾を図-3, 図-4 に示す.

図-3 より, 繊維配向性が載荷軸平行方向の場合, 繊

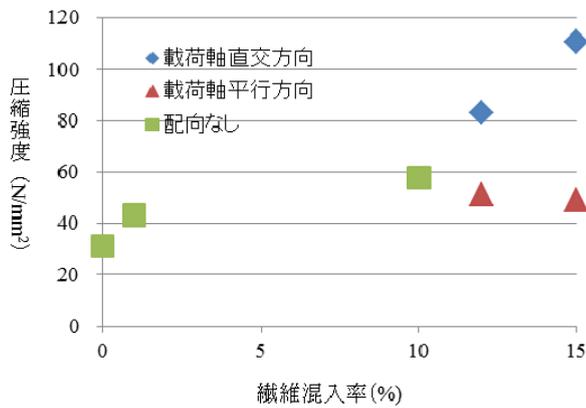


図-3 圧縮強度と繊維混入率，繊維配向性の関係

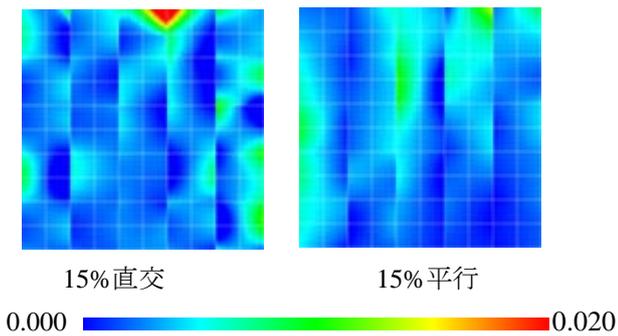


図-4 主引張ひずみ分布 (約 40N/mm²)

繊維未混入の硬化グラウトと比べても飛躍的な増加は確認できなかった。一方，繊維配向性が載荷軸直交方向の場合，圧縮強度の飛躍的な増加が確認できた。また，図-4より，繊維配向性が載荷軸直交方向の場合，引張ひずみは全体に様に分布することが確認できた。一方，載荷軸平行方向の場合，引張ひずみはひび割れ部に局所化して分布することが確認できた。したがって，繊維配向性が載荷軸直交方向の場合，鋼繊維による載荷軸直交方向への拘束力が引張ひずみの局所化を抑制していると考えられる。

3. 鋼繊維の付着強度試験

3.1 供試体概要

図-5に供試体概要を示す。寸法は50×50×20mmであり，圧縮力を与えるためφ8mmのボルト（鋼棒）を2本埋め込んだ。供試体表面には圧縮力のレベル管理のため，ひずみゲージを貼付した。供試体シリーズを表3-3に示す。パラメータには，圧縮力(0, 3, 7, 10 N/mm²)，繊維混入率(12%, 15%)を用いた。コンクリートには，普通モルタル(W/C:50)を使用した。

3.2 結果および考察

図-6に圧縮応力と付着強度の関係を示す。図-6より圧縮応力が増加するにしたがって付着強度も増加す

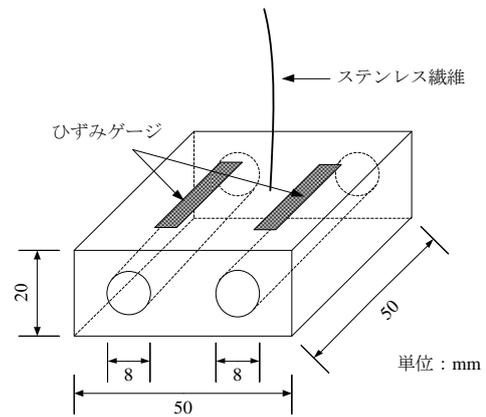


図-5 供試体概要

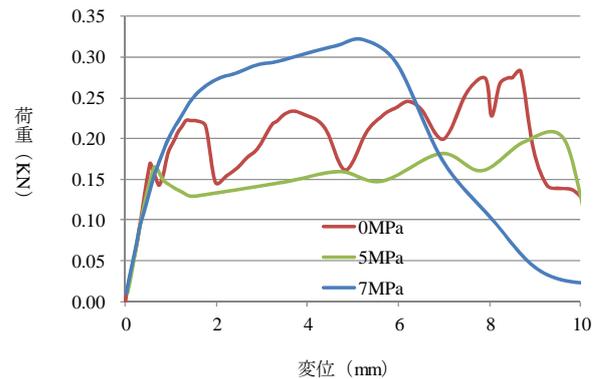


図-6 圧縮応力と付着強度の関係

ることが確認できた。したがって，HVFCでは，鋼繊維とグラウト間の付着力が圧縮強度の飛躍的な増加の要因であると考えられる。

参考文献

- 1) 石田征男，河野克哉：鋼繊維を多量混入したセメント系材料の形成方法ならびに破壊特性（その1 調査選定と形成方法）．日本建築学会大会学術概要集，pp.833-834，2010.9
- 2) 河野克哉，石田征男，高橋英孝，田中敏嗣：鋼繊維を多量混入したセメント系材料の開発と力学特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.227-232，2011
- 3) 河野克哉，石田征男：鋼繊維を多量混入したセメント系材料の成形方法ならびに破壊特性（その2 破壊力学特性），日本建築学会学術講演梗概集 A-1 材料施工，pp.835-836，2010
- 4) 三木朋広，林大輔：画像相関法による局所的圧縮力を受けるコンクリートの非接触ひずみ計測，建設工学研究所論文報告集，Vol.52，pp.53-60，2010