

徳島大学工学部

正員 河野 清

徳島大学工学部

学生員 雪本 清浩

東京大学生産技術研究所 正員 小林 一輔

1. まえがき

鋼繊維補強コンクリート(SFRCという)には、引張強度、曲げ強度、タフネス、衝撃抵抗性、ひびわれ抵抗性などが改善され、これらの特性を生かして、舗装、オーバーレイ、トンネルライニング、ショットクリートなどに使用されている。今後、構造材料としてより積極的に活用していくためには、せん断強度、耐久性など十分に究明されていない特性を明らかにし、一方、SFRCの特性を評価する試験方法と建立する必要がある。ここでは、比較的試験の容易な2面せん断試験装置を用いて、せん断強度に及ぼす最大寸法、材令、繊維混入率、アスペクト比などの諸要因の影響について、曲げ強度および圧縮強度とも比較しながら検討を行ったものである。

2. 実験の概要

(1) 使用材料とコンクリートの配合

普通ポルトランドセメント(比重=3.16, $\sigma_{cp}=404 \text{ kg/cm}^2$)を使用し、粗骨材(最大寸法=10mm, 比重=2.65, 吸水率=1.64%)と細骨材(FM=3.06, 比重=2.64, 吸水率=1.40%)は吉野川産で、粗骨材最大寸法は表-1のように変えて用いる。

鋼繊維は、表-2に示すように2種のものを使用し、 L/d と変える場合はカットワイヤーを用い、 L は15, 20, 25, 30, 35, 40mmの6種とす。減水剤はポゾリス No.5LAを用いる。

実験に用いたコンクリートの配合を表-3に示す。

(2) 強度試験用供試体の作製と試験

強制練りミキサを用い、ファイバー散布機で鋼繊維を散布しながらモルタルを1分練り、さらに粗骨材を投入して1分30秒間練り混ぜて行う。

練り混ぜ後、 $100 \times 100 \times 40 \text{ mm}$ の型に流し入れ、詰め、球形振動機で締固めを行って供試体と成形し、翌日脱型し、以後所定材令まで 20°C 水中養生とす。

所定材令で曲げ試験に供し、長いほうの折片は明光堂鉄工場製のせん断試験装置(写真-1参照)を用いてせん断強度を求め、また、片方の折片は側面載荷により圧縮強度試験を行う。なお、供試体数は1種につき3個とし、その平均値を用いる。

3. 実験結果とその考察

(1) 粗骨材最大寸法の影響について

図-1に示すように、粗骨材の最大寸法は10mmより15mmのほうがせん断強度は大きくなるが、20mmより大きくなるとやや下がる傾向がある。これは最大寸法が大きくなると繊維間隔が広がることの影響をしているのではないと思われる。

表-1. 粗骨材の粒度

最大寸法 (mm)	各ふるいの通過百分率				F.M.
	20	15	10	5	
10 (10~5)	—	—	100	0	6.00
15 (15~5)	—	100	60	0	6.40
20 (20~5)	100	77	35	0	6.65

表-2. 使用鋼繊維の品質(標準品)

種類	比重	長さ (mm)	アスペクト比 (L/d)	引張強さ (kg/mm^2)
せん断ファイバー	7.8	25	62.4	124
カットワイヤー	7.8	30	60.0	120

表-3. 実験に用いたコンクリートの配合

実験 シリーズ	Ms (mm)	SL (cm)	WC (%)	A _g (%)	W (kg)	C (kg)	SF (%vol)
材令 (せん断ファイバー)	10	8±1	54.5	65	180	330	0
			62.1		205		1.0
繊維混入率 (せん断ファイバー)	10	8±1	56.1	65	185	330	0
			59.1		195		0.5
			68.2		225		2.0
繊維混入率 (カットワイヤー)	10	8±1	57.6	65	185	330	0
			59.1		195		0.5
			68.2		225		2.0
粗骨材の 最大寸法 (せん断ファイバー)	10	8±1	59.1~69.7	65	195~230	330	0, 1.0, 2.0
	15		57.6~69.7		190~230		0, 1.0, 2.0
	20		56.1~68.2		185~225		0, 1.0, 2.0
アスペクト 比 (カットワイヤー)	30	8±1	58.8	65	194	330	1.0
	40		60.6		200		
	50		60.6		200		
	60		68.2		225		2.0

注) 減水剤 Pozz. No.5LA, 0.25%/Cement使用

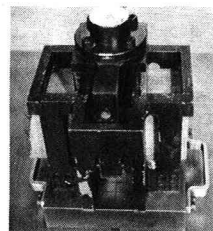


写真-1. せん断試験装置

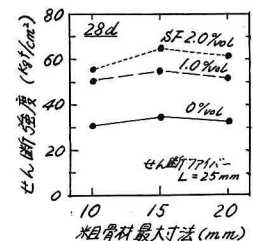


図-1. 最大寸法とせん断強度

(2) 材令の影響について

材令 7日, 28日 および 91日 におけるせん断強度, 曲げ強度および圧縮強度試験結果と示し, 図-2 にみられるようにせん断強度の長期材令への増進率は曲げ強度よりも顕著である。

(3) 繊維混入率の影響について

繊維混入率を変えてせん断強度と曲げ強度とを試験した結果と示し, 図-3 にみられるように, せん断強度の増加率は 1%vol の混入で約 1.5 倍, 2%vol では約 2 倍の値であり, 鋼繊維の種類によっても異なるが, 曲げ強度と同程度かそれ以上の増加率を示している。2種類の繊維を比べると, せん断強度はほぼ同じ値であるが, 曲げ強度はせん断ファイバーのほうが大であり, 付着の影響ではないかと考えられる。また, 曲げ強度とせん断強度との関係とを求めると, 多少のばらつきはあるが 1 次式で表される(図-4 参照)。

なお, 単位セメント量とスラングとを一定とし, 配合率を, 混入率が 1.5 ~ 2.0%vol と多くなると, 図-5 のように圧縮強度はやや低下の傾向がみられる。

(4) アスペクト比の影響について

長さ容易に変えることのできるカットワイヤーを用い, アスペクト比を 30 ~ 80 の範囲の 6 種にわたって, せん断強度と求め, 図-6 にみられるように, アスペクト比が大きいほど強度は高くなる傾向があるが, 施工性上考えると 60 ~ 70 が適当と思われる。曲げ強度も同様の傾向があるが, 図-7 のように強度増加率が大きく, 圧縮強度はほとんど変わらない。

4. まとめ

鋼繊維補強コンクリートのせん断強度に対する諸要因の影響を検討した結果, 粗骨材最大寸法は 15mm 程度が比較的好いこと, せん断強度は材令による伸びのよいこと, 繊維混入率の増加によるせん断強度改善の効果は曲げ強度と同等か繊維の種類によってはそれ以上であること, アスペクト比は 60 ~ 70 程度が適当であること, などと報告した。使用した 2 面せん断試験装置は, 試験が容易に行え, 装置と考えられ, 今後, 一面せん断と比較して試験方法についても検討される。なお, 本研究は昭和 54 年度文部省科学研究費によって行ったことと付記する。

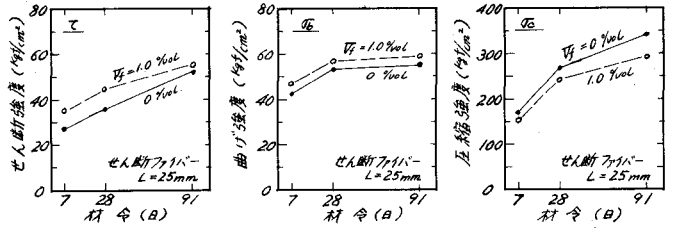


図-2 各材令のせん断強度, 曲げ強度および圧縮強度

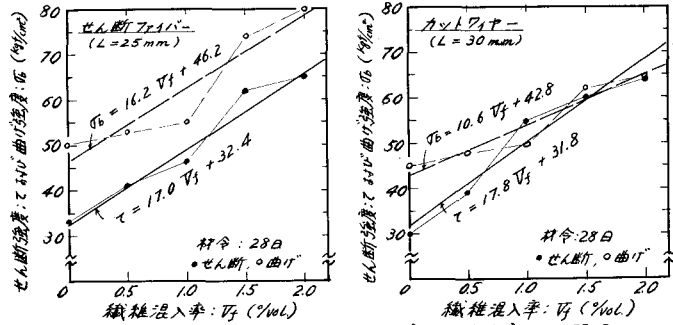


図-3 繊維混入率とせん断強度, 曲げ強度との関係

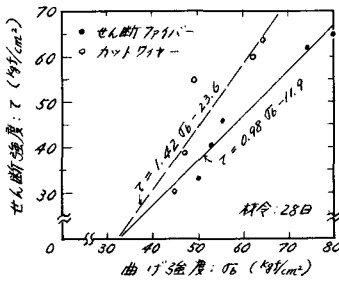


図-4 せん断強度と曲げ強度との関係

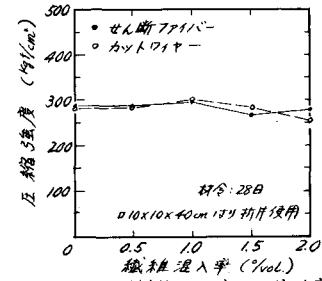


図-5 繊維混入率と圧縮強度

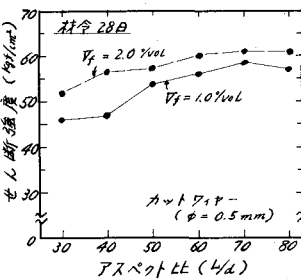


図-6 アスペクト比とせん断強度

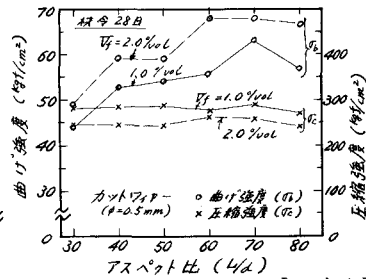


図-7 アスペクト比と曲げ強度, 圧縮強度