

鋼繊維の形状寸法が鋼繊維補強高強度コンクリートの物性に及ぼす影響

名古屋工業大学大学院
名古屋工業大学大学院
名古屋工業大学大学院
名古屋工業大学大学院

○鈴木 純
学生会員 牛田 耕悟
正会員 上原 匠
正会員 梅原 秀哲

1. はじめに

コンクリート構造物の大型化，大スパン化，ならびに耐用年数の長期化に伴い，高強度コンクリートの使用頻度が高くなってきている．ところで，高強度コンクリートは破壊性状が脆性的であるため靱性を付与する必要がある，その一手段として，コンクリートの鋼繊維による補強が有効とされている．しかし，鋼繊維の形状および寸法が高強度コンクリートに及ぼす影響に関しては不明な部分が多いのが現状である．そこで本研究では，高強度コンクリートを対象とした鋼繊維補強において，鋼繊維の形状寸法が高強度コンクリートの物性に及ぼす影響について実験結果をもとに検討した．

2. 実験概要

使用した鋼繊維を図-1に，その機械的性質を表-1に示す．鋼繊維は一般に汎用性の高いインデント型およびフック型を使用し，それぞれ長さの異なる繊維を用意した．個々の寸法等は表-1に示す通りである．鋼繊維の断面はインデントが矩形，フックが円形を有しており，繊維強度はインデントが1228N/mm²，フックが1100N/mm²である．コンクリートの配合を表-2に示す．配合は水セメント比35%，細骨材率65%に設定し，繊維混入率は容積混入率で1.0%とした．なお，フック型鋼繊維は繊維同士が水溶性接着剤により結合されている．試験項目はスランブ試験，空気量試験，圧縮強度試験および曲げ試験である．また，本実験では，土木学会規準¹⁾に準拠し，圧縮強度試験においては規定の供試体寸法を含む表-3に示す2種類のサイズを使用した．曲げ試験においては繊維長の影響を検討するため，供試体は繊維長40mm以上に適合する150×150×530mmで統一した．

3. 実験結果

3.1 スランブおよび空気量試験結果

図-2にスランブおよび空気量試験結果を示す．繊維長に着目した場合，形状に拘らず長くなることでスランブは低下する傾向を示す．また繊維形状に着目するとフックの方がスランブの減少程度が著しいと言える．今回の実験条件では混入率一定のもと，繊維長が長くなると混入本数は減ることになるが，繊維一本あたりの表面積が大きい繊維ほどスランブの低下が著しい結果となった．空気量に関しては，H-0.8/60の繊維が最

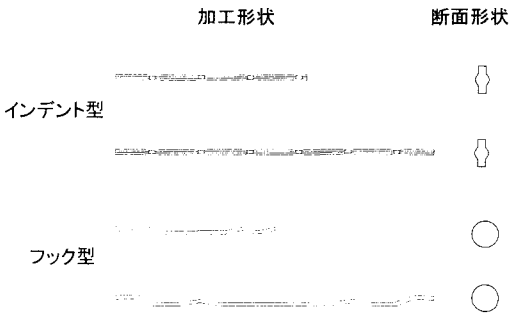


図-1 使用鋼繊維の種類

表-1 鋼繊維の機械的性質

シリーズ		寸法	断面積**	断面	引張強度	表面積
種類	記号	(mm)	(mm ²)	形状	(N/mm ²)	(mm ² /本)
インデント	I-0.6/30	φ0.6*×30	0.28	矩形	1228	92
	I-0.7/50	φ0.7*×50	0.38			156
フック	H-0.6/30	φ0.6×30	0.28	円形	1100	57
	H-0.8/60	φ0.8×60	0.50			152

注) 表中の*印は換算直径を表示 **印は換算直径をもとに算出

表-2 高強度コンクリートの配合

	W/C	s/a	SP	S.F	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	SP
ベース	35	65	2.0	—	187	534	992	568	10.68
繊維混入				1.0			975	558	

※ G_{max} : 20mm

表-3 各試験の供試体寸法

シリーズ	供試体寸法(mm)	
	圧縮試験	曲げ試験
I-0.6/30	φ 100 × 200, φ 150 × 300	150 × 150 × 530
I-0.7/50		
H-0.6/30		
H-0.8/60		

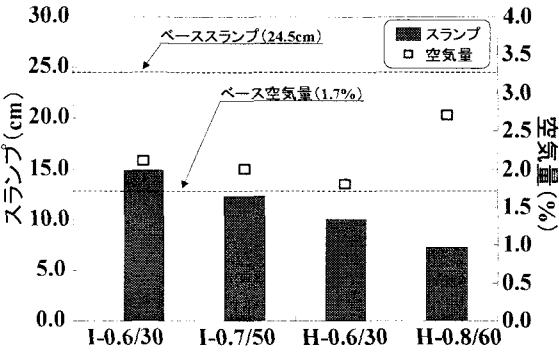


図-2 スランブおよび空気量試験結果

も大きく計測されたが、この原因には繊維の長さや形状に起因する練混ぜ時の空気の巻き込みが推察される。

3.2 圧縮強度試験結果および静弾性係数

図-3に圧縮強度試験結果を示す。試験結果はそれぞれ3体の平均値である。繊維を混入したことによる圧縮強度の大きな差異は見られないが、 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ に比べて $\phi 150 \times 300\text{mm}$ の圧縮強度は小さくなっている。 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の強度と $\phi 150 \times 300\text{mm}$ の強度を比で表した圧縮強度比(r_{cs})は、ベースコンクリート(1.05)と各寸法における鋼繊維補強コンクリート(1.02~1.08)に大きな差がないことから、 $\phi 150 \times 300\text{mm}$ における圧縮強度の低下は寸法効果によるものと考えられる。通常、鋼繊維補強コンクリートの圧縮試験では、繊維長が40mmを超える場合、 $\phi 150 \times 300\text{mm}$ の供試体を使用することが原則とされている。しかし本実験結果より、繊維長40mm以上でも $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の供試体を用いても影響はほとんどないと判断される。図-4に静弾性係数を示す。ベースコンクリートの静弾性係数比(r_{ce})1.03に対し、鋼繊維補強コンクリートは1.01~1.08であり圧縮強度と同様な結果となった。

3.3 曲げ試験結果

図-5に各繊維の荷重と変位の関係の一例を示す。繊維長が長くなるにしたがって最大荷重が高くなる傾向は見られるが、全体的には各シリーズとも4体の供試体間での差が大きく、繊維長による効果には差異があると言えよう。

図-6に曲げ強度試験および曲げ靱性係数の算定結果を示す。試験結果はそれぞれ3~4体の平均値である。曲げ強度に関しては、繊維長に着目すると、繊維長が長くなるほど強度の向上が見られる。しかし繊維形状に着目した場合では、目立った差異が確認できないことから、曲げ強度の向上は繊維の形状よりも繊維長に大きく影響されることが確認された。また、荷重と変位の関係をもとに算定した曲げ靱性係数結果からは、繊維形状の違いにより、長さの影響に差が見られた。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

1. スランプは形状の違いによる影響が大きく、同一形状の場合には、混入率一定のもとでは繊維長が長く表面積の大きい繊維ほどスランプ低下が大きい。
2. 圧縮強度は繊維の形状寸法による影響はほとんどない。また、圧縮強度供試体の寸法は繊維長が50~60mmの場合でも $\phi 100 \times 200\text{mm}$ で評価可能である。
3. 曲げ強度は形状によらず長さの影響が見られるが、曲げ靱性に関しては、形状により、長さの影響に差が見られる。

《参考文献》

- 1) 土木学会編：鋼繊維補強コンクリート設計施工指針(案)，コンクリートライブラリー50，pp47-52，1983.3

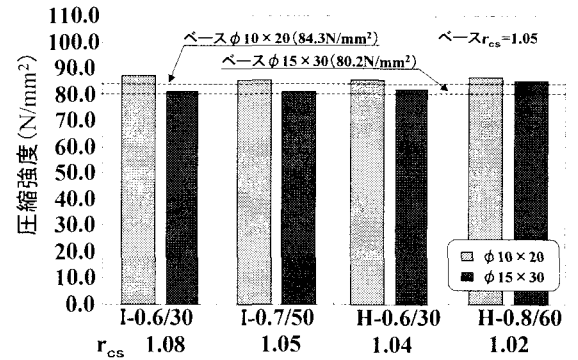


図-3 圧縮強度試験結果

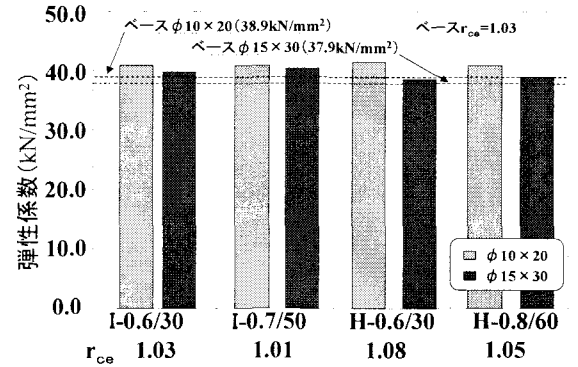


図-4 静弾性係数

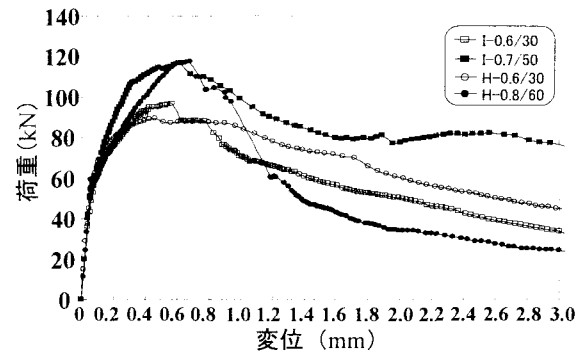


図-5 荷重と変位の関係

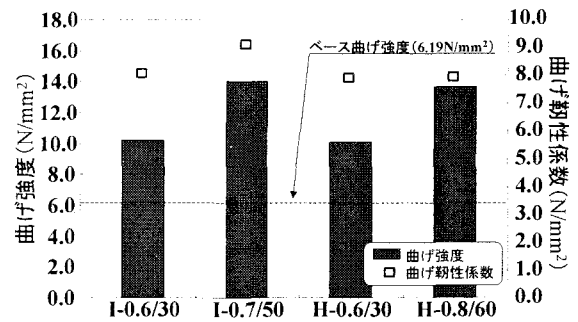


図-6 曲げ強度試験結果
および曲げ靱性係数