

鋼繊維のフック形状が高流動・高強度繊維補強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 学生会員 牛田耕悟
 名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠
 名古屋工業大学大学院 正会員 梅原秀哲
 (株) プリヂストーン 深津章文

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まっている．しかし，高強度コンクリートは破壊性状が脆性的であるため改善する必要がある．その 1 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が，スランプの低下に起因する施工性の低下が懸念されるため，近年では鋼繊維補強コンクリートの高流動化が試みられている．本研究では，施工性を考慮した鋼繊維補強を目的に，高流動・高強度コンクリートを対象とした鋼繊維補強コンクリートにおいて，鋼繊維形状がコンクリートの物性に及ぼす影響を，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，機械的性質を表-1 に示す．鋼繊維の寸法は直径 0.85mm，長さ 43mm と全て同一とし，アスペクト比は約 50.6 である．各鋼繊維の引張強度は 1100N/mm² である．ストレートを除く鋼繊維 4 種は，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，スランプフロー試験，空気量試験，圧縮強度試験および曲げ試験（JCI-SF4）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 56%に設定し，繊維混入率は容積混入率で 1.0%とした．なお，本実験では，鋼繊維の形状がコンクリートの物性に及ぼす影響を検討するため，混和剤によるフレッシュ性状の調整は行わなかった．

3. 実験結果

3.1 スランプフローおよび空気量試験結果

図-2 にスランプフローおよび空気量試験結果を示す．全体的に，繊維端部の波型が大きく波数が増加すると，スランプフローは減少し，空気量は増加していく傾向にある．これは，フック形状が複雑な鋼繊維は，コンクリート中でより機械的な付着（粘性）を付与するため，スランプフローは小さくなり，また，コンクリートの練混ぜ中の空気の巻き込み程度が大きくなるため，空気量は多くなると考えられる．

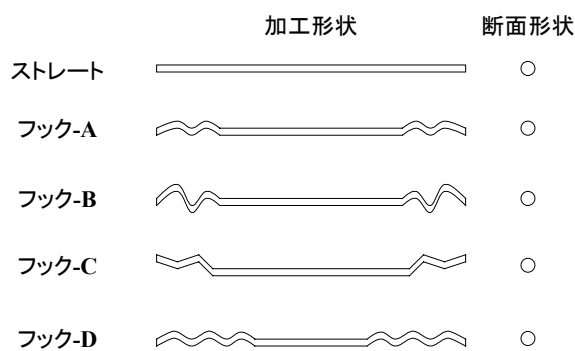


図-1 使用した鋼繊維の形状

表-1 鋼繊維の機械的性質

シリーズ	繊維形状		引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
	加工	断面		
ストレート	無し	円形	1100	206
フック-A	片振り(曲)			
フック-B	両振り			
フック-C	片振り(直)			
フック-D	三波片振り			

表-2 高流動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	S.F
ベース	35	56	1.0	-	187	534	861	719	5.34	-
繊維混入				1.0	185	529	852	711	5.29	78.5

W：水，C：セメント，S：細骨材，G：粗骨材，SP：高性能AE減水剤，S.F：鋼繊維

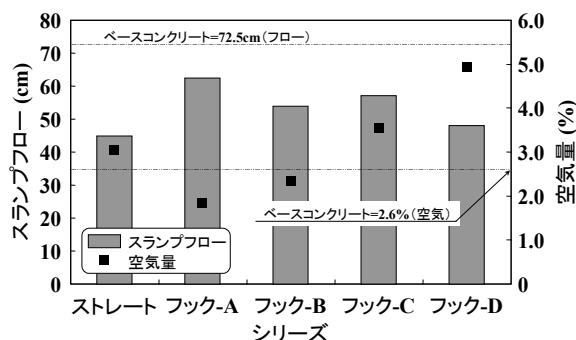


図-2 スランプフローおよび空気量試験結果

キーワード：繊維形状，高流動・高強度コンクリート，空気量，曲げ性能

連絡先：〒 466-8555 名古屋市昭和区御器所町，Tel 052-735-5502，Fax 052-735-5503

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および静弾性係数を示す。試験結果はそれぞれ 3 体の平均値である。この図から、鋼繊維を混入したことで、わずかではあるが圧縮強度が向上していることがわかる。繊維形状に着目した場合、各繊維における圧縮強度および静弾性係数の値に有意な相違点が確認できないことから、繊維形状が両者に及ぼす影響はほとんどないと判断できる。

3.3 曲げ試験結果

図-4 に曲げ強度試験結果を示す。試験結果はそれぞれ 4 体の平均値である。この図から、形状に関わらず、鋼繊維を混入したことで曲げ強度が大幅に向上することは明白であり、各繊維においてベースコンクリートの約 2 倍以上の強度向上が確認できる。さらに、繊維のフック形状に着目した場合、曲げ強度において、片振りのフック-A (12.5N/mm^2) よりも両振りのフック-B (14.3N/mm^2) の方が良好と判断できる。一方、フック-C (9.85N/mm^2) およびフック-D (11.2N/mm^2) に関しては、強度向上が実現できていても混入率 1.0%においてはストレート (10.8N/mm^2) と大差ないと言える。これは、フレッシュ性状における空気量の増大が曲げ強度に影響していることも考えられる。

図-5 に各鋼繊維の荷重と変位の関係の一例を示す。この図から、フック-B を除く他の繊維 4 種は、最大荷重以降の荷重低下が著しいことがわかる。これは、繊維の加工形状に要因があると考えられ、ポストピーク挙動は、繊維の長手方向に対し、片側加工の繊維と両側加工の繊維に大別される。耐荷性能の向上を実現するためには、フック-B のような両振り加工の繊維が望ましいと言える。

図-6 に各鋼繊維の荷重と変位の関係から曲げタフネスを算出した曲げ靱性係数を示す。この図から、前述した曲げ強度試験結果と同様な傾向が確認でき、フック-B の靱性係数が最も大きく算定された。この結果からも、鋼繊維のフック形状はフック-B が望ましいと判断できる。

4. まとめ

本研究の範囲で以下の知見が得られた。

1. 繊維端部のフックの波型が大きく波数が増加すると、高流動・高強度繊維補強コンクリートのスランプフローは減少する傾向を、空気量は増加する傾向を示す。
2. フック-C およびフック-D の曲げ強度および曲げ靱性係数は、ストレートとほとんど変わらない。つまり、フック加工を施したことで必ずしも曲げ性能を改善したことにはならないと言える。
3. 繊維端部のフック加工は、繊維の長手方向に対して両振りに加工することが望ましく、本実験からはフック-B が良好と判断される。

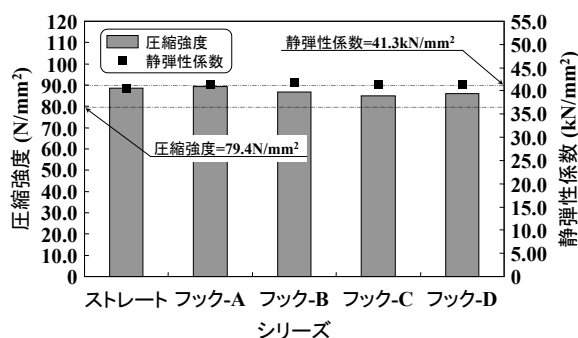


図-3 圧縮強度試験結果および静弾性係数

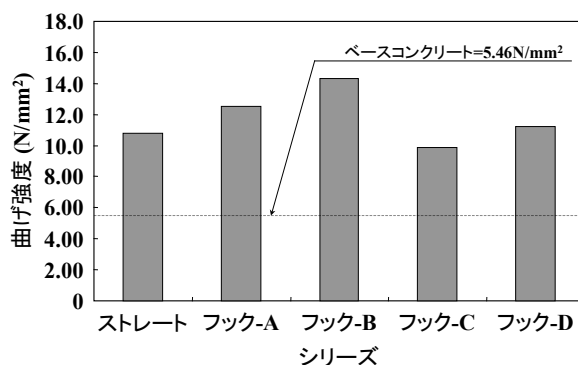


図-4 曲げ強度試験結果

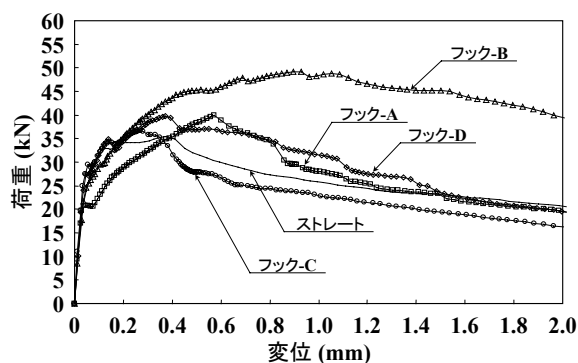


図-5 荷重と変位の関係

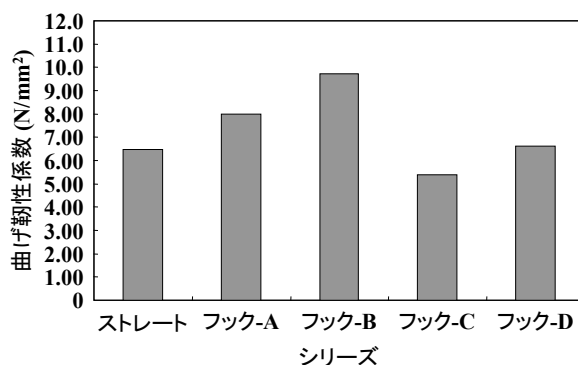


図-6 曲げ靱性係数の算定結果