

繊維形状が高流動鋼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 学生員 ○堀田新之介
 名古屋工業大学 正会員 上原 匠
 名古屋工業大学 正会員 糸山 豊
 名古屋工業大学 正会員 梅原 秀哲

1. はじめに

近年、鋼繊維補強コンクリートは施工性の改善を目的に高流動化が試みられている¹⁾。鋼繊維の形状には多様な種類があり、配合設計を行う上で、繊維形状が高流動鋼繊維補強コンクリートに及ぼす影響を把握する必要がある。そこで、本研究では、繊維形状が高流動鋼繊維補強コンクリートのフレッシュおよび硬化後の物性に及ぼす影響について実験を基に検討を行った。

2. 鋼繊維の形状および引抜き特性

表-1に使用鋼繊維の形状を示す。鋼繊維の寸法は長さ30mmに統一し、換算直径はSF1~SF4が0.6mm、SF5が0.5mmである。繊維形状が付着特性等に及ぼす影響の把握を目的に単繊維の付着試験を行った。図-1に鋼繊維の引抜き特性を示す。試験は、JCI-SF8に準じて行った。フック型鋼繊維(SF1、SF2)はフックが伸びきるように引抜けるのに対し、フック加工のない鋼繊維(SF3、SF4、SF5)は破断が確認された。

3. 実験概要

3. 1 使用材料および配合

表-2に使用材料を、表-3に配合を示す。高流動鋼繊維補強コンクリートの繊維混入率は1%とし、目標スランプフロー650mm、目標空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ のベースコンクリート（高流動コンクリート）の配合を基に、粗骨材の一部を鋼繊維と置換し、細骨材量を調整することにより配合設計を行った。なお、繊維形状に着目したため混和材による調整は行わなかった。ベースコンクリートの配合は、試験練りより決定した。

3. 2 試験項目

練混ぜは強制練りミキサを使用し、鋼繊維は粗骨材の前に投入し、全材料投入後の練り混ぜ時間を1分間とした。試験項目は、フレッシュコンクリートに関してはスランプフロー試験、空気量試験、硬化コンクリートに関しては曲げ強度および曲げタフネス試験である。なお、硬化コンクリートの試験には、 $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ の供試体を使用し、コンクリートの締め固めは行わず、型わくの側面および端面に沿ってスパーキングを行い、型わく側面を木づちで軽くたたくのみとした。

表-1 使用鋼繊維の形状

鋼繊維	形状
SF1 (両端フック型)	
SF2 (両端フック型)	
SF3 (インデント型)	
SF4 (ドッグボーン型)	
SF5 (ストレート型)	

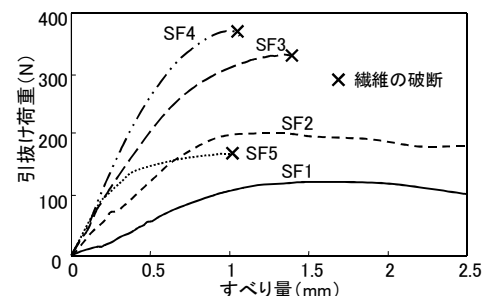


図-1 鋼繊維の引抜き特性

表-2 使用材料

材料	種類(主成分等)
セメント	早強ポルトランドセメント(密度:3.13g/cm ³)
細骨材	山砂(密度:2.56g/cm ³)
粗骨材	碎石(密度:2.69g/cm ³ 、最大寸法15mm)
混和剤	高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系)
	AE助剤(樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤)

表-3 配合

	W/C (%)	単位 粗骨材量 (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)					高性能 AE減水剤 C×(%)	AE助剤 C×(%)
			SF	W	C	S	G		
BASE	35	0.310	—	175	500	794	834	1.4	0.008
繊維混入		0.199	78	175	500	1078	535	2.1	0.004

キーワード 鋼繊維, 高流動コンクリート, 繊維形状, 曲げ試験

連絡先 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 TEL 052-735-5502 FAX 052-735-5503

4. 実験結果および考察

4. 1 フレッシュコンクリート

表－3にフレッシュコンクリートの実験結果を示す。スランプフローはSF1、SF2（両端フック型）およびSF4（ドッグボーン型）は目標値を満足したが、SF3（インデント型）およびSF5（ストレート型）で目標値より小さい値を示した。空気量はSF1とSF4で目標値より大きな値を示した。スランプフロー試験結果の目視よりSF3およびSF5は、スランプ中央に比べてスランプ先端部の粗骨材が少なく、材料分離の傾向が見られた。また、500mmフロー到達時間よりSF3およびSF5は、粘性の高いコンクリートと言える。

図－2に繊維形状によるスランプフローおよび空気量の比較を示す。スランプフローおよび空気量には相関関係が認められた。両端に加工がある鋼繊維（SF1、SF2、SF4）を混入したコンクリートの方が、スランプフローおよび空気量が大きくなった。これは、両端に加工がある鋼繊維は、練り混ぜ時において、その加工部分に空気を巻き込みやすい性状を有しているため、鋼繊維と流動性に寄与すべきモルタルとの付着量が少なくなり、流動性が向上したためと考えられる。また、SF5のスランプフローが最も小さい値を示した。これは、表面形状による影響に加え、鋼繊維の直径が小さいため単位容積当たりの混入本数が増加し、鋼繊維と流動性に寄与すべきモルタルとの付着量が多くなり、流動性を失ったためと考えられる。したがって、繊維形状が高流動鋼繊維補強コンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響は大きいことが明らかとなった。

4. 2 硬化コンクリート

図－3に繊維形状による荷重－たわみ曲線の比較を示す。SF1、SF2およびSF3はSF4およびSF5に比べ、ひび割れ発生による荷重低下がほとんど見られず、その後の破壊挙動も優れていた。特に、付着試験においてフックが伸びきるように引抜けるフック型鋼繊維（SF1、SF2）は、最大荷重までの補強効果が最大となった。付着試験における繊維の破断の有無は、高流動鋼繊維補強コンクリートの曲げ特性に影響を及ぼすことが確認された。しかし、最大荷重到達後の耐力の低下は、全種類の繊維においてほぼ同様の傾向を示す結果となった。

5. まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

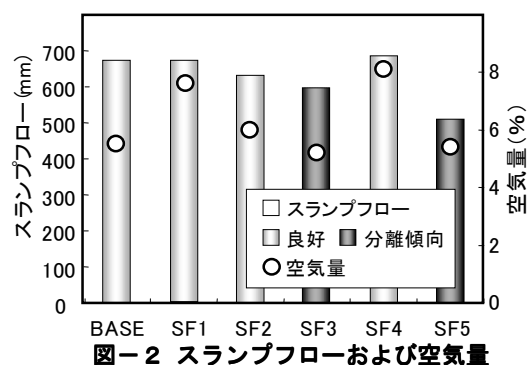
- (1) 両端に加工がある鋼繊維を混入したコンクリートは、空気を巻き込みやすいという性状を有し、相対的に流動性に寄与するモルタルが増え流動性を高めることが明らかになった。
- (2) 曲げ特性に関しては、付着試験においてフックが伸びきるように引抜けるフック型鋼繊維は、繊維が破断する他の繊維に比べ、優れた補強効果を示した。

参考文献

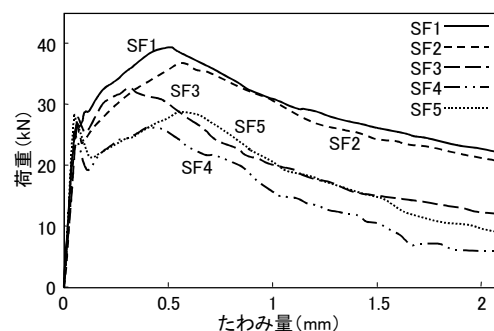
- 1) 栗田守郎他：鋼繊維を混入した高流動コンクリートのフレッシュ性状，土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第5部，1998.10

表－3 フレッシュコンクリートの実験結果

	スランプ フロー mm×mm	スランプ cm	500mm フロー 到達時間 s	フロー 停止時間 s	空気量 %	状態
BASE	675×670	27	9	63	5.5	良好
SF1	680×660	26.5	9	75	7.6	良好
SF2	650×610	26	13	103	6.0	良好
SF3	600×590	24.5	16	110	5.2	やや分離
SF4	690×680	27	7	62	8.1	良好
SF5	520×500	23	82	98	5.4	分離



図－2 スランプフローおよび空気量



図－3 荷重－たわみ曲線