

コンクリート舗装床版の鋼繊維補強に対する繊維形状の影響

名古屋工業大学 学生員 丸山 修平 学生員 牛田 耕悟
正会員 上原 匠 正会員 梅原 秀哲

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリート (SFRC) は、強度特性の向上および破壊靱性の改善などに効果的な複合材料である。様々な用途を対象にした研究が多数報告されているが、形状の異なる繊維が多数存在することから、繊維形状がコンクリートに及ぼす影響に関しては未だ解明されていない点が多い。従って、SFRC に用いる短繊維には、用途に応じた鋼繊維の選定が重要となる。そこで本研究では、コンクリート舗装床版に使用する SFRC を対象に、繊維形状 (加工形状、断面形状等) の違いが、SFRC の諸性状に及ぼす影響を実験結果に基づいて検討した。

2. 実験概要

試験項目は、スランプ試験、空気量試験ならびに圧縮強度試験、せん断強度試験、曲げ強度および曲げタフネス試験である。せん断強度試験は JCI-SF6 に、曲げ強度試験は JCI-SF4 に準じて行った。

表1に使用材料を示す。対象とするコンクリート舗装床版 (SFRC) の厚さは、82.6mm に設定されているが、凍結緩和の為に SFRC 中にパイプを埋設する。従って、粗骨材には最大寸法 13mm を使用し、鋼繊維には換算直径 0.6mm、直長 30mm のものを使用した。表2に鋼繊維の諸特性を示す。鋼繊維は表面加工を施した繊維 1 種 (インデント)、端部加工を施した繊維 1 種 (フック-1、フック-2、ドッグボーン) の合計 4 種とした。

表3にコンクリートの配合を示す。水セメント比を 40%、細骨材率 50%、繊維混入率は容積混入率として、1.0% に設定した。スランプは、 8.0 ± 2.5 cm、空気量 5.0 ± 1.0 % を目標とし、減水剤により適宜調整した。

3. 実験結果および考察

3. 1 フレッシュ試験結果

表4に SFRC のフレッシュ性状を示す。全シリーズにおいて、スランプおよび空気量の値が目標値を満足した。しかし、フック-1 に関しては他の繊維に比べ空気が入りにくかった為、空気量調整剤を 0.002% に設定した。写真1はフック-1 のスランプ形状を示したものであるが、各繊維においてもその形状はほぼ同じであつ

表1 使用材料

材料	記号	種類(主成分等)
セメント	C	普通ポルトランドセメント(密度:3.15g/cm ³)
細骨材	S	豊田産山砂(密度:2.57g/cm ³)
粗骨材	G	南条産碎石(密度:2.61g/cm ³ 、最大寸法13mm)
短繊維	SF	鋼繊維(φ0.6×30mm、密度:7.85g/cm ³)
混和剤	—	AE減水剤、空気量調整剤(AE助剤)

表2 鋼繊維の諸特性

種類	加工形状	断面形状	引張強度(N/mm ²)	弾性係数(kN/mm ²)
インデント			1228	206
フック-1			1100	
フック-2			1080	
ドッグボーン			780	

表3 配合

W/C (%)	s/a (%)	S.F (%)	単位量(kg/m ³)					AE減水剤 C× (%)	AE助剤 C× (%)
			S.F	W	C	S	G		
40	50	1.0	78.5	190	475	770	782	0.5	0.001

表4 フレッシュ性状

シリーズ	スランプ (cm)	空気量 (%)	備考
インデント	9.8	4.7	—
フック-1	10.5	4.9	空気量調整:AE助剤を0.002%に設定
フック-2	9.0	5.6	—
ドッグボーン	10.2	4.9	—

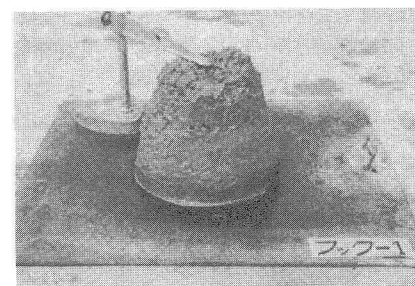


写真1 フック-1 のスランプ形状

た。以上より、フック-1に関しては、今回設定した配合においては、空気が入りにくいと判断される。

3. 2 圧縮およびせん断強度試験結果

図1に圧縮強度試験結果、図2にせん断強度試験結果を示す。この結果から、繊維形状の違いによる圧縮強度およびせん断強度への影響はほとんどないと判断できる。また、弾性係数にも大きな差は見られなかった。

3. 3 曲げ強度試験結果

図3に曲げ強度試験結果を示す。曲げ強度に関しては、インデントが最も大きく、ドッグボーンが最も小さい値となった。図4に各繊維における荷重と変位の関係を示す。曲線は各鋼繊維の代表値を示す。

ひび割れ発生後から最大荷重に到達するまでの挙動は、インデント、フック-1、フック-2は緩やかに増進し、ドッグボーンは、一時的な荷重低下が確認された。さらに、ひび割れ発生後の荷重の増進は、ドッグボーンのみが小さいと判断できる。また、最大荷重までのたわみ量は、インデント、フック-1が約0.91mm、フック-2が約0.78mm、ドッグボーンが約0.67mmとなり、繊維強度が比較的大きい繊維は最大荷重時の変位も大きくなることわかる。

最大荷重以後の挙動は、まず、インデント、フック-1、フック-2に関しては、著しい荷重低下が確認されず、耐力保持能力は良好であると言える。しかし、ドッグボーンに関しては、荷重低下が大きく現れた。これは、繊維強度が比較的小さいことに起因し、破断面内で一部の繊維が破断したことにより、繊維が受け持つ曲げ引張力が小さくなり、ひび割れ界面の架橋効果が低下したことが考えられる。

図5に曲げタフネス試験結果を示す。曲げ靱性係数に関しても、曲げ試験と同様な結果となった。これは、繊維の形状と強度が影響していると考えられる。すなわち、曲げタフネスの良否は、ひび割れ発生後の曲げ引張力をどの程度負担できるかに左右され、繊維の機械的作用が最大荷重以後の耐力の保持能力にどの程度寄付することができるかが重要となってくる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 鋼繊維形状による、圧縮強度およびせん断強度への影響はほとんどない。
- 2) ドッグボーンは付着強度よりも繊維強度が弱いと考えられるため、靱性性能への付与は小さいと推察できる。
- 3) 本実験から、曲げタフネスが良好と判断された繊維は、インデント、フック-1であるといえる。

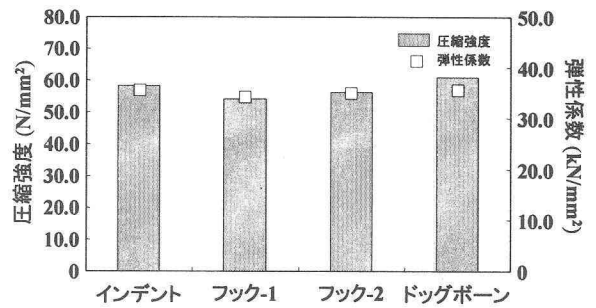


図1 圧縮強度試験結果

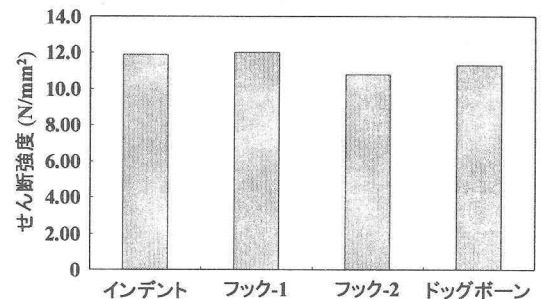


図2 せん断強度試験結果

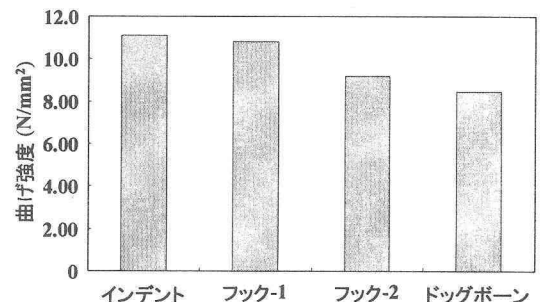


図3 曲げ強度試験結果

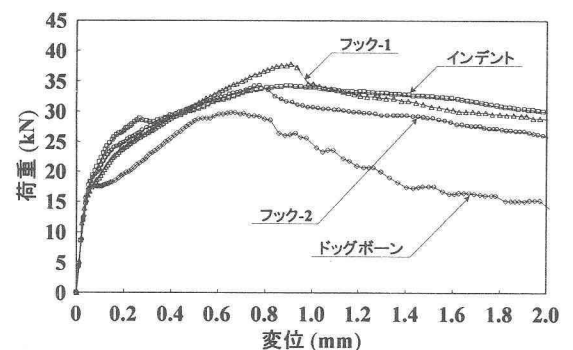


図4 荷重と変位の関係

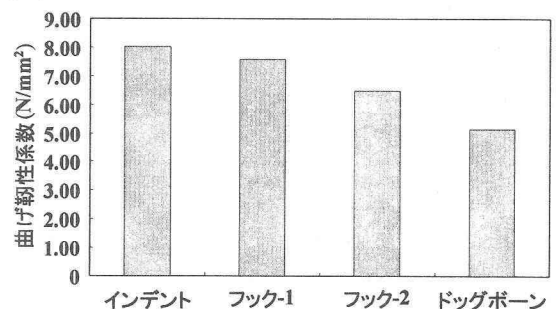


図5 曲げタフネス試験結果