

鋼繊維補強コンクリート RC 梁のせん断性状に関する実験

明星大学大学院 学生会員 山下 和輝
明星大学 正会員 丸山 武彦

1、はじめに

鋼繊維をコンクリートに混入した鋼繊維補強コンクリート(SFRC)は引張強度、曲げ強度及び靱性、さらにせん断強度、ひび割れ抵抗性の増加という力学的性質がある。RC 構造物において鋼繊維補強コンクリートを用いた場合、普通コンクリートと比較してせん断耐力が著しく増加することが報告されている。¹⁾ 本研究では、圧縮強度が 70N/mm^2 以上の比較的高強度のコンクリートに鋼繊維を 0.5%~2.0% 混入した RC 梁を製作し、そのせん断破壊性状について実験的に検討した。

2、実験概要

鋼繊維は $L=30\text{mm}$ のフック型を使用し、その物理的性質を表 1 に示す。試験体は、鋼繊維混入率を 0~2.0% まで変えて 5 体製作した。繊維混入率 1.5% 及び 2.0% のコンクリートは、流動性が悪いために RC 梁の製作においては比較的に作業が困難であった。試験体の形状寸法及び載荷方法は図 1 に示すとおりである。すべての試験体においてせん断補強筋は使用せず、主鉄筋は D19 (SD345) 3 本とし、せん断スパン有効高さ比 (a/d) = 2.1 として、逐次 2 点載荷方法によって試験を行った。

3、実験結果および考察

3.1 破壊状況

試験結果を表 2 に、ひび割れ状況の一例を図 2、3、4 に示す。試験体 1 は、曲げひび割れ発生後の荷重 140 kN で、支点付近から載荷点に向かって斜めひび割れが発生し、その後も荷重は増加し続け、最終的に主鉄筋が降伏する前に載荷点付近のコン

クリートが圧縮破壊するせん断圧縮破壊に至った。試験体 2,4,5 (鋼繊維混入率 0.5%、1.5%、2.0%) においては、斜めひび割れは発生するものの、鋼繊維による斜めひび割れの進展を抑制する能力が予想以上に強く、せん断破壊に至る前に曲げ引張破壊に至った。しかし試験体 3 (鋼繊維混入率 1.0%) は、斜めひび割れが発生した後も荷重は増加し、主鉄筋が降伏する前に斜めひび割れ面の鋼繊維が突発的に抜け出し、そのまま耐力を失って斜め引張破壊に

表 1 鋼繊維コンクリートの性質

試験体No.	鋼繊維 混入率(%)	w/c (%)	強度(N/mm ²)		
			圧縮	引張*	曲げ
1	0	40	85.5	5.12	8.16
2	0.5		91.4	5.52	8.35
3	1.0		71.9	6.18	10.1
4	1.5		94.0	7.83	12.0
5	2.0		81.1	6.41	12.0

* 割裂試験によって初期亀裂が生じた時の応力度

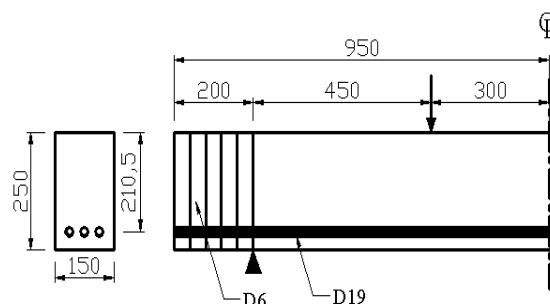


図 1 試験体形状

表 2 試験結果

試験体No.	鋼繊維 混入率(%)	斜めひび割れ荷重(kN)			せん断耐力(kN)		曲げ耐力 Pud(kN)	最大荷重 Pmax(kN)	せん断		曲げ Pmax/Pud	破壊形式
		Vcd (1)	Vcd (2)	Vc	Vud (3)	Vud (4)			Pmax/Vud (3)	Pmax/Vud (4)		
1	0	161	140	140	255	275	291	278	1.09	1.01	—	せん断
2	0.5	165	151	190	266	297	292	308	—	—	1.05	曲げ引張
3	1.0	152	170	172	227	332	286	299	1.32	0.90	—	せん断
4	1.5	166	215	208	271	422	293	334	—	—	1.14	曲げ引張
5	2.0	158	176	254	246	345	289	342	—	—	1.18	曲げ引張

Vcd(1)・Vud(3)…… 土木学会コンクリート標準示方書式

Vcd(2) …………… 標準示方書式の $f_c^{1/3}$ の代わりに引張強度の 0.75 倍を使用Vud(4) …………… 標準示方書式の $f_c^{2/3}$ の代わりに引張強度を使用

キーワード；せん断破壊 斜めひび割れ 鋼繊維補強コンクリート 鋼繊維混入率

連絡先；〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 TEL 042-591-5111

至った。試験体3だけが斜め引張破壊に至った理由として、鋼繊維を1%混入していても試験体の製作過程で鋼繊維が十分に分散せず、斜めひび割れにまたがる鋼繊維の本数が他の試験体に比べて少なかったのではないかと考えられる。破壊荷重の実験値と計算値の比 P_{max}/V_{ud} は、示方書式(3)を用いると試験体1、3ともに大きい数値になったが、引張強度を用いた(4)式による場合は試験体3において0.9と低い数値となった。また、曲げ耐力に関しては鋼繊維が主鉄筋とともに引張力を受け持つため、鋼繊維混入量が多いほど曲げ耐力が大きくなる傾向が見られた。

3.2 たわみ

図-5に荷重と中央点のたわみとの関係を示す。試験体1は約140kNの荷重で斜めひび割れが発生し、それに伴ってたわみがやや大きくなっており、その後再び荷重が増加して最終的には脆性的なせん断圧縮破壊に至って変位が急増した。鋼繊維を混入した試験体は、斜めひび割れ発生時でも鋼繊維のひび割れ抵抗性により、試験体1に比べて変位の急激な増加はあまり見られなかった。斜めひび割れ発生後のたわみ曲線は、鋼繊維を多く混入した試験体ほど曲げ剛性が大きく、これは繊維量が多いほど曲げひび割れ幅及び斜めひび割れ幅を抑制したためであると考えられる。

3.3 斜めひび割れ幅

図-6は荷重と斜めひび割れ幅との関係を示す。鋼繊維未混入の試験体1は、斜めひび割れが発生してから急激な斜めひび割れ幅の増大が見られる。鋼繊維を混入した試験体については、混入率が多くなるほど斜めひび割れ幅が抑制されている。鋼繊維を2.0%混入した試験体5においては斜めひび割れの開口が非常に小さく、また急激な斜めひび割れ幅の増加が見られないまま、曲げひび割れのような挙動を示し、曲げ破壊に至った。せん断破壊した試験体3は、荷重245kN付近で試験体2よりも斜めひび割れ幅が大きくなっており、試験体3の鋼繊維によるひび割れ抑制効果が他の試験体より小さかった。

4、まとめ

鋼繊維補強高強度コンクリートを用いたRC梁のせん断試験を行った結果以下の知見が得られた。

- (1) 高強度コンクリートに鋼繊維を1%以上混入することによって曲げ強度は 10N/mm^2 以上となるが、引張強度は $6\sim 8\text{N/mm}^2$ の範囲であった。
- (2) 鋼繊維を混入することによって、斜めひび割れ発生荷重が増大し、また斜めひび割れ幅の発達を抑制できた。
- (3) 鋼繊維混入率を1.5%~2.0%にすると、斜めひび割れ幅を著しく小さくすることができた。

[参考文献]

- 1) 松尾、柳、土井；鋼繊維補強RC柱のせん断破壊実験と解析；コンクリート工学年次論文報告集 Vol.21, No.3, pp1441-1446, 1999

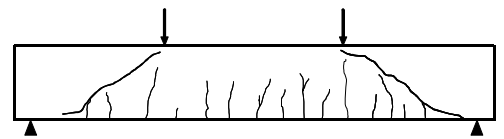


図-2 試験体1のひび割れ状況



図-3 試験体3のひび割れ状況

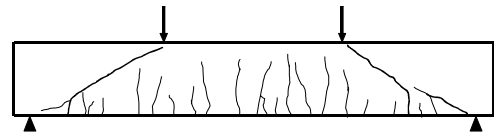


図-4 試験体4のひび割れ状況

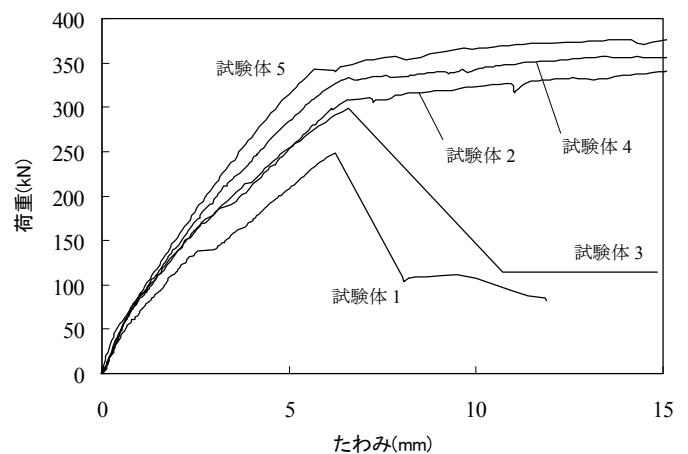


図-5 荷重と中央点たわみの関係

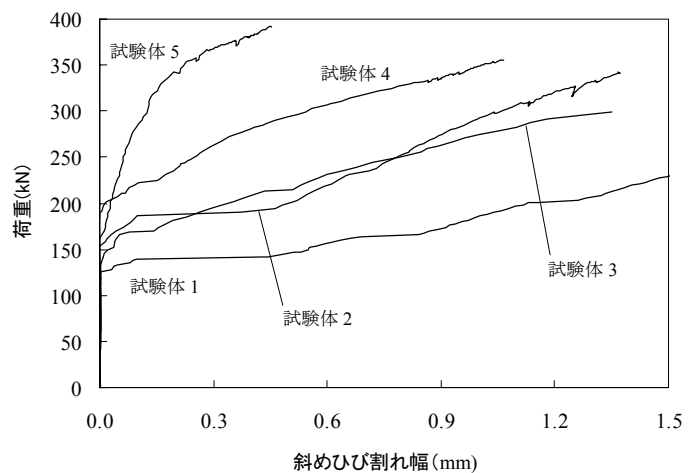


図-6 荷重と斜めひび割れ幅の関係