

繊維混入率を高めたSFR C部材の破壊に関する研究

岐阜大学工学部 学生会員 藤代 勝 小澤 満津雄
同上 正会員 内田 裕市 小柳 洽

1. はじめに

繊維補強コンクリート（FRC）は、繊維の補強効果により、ひび割れ発生後も荷重が急激に低下することなく変形が増大し、高靱性・高強度化が期待できる材料である。一般的に鋼繊維補強コンクリート（以下SFR C）における研究では、コンクリートに対する繊維の混入率が通常0.5～2%においてなされている。本研究ではSFR Cの高性能化を目的とし、混入率を6%としたSFR Cの製造を試みるとともに、鉄筋コンクリートはり、ならびにスラブに適用した場合の部材の破壊性状について実験的に検討した。

2. 実験概要

(1) 使用材料

鋼繊維を大量に混入するため繊維のアスペクト比を小さくし、マトリックスコンクリートの流動性を確保するためにモルタルとした。分離を生じない高流動のモルタルを製造するため、粉体量を増やして高性能減水剤を使用した。鋼繊維はインデント型の長さ20mm、直径0.6mmのものを使用した。セメントは早強ポルトランドセメントを使用し、細骨材は、比重2.59、粗粒率2.32の川砂を利用した。高炉スラグは、粉末度6000cm²/gのものを使用した。表-1にその配合を示す。供試体は、材令2日で脱型し、載荷試験直前まで養生室内で湿布養生した。

表-1 コンクリートの配合

鋼繊維 混入率 (%)	水セメント比 W/C (%)	単位量(Kg/m ³)						
		鋼繊維	水	セメント	高炉スラグ 微粉末	細骨材	高性能 AE減水剤	消泡剤
6.0	35.4	448	176	497	199	1246	24.4	0.122

(2) SFR Cはり

供試体は断面が10×18cmで、鉄筋比を1%、2%、2.5%、4%とした単鉄筋はりである。なお、せん断補強筋は配置していない。載荷スパン150cm、モーメントスパン50cmの3等分点曲げ載荷試験を行い荷重と載荷点変位を計測した。載荷試験は材令28日から30日の間で行った。載荷試験時のコンクリートの強度は、圧縮強度888kgf/cm²、割裂引張強度125kgf/cm²および曲げ強度174kgf/cm²であった。

(3) SFR Cスラブ

スラブ供試体は全厚5cm、1辺55cmの正方形で配筋は直交等方配筋とし、鉄筋比は1%と、2%の2種類とした。比較のため無筋のものも作製した。載荷は1辺50cmの4辺単純支持とし、6×6cmの鋼板を介して中央集中載荷を行った。スラブ底面中央のたわみを測定し荷重変位曲線を求めた。載荷試験は材令28日で行った。載荷試験時のコンクリートの強度は、圧縮強度787kgf/cm²、割裂引張強度90.6kgf/cm²および曲げ強度174kgf/cm²であった。

3. 実験結果および考察

(1) SFR Cはり

図-1にはり供試体の荷重-載荷点変位の関係を示す。いずれの供試体も鉄筋降伏直後に圧縮縁に圧壊ひ

キーワード：鋼繊維補強コンクリート、スラブ、はり、押し抜きせん断破壊、

〒502-11 岐阜市柳戸1-1 TEL058-293-2411 FAX058-230-1891 岐阜大学土木工学科

び割れが確認された。しかし、その後圧壊が進行しても、著しい耐力低下はなかった。鉄筋比が 1% の場合には降伏直後、耐力が一旦低下し、その後耐力を保持したまま大変形を生じ 2 体のうち 1 体は最終的に鉄筋が破断した。鉄筋比が 2% および 2.5% では、降伏耐力を保持したまま大変形を生じた。鉄筋比が 4% の場合には、降伏後圧壊の進行に伴って、徐々に耐力が低下した。

表-2 に鉄筋およびコンクリートの引張特性を考慮して求めた曲げ耐力を示す。いずれの供試体においても、計算値と実験値はよく一致した。本実験においては、いずれの供試体もせん断破壊を生じなかったが参考のため、普通コンクリートを対象として提案されている、せん断補強筋を有しないはりのせん断耐力度式（二羽式）によりせん断耐力を求め比較した。その結果鉄筋比が 1% の場合でも計算せん断強度の 2 倍以上の強度を有していることがわかり、RC はりのせん断耐力に対する鋼繊維の効果を確認できた。

(2) SFRCスラブ

図-2 にスラブ試験の荷重-変位曲線を示す。鉄筋比が 1% のスラブは曲げ破壊を生じ、2% のスラブは押し抜きせん断によって破壊した。一方、無筋の SFRC スラブは、鉄筋比 1% の同程度の圧縮強度を持つ RC スラブ¹⁾ と同程度の耐力を持ち、最大荷重以降も急激な荷重低下を伴うことなく延性的な破壊を生じた。参考のため、土木学会コンクリート標準示方書による普通コンクリートの押し抜きせん断耐力との比較を表-3 に示す。ただし、算定式においてコンクリート強度の上限の制限は無視した。その結果、鉄筋比が 1、2% の押し抜きせん断耐力に対する鋼繊維の効果を確認できた。

4. まとめ

繊維混入率を高めた SFRC 部材の破壊性状について実験的に検討し、以下の結果を得た。

- 1) はり部材においては、圧縮縁が圧壊後も急激に耐力低下をすることなく大変形を生じた。
- 2) スラブにおいては、押し抜きせん断耐力に対する鋼繊維の効果を確認することができた。さらに無筋スラブにおいても、延性的な破壊性状を有していることが分かった。

参考文献

- 1) 小柳，六郷，中谷，「鉄筋コンクリートスラブの押し抜きせん断の進展と破壊について」，土木学会第 38 回年次学術講演会概要集 5，pp.77-78

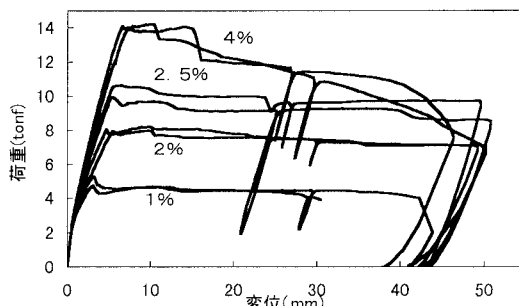


図-1 はりの荷重-変位曲線

表-2 はり載荷試験結果とせん断耐力計算との比較

供試体	最大荷重 (tonf)	計算終局曲げ耐力 (tonf)		最大作用せん断応力 τ_e (kgf/cm ²)		計算せん断強度 τ_c (kgf/cm ²)	τ_e/τ_c
		引張無	引張有	τ_e (kgf/cm ²)	τ_c (kgf/cm ²)		
1%-1	5.31	4.32	5.88	15.6	15.7	0.99	
1%-2	4.76			17.7	15.6	1.13	
2%-1	8.23	7.40	8.56	26.7	19.9	1.34	
2%-2	8.01			27.4	19.7	1.39	
2.5%-1	9.96	9.00	10.04	35.6	22.1	1.61	
2.5%-2	10.67			33.2	21.9	1.52	
4%-1	14.23	12.72	13.80	46.4	24.0	1.93	
4%-2	14.08			47.4	23.9	1.98	

表-3 スラブ載荷試験と計算耐力との比較

供試体	最大耐力 P (tonf)	計算耐力 V (tonf)	P/V
0%-1	5.15		
0%-2	5.21		
1%-1	8.17	4.97	1.64
1%-2	8.78		1.77
2%-1	12.0	6.24	1.92
2%-2	11.6		1.86
1%-1*)	5.07	4.62	1.10
1%-2*)	5.01		1.08

*) 参考文献1)より

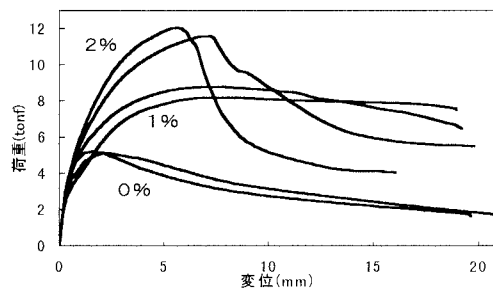


図-2 スラブの荷重-変位曲線