

鋼繊維補強 RC はりの曲げせん断破壊挙動特性に関する実験的研究

長崎大学 学生会員 ○ 御舟 研二 長崎大学大学院 学生会員 板井 達志
 長崎大学 正会員 出水 享 長崎大学 正会員 松田 浩

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリートの力学的特徴として、ひび割れ発生後も引張力を受け持つことや、鋼繊維がひび割れ幅を低減することが挙げられる。しかし、せん断破壊に関してのメカニズムは十分に明らかにされておらず、まだ検討の余地が残されている。

そこで本研究は、鋼繊維のせん断補強効果を明らかにすることを目的として、鋼繊維混入率、せん断スパン比を変化させ、スパン長 1.6m の RC はりの曲げ載荷試験を行い、鋼繊維混入率、せん断スパン比が鋼繊維補強 RC はりの破壊形態、ひび割れ角度、せん断耐力に及ぼす影響について検討した。

2. 試験概要

鋼繊維混入率が 0, 1.0, 1.5% の試験体を作製し、せん断スパン比を 3.26, 2.38, 1.5 と変化させ 4 点曲げ載荷試験を実施した。スパン中央、および支点部に変位計を設置して試験体のたわみを計測し、デジタル画像相関法(以下 DICM)により、試験体表面のひずみ値を計測して、ひずみ分布図を取得した。また、荷重の急激な低下の原因となった斜めひび割れが主鉄筋と交わる点と斜めひび割れの最終進展先端位置の点を結ぶ直線

の水平軸に対する角度をひび割れ角度¹⁾として試験終了後の試験体より計測した。

試験体寸法を図-1 に示す。鉄筋は曲げ破壊を防止するために D19 を 3 本引張側に配置し、引張鉄筋比 $P_t=2.73\%$ の過鉄筋配筋とした。試験体の有効高さを $d=210\text{mm}$ 、幅を 150mm とし、せん断スパン a を 315mm, 500mm, 685mm と変化させた。本試験では長さ 30mm、直径 0.62mm の角形断面を持つ両端フック型の鋼繊維を用いた。また、DICM の計測箇所を図-2 に示し、使用したコンクリートの配合を表-1 に示す。配合には普通ポルトランドセメントを使用した。

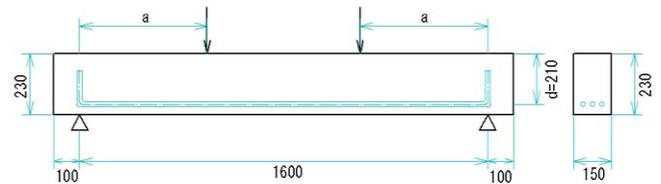


図-1 試験体寸法(mm)

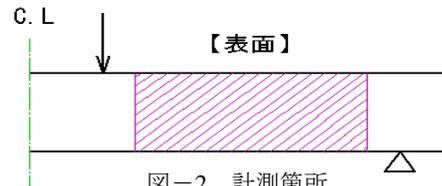


図-2 計測箇所

表-1 配合表

単位: kg/m^3

混入率	セメント	細骨材	粗骨材	水	鋼繊維	AE減水剤
0%	377.3	712.0	937.7	170.7	0.0	3.0
1.0%	377.3	700.9	923.0	170.7	78.5	3.0
1.5%	377.3	695.3	915.7	170.7	117.8	3.0

W/C=45%

表-2 試験体緒元および実験結果

タイプ	Group	a/d	鋼繊維混入率 (%)	圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	せん断耐力 (kN)	ひび割れ角度(度)
□	G1-00	1	3.26	0	48.8	3.1	126.0
○	G1-10-1			1.0	45.3	4.3	158.2
△	G1-10-2			1.0	41.7	4.2	145.9
△	G2-00	2	2.38	0	37.2	2.5	139.6
▲	G2-10-1			1.0	42.6	4.5	188.5
▲	G2-10-2			1.0	34.2	3.8	188.2
▲	G2-15-1			1.5	40.8	5.3	257.4
▲	G2-15-2			1.5	39.1	5.0	182.7
○	G3-00			3	1.5	0	42.8
●	G3-10-1	1.0	46.6			4.9	348.7
●	G3-10-2	1.0	44.9			4.3	335.7
●	G3-15	1.5	38.2			5.0	290.6

3. 試験結果

3.1 変位に関する評価

試験体緒元および実験結果を表-2 に、Group1 の荷重-変位曲線を図-3 に示す。荷重-変位曲線の傾きから、三つの試験体の剛性には変化が見られなかった。混入率 0%試験体(G1-00)は最大荷重に達した後、急激に荷重が落ち変位は 7mm 程度に留まった。混入率 1.0%試験体(G1-10-1, G1-10-2)は 80kN まで急激に荷重が落ちたものの、その後粘り強く変位は伸び、荷重はゆるやかに漸減した。これはひび割れ発生後も鋼繊維の架橋効果によってひび割れを繋ぎ止めたためと考えられる。この傾向は G2, G3 でも同様の傾向が確認できた。以上のことから、鋼繊維の混入によりじん性の向上が確認できた。

3.2 せん断耐力に関する評価

せん断耐力-鋼繊維混入率の関係を図-4 に、 $a/d=2.38, 1.5$ のひずみ分布図と破壊形態を図-5 に示す。図-4 の結果より、 $a/d=2.38(\Delta)$, $3.26(\square)$ である試験体は、鋼繊維混入率の増加とともに耐力の増加が確認できるが、 $a/d=1.5(\circ)$ の試験体については混入率の増加による耐力の上昇は見られない。これはスパン比が小さくなるにつれて試験体の破壊形態が斜め引張破壊からせん断圧縮破壊に移行したためと考えられる。これは図-5(b)の載荷点付近のひずみが集中していることから確認できる。

次にせん断耐力-ひび割れ角度の関係を図-6 に示す。図-6 の結果より、同じ Group 内でひび割れ角度が小さいほど耐力は大きくなっている。また、鋼繊維混入によりひび割れ角度が小さくなった。これは、鋼繊維の混入により鉄筋に沿ったひび割れを回避し、載荷点と支点を結ぶ斜めひび割れが発生することでひび割れ角度は小さくなったと考えられる。

4. まとめ

本試験では、鋼繊維の混入により、引張強度、耐力ともに増加した。また、同じせん断スパン比内でひび割れ角度が小さいほど耐力は大きくなった。

参考文献

1) 渡辺健ほか：鋼繊維とせん断補強鉄筋の併用による RC 棒部材のせん断補強効果，土木学会論文集 E Vol.65 No.3, 322-331, 2009.

2) 伊藤 始ほか：ビニロン短繊維の混入が RC はりのせん断耐力に与える影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.25, No.2, 2003

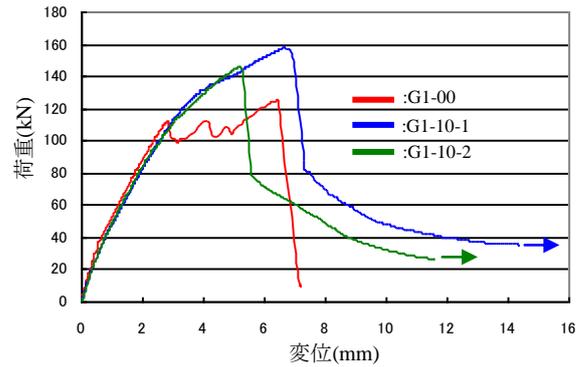


図-3 荷重-変位曲線(Group1)

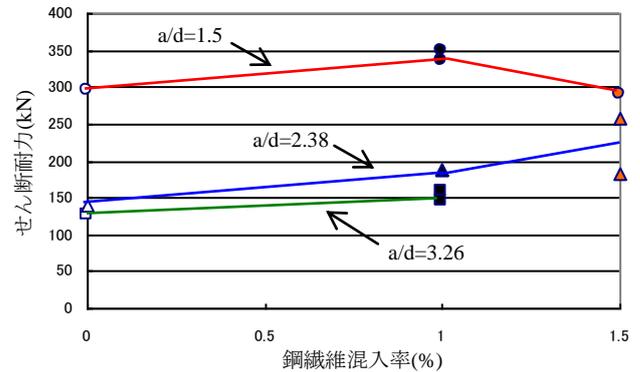


図-4 せん断耐力-鋼繊維混入率の関係

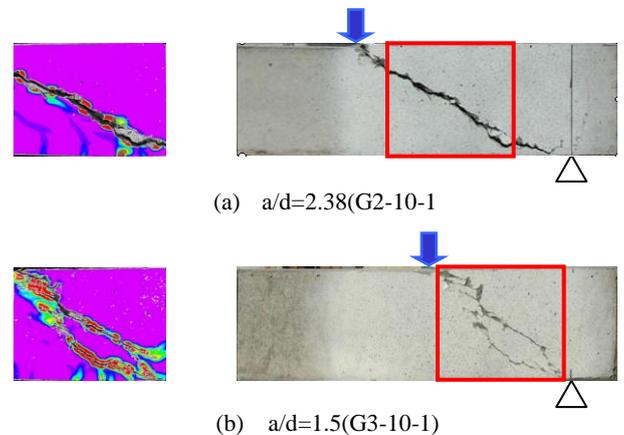


図-5 ひずみ分布図と破壊形態

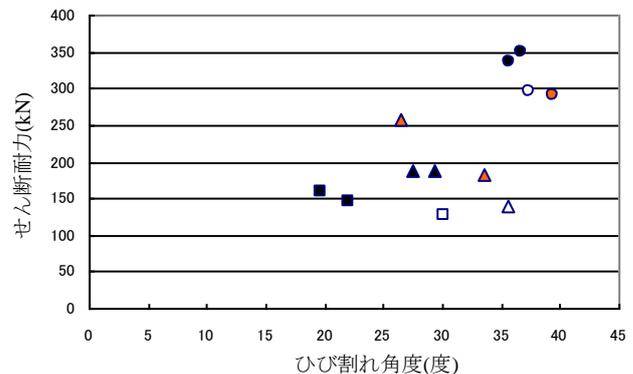


図-6 せん断耐力-ひび割れ角度の関係