

鋼繊維補強鉄筋コンクリートはりのせん断特性

— 粗骨材の最大寸法および繊維長の影響 —

徳島大学大学院 学生員 の 梅道 和明
 徳島大学工学部 正 員 木口 裕之
 鹿島建設株式会社 平野 敏広

1. まえがき

鋼繊維補強コンクリートのすぐれた特性を生かした用途の一つとして、鉄筋コンクリートはりのせん断補強が考えられる。しかし、鋼繊維の混入による鉄筋コンクリートはりのせん断補強が実用上どの程度可能であるかはまだ明確にされてなく、また有効高さの大きい場合についての結果は少ない。そこで本研究では、鋼繊維補強コンクリートを実用構造物に適用するための基礎的資料を得ることを目的とし、有効高さ 25cm とした鉄筋コンクリートはりのせん断補強に及ぼす比較的長い繊維の混入および粗骨材の最大寸法の影響について検討を行った。

2. 実験概要

実験計画を表 1 に示す。実験に使用した鋼繊維は、表 1 に示した 3 種のインデント加工による異形カットワイヤード、鉄筋はすべて SD35 とした。コンクリートの配合は、粗骨材の最大寸法を 15, 20 および 25mm の 3 種、鋼繊維の混入率 V_f を 0 および 1.5%、また繊維長 50mm のものでは均一な練りまぜ可能な 1.2% とし、セメント比を 55%、スランプを 12 ± 2 cm、空気量を 6 ± 1 % とした。供試体は室温で湿布養生とし、実験材料は約 4 週とした。

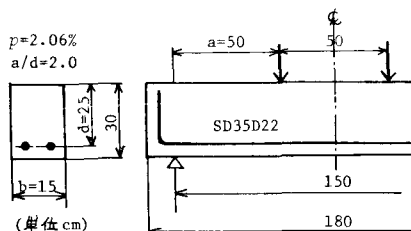


図 1. はりの寸法および荷重方法

表 1. 実験計画

粗骨材の最大寸法 (mm)	鋼繊維の形状寸法 (mm) および 混入率 (%)				
		PL $\phi 0.5 \times 30$	$\phi 0.6 \times 40$	$\phi 0.6 \times 50$	
15	0	1.5	1.5	1.2	*
20	*	*	*	*	*
25	*	*	*	*	*

(注) * は実験を行った組み合わせ。

実験に用いたはり供試体は、図 1 に示すような有効高さ 25cm の単鉄筋コンクリートはりとした。せん断スパン比 a/d は 2.0、鉄筋比 p は 2.06% とし、載荷点間距離 50cm の対称 2 点載荷とした。

3. 実験結果および考察

試験材料時の圧縮強度 f_c' 、割裂引張強度 f_t' および斜めひびわれ発生時、破壊時のせん断力を各算定値とともに表 2 に示す。算定値は、無補強の鉄筋コンクリートはりに対する斜めひびわれ発生耐力を求める岡村・検員の算定式¹⁾ およびショートビームの破壊耐力を求める二羽の算定式²⁾ で求めた。

3.1 圧縮強度および引張強度

本実験に用いた比較的長い鋼繊維を使用した場合の圧縮強度および引張強度を、粗骨材の最大寸法と繊維長との比 (G_{max}/l_e) に対し図 2 および図 3 に示す。圧縮強度は、鋼繊維を混入しないプレーンに対して平均で 1.15 倍と補強効果はあまり示されてい

表 2. 強度試験 および鉄筋コンクリートはり供試体の試験結果

供試体番号	繊維混入率 V_f %	圧縮強度 f_c' kg/cm ²	引張強度 f_t' kg/cm ²	斜めひびわれ発生		破壊		破壊形式
				荷重 V_e ton	耐力 $V_{e,cal}$ ton	荷重 V_u ton	耐力 $V_{u,cal}$ ton	
PL20-1-2	0	290	28.4	7.0	6.52	11.38	8.76	せん断
3015-1-2	1.5	334	32.8	7.0		12.24		せん断
3020-1-2	1.5	316	32.8	11.0		16.16		せん断
4015-1-2	1.5	325	34.4	11.0		15.21		せん断
4020-1-2	1.5	329	42.4	10.0		15.82		せん断
4025-1-2	1.5	352	41.1	11.0		16.53		せん断
5015-1-2	1.2	335	29.0	11.0		15.90		せん断
5020-1-2	1.2	348	41.2	10.0		16.80		せん断
5025-1-2	1.2	340	46.0	10.0		15.79		せん断
				8.0		15.87		せん断
				10.0		15.49		せん断
				10.0		16.06		せん断
				10.0		13.97		せん断
				10.0		15.79		せん断
				10.0		16.22		せん断
				10.5		15.41		せん断
				10.0		15.46		せん断
				10.0		16.54		せん断

(注) 1) たゞし、供試体番号 3015-1 の 30mm 繊維長、1.5 は粗骨材の最大寸法を示す。
 破壊形式の曲線は、曲げが 5 せん断破壊へ移行したものを示す。

ない。引張強度は、 G_{max}/l が0.5の時、最も大きくなる傾向がみられ、大きいものはプレーンの1.6倍となっている。

3.2 鉄筋補強コンクリートはりのせん断特性

荷重 P と中央スパンでのたわみ δ との関係について粗骨材の最大寸法 20mm の場合を1例として図4に示す。斜めひびわれ発生から破壊までの $P-\delta$ 関係の勾配(曲がり性)は、プレーンコンクリートが最も小さく、鉄筋補強コンクリートは、鉄筋長に比例して関係なくほぼ同じである。また最大寸法によっても影響されない結果となっている。せん断破壊の形式は、せん断圧縮破壊であり、これは鉄筋の混入により引張強度が増大するためと思われる。

斜めひびわれ発生時のせん断荷重 V_c の無次元量と G_{max}/l との関係を図5に示す。 G_{max}/l が0.5附近でわずかながら V_c が大きくなる傾向がある。これは、 G_{max}/l が0.5の時、図3に見られるように f_{ct} が最大となることと一致している。 V_c は、プレーンに比べて1例を除き約1.4倍以上となっている。

破壊時のせん断荷重 V_u の無次元量と G_{max}/l との関係を図6に示す。

G_{max}/l による明確な影響は見られない。しかし、粗骨材の最大寸法が 15mm の時には、表2に示されているように例外を除き曲がり破壊となっている。曲がり破壊になるのが約半分であり、またせん断破壊が生じた場合でもせん断荷重が曲がり破壊のものに比べてあまり低下していない。これは、実験結果によると、この時の鉄筋ひずみがほぼ降伏ひずみになったためと思われる。したがって、かなりのせん断補強効果が期待できると思われる。

4. まとめ

鉄筋混入率1.5%程度の鉄筋補強コンクリートを用いると、鉄筋コンクリートはりのせん断耐力は鉄筋を混入しないコンクリートのはりに比べて約1.4倍以上になり、かなりの補強が期待できる。斜めひびわれ発生耐力は、わずかながら粗骨材の最大寸法と鉄筋長の比の影響を受け、また粗骨材の最大寸法が 15mm と小さい場合には曲がり破壊を起こす傾向がみられた。

参考文献 1) Okamura, H. Higai, T., Proc. of JSCE No.300, PP 131-141, 1980

2) 二羽, 土木学会第37 回年次学術講演会講演要録集, PP.101-102, 1982

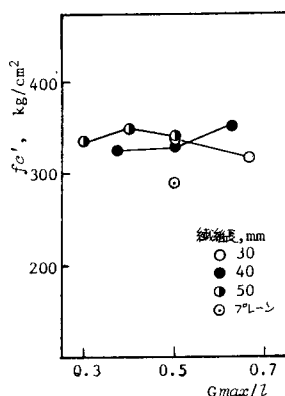


図2. 圧縮強度と G_{max}/l との関係

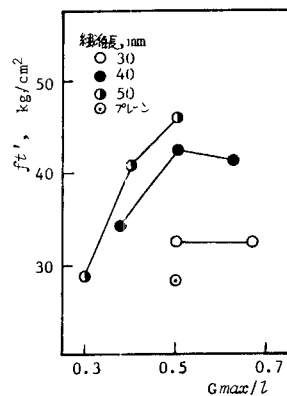


図3. 引張強度と G_{max}/l との関係

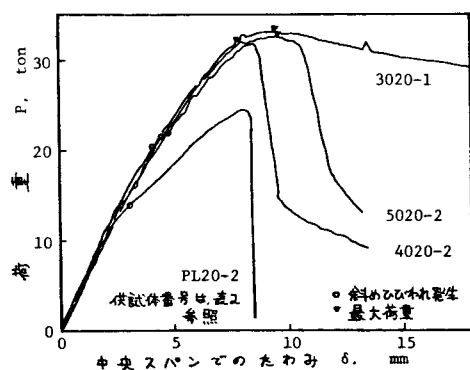


図4. 荷重と中央スパンたわみの関係

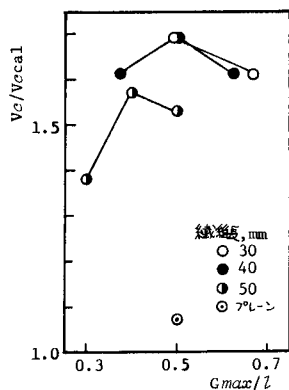


図5. V_c/V_{cpl} と G_{max}/l との関係

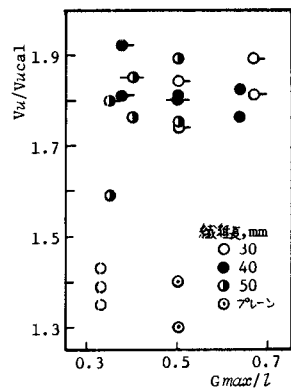


図6. V_u/V_{ucl} と G_{max}/l との関係