

中部工業大学 正員 伊藤和幸

正員 平澤征夫

正員 愛知五男

1. 目的

鉄筋コンクリートフラットスラブのせん断耐力を増加させる方法として、鋼繊維混入コンクリートを用いる場合にその押え抜せん断強度に対する補強効果と調べることを目的として実験を行った。具体的には、一定の版厚の鉄筋コンクリート床版（以下 RC 床版と略す）のせん断耐力と同等程度の耐力を期待できる鋼繊維補強コンクリート床版（以下 FRC 床版と略す）の版厚はいくらあればよいか。また RC 床版のせん断耐力算定式としてこれまでに提案されている Moe, Hognestad, Mowrer の 3 者の式が FRC 床版に対して適用可能かどうかについて検討を行った。

2. 実験方法

表 1 に実験計画を示す。床版寸法は 90×90 cm の正方形とし、厚さを 8, 6, 5, 4 cm の 4 種類に変り、鋼繊維を容積率 1% 混入した FRC 床版とした。また耐力の比較のため版厚 8 cm の RC 床版を作製した。さらに鋼繊維を含まない RC 床版を作製した。さらに、それぞれの床版厚に対応した 90×24 cm のはり供試体を作製した。この他、圧縮、曲げ、割れ、および引張強度測定用供試体も同時に作製した。コンクリートの配合は鋼繊維混入の場合スランプを 18 ± 1 cm として表 2 のように定めた。骨材は長良川産川砂（比重 2.58）および川砂（比重 2.62）を用いた。鋼繊維は $2.5 \times 2.25 \times 25$ mm の波形状のものが 4 mm 間隔 62.5 を用いた。供試体の形状寸法および配筋を図 1 に示す。鉄筋は亜鉛鉄筋 D10mm ($f_y = 407$ kgf/cm²) と鉄方向に 12 cm 間隔で配筋し、主鉄筋の位置は版厚に比例して下側から 1 cm (4 mm 厚) および 2 cm (6 mm 厚) とした。

コンクリートの練混ぜ順序はミキサーへ投入と割利、加、セメント、鋼繊維、SF 分散剤（使用）、水を加え、強制練りミキサーで 30 秒練り混ぜた後手攪拌し、棒状のブローで振動器を用いた。供試体は試験当日まで実験室内に設置した。経時 28 日でそれを用いて試験を行った。載荷は前川試験機製 20t シャッキで、供試体中央に後述した載荷台（ 12×12 cm）を通して行った。支持は四角単点支持（ $200 \times 80 \times 80$ cm）とした。規定は終局変位、引張鉄筋（すみ、中央点のみ）上下面コンクリートひびく、ひびく支持点より 5 mm 以内を規定した。（注：鉄筋比は $p = A_s / b h$ で計算してある。）

表 1 実験計画

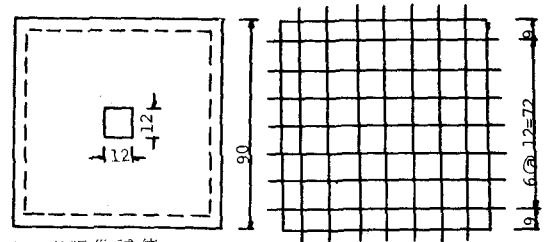
	供試体	供試体寸法	有効長さ		鉄筋比 %	備考
			M	mm		
床版	SA	90×90×8	6.5	5.5	0.69	FRC
	SB	90×90×6	4.5	3.5	0.92	FRC
	SC	90×90×5	3.5	2.5	1.11	FRC
	SD	90×90×4	2.5	1.5	1.39	FRC
	SE	90×90×8	6.5	5.5	0.69	RC
はり	BA	90×24×8	6.5		0.74	FRC
	BB	90×24×6	4.5		0.99	FRC
	BC	90×24×5	3.5		1.19	FRC
	BD	90×24×4	2.5		1.49	FRC
	BE	90×24×8	6.5		0.74	RC

FRC：鋼繊維補強床版 RC：鉄筋コンクリート床版

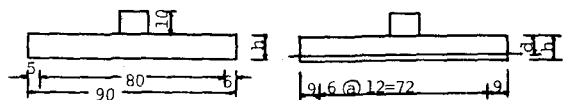
表 2 コンクリート配合

最大寸法	スランプ mm	W/C	s/a	単位量 (kg)	単位量 (kg)	単位量 (kg)	単位量 (kg)	単位量 (kg)	単位量 (kg)
				W	C	S	G		
10 mm	18 ± 1 cm	3 %	57 %	65 %	228	400	1039	563	2 %

図 1 供試体形状寸法および配筋

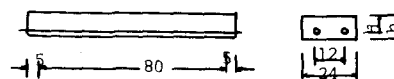


A. 床版供試体



B. はり供試体

単位: cm



3. 実験結果および考察

(1) はりの試験結果

はり供試体はすべて曲げ破壊した。試験結果および終局荷重計算結果を表3に示す。ここで P_{oe} : 0.6 割れ荷重, P_y : 鉄筋降伏荷重, P_u : 最大荷重, P_{uc} : 終局荷重計算値である。終局荷重算定は次式による。 $M_u = A_s \sigma_{sy} (d - \frac{a}{2}) + \sigma_c b (h - x) (\frac{h}{2} + \frac{x}{2} - \frac{a}{2})$ 鋼繊維補強コンクリートはり供試体 BA ~ BD に対しては実験値と計算値はよく一致した。

(2) 床版の試験結果と考察

図2は床版下面中央点における荷重～たわみ曲線を示す。これらの曲線から鋼繊維補強鉄筋コンクリートスラブの荷重～たわみ曲線の概形を図3のように3つの折れ線でおおきく変化するとして、破壊形式を分類できると考えられる。第Ⅰ段階まで破壊するものは押入れせん断破壊、第Ⅱ～Ⅲ段階の変曲点で破壊するものを曲げせん断破壊、第Ⅲ段階で破壊するものを曲げ破壊と考えると、本実験の供試体では SA, SB, SC, SE が曲げせん断破壊, SDA が曲げ破壊と判断できる。

表4に床版の実験値と Moe, Hognestad, Mowrer による終局荷重計算値を比較した結果を示す。算定は次式による。

$$\text{Moe: } V_u = \frac{3.97(1 - 0.075 r/d)}{1 + 1.39 b d \sqrt{f_c} / V_f} b d \sqrt{f_c}$$

$$\text{Hognestad: } V_u = \frac{2.24(1 - 0.075 r/d)}{1 + 0.78 b d \sqrt{f_c} / V_f} b d \sqrt{f_c}$$

$$\text{Mowrer: } V_u = \frac{2.57(1 + d/r)}{1 + 1.39 b d \sqrt{f_c} / V_f} b d \sqrt{f_c}$$

各式の式の鋼繊維補強鉄筋コンクリートスラブの適用性を検討した結果、図4でも明らかに、曲げ破壊を生じた SD 供試体を除けば各式ともよく適合し、中でも Mowrer の方がおおよそ Hognestad (1) (f_{cu} に割れ引張強度を代入して算出した値) の Hognestad (2) (f_{cu} に引張強度を代入して算出した値) よりもよい適合性を示した。このことから、鉄筋コンクリート床版に対するこれらの算定式は、鋼繊維補強鉄筋コンクリートスラブに対しても十分適用可能であることがわかった。また図5は横軸に板厚 (版厚)、縦軸に終局荷重をとったものであるが、これより RC 床版の版厚 8 cm ($d = 6$ cm, $p = 0.69\%$) は FRC 床版の版厚 7 cm ($d = 5$ cm, $p = 0.79\%$, 張率 1%) に相当し、有効高として約 20% 程度減少可能であることが明らかとなった。

表3 はり試験結果

	P_{oe}	P_y	P_u	P_{uc}	P_u / P_{uc}
BA	0.39	2.77	2.83	2.47	1.15
BB	0.23	1.62	1.72	1.56	1.10
BC	0.13	1.05	1.20	1.14	1.05
BD	0.06	0.81	0.81	0.74	1.09
BE	0.70	2.30	2.55	1.45	1.76

図2 荷重～たわみ曲線

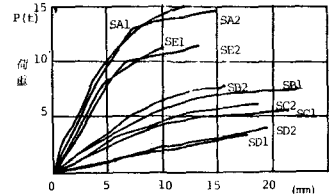


図3 荷重～たわみ曲線の概形

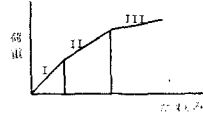


表4 床版試験結果

	P_{test}		Equation	P_{cal}	P_{test} / P_{cal}	
	1	2			1	2
SA	16.0	14.5	Moe	11.5	1.39	1.26
			Hognestad (1)	13.1	1.22	1.11
			Mowrer	10.7	1.50	1.36
SB	8.1	8.5	Moe	13.2	1.21	1.10
			Hognestad (1)	6.7	1.21	1.27
			Mowrer	7.5	1.08	1.13
SC	5.8	6.25	Moe	6.2	1.31	1.37
			Hognestad (1)	7.4	1.09	1.15
			Mowrer	4.4	1.32	1.45
SD	4.5	5.0	Moe	4.9	1.18	1.28
			Hognestad (1)	4.1	1.41	1.52
			Mowrer	5.0	1.16	1.25
			Moe	2.3	1.96	2.17
			Hognestad (1)	2.5	1.80	2.08
			Mowrer	2.1	2.14	2.90

図4 計算結果との比較

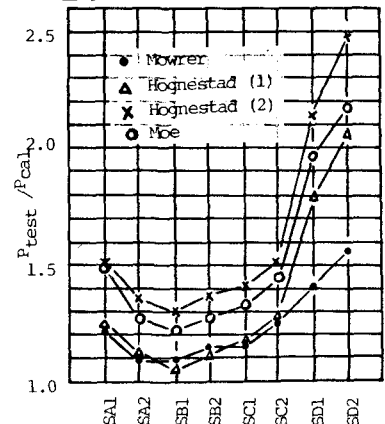


図5 終局荷重試験結果

