

中部工業大学 正会員 ○平 澤 征 夫
正会員 伊 藤 和 幸
学生員 高 木 克 則

1. まえがき

道路橋床版に用いられる鉄筋コンクリート床版(以下,RC床版)を鋼繊維補強コンクリート床版(以下,SFRC床版)とすることによって,押し抜きせん断強度を改善する場合,鋼繊維の効果と定量化する必要がある。この場合,床版厚を減少させることは有効高を減じることであり,変形(たわみ)に対しては有利でない。¹⁾

本報告は,床版厚を一定とした場合,従来のRC床版と,鉄筋量と鋼繊維混入率を変化させたSFRC床版の押し抜きせん断強度を模型実験により求め比較することから,①鋼繊維混入率と床版主鉄筋の可能な低減割合,②押し抜け時の靱性の比較,③従来の算定式の適合性の検討を行なった結果について述べたものである。

2. 実験概要

a. 計画 — 表1に供試体の種類を示す。寸法はすべて $90 \times 90 \times 10$ cmの正方形床版とし,有効高さを 7.5 cmとした。配筋は異形鉄筋 $D10$ mmを 10 cmピッチで配筋した配筋Aの床版($\rho = 0.95\%$)を基準床版とし,これと比較するために単位幅当りの鉄筋比をその 90% ($\rho = 0.86\%$,ピッチ 11.1 cm), 80% ($\rho = 0.76\%$,ピッチ 12.5 cm) および 70% ($\rho = 0.67\%$,ピッチ 14.3 cm) のB, C, Dの4種類の配筋(図2参照)とした。鋼繊維はこれらのA~D配筋のそれぞれに, 1.0 , 1.5 , 2.0% 混入した。コンクリートの配合を表2に示す。

b. 使用材料 — セメントは普通セメント,骨材は粗骨材として長良川産の川卵石(Max. Size = 15 mm,比重 = 2.63 , F.M. = 7.57)を用い,砂は長良川産の川砂(比重 = 2.58 , F.M. = 2.70)を用いた。混和剤は高強度コンクリート用高性能減水剤 N をセメント量の 1% 用いた。鋼繊維は K社製の標準型ファイバー(インデント付, $\phi 0.5 \times 30$ mm,アスペクト比 60 , $P = 7.85$ $E_s = 2.1 \times 10^6$ kg/cm^2 , $\sigma_{su} = 110$ kg/cm^2)を使用した。鉄筋は $D10$ mm (SD35, $\sigma_{sy} = 390.5$ kg/cm^2)を使用した。

c. 載荷方法および測定方法 — 載荷は図1,2に示すように床版中央部のブロック($12 \times 12 \times 10$ cm)への集中載荷とした。支持条件は四辺単純支持とした。測定は床版中央部におけるたわみ,および床版上面ブロック周辺のコンクリートひずみ,それに床版中央部分の鉄筋ひずみとした。試験時柱令は 28 ± 3 日であった。

3. 試験結果

コンクリート諸強度の結果を表3に,また床版試験結果は表4,5および図3~5に示す。図6は同時に作製した

表-1 供試体種類

	配筋			
	A (a)	B (b)	C (c)	D (d)
0	A-0 (a-0)			
1.0	A-1.0 (a-1.0)	B-1.0 (b-1.0)	C-1.0 (c-1.0)	D-1.0 (d-1.0)
1.5	A-1.5 (a-1.5)	B-1.5 (b-1.5)	C-1.5 (c-1.5)	D-1.5 (d-1.5)
2.0	A-2.0 (a-2.0)	B-2.0 (b-2.0)	C-2.0 (c-2.0)	D-2.0 (d-2.0)

大文字: 床版 小文字: はり

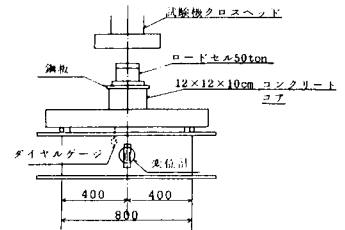


図-1 載荷方法

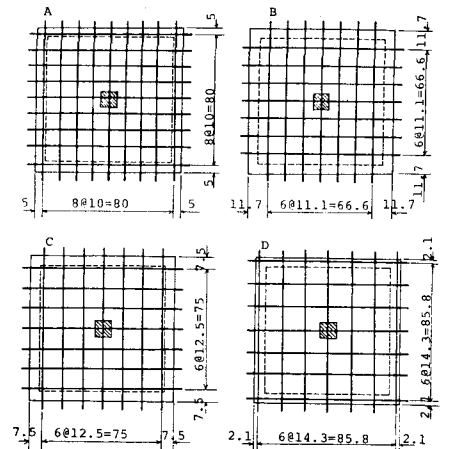


図-2 配筋の種類 (単位: cm)

表-2 コンクリートの配合

	鋼繊維混入率 (%)	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランピング (cm)	空気量 (%)	w/c (%)	S/A (%)	単位重 (kg/m³)				水和率 (%)
							W	C	S	G	
RC	0	15mm	8±1	2.5	50	49	190	380	839	892	1
	1.0	15mm	8±1	2.8	50	58	210	420	942	694	1
	1.5	15mm	8±1	2.8	50	68	220	440	1073	515	1
	2.0	15mm	8±1	2.8	50	78	230	460	1200	345	1

はりの試験結果の

表-3 コンクリートの諸強度

試験体 番号(等)	圧縮強度 (kg/cm ²)	曲げ強度 (kg/cm ²)	せん断強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	弾性係数 ($\times 10^6$ /cm ²)
0	478	48.8	72.6	32.9	33.1	3.43
1.0	502	58.4	85.0	51.1	34.0	3.20
1.5	596	86.3	127.0	65.2	37.7	3.22
2.0	493	87.7	103.0	64.5	35.5	2.97

4. 考察

① 押し抜きせん断強度 — 表-5, 図-5 より, 配筋Aの床版では, 鋼繊維による補強効果が明確に現われ, RC床版のせん断強度に対して, 混入率1%で22%, 1.5%で35%, 2%で43%の増加を示したが, 鉄筋を減じたB, C, Dの床版では混入率による強度増加は明確に現われなかった。また, B, C, Dの間では強度の違いは大きく現われなかった。

② 押し抜き時の靱性 — 表-5 より床版の鉄筋降伏時に対する終局時たわみの比, および図-3の荷重-たわみ曲線, さらに図-5に示した最大荷重の80%の点での靱性を比較してみると, SFRC床版はいずれもRC床版より1.5~3.5倍程度の靱性を示している。つぎに図-5のSFRC床版の靱性率を図-6のSFRCはりの靱性率と比較すれば, はりの方が靱性率は大きい, 鋼繊維混入率による影響は, はりの場合, 鋼繊維混入率が大きいほど靱性率が小さくなる傾向がみられ, 床版の場合とはやや異なっている。

③ 従来の算定式の適合性 — RC床版の押し抜きせん断強度算定式のうちここではMoe, Hognestad, Mowrerらによる算定式の適合性を検討した。曲げ強度算定は, RCはりに対してACI式, SFRCはりに対してはHenagerの式を用い, 床版に対して降伏線理論を適用して算定した。表-4より, Moe式によるものが適合性がよいことがわかる。

5. まとめ

本実験の結果より, RC床版を板厚を変えずにSFRC床版とする場合には, 鋼繊維混入率を1.5%以上用いれば, 主鉄筋量をRC床版の80%に減じても, 強度および靱性に問題はないことが明らかとなった。

文献1) 伊藤 隆雄, 鋼繊維補強コンクリート版の押し抜きせん断強度, コンクリート学会論文報告集第37巻, 1981, pp. 399~400.

図-4 床版の最大荷重

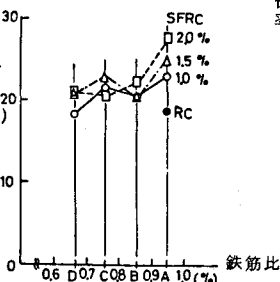


表-4 Moe (P_Q) Hognestad (P_B) Mowrer (P_Y)

による計算値と実測値の比較

試験体記号	P	P_Q	P_B	P_Y	P/P_Q	P/P_B	P/P_Y
0	A 18.9	18.0	16.2	21.5	1.050	1.164	0.887
1.0	A 23.1	21.2	18.8	25.4	1.090	1.229	0.912
	B 20.8	20.5	18.3	24.6	1.015	1.135	0.847
	C 21.7	20.5	18.3	24.6	1.056	1.184	0.884
	D 18.2	20.5	18.3	24.6	0.886	0.992	0.741
1.5	A 25.4	22.9	20.7	27.4	1.109	1.230	0.928
	B 20.7	22.2	20.1	26.6	0.931	1.029	0.779
	C 22.7	22.2	20.1	26.6	1.020	1.129	0.854
	D 20.8	22.2	20.1	26.6	0.935	1.034	0.783
2.0	A 26.9	21.1	19.5	25.2	1.275	1.378	1.071
	B 22.8	20.5	19.0	24.5	1.113	1.200	0.921
	C 20.7	20.5	19.0	24.5	1.010	1.089	0.845
	D 20.9	20.5	19.0	24.5	1.020	1.100	0.850
平均値					1.039	1.146	0.873
標準偏差					0.095	0.099	0.080
変動係数					9.14	8.66	9.23

表-5 床版試験結果

試験体記号	荷重 (ton)				たわみ (mm)			
	ひびくれ発生時	$P_u = 1000$ kg/cm ² 時	鉄筋降伏時	最大時	ひびくれ発生時	$P_u = 1000$ kg/cm ² 時	鉄筋降伏時	終局時
A-0	0.80	5.5	10.9	18.9	0.2	1.7	3.0	9.0
A-1.0	3.10	8.3	13.0	23.1	0.4	1.3	2.6	9.7
B-1.0	3.50	10.4	15.7	20.8	0.8	2.2	3.6	10.9
C-1.0	2.00	8.5	14.8	21.7	0.3	1.2	2.6	8.0
D-1.0	1.95	8.7	12.6	18.2	0.2	1.5	2.6	8.0
A-1.5	3.60	9.8	16.7	25.4	0.5	1.8	3.2	9.9
B-1.5	3.50	9.3	14.5	20.7	0.7	1.9	3.2	9.6
C-1.5	2.30	7.8	13.6	22.7	0.4	2.2	3.8	14.6
D-1.5	3.60	8.8	13.7	20.8	0.6	1.3	2.9	10.8
A-2.0	2.10	9.5	16.8	26.9	0.4	2.0	3.1	9.9
B-2.0	2.30	9.1	15.0	22.8	0.4	1.8	2.8	15.8
C-2.0	2.30	7.8	14.3	20.7	0.5	1.4	2.6	8.5
D-2.0	2.70	7.7	14.3	20.9	0.5	1.8	3.0	12.8

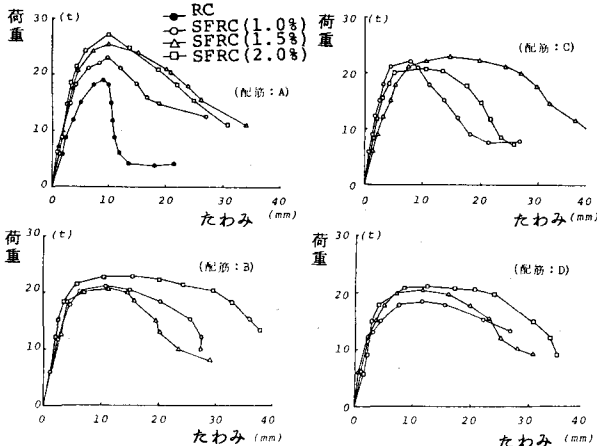


図-3 荷重-たわみ曲線の比較

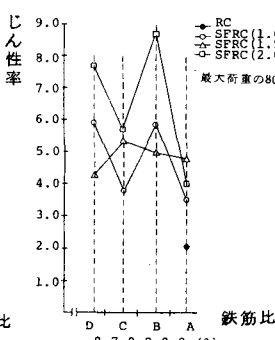


図-5 床版のじん性の比較

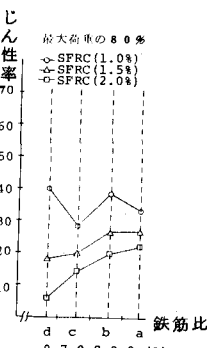


図-6 はりのじん性の比較