

ファイバーコンクリートはりに関する一実験

京都大学工学部 正会員 小柳 治
 京都大学工学部 正会員 矢村 潔
 京都大学工学部 南 荘 亨

1. まえがき

最近我が国においてもセメントモルタルやコンクリートに鋼繊維あるいはガラス繊維を添加することによって引張強度や伸び能力、タフネス、衝撃耐力等を増加させようとする繊維補強コンクリートが実用化に向けて各方面で研究開発されている。

本研究は主としてコンクリートの引張特性に影響されると考えられるRCはりのせん断破壊現象に対して鋼繊維を用いた繊維補強コンクリートの補強効果について実験検討したものである。実験は鋼繊維混入量、鉄筋比を変化させたRCはりについて比較的せん断破壊が生じやすいとされているせん断スパン比(a/d)が2.3になるようにして静的載荷実験を行ない、斜ひびわれ発生荷重、変形挙動、せん断耐力等を調べた。

2. 実験概要

本研究で行なった載荷実験の供試体の種類は表-3に示す。本実験での主たる要因は鋼繊維混入量、鉄筋比である。供試体寸法は断面 $10 \times 20 \text{ cm}$ (有効高さ 17.5 cm)、長さ 200 cm (スパン長 100 cm)である。コンクリートには普通ポルトランドセメント、砕石(最大骨材寸法 15 mm)川砂を用いた。鋼繊維としては住友金属社製異形スチールファイバー($0.25 \times 0.5 \times 25 \text{ mm}$)を使用した。これは円形断面に換算すると $\phi = 0.4 \text{ mm}$ となりアスペクト比(L/D)は 62.5 となるものである。鋼繊維をコンクリートに混入するとスランプ値が低下する傾向にあるのでこれを防止するために鋼繊維の混入量に応じて減水剤(ボゾリスNL-4000)を使用した。各コンクリートの示方配合を表-1に示す。引張鉄筋としては $\phi 13 \text{ mm}$ 、 $\phi 16 \text{ mm}$ の異形棒鋼(降伏点強度 $36 \sim 38 \text{ kg/mm}^2$)を使用した。載荷実験はモーメントスパン 20 cm (せん断スパン 40 cm)の2点集中荷重で行ない、各荷重段階でのコンクリートひずみ、鉄筋ひずみ、たわみ等を測定すると共に斜ひびわれ発生荷重およびその発達状況、破壊荷重を測定した。載荷装置の概略を図-1に示す。

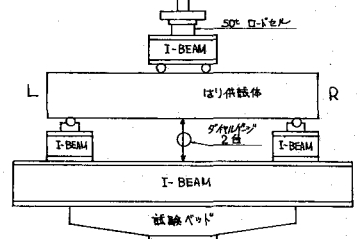


図-1 載荷装置

3. 実験結果とその考察

試験時枚令(28日)におけるコンクリートの

表-1 コンクリートの示方配合

鋼繊維混入量 (vol%)	W/C (kg)	S/a (kg)	単位量 (kg/m ³)						スランプ (cm)	温度 (°C)
			W	C	S	G	鋼繊維	減水剤		
0.0	57.0	48	219	384	819	912	0.0	0.0	3.9	17.2
0.2	57.9	48	218	382	816	909	15.6	3.0	8.2	17.7
0.5	58.4	48	216	380	811	902	39.0	6.3	8.2	18.8
0.8	59.0	48	214	378	806	897	62.4	9.1	10.1	18.9

表-2 コンクリートの強度、ヤング係数

鋼繊維混入量 (vol%)	繊維間隔 (cm)	圧縮		引張		曲げ		E (kg/cm ²) × 10 ⁴	ν
		σ_c (kg/cm ²)	σ_c / σ_c^0	σ_t (kg/cm ²)	σ_t / σ_t^0	σ_b (kg/cm ²)	σ_b / σ_b^0		
0.0	—	361(100)	26.7(100)	13.5	31.8(100)	11.4	2.98	0.21	
0.2	1.234	388(107)	39.0(112)	12.9	39.4(124)	9.8	2.87	0.20	
0.5	0.781	395(109)	36.7(137)	10.8	47.5(150)	8.3	2.80	0.18	
0.8	0.617	436(121)	42.2(158)	10.3	79.8(251)	5.5	3.06	0.19	

諸強度，ヤング係数を表-2に示す。またはり供試体の載荷実験結果を表-3に示す。表中破壊形式のDslは比較的ゆっくと斜引張破壊に至ったものであり，Dsuは突然斜引張破壊を生じたものである。また各供試体の斜ひびわれ発生荷重，せん断破壊荷重と鋼繊維混入量との関係を図-2，図-3に示す。図からも明らかのように

表-3 実験計画および実験結果

はり No.	引張鉄筋	鋼繊維混入量 (%vol)	破壊荷重 P_u (t)	斜引張荷重 P_{sh} (t)	破壊形式
1	2-D13	0.0	8.00	5.00	Dsl
2	2-D13	0.0	6.75	5.75	Dsu
3	2-D13	0.2	6.75	5.00	Dsu
4	2-D13	0.2	7.25	5.00	Dsl
5	2-D13	0.5	8.55	6.25	Dsl
6	2-D13	0.5	8.00	6.75	Dsu
7	2-D13	0.8	9.20	6.00	Dsl
8	2-D13	0.8	7.95	5.00	Dsu
9	2-D16	0.0	7.75	7.00	Dsu
10	2-D16	0.0	8.50	6.25	Dsl
11	2-D16	0.2	11.35	6.50	Dsl
12	2-D16	0.2	7.50	5.50	Dsu
13	2-D16	0.5	12.30	7.00	Dsl
14	2-D16	0.5	9.20	6.25	Dsl
15	2-D16	0.8	8.40	5.50	Dsl
16	2-D16	0.8	10.10	6.00	Dsl

本実験に関する限り，鋼繊維混入によって各供試体の斜ひびわれ発生荷重はほとんど増加しないが，せん断破壊荷重は鋼繊維混入量が増加するにつれて高くなる傾向が認められた。しかしその差はわずかであり，最終的に曲げ破壊を生じさせるまでには至らず強度的にはスターラップでの補強に代替するほどの効果はなかった。むしろ鋼繊維の混入による効果は斜ひびわれ発生後のひびわれの急激な進展の防止に認められた。すなわち鋼繊維が無混入かもしくはごく少量の場合初期せん断ひびわれが発生すると急激にそれが拡大し破壊に至るが，鋼繊維混入量が多くなると初期せん断ひびわれが入った後もすぐには拡大せずある荷重レベルに達した後急激に拡大破壊するかさらに別のひびわれが発生しそれが破壊に至るようになり，破壊の様相が異なってくることが認められた。

鋼繊維補強コンクリートでは混入する鋼繊維を均一に分散させることが非常に重要であるが，本実験ではこの点に関して十分ではなくとくに鋼繊維の混入量が多くなるにつれて偏在する傾向があり，そのことが一部実験結果にも影響を与えているようである。またコンクリートの圧縮強度が鋼繊維混入量が増加するにつれて高くなっているのは鋼繊維の効果よりむしろ混和剤の影響と考えた方が各当であると思われる。

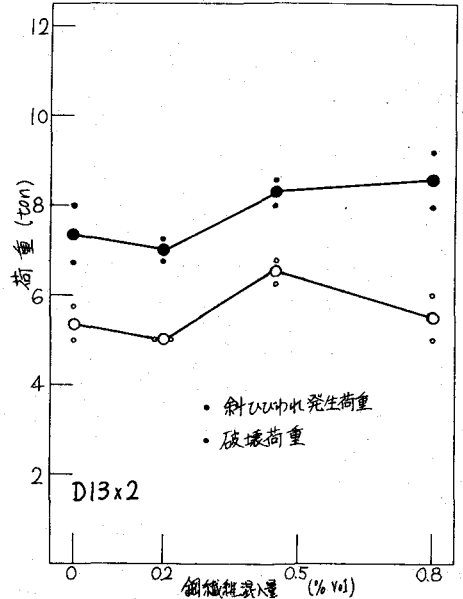


図-2 斜ひびわれ発生荷重および破壊荷重

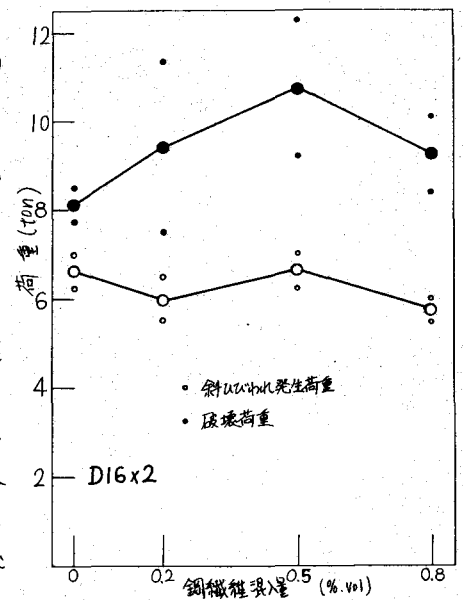


図-3 斜ひびわれ発生荷重および破壊荷重