

鋼繊維補強コンクリート Deep Beam に関する実験

京都大学工学部 正員 岡田 清
 京都大学工学部 〃 矢村 潔
 阪神高速道路公団 〃 〇 南 庄 淳

1. まえがき

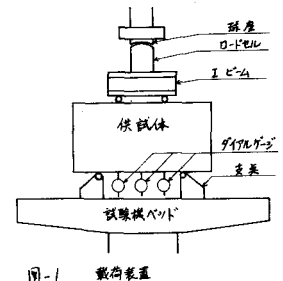
繊維補強コンクリートのすぐれた特性として引張強度、じん性等の増加があげられる。そこで、本研究ではコンクリートの引張特性が大きく影響すると考えられる構造様式の一つであるディープビームに鋼繊維補強コンクリートを用いた場合の鋼繊維による補強効果を明らかにする目的で実験を行ない、耐力、破壊様式等を中心に検討した。また同時に鋼繊維の腹鉄筋との互換性についても検討を行なった。

2. 実験概要

(1) 実験計画：本実験で採用した要因は、鋼繊維混入量、引張鉄筋比、せん断スパン長／はり有効高さ (a/d)、腹鉄筋の有無、である。各々の供試体についての要因の組み合わせを表-2に示す。

(2) 使用材料およびコンクリートの配合：セメント；普通ポルトランドセメント、骨材；愛知川産川砂 (FM 3.0)、鞍馬産碎石 (最大寸法 15mm)、鉄筋；異形棒鋼 $\phi 10\text{mm}$ 、 $\phi 16\text{mm}$ (SD 35)、鋼繊維；冷間圧延鋼製異形鋼繊維 ($0.25 \times 0.5 \times 25\text{mm}$ 、換算アスバクト比 62.5)、またコンクリートの配合および載荷試験時枚令における諸強度、弾性係数を表-1に示す。

(3) 供試体および試験方法：供試体は断面 $10 \times 30\text{cm}$ (有効高さ 27cm) の矩形、スパン 36cm 、 74cm (いずれもモーメントスパン 20cm) とした。引張鉄筋はその両端に $10 \times 10 \times 0.9\text{cm}$ の鉄板を溶接しコンクリートに完全に定着するようにした。腹鉄筋を有する供試体では引張主鉄筋と平行および直角方向に等しい間隔 ($5 \sim 6\text{cm}$) で $\phi 6\text{mm}$ 鉄筋製の腹鉄筋を配置した。載荷は2点集中載荷で行ない、各荷重段階ごとに たわみ、ひびわれ幅、コンクリートひずみ、鉄筋ひずみ等の測定を行なった。載荷装置の概略を図-1に示す。



3. 実験結果

実験結果をまとめて表-2に示す。表中の破壊モードは各供試体の破壊状況を I；割裂破壊、II；せん断押し抜き破壊、III；定着破壊、IV；せん断圧縮破壊、曲げ破壊、の4つに分類したものであり、各モードのひびわれパターンと荷重～たわみ関係の概略を図-2に示す。また同一条件の供試体の斜ひびわれ耐力、破壊耐力の平均値を鋼繊維の混入率によって供試体の平均耐力を基準にして、鋼繊維混入

表-1 コンクリートの配合と強度・弾性係数

配合名	S/a %	単位量 (kg/m ³)						スパン (cm)	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	曲げ強度 (kg/cm ²)	弾性係数 ($\times 10^4 \text{ kg/cm}^2$)
		水	セメント	細骨材	粗骨材	鋼繊維						
P	50	211	352	882	899	0	18.3	279	23.6	42.1	2.54	
S	50	211	352	882	899	0	15.2	259	22.3	35.5		
X	54	222	370	926	804	23.4	14.4	293	24.8	54.7	2.59	
Y	55	224	374	935	779	46.8	14.4	308	29.0	79.6		
Z	63	243	405	1013	606	93.6	9.0	297	36.5	110.5	2.41	

量との関係で示したのが図-3、図-4である。

図中のA, B, C, Dは表-2の供試体記号の2番目の文字に対応するものでそれぞれA:鉄筋比1.47%, a/d 0.3, B:鉄筋比1.47%, a/d 1.0, C:鉄筋比0.53%, a/d 0.3, D:鉄筋比0.53%, a/d 1.0である。これらの図から、斜ひびわれ耐力に関しては鋼繊維による補強効果は腹鉄筋と同様にそれほど顕著にあらわれていないが、斜ひびわれ発生後の破壊耐力の増加は鋼繊維混入量が増加するにつれて大きくなり、この傾向は a/d が0.3の場合に特に著しい。このような供試体では破壊に至る斜ひびわれが計算で求めた主引張応力分布とはほぼ直角方向に発達しており、コンクリートの引張強度の増加が直接はり耐力の増加に結びついているものと考えられる。 a/d が1.0になると、曲げの影響、定着部の影響が大きくなり、破壊のメカニズムが多様化し、破壊耐力のばらつきもかなり大きくなる。したがって鋼繊維による補強効果もそれほど明確とならないものと推察される。しかし、いずれにしても鋼繊維混入率が1.2%の場合には、破壊耐力は鋼繊維を含まないものより30~50%増加しており、本実験で用いた腹鉄筋と同等ないしはそれ以上の補強効果があった。さらに鋼繊維補強した供試体の破壊時における斜ひびわれ幅は腹鉄筋補強の場合と比較してかなり小さくなっており、鋼繊維がひびわれの急激な進展をおさえるのにも効果があることがうかがえる。

なお、鋼繊維補強のメカニズム、破壊機構、ひびわれの進展状況、変形挙動についての考察の詳細は講演会当日に行なう予定である。

表-2 実験計画 および 実験結果

供試体 記号	鉄筋比 %	繊維筋 率 % vol.	繊維 混入率 % vol.	a/d	斜ひびわれ 発生荷重 (P _{cr}) t	斜ひびわれ 発生変位 (δ_{cr}) mm	破壊 耐力 (P _u) t	破壊 モード	
FA-1	1.47	0	0.3	1.0	-	17.0	29.1	II	
2					-	17.0	23.8	II	
3					-	20.0	25.5	II	
4					-	16.0	26.0	II	
XA-1		0.3			-	17.0	21.0	II	
2					-	18.5	26.8	II	
YA-1		0.6			-	16.5	30.8	II	
2					-	19.5	32.7	II	
ZA-1		1.2			-	22.0	38.5	II	
2					-	22.5	38.9	II	
SA-1		1.73	0	35.0	19.0	37.5	II		
PB-1	0.53	0	1.0	5.5	12.5	14.0	I		
2				7.0	12.0	24.0	III		
3				7.5	10.0	20.0	III		
XB-1		0.3		5.0	14.0	29.1	III		
2				6.0	12.5	18.2	II		
YB-1		0.6		5.0	13.0	22.5	II		
2				5.5	13.5	23.9	II		
ZB-1		1.2		7.0	14.0	26.3	II		
2				5.0	14.0	23.3	II		
SB-1		1.65	0	5.5	13.0	30.0	III		
PC-1	0	0	0.3	-	17.5	25.2	II		
2				-	19.5	15.5	20.0	II	
XC-1		0.3		-	18.0	27.5	II		
2				-	16.5	26.5	II		
YC-1		0.6		25.0	16.0	28.5	II		
2				23.5	15.5	30.0	II		
ZC-1		1.2		-	20.5	34.3	II		
2				34.0	20.0	35.0	II		
SC-1	0.53	1.73	0	24.0	16.0	33.5	II		
2				25.5	14.0	32.6	II		
PD-1		0		5.0	14.5	15.0	I		
2				5.0	14.5	15.5	I		
XD-1		0.3		5.5	11.5	16.5	IV		
2				7.0	13.5	14.8	I		
YD-1		0.6		5.5	13.0	17.3	IV		
2				6.0	13.5	17.0	II		
ZD-1		1.2		5.0	14.0	21.3	IV		
2				5.0	14.0	18.4	II		
SD-1		1.65		5.0	11.0	17.8	IV		
2				5.5	11.0	16.4	IV		

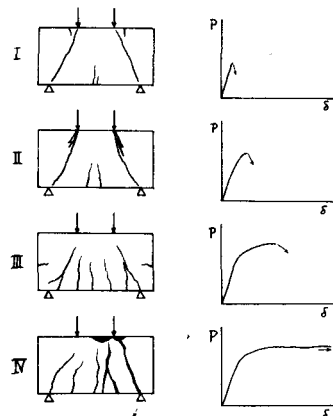


図-2 破壊モード

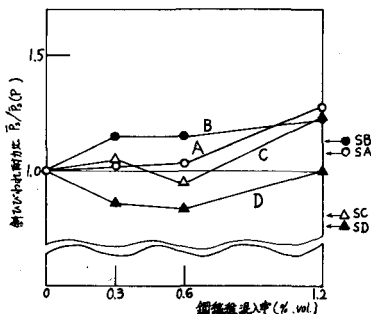


図-3 鋼繊維混入率と斜ひびわれ耐力比

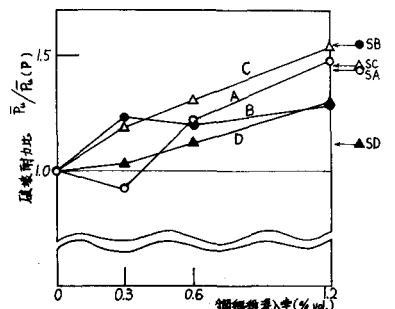


図-4 鋼繊維混入率と破壊耐力比