

# 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트 보의 전단강도

Shear Strength of High Strength Concrete Beams with Steel Fibrous



곽계환\*

Kwak, Kae-Hwan



박종건\*\*

Park, Jong-Gun



정태영\*\*\*

Jeung, Tae-Young

## ABSTRACT

The purpose of this paper is to study on the shear strength of high strength concrete beams with steel fibrous. In general, the shear strength of reinforced concrete beams is affected by the compressive strengths of concrete( $f_c$ ), the shear span-depth ratio( $a/d$ ), the longitudinal steel ratio( $\rho_w$ ), and shear reinforcement. An experimental investigation of the shear strength of high strength concrete beams with steel fibrous was conducted. In each series the shear span-depth ratio( $a/d$ ) was held constant at 1.5, 2.8, or 3.6, while concrete strengths were varied from 320 to 520, to 800kgf/cm<sup>2</sup>.

To verify the proposed equations the experimental results were compared with those from other researches such as equation of ACI code 318-95 or equation of Zsutty. To deduce equation for shear strength from experimental data carried out MINITAP program. According to the experimental results, the addition of steel fibrous has increased the deflection and strain at failure load, improving the brittleness of the high strength concrete.

Keywords : high strength concrete, steel fibrous, shear strength, ultimate load, strain

\* 정회원, 원광대학교 토목환경공학과 교수

\*\* 정회원, 원광대학교, 공박

\*\*\* 정회원, 원광대학교 대학원 박사과정

• 본 논문에 대한 토의를 2000년 12월 31일까지 학회로 보내 주시면 2000년 12월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

## 1. 서 론

건설재료로 가장 널리 사용되고 있는 콘크리트는 신소재의 개발과 활용으로 각종 건설공사에 급속히 발전하는 추세이다. 콘크리트는 갑작스런 파괴를 일으키는 취성적인 재료이며 이러한 현상은 고강도화 될수록 두드러진다. 고강도 콘크리트는 급작스런 취성파괴양상을 나타내는 단점을 가지고 있으며 이러한 취약점인 취성을 연성화 할 수 있도록 보완한 신소재로 강섬유를 사용하였다. 콘크리트의 성질을 개선하기 위해서 강섬유를 콘크리트속에 분산시켜 만든 고강도 콘크리트의 특성에 대한 연구가 활발히 진행되고<sup>(3)</sup> 있으나 부재의 구조적 거동에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 고강도 콘크리트에 대한 연구는 1960년대부터 미국을 중심으로 이루어져 실제 구조물의 설계 및 시공에 이용되어 왔다. 1970년대 초에는 630 kgf/cm<sup>2</sup> 정도의 콘크리트가 실제 현장에서 사용되었으며 1979년에 고강도 콘크리트 연구를 위한 ACI Committee 363-High Strength Concrete가 결성되었고, 이와 같은 추세에 따라 미국의 고강도 콘크리트 위원회에서는 1984년 "State-of-the Art Report on High Strength Concrete"<sup>(2)</sup> 보고서를 발간했다. 따라서 본 연구에서는 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 강도특성을 파악하고 전단강도해석에 대한 기준식이 아직 제안되어 있지 않은 상태이므로 정적실험을 통하여 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트보의 전단강도식을 제안하고자 한다. 그리고 ACI 318-95 기준식<sup>(1)</sup>과 Zsutty 제안식<sup>(7)</sup> 등을 비롯한 기존 연구자들의 제안식과 비교 검토하여 각 기준식의 적용 가능성에 대하여 검증하고자 하였다.

## 2. 실험

### 2.1 사용재료 및 배합설계

#### 2.1.1 사용재료

##### (1) 시멘트와 골재

강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 배합설계를 위하여 사용재료는 국내 D사 제품인 보통포틀랜드시멘트를 사용하였고 잔골재의 비중이 2.62,

조립률이 2.75이다. 또한 굵은골재의 비중은 2.59, 조립률은 6.59 이다. 골재의 물리적 특성은 Table 1~2와 같다.

Table 1 Physical properties of fine aggregate

Specific gravity	Passing percentage							F.M	
	10 mm	No 4	No 8	No 16	No 30	No 50	No 100		PAN
2.62	100	100	91	67.6	43.9	18.7	4.0	0.0	2.75

Table 2 Physical properties of crushed coarse aggregate

Max size (mm)	Specific gravity	Passing percentage						F.M	
		40 mm	25 mm	19 mm	13 mm	10 mm	No4		No8
19	2.6	100	100	94.9	94.9	41.7	3.8	1.1	6.59

##### (2) 혼화재료

본 실험에서 사용한 실리카흄은 노르웨이산 초미분말 실리카 제품이다. 이에 대한 물리적 성질 및 화학적 성분은 Table 3과 같다. 고강도 콘크리트를 발현하기 위하여 고성능감수제로서 비중이 1.21, pH8.0의 암갈색인 Powercom-100을 사용하였으며, 그 특성은 Table 4와 같다.

Table 3 Chemical composition and physical properties of silica fume

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Ig. Loss	Specific gravity
90.0	1.5	3.0	2.0	0.6	0.5	0.5	1.9	2.2

Table 4 Property of water reducing admixtures

Specific gravity	Type	Color	pH	Component	Brand
1.21	Liquid	Dark brown	8	Naphtalene	Powercon-100

##### (3) 강섬유

본 실험에 사용된 강섬유는 벨기엘 H사의 제품으로써 강선절단법으로 제조된 양단 폭크형을 사용하였다. 강섬유의 비중은 7.85이고 형상비는

60(=60/1.0)이었다. 강섬유의 종류 및 물리적 성질은 Table 5와 같다. 또한 실험체에 사용된 철근은 이형철근으로서 인장철근은 직경 19 mm를 사용하였다.

Table 5 Physical properties and shapes of steel fibrous

Aspect ratio (l/d)	Length (mm)	Diameter (mm)	Tensile strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	Shape of section	Specific gravity
60	60	1.0	11.000	square	7.85

### 2.1.2 배합설계

강섬유를 혼입한 경우와 혼입하지 않은 경우 콘크리트의 배합설계결과는 Table 6과 같다. 또한 고성능감수제의 첨가량을 슬럼프값이 10±2가 되도록 조절하여 사용하였다.

Table 6 Mix proportion

Concrete types	W/C+S F (%)	Unit volume(kg/m <sup>3</sup> )						
		W	C	SF	S	G	SP	V <sub>f</sub>
Normal strength concrete with steel fibrous	55	165	300	-	800	1087	1.0%	1.0%
High strength concrete with steel fibrous	35.4	160	400	51.2	780	1042	2.0%	1.0%
Ultra-high strength concrete with steel fibrous	26	160	500	113.2	650	1034	2.0%	1.0%

W : Water, C: Cement, SF: Silica fume,  
S : Fine aggregate, G: Coarse aggregate,  
SP: Superplasticizer,  
V<sub>f</sub> : Steel fiber content present by volume

## 2.2 시험체 제작

본 연구에서는 강섬유를 혼입한 콘크리트 보 9개와 강섬유를 혼입하지 않은 콘크리트 보 9개 등 총 18개의 실험체를 제작하였다. 이에 대한 종류별 세부사항은 Table 7과 같고 실험체 상세

도는 Fig. 1과 같으며 이 그림에서 볼 수 있듯이 전단보강철근을 갖지 않는다.

Table 7 Detail of test specimens

Specimen	f <sub>cu</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	Size (cm)	Fibrous content (vol. %)	Shear span-depth ratio (a/d)
UHSB1	800	15×30×130	1.0	1.5
UHSB2	800	15×30×190	1.0	2.8
UHSB3	800	15×30×240	1.0	3.6
HSB1	520	15×30×130	1.0	1.5
HSB2	520	15×30×190	1.0	2.8
HSB3	520	15×30×240	1.0	3.6
NSB1	320	15×30×130	1.0	1.5
NSB2	320	15×30×190	1.0	2.8
NSB3	320	15×30×240	1.0	3.6
UHB1	1,158	15×30×130	without	1.5
UHB2	1,158	15×30×190	without	2.8
UHB3	1,158	15×30×240	without	3.6
HB1	800	15×30×130	without	1.5
HB2	800	15×30×190	without	2.8
HB3	800	15×30×240	without	3.6
NB1	320	15×30×130	without	1.5
NB2	320	15×30×190	without	2.8
NB3	320	15×30×240	without	3.6

UHSB: Ultra-high strength reinforced concrete beams with steel fibrous

HSB: High strength reinforced concrete beams with steel fibrous

NSB: Normal strength reinforced concrete beams with steel fibrous

UHB: Ultra-high strength reinforced concrete beams

HB: High strength concrete reinforced concrete beams

NB: Normal strength reinforced concrete beams

1, 2, 3 : Number of beams

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 강도실험결과

강섬유를 혼입한 경우 콘크리트의 압축강도에 대한 할렬인장강도비는 1/7.7~1/11.6 으로 나타났으나 강섬유를 혼입하지 않은 경우 콘크리트의 압축강도에 대한 할렬인장강도비는 1/8.2~1/19.6으로 나타났다. 이와 같이 강섬유의 혼입은 콘크리트의 압축강도보다는 할렬인장강도가 개선됨으로써 강섬유의 보강이 효과적임을 알 수 있었다. 압축강도와 할렬인장강도의 실험결과는 Table 8과 같다.

Table 8 Test results of compressive and splitting tensile strength

Concrete types	W/(C+S F) (%)	Compressive strength $f_{cu}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensile strength $f_{sp}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$f_{cu}/f_{sp}$
Normal strength concrete with steel fibrous	55	320	41.4	7.7
High strength concrete with steel fibrous	35.4	520	52.9	9.8
Ultra-high strength concrete with steel fibrous	26	800	68.9	11.6

#### 3.2 하중과 처짐관계

Fig. 2에서 보는바와 같이 실험에서 사용된 모든 보의 처짐은 각각의 전단지간비별로 다르게 나타났다. 강섬유를 혼입한 경우 초기균열이 발생하기전까지는 하중과 처짐곡선은 선형적으로 나타났으나 균열이 발생한 이후에는 비선형 거동함을 알 수 있었다. 전단지간비  $a/d=1.5$ 인 실험체의 하중-처짐곡선은 전단지간비  $a/d=2.8, 3.6$ 인 실험체와 비교할 때 강성이 크게 나타났고, 강섬유를 혼입한 콘크리트의 경우 하중-처짐곡선에서 부재의 급작스런 전단파괴를 방지할 수 있음을 알 수 있었다. 또한, 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 경우 파괴시 하중에 대한 처짐이 약 2배 가량 크다는 것을 확인할 수 있었다.

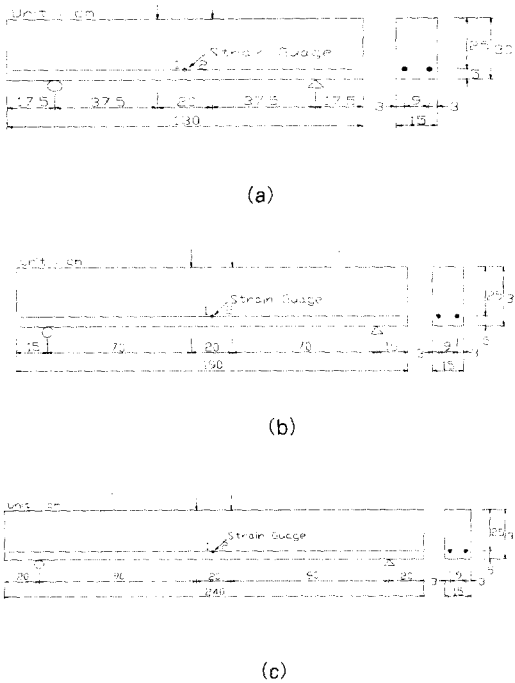
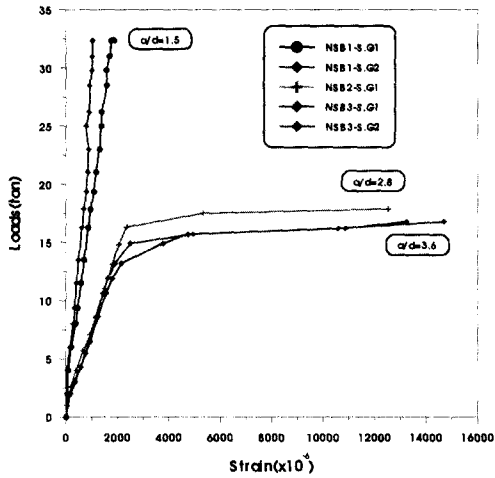


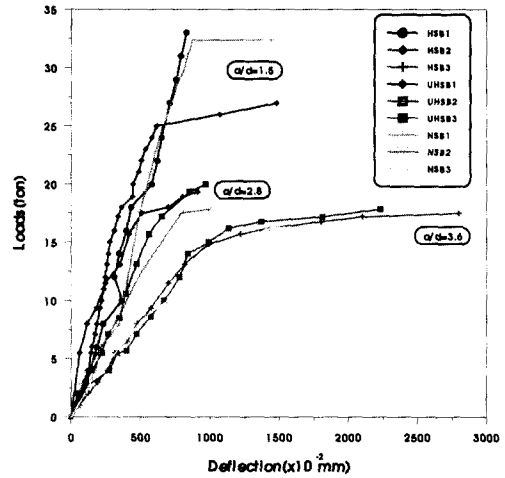
Fig. 1 Shape of test beams and loading arrangement

#### 2.3 실험방법 및 측정

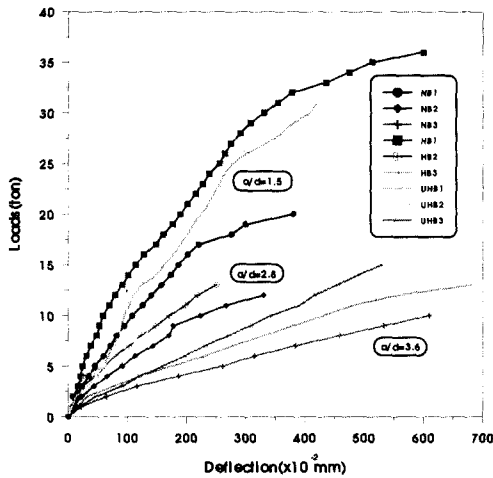
강도실험용 공시체 제작은  $\phi 100 \times 200$ mm 몰드를 사용하였고 원주형 몰드에 3층으로 나누어 채우고 각층마다 25회씩 다짐을 실시하는 등 콘크리트를 KS F 2403 규정에 따라 제작하였다. 콘크리트의 강도측정에 따른 공시체의 편심량을 방지하기 위하여 공시체면을 평활하게 함이 중요하므로 본 실험에서는 연마기로 공시체의 가압면을 마무리하였다. 공시체 제작 1일후 몰드를 탈형하여  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  상온에서 수중양생을 실시하여 압축강도 및 인장강도를 측정하였다. 또한 정적실험에서 하중재하는 200ton용량의 유압식 만능시험기인 U.T.M을 사용하였다. 하중의 재하간격은 20cm로 하여 단순지지조건에서 4점재하로 파괴에 이를 때까지 분당 1.0ton씩 증가시켜 하중을 재하하였다. 실험과정에서 측정된 사항은 하중 증가에 따른 초기 휨균열하중, 초기 사인장균열하중, 극한하중, 하중과 철근의 변형률관계 및 하중과 처짐관계 등을 규명하였다.



(a) with steel fibrous

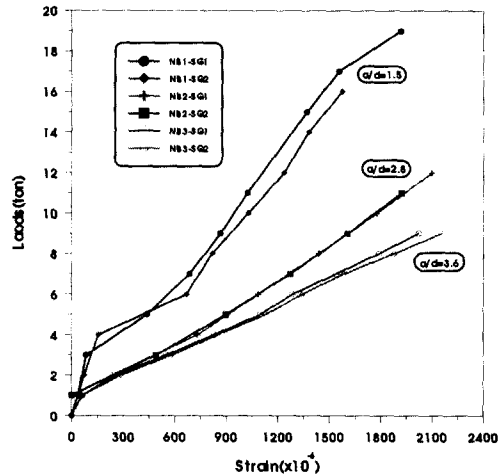


(a) with steel fibrous



(b) without steel fibrous

Fig. 2 Load-deflection curves



(b) without steel fibrous

Fig. 3 Load-strain curves

### 3.3 하중과 변형률관계

각 실험체의 하중과 변형률관계는 Fig. 3과 같다. 그림과 같이 강섬유를 혼입한 콘크리트의 경우 어떠한 경우라 할지라도 항복후 변형이 계속 진행되고 있음을 확인 할 수 있었는데 이것은 강섬유를 혼입함으로써 연성화 되고 있음을 알 수 있었다. 또한 강섬유를 혼입한 경우 하중이 15tonf 정도일 때 전단지간비  $a/d=2.8, 3.6$ 인 보에서는 변형률이 급격하게 증가한 반면 강섬유를 혼입하지 않은 경우 변형률이 상당히 낮음을 알 수 있었다.

### 3.4 균열성장 및 파괴양상

전단보강근이 없는 보에 대하여 일정한 하중을 가하면 강섬유를 혼입하지 않은 경우 전단지간비  $a/d=1.5, 2.8, 3.6$ 인 보에서는 복부전단균열이 중앙에서 형성된 이후 빠른속도로 진행한 후 전단으로 파괴되었다. 그러나 강섬유를 혼입한 경우 전단지간비  $a/d=1.5, 2.8$ 인 비교적 짧은 보에서는 사인장파괴 되었으나 전단지간비  $a/d=3.6$ 인 보에서는 휨파괴가 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 즉, 이것은 강섬유가 전단파괴 억제 역할을 하고 있음을 보여주는 결과이다. 강섬유를

혼입한 실험체에 대한 균열성장 및 파괴양상은 Fig. 4와 같다.

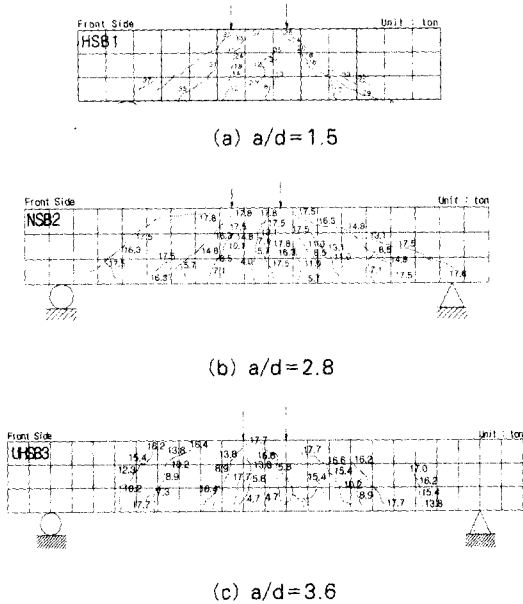


Fig. 4 Crack growth and failure mode for test beams

### 3.5 전단강도

실험결과로 부터 강섬유를 혼입하지 않은 경우 전단지간비에 관계없이 전단파괴가 이루어졌지만 강섬유를 혼입한 전단지간비  $a/d=3.6$ 인 경우와 강섬유를 혼입하지 않은 경우 휨파괴가 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 이에 대한 정적실험 결과는 Table 9와 같다.

## 4. 전단강도의 검토

### 4.1 기존의 전단강도 표준식

ACI 318-95 표준식<sup>(1)</sup>과 Zsutty의 제안식<sup>(7)</sup>에 의한 전단균열강도식과 극한전단강도식은 다음과 같다.

- $f_{cu}$ : Compressive strength of concrete.
- $P_{fc}$ : First flexural cracking load.
- $P_{cr}$ : First diagonal cracking load.
- $P_u$ : Static ultimate load to failure.

Table 9 Results of static loading test

Specimen	$f_{cu}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Shear span-depth ratio (a/d)	$P_{fc}$ (tf)	$P_{cr}$ (tf)	$P_u$ (tf)	Failure mode
UHSB1	800	1.5	7.32	22.72	38.00	Shear
UHSB2	800	2.8	5.50	15.60	19.80	Shear
UHSB3	800	3.6	4.70	12.30	17.76	Flexure
HSB1	520	1.5	8.02	15.46	38.62	Shear
HSB2	520	2.8	4.08	9.10	19.00	Shear
HSB3	520	3.6	2.30	11.30	17.60	Flexure
NSB1	320	1.5	7.03	15.21	32.40	Shear
NSB2	320	2.8	4.00	11.00	17.86	Shear
NSB3	320	3.6	2.90	10.60	16.77	Flexure
UHB1	1,158	1.5	3.79	13.01	30.17	Shear
UHB2	1,158	2.8	3.08	12.70	13.77	Shear
UHB3	1,158	3.6	2.05	12.80	15.91	Shear
HB1	800	1.5	5.99	12.44	35.39	Shear
HB2	800	2.8	3.38	10.16	12.79	Shear
HB3	800	3.6	2.21	9.80	11.91	Shear
NB1	320	1.5	3.99	10.61	19.29	Shear
NB2	320	2.8	2.30	8.28	11.13	Shear
NB3	320	3.6	1.96	7.23	9.57	Shear

### 1) 전단균열강도식

(1) ACI 318-95 표준식<sup>(1)</sup>간략식(ACI 11-3)

$$V_{cr} = 0.503 \sqrt{f_{cu}} \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (1)$$

엄밀식(ACI 11-5)

$a/d > 2.5$  인 경우

$$V_{cr} = 0.503 \sqrt{f_{cu}} + 176 \cdot \rho_w \cdot V \cdot d / M \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (2)$$

$$V_{cr} = 0.503 \sqrt{f_{cu}} + 176 \cdot \rho_w \cdot d / a \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$a/d < 2.5$  인 경우

$$V_{cr} = (3.5 - 2.5 \cdot a/d) \times (\text{eq 2}) \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (3)$$

(2) Zsutty의 제안식<sup>(7)</sup>

$$V_{cr} = 10.02 (f_{cu} \cdot \rho_w \cdot d/a)^{1/3} \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (4)$$

2) 극한전단강도식

Zsutty의 제안식에 의하면 다음과 같다.

a/d > 2.5 인 경우

$$V_u = 10.77(f_{cu} \cdot \rho_w \cdot d/a)^{1/3} \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (5)$$

a/d < 2.5 인 경우

$$V_u = (2.5 \cdot d/a) \times (\text{eq 5}) \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (6)$$

여기서,

$f_{cu}$ : Compressive strength of concrete

$\rho_w$ : Longitudinal steel ratio (As/b<sub>w</sub>d)

a: Shear span,

d: Effective depth of the beam

## 4.2 전단강도 제안식

본 실험에서 사용된 강섬유는 벨기엘의 H사 Dramix 제품으로서, 섬유 직경 1.0mm, 길이 60mm(형상비  $l/d=60$ )이었고 강섬유의 혼입율 ( $V_f=1.0\%$ )을 사용하여 새로운 전단강도식을 제안하였다. 또한, 본 실험에서 얻은 결과값을 ACI 318-95규준식, Zsutty 제안식의 예측값과 비교하여 타당성을 검토하여 새로운 식을 제안하였다. 본 제안식은 프로그램 MINITAP을 이용하여 각 시편의 실제 전단과파괴시의 하중과 초기 휨균열하중을 입력하였고 변수로 압축강도, 인장철근비, 전단시간비를 선택하여 회귀분석한 결과 다음과 같다.

### 1) 전단균열강도식

$$(1) V_{cr} = 0.412\sqrt{f_{cu}} + 1347 \cdot \rho_w \cdot d/a \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

- 강섬유를 혼입한 경우

$$(2) V_{cr} = 0.461\sqrt{f_{cu}} + 265 \cdot \rho_w \cdot d/a \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

- 강섬유를 혼입하지 않은 경우

### 2) 극한전단강도식

$$(1) V_u = 22.1(f_{cu} \cdot \rho_w \cdot d/a)^{1/3} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

- 강섬유를 혼입한 경우

$$(2) V_u = 13.7(f_{cu} \cdot \rho_w \cdot d/a)^{1/3} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

- 강섬유를 혼입하지 않은 경우

## 4.3 기존의 전단강도식과 제안식의 비교

기존 전단강도식인 ACI 318-95의 규준식<sup>(1)</sup>과

Zsutty 제안식<sup>(7)</sup>과 본 연구에서 실제 실험한 값과 제안 공식을 비교 검토한결과 Table 10과 같다. 본 연구에서 실제 실험한 값과 제안식을 비교할 때 전단균열강도식은 1.18~0.72로써 대체적으로 안전측에 있어 안전성이 있다고 사료되나 극한전단강도식은 1.26~0.71로써 Zsutty 예측식과 본 제안식에 대한 재검토가 필요할 것으로 판단된다.

Table 10 Comparison of measured and predicted shear strength

Specimen	Test (kgf/cm <sup>2</sup> )		ACI 11-5 (kgf/cm <sup>2</sup> )	Zsutty (kgf/cm <sup>2</sup> )	Proposed (kgf/cm <sup>2</sup> )			
	$V_{cr}$	$V_u$	$V_{cr}$	$V_u$	$V_{cr}$	$\frac{V_{test}}{V_{cal}}$	$V_u$	$\frac{V_{test}}{V_{cal}}$
UHSB1	30.3	50.7	16.0	36.3	25.5	1.2	44.5	1.1
UHSB2	20.8	26.4	15.2	17.7	19.1	1.1	36.2	0.7
UHSB3	16.4	23.7	14.9	16.2	17.4	0.9	33.3	0.7
HSB1	20.6	48.5	13.3	31.5	23.2	0.9	38.6	1.3
HSB2	12.1	25.3	12.4	15.3	16.8	0.7	31.4	0.8
HSB3	15.1	23.5	12.2	14.1	15.2	0.9	28.8	0.8
NSB1	20.3	41.2	10.8	26.8	21.2	0.9	32.8	1.3
NSB2	14.7	23.8	9.9	13.0	14.8	0.9	26.7	0.9
NSB3	14.1	22.4	9.8	11.9	13.1	1.1	24.6	0.9
UHB1	18.9	43.7	20.7	51.7	21.1	0.9	39.2	1.1
UHB2	18.4	21.9	19.0	25.1	18.6	0.9	29.8	0.7
UHB3	18.6	23.1	18.6	23.1	17.9	1.0	29.3	0.8
HB1	16.6	47.2	15.9	26.2	15.7	1.1	27.4	1.7
HB2	13.6	17.1	15.1	17.6	14.4	0.9	22.3	0.8
HB3	13.1	15.9	14.9	16.2	14.1	0.9	20.5	0.8
NB1	14.1	25.7	10.8	26.8	10.9	1.3	20.3	1.3
NB2	11.0	14.8	9.9	13.0	9.7	1.1	16.5	0.9
NB3	9.6	12.8	9.8	11.9	9.4	1.0	15.1	0.8

## 5. 결론

본 연구에서는 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 강도특성과 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트 보에 대하여 전단강도를 실험적으로 구명한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 물-결합재비(W/C+SF)가 26~55% 범위에서 강섬유를 혼입한 경우 재령 28일의 압축강도는 320~800kgf/cm<sup>2</sup> 이었다.

- 2) 강섬유를 혼입하지 않은 경우 압축강도에 대한 할렬인장도비는 1/8.2~1/19.6이었으나 강섬유를 혼입한 경우는 1/7.7~1/11.6로써 강섬유를 혼입할 경우 할렬인장강도가 크게 개선되는 것으로 나타났다.
- 3) 고강도 콘크리트의 취성적인 성질을 강섬유를 혼입함으로써 연성화 할 수 있었고, 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트 보의 경우 파괴시 하중에 대한 처짐이 약 2배 가량 크다는 것을 확인할 수 있었다.
- 4) 본 연구에서 제안된 식은 강섬유의 형상비 ( $l/d=60$ ) 및 혼입율( $V_f=1.0\%$ )이 동일한 형태의 강섬유를 사용하여 얻어진 것으로서 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트 보의 전단 강도식은 다음과 같다.

1) 전단균열강도식

$$V_{cr} = 0.412\sqrt{f_{cu}} + 1347 \cdot \rho_w \cdot d/a \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

2) 극한전단강도식

$$V_u = 22.1(f_{cu} \cdot \rho_w \cdot d/a)^{1/3} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

### 감사의 글

이 논문은 '96 건설교통부 연구개발사업과 2000년도 원광대학교 교비의 일부지원에 의해서 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-99) and Commentary (ACI 318R-95)," American Concrete Institute, 1999.
2. ACI Committee 363, "State of the Art Report on High-Strength Concrete," ACI Journal, Vol. 81, No. 4, July-August 1984, pp.364~411.
3. ACI Committee 544, "Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete," ACI Journal, Vol. 75, No. 7, July, 1978, pp.283~289.
4. Romualdi, J. P. and Baston, G.B., "Behavior of Reinforced Concrete Beams with Closely Spaced Reinforcement," ACI Journal, Vol. 60, No. 6 June, 1963, pp.775~789.
5. Narayanan, R. and Darwish, I. Y. S., "Use of Steel Fibers as Shear Reinforcement," ACI Structural Journal, Vol. 84, No. 3, May, 1987, pp.216~227.
6. Shah, S.P. and Rangan, B.V., "Fiber Reinforced Concrete Properties," ACI Journal, Vol. 68, No. 2 February, 1971, pp.126~135.
7. Zsutty, T. C., "Shear Strength Prediction for Separate Categories of Simple Beam Tests," ACI Journal, Vol. 68, No. 2, February 1971, pp.138~143.
8. 전용진, "MINITAB을 활용한 통계자료분석," 학문사, 1996년 2월, pp.245~324.
9. 김우철 외 7인, "통계학 개론," 영지문화사, 1994년, pp.214~261.

### 요 약

본 논문에서는 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트 보의 전단강도식을 제안하고자 한다. 일반적으로 철근콘크리트 보의 전단강도는 콘크리트의 압축강도, 인장철근비, 전단지간비 그리고 전단보강철근의 유무에 영향을 받는다. 본 실험에서는 전단지간비  $a/d=1.5, 2.8$  및  $3.6$ 와 콘크리트의 압축강도 320, 520 및 800kgf/cm<sup>2</sup>을 변수로 하여 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트 보의 전단강도에 관한 실험을 수행하였다. 전단강도 추정식의 제안을 위하여 ACI 318-95 표준식과 Zsutty식 등을 비롯한 기존 연구자들의 제안식과 비교 검토 하므로써 그 타당성을 높이는 검증을 하였다. 또한 전단강도 추정식의 제안을 위하여 프로그램 MINITAP을 이용하여 회귀분석을 하였다. 강섬유를 혼입한 고강도 콘크리트의 취약점인 취성적 성질을 개선하여 연성화 하는데 이것은 하중에 대한 처짐의 증가와 변형률의 증가 등으로 확인할 수 있었다.

(접수일자 : 2000. 1. 19)