

# 고강도 경량콘크리트를 사용한 철근콘크리트 T 형보의 전단성능

A Study on Shear Capacity of High Strength Lightweight Reinforced Concrete T-Beams

김진수\*  
Kim, Jin Soo

김원호\*\*  
Kim, Won Ho

박성무\*\*\*  
Park, Sung Moo

## ABSTRACT

This paper is an experimental study on shear capacity of the high strength lightweight reinforced concrete beams with shear span-depth ratio between 1.5 and 2.5. Thirteen T & rectangular beams were tested to determine their diagonal cracking and ultimate shear capacity. The major variables are shear span-depth ratio ( $a/d=1.5, 2.0, 2.5$ ), concrete compressive strength ( $f'c=210, 240, 270 \text{ kg/cm}^2$ ) and tensile steel ratio ( $\rho=0.6, 1.2\%$ )

Based on results obtained from experiment of high strength lightweight reinforced concrete Beams & normal concrete, the following conclusions were drawn.

- (1) The shear capacity of high-strength lightweight concrete is less 15% than that of normal concrete under same condition .
- (2) As the results of Comparing this experimental datas with other various formulas, It is regarded that ACI 318-89 shear strength formula related tensile strength is proper to design formula of shear strength of high-strength lightweight reinforced concrete using lightweight concrete.

## 1. 서론

근대이후 모래, 자갈, 시멘트, 물을 이용하여 만든 콘크리트 재료가 건물에 기하급수적으로 많이 이용되어왔다. 그 결과 거의 대부분의 건물은 콘크리트로 지어져서 도시는 콘크리트 덩이로 뒤덮혀 지게 되었으며 또한 천연골재 부족현상까지 초래하고있다. 대도시의 인구집중화 현상과 더불어 지가상승등의 영향으로 건축물은 고층화 대형화되고 있으며 건축물이 고층화, 대형화 되면서 건축물에 이용되는 구조재료는 고강도화 혹은 경량화가 요구되고 있는 실정이다. 콘크리트는 많은 장점과 더불어 자중이 무거운 단점을 가지고 있어서 각국에서는 이에대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 경량골재를 사용한 고강도 경량콘크리트에 관한 연구는 이러한 시대적 요구의 하나일것이다. 경량골재를 사용한 경량콘크리트 구조부재의 역학적 주된 특성은 같은 압축강도에서 보통콘크리트를 사용한 구조부재에 비해 휨성능은 유사하나 전단성능이 떨어진다는 점일것이다. 따라서 고강도 경량콘크리트를 구조재료로 실용화 하기 위해서는 이의 재료적인 특성연구와 더불어 경량콘크리트 보에 대한 전단강도에 관한 재연구가 필수 요건이라 하겠으며, 현재 이용되

고 있는 우리나라의 경량콘크리트 부재의 설계에 대한 규준은 아무런 실험적 규명없이 ACI 318-89규준을 모방하여 제정되었기 때문에 이에 대한 재검토가 요구되고있다.

본 연구는 고강도 경량콘크리트 보의 전단성능에 관한 특성을 파악하기 위하여 전단강도에 영향을 주고있는 제 요소들과 전단강도와와의 관계를 규명하고 기 발표된 제안식 및 설계식들을 상호 비교 검토하여 고강도 경량콘크리트 보의 전단성능에 관한 특성을 규명하고 이의 설계에 있어서 기초자료를 제공하는데 연구의 목적이 있다.

## 2. 실험

### 2.1 시험체 계획

본 연구에서는 총 13개의 보 시험체를 제작하였으며 주요 변수로는 전단스팬비, 콘크리트의 압축강도, 단면의 형상, 인장철근비로 계획하였다. 콘크리트의 압축강도는  $210, 240, 270 \text{ kg/cm}^2$ 의 3종류를 택하였고, 인장철근비는 0.6%, 1.2%의 두 종류로 하였다. 또한 경량콘크리트 보의 전단성능과 보통콘크리트보의 전단성능을 비교하기 위하여 보통 콘크리트보도 시험체 계획에 포함시

\* 영남대 대학원 건축공학과 석사과정

\*\* 영남대 대학원 건축공학과 박사과정

\*\*\*\* 정희원, 영남대 건축공학과 조교수, 공박

# 본 논문은 한국과학재단의 지원하에 이루어진 것입니다.

켰다. 시험체는 실험실 여건에 따라 실제 규격의 1/2로 계획하였다.

구형보에서는 보의 폭(b)은 17cm, 유효높이(d)는 각각 17cm, 24cm로 구형보와 같도록 계획하였다. 지점에서의 파괴를 방지하기 위하여 시험체의 끝부분을 20cm씩 돌출시키고 전단보강하였다.

각 시험체별 특성은 표 1에 나타나 있으며 시험체의 형상 및 배근상황도는 그림 1에 나타나있다.

여기서 LTD-1은 다음을 의미한다.

L:Lightweight concrete (N:Normal)

T:단면형태 (R:구형)

D-1:전단스팬비 1.5

(a/d=1.5, 2.0, 2.5)

S-1:콘크리트 압축강도

(210, 240, 270 kg/cm<sup>2</sup>)

표 1 시험체 일람표

시험체명	단면	B (cm)	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>2</sub> (cm)	H <sub>3</sub> (cm)	강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	전단스팬비 (a/d)	인장철근비 (%)	압축철근비 (%)	비고	
LTD-1	T형	55	6	17	21	210	1.5	D13-2 (0.6%)	D10-2 (0.35%)		
LTD-2							2.0				
LTD-2A							2.0				
LTD-3							2.5				
LTA-1	T형	55	6	17	21	210	2.0	D13-2 (0.6%)	D10-2 (0.35%)	LTD-2와 동일	
LTA-1A										D13-4 (1.2%)	LTD-2A와 동일
LTA-2											LTD-2A와 동일
LRS-1	구형	17		27		210	2.0	D13-2 (0.6%)	D10-2 (0.35%)		
LRS-2											240
LRS-2A											240
LRS-3											270
NRS-1	구형	17		27		210	2.0	D13-2 (0.6%)	D10-2 (0.35%)		
NRS-2											240
NRS-2A											240
NRS-3											270

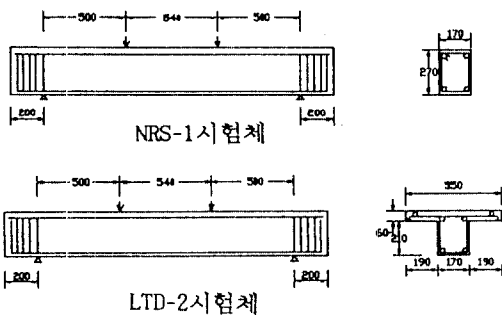


그림1 시험체의 형상 및 배근상황도

## 2.2 재료시험

### 가. 철근의 인장시험

철근의 인장강도 시험결과는 표 2와 같다. 각 시험체에 사용된 철근은 D13(인장철근)과 D10(압축철근),  $\phi$  9(지점파괴 방지용)를 사용하였다.

표2 철근의 인장강도 시험결과

	降伏強度 $F_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	降伏變形率 $\epsilon_y$	彈性係數 (kg/cm <sup>2</sup> )	破斷強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸率 (%)	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
$\phi$ 9	3556.34	0.001554	$2.28 \times 10^6$	4330.98	28.35	4471
D10	4260.56	0.002250	$1.89 \times 10^6$	5316.9	26	6126.76
D13	3051.18	0.00016	$1.9 \times 10^6$	3838.58	18.02	4881.88

### 나. 콘크리트의 재료시험

시험체는 실험실에서 손비빔 콘크리트로 타설하였으며 콘크리트의 압축 및 인장강도 시험을 위해 만든 공시체는 KSF 2404에 따라 직경 10cm, 높이 20cm의 실린더형 몰드를 사용하여 총 60개의 공시체를 제작하였다.

표 3. 콘크리트 재료 시험결과표

시험체명	슬럼프 (cm)	높이 (cm)	단면적 (cm <sup>2</sup> )	압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	인장강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	탄성계수 (kg/cm <sup>2</sup> )
LTD	18	20.1	78.5	202	19.5	$1.39 \times 10^6$
LTA	16.5	19.9	78.5	202	19.5	$1.39 \times 10^6$
LRS-1	18	19.79	78.5	175.9	19.025	$1.34 \times 10^6$
LRS-2	16.5	20.21	78.5	235	16.5	$1.41 \times 10^6$
LRS-3	17	20.1	78.5	260	27.4	$1.5 \times 10^6$
NRS-1	8	19.89	78.5	175	27.228	$1.34 \times 10^6$
NRS-2	16	19.94	78.5	202.53	26.47	$1.39 \times 10^6$
NRS-3	4	20.0	78.5	242	29.93	$1.42 \times 10^6$

## 2.3 시험체 제작

시험체에 사용된 주근은 SBD40철근을 사용하였고 전단보강근은 SR24의 원형철근을 사용하였다. 철근의 구부림 반경은 철근직경의 2.5배, 정착길이는 철근직경의 4배로 가공하였고, 인장철근의 피복두께는 3cm로 하였다.

## 2.4 가력 및 측정방법

시험체는 스트롱 프레임(Strong-Frame)을 사용하여 단순지지 조건이 되게 Set-Up하고 대칭으로 2점 단조가력하였다. 예상 전단균열 하중 부근까지는 일정한 속도로 가력하였고 전단균열 하중 부근에서는 전단균열이 발생하는지를 면밀히 관찰하면서 가력속도를 최대한 느리게 하였다. 전단균열이 발생한 이후에는 보 중앙부의 처짐을 기준으로 시험체가 완전히 파괴될때까지 가력하였다. 변형을 측정은 정적변형을 측정기를 사용하였다. 처짐은 전기식 다이얼 게이지(Electric Dial Gage)를 설치하여 측정하였고 변형도는 와이어 스트레인 게이지(Wire Strain Gage)에 의해 측정되었다.

## 3. 실험결과 및 고찰

각 시험체별 실험결과와 표 4.에 나타나있고 전단강도와 각 주요인자(전단스팬비, 압축강도, 인장강도, 인장철근비, 단면형상)과의 관계는 다음과 같다.

표 4 실험결과 일람표

실험예	인장강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	전 단 비 (t)		전 단 용 백 (kg/cm)		파괴일상
			사 균 열 최 대	사 균 열 최 대	사 균 열 최 대	사 균 열 최 대	
LTD-1	19.5	202	3.525	9.045	8.64	22.17	침-사-전단압축파괴
LTD-2			3.1	4.95	7.60	12.13	침-사-전단압축파괴 (부착파괴)
LTD-2A			3.36	5.265	8.24	12.9	침-사-전단압축파괴 (부착파괴)
LTD-3			2.275	3.655	5.58	8.96	침-사-전단압축파괴 (부착파괴)
LTA-1			3.1	4.95	7.60	12.13	침-사-전단압축파괴 (부착파괴)
LTA-1A	3.36	5.265	8.24	12.90	침-사-전단압축파괴 (부착파괴)		
LTA-2	4.425	10.175	10.85	24.94	침-사-전단압축파괴 (부착파괴)		
LRS-1	16.5	175.9	2.25	5.025	5.51	12.3	침-사-사인장파괴 (압괴)
LRS-2	19.025	235	3.75	5.325	9.19	13.05	침-사-사인장파괴 (압괴)
LRS-2A	19	203	3.0	4.75	7.35	11.64	침-사-사인장파괴
LRS-3	27.4	260	4.0	5.5	9.8	13.48	침-사-사인장파괴 (부착파괴)
NRS-1	23.28	175	2.6	5.6	6.37	13.73	침-사-사인장파괴 (부착파괴)
NRS-2	27.226	204.98	3.13	5.65	7.67	13.85	침-사-사인장파괴
NRS-2A	26.47	202.53	실패	실패	실패	실패	실패
NRS-3	29.93	242	4.75	5.4	11.64	13.24	침-사-사인장파괴

3.1. 전단스팬비와 전단균열강도

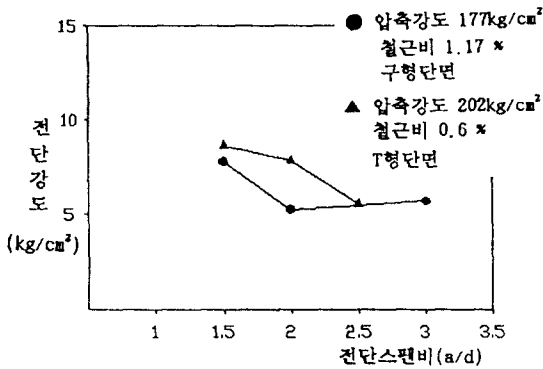


그림 2. 전단스팬비와 전단균열강도

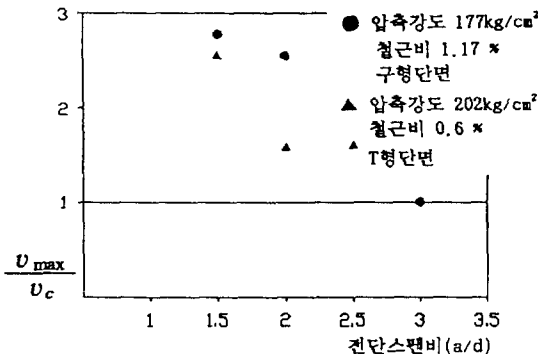


그림 3. 전단스팬비(a/d)와  $\frac{U_{max}}{U_c}$

실험을 통해 얻어진 전단스팬비(a/d)와 전단균열강도와의 관계는 그림 2. 전단스팬비와 전단균열강도에서 나타난것과 같이 전단균열강도는 전단스팬비와 역비례 관계에 있다는 것을 알수 있다. 전단스팬비는 전단균열강도에 크게 영향을 미치며 전단스팬비 1.5와 3사이에서 비교적 선형적으로 역비례하는것으로 나타났다. 전단균열강도에 대한 최대전단강도의 비는 그림 3.와 같이 전단스팬비가 증가함에 따라 감소함을 나타내고 있다.

3.2. 압축강도와 전단균열강도

압축강도와 전단균열강도의 관계는 그림 4. 나타 나있고 그림과 같이 압축강도가 증가할수록 전 단균열강도가 증가하고있다. 압축강도 170kg/cm<sup>2</sup> 와 270kg/cm<sup>2</sup>사이의 전단균열강도와 압축강도의 관계는 경량콘크리트의 전단균열강도가 대체로 압축강도 평방근에 비례하고 있음을 알수있다. 또한 동일 강도에서 보통콘크리트의 전단균열강 도에 대한 경량골재 콘크리트 전단균열강도의 실험결과는 약 85%로 나타났다.

전단균열강도에 대한 최대 전단강도의 비 ( $\frac{U_{max}}{U_c}$ )는 그림 5.와 같고 경량골재 콘크리

트, 보통콘크리트 모두 압축강도가 증가함에 따 라 완만히 감소함을 보여주고 있다.

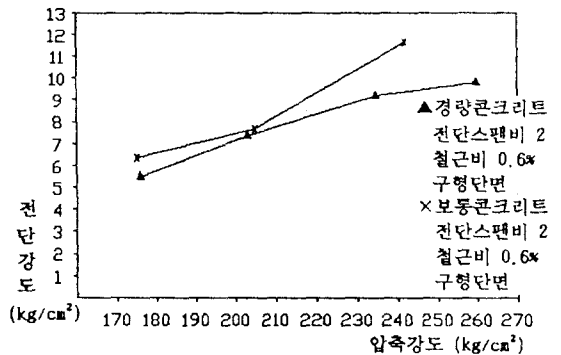


그림 4. 압축강도와 전단균열강도

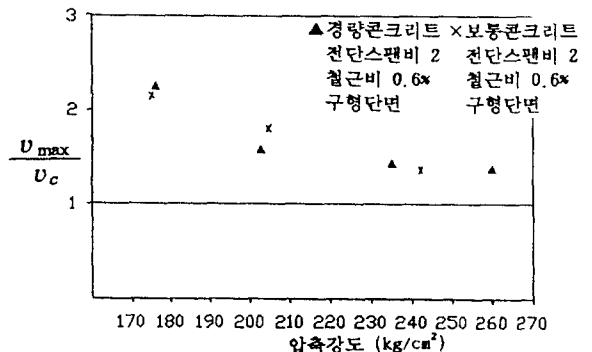


그림 5. 압축강도와  $\frac{U_{max}}{U_c}$

### 3.3. 인장강도와 전단균열강도

전단균열강도는 인장강도가 증가함에 따라 그림 6. 인장강도와 전단균열강도에서 보는 바와 같이 선형적으로 비례함을 알수있다. ACI318-89규준에서는 경량콘크리트의 전단균열강도를 콘크리트의 인장강도의 식으로 나타내고 있다. 이 규준과 실험값을 비교해볼때 대략 10%내외의 차이로 좋은 대비를 보여주고 있음을 알수있다.

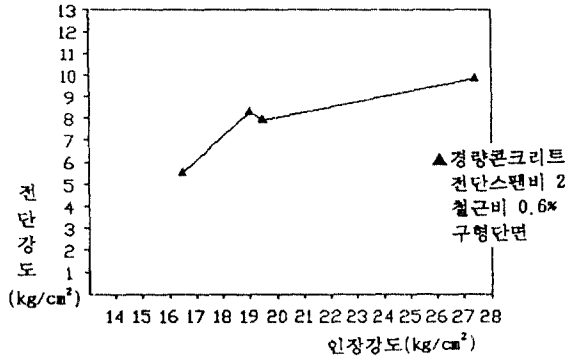


그림 6. 인장강도와 전단균열강도

### 3.4. 인장철근비와 전단강도

인장철근비와 전단균열강도 관계는 그림 7.와 같이 나타난다. 그림에서 보는 바와 같이 인장철근비가 증가할수록 전단균열강도가 선형적으로 증가하는 비례관계로 나타났다.

荒本謙一의 실험결과에 의하면 인장철근비가 2% 이하인 경우에는 전단강도 증가가 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 본실험에서는 철근비가 3%까지 실험한 결과 선형적 비례관계로 나타났다. 인장철근비에 대한 전단균열강도와 최대 전단강도와의 관계는 그림 8.와 같다. 철근비 0.6%에서 3%까지의 범위에서는 인장철근비가 증가하여도 전단균열강도와 최대전단강도의비는 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

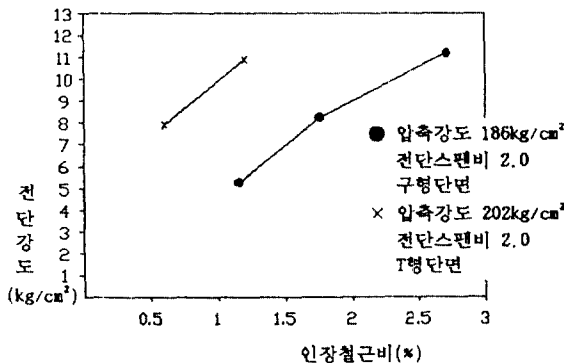


그림 7. 인장철근비와 전단강도

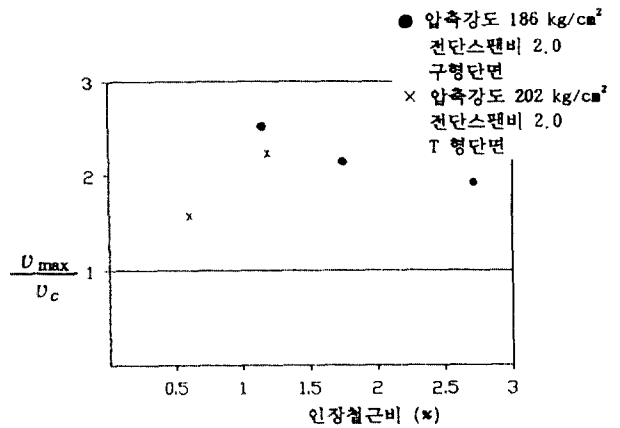


그림 8. 인장철근비와  $\frac{U_{max}}{U_c}$

### 3.5. 단면형상과 전단강도

동일한 조건에 대한 강도, 전단스팬비(a/d), 철근비의 경우 T형단면의 실험체와 구형단면의 실험체를 비교해 본 결과 보의 높이(d)에 대한 슬래브 두께(t)의 비(t/d)가 0.25인 T형인 보에서 전단강도는  $7.92\text{kg/cm}^2$ 으로 나타났고 (t/d)가 Zero인 구형단면의 경우는  $7.35\text{kg/cm}^2$ 로 나타나 T형단면의 경우가 구형단면 실험체보다 전단강도에 있어서 7.8%높게 나타났다.

이것으로 미루어 보아 일반적인 건물에 사용되는 T형보에서는(t/d < 2.5)슬래브가 전단균열강도에 별로 효과가 없는 것으로 나타났다.

### 4. 실험결과와 ACI규준식 및 기존제안식들과의 비교

#### 4.1. 실험결과와 제안식들과의 비교

힘과 전단을 받는 철근콘크리트 보의 전단파괴에 영향을 미치는 요소는 전단스팬비, 콘크리트 강도 철근비등의 요인이 있다. 따라서 이러한 요소들에 의한 전단파괴 및 사균열 하중을 산정하는데는 뚜렷한 이론적 근거보다 실험에 의한 실험식이 많은 연구자들에 의해 제안되어왔다. 대표적인 제안식 및 규준식에 의한 전단균열값과 실험값의 비교표는 표 4.과 같고 제안식은 아래와 같다.

가) Zsutty (보통콘크리트 전단강도 제안식)

Zsutty는 전단강도 산정에 있어서 사균열을 지배하는 가장 중요한 변수를 포함해서 회귀분석을 통해 아래와 같은 식을 제안하였다.

$$1) \frac{a}{d} > 2.5 \text{ 일때}$$

$$v_c = 10.04(F_c \cdot P_r \cdot \frac{d}{a})^{\frac{1}{3}} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$2) \frac{a}{d} \leq 2.5 \text{ 일때}$$

$$v_c = 10.04(F_c \cdot P_r \cdot \frac{d}{a}) \cdot (2.5 \frac{a}{d}) \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

나) Mathey & Watstein (보통콘크리트 전단강도 제안식)

$$v_c = 0.816\sqrt{F_c} \cdot \frac{d}{a} + 281 \cdot P_t \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$$

다) ACI 318-89 를 준용한 우리나라 기준식

1)  $v_c = 0.5\sqrt{f'_c} + 176P_t \cdot \left(\frac{V \cdot d}{M}\right)$

(보통콘크리트에 대한 기준식)

2)  $v_c = \frac{0.5}{1.8} f_{\alpha} + 176 P_t \cdot \left(\frac{V \cdot d}{M}\right)$

경량콘크리트 기준식

3)  $v_c = 0.5 \lambda \sqrt{f'_c} + 176P_t \cdot \left(\frac{V \cdot d}{M}\right)$

경량콘크리트 기준식 ( $\lambda = 0.85$ )

라) 季複興

$$v_c = 0.6 \sqrt{F_c} + 400 P_t \cdot \frac{d}{a}$$

표 5. 실험값과 ACI 기준식 및 제안식 들에 대한 비교일람표

실험제명	kg/cm <sup>2</sup> 실험값	ACI 식(2)*		ACI 식(3)**		Zsutty 식		Mathey 식		季複興 식	
		u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub> / u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub> / u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub> / u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub> / u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub>	u <sub>v</sub> / u <sub>v</sub>
LTD-1	8.64	6.12	1.41	6.74	1.28	15.59	0.55	9.42	0.92	10.13	0.85
LTD-2	7.6	5.95	1.28	6.57	1.16	10.62	0.72	7.49	1.01	9.73	0.78
LTD-2A	8.24	5.95	1.38	6.57	1.25	10.62	0.78	7.49	1.1	9.73	0.85
LTD-3	5.58	5.84	0.96	6.46	0.86	7.89	0.71	6.33	0.88	9.49	0.59
LTA-1	7.6	5.95	1.28	6.57	1.16	10.62	0.72	7.49	1.01	9.73	0.78
LTA-1A	8.24	5.95	1.38	6.57	1.25	10.62	0.78	7.49	1.1	9.73	0.85
LTA-2	10.85	6.48	1.67	7.1	1.53	13.38	0.81	9.17	1.18	10.93	0.99
LRS-1	5.51	5.11	1.08	6.16	0.89	10.14	0.54	7.1	0.78	9.16	0.60
LRS-2	9.19	5.81	1.58	7.11	1.29	10.71	0.86	7.56	1.22	9.83	0.93
LRS-2A	7.35	5.81	1.27	6.97	1.05	10.64	0.96	7.5	0.98	9.75	0.75
LRS-3	9.8	8.14	1.2	7.38	1.33	11.15	0.88	8.26	1.19	10.37	0.95
NRS-1	6.37	6.99	0.91	6.31	1.01	10.31	0.62	7.24	0.88	9.36	0.68
NRS-2	7.67	8.09	0.95	6.61	1.16	10.67	0.72	13.37	0.57	9.6	0.78
NRS-3	11.64	8.84	1.32	7.21	1.61	11.36	1.02	8.1	1.44	10.63	1.10

\* ACI 인장강도 관계 기준식 (경량)

\*\* ACI 압축강도 관계 기준식 (경량  $\lambda=0.85$ , 보통  $\lambda=1.0$ )

4.2. 전단강도식의 비교분석

가. 전단스팬비 (a/d)와 전단강도식의 비교분석  
전단스팬비(a/d)는 전단균열강도에 큰 영향을 미치고 있다.그림 9는 전단스팬비 (a/d)와 전단균열강도 관계식을 비교한 것이다.그림에서 보는 바와 같이 ACI 기준식은 전단스팬비의 감소영향을 아주낮게 고려하여 안전측면에서 설계되고 있으나 보통콘크리트에 관계된 Zsutty식과 Mathey식은 전단스팬비(a/d)의 영향을 잘 고려하고 있으나 적절한 감소율을 곱하여 사용함이 바람직 할것으로 사료된다.

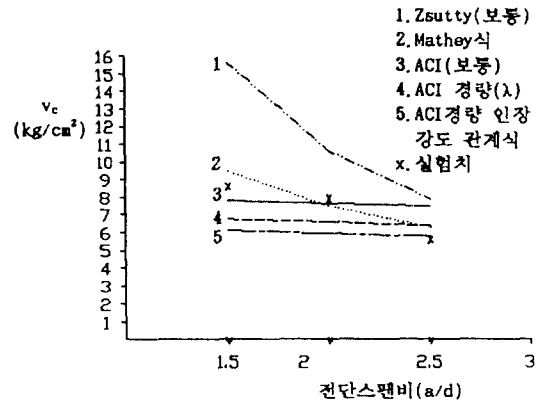


그림 9. 전단스팬비와 전단균열강도

나. 압축강도에 따른 전단강도식의 비교분석

압축강도와 전단균열 강도기준 및 제안식을 비교한것은 그림10.와 같다.그림에서 보는 바와 같이 Zsutty식에 의한 값은 실험값을 많이 상회하고 있으며 Mathey식은 실험값과 근접하고 있으나 콘크리트강도가 170kg/cm<sup>2</sup>의 낮은 경우는 실험값이 이론값을 -24%하회하고 있음을 보여준다. 또한 실험값은  $\lambda=0.85$ 를 사용한 압축강도에 의한 ACI경량콘크리트식에 대해서는 -8%~23.0% 정도로 산포적인 분포를 나타내고 있다.

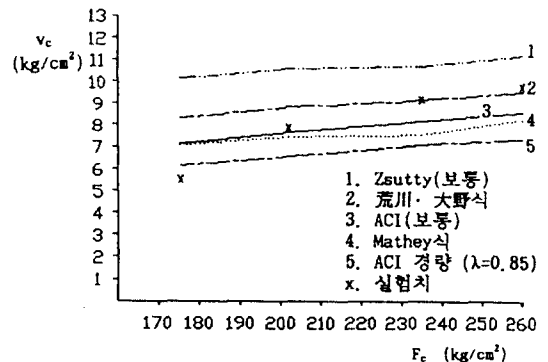


그림 10. 압축강도와 전단강도

다. 인장강도와 전단강도식의 비교분석

인장강도와 전단균열강도 관계식은 ACI규정에 유일하게 적용되고 있다.그림11.는 실험값과 인장강도를 적용한 ACI관계식의 비교그림이다. 실험에 의한 전단균열강도는 인장강도가 15kg/cm<sup>2</sup>에서 30kg/cm<sup>2</sup>범위와 전단스팬비 1.5~3.0범위에서 ACI규정에 의한 값보다8%~20%정도 상회하고 있어 안전측면에서 ACI규정은 설계식으로 적절한 것으로 사료된다.

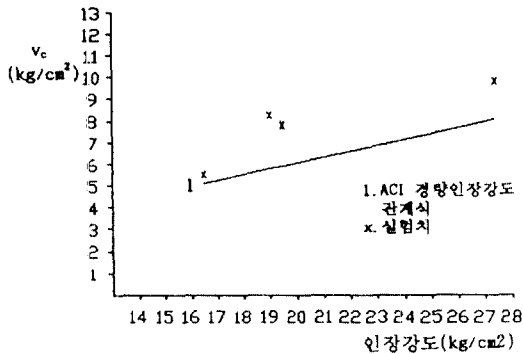


그림 11. 인장강도와 전단균열강도

### 5. 결론

이상과 같이 전단스팬비, 인장철근비, 콘크리트강도, 단면형상, 전단보강 유무, 골재종류등을 변수로한 시험체에 대해 실험을 하고 비교분석한 결론은 다음과 같다.

1. 大野・荒川등의 실험에 의하면 경량콘크리트보에서 인장철근비 2%이하에서는 인장철근비의 증가에 따라 전단강도가 증가하지만 2%이상인 경우에는 거의 전단강도가 증가하지않는것으로 발표되었으나 본연구의 실험에서는 전단스팬비 2.0이고 전단보강하지 않은 경우 경량골재를 사용한 경량콘크리트보는 인장철근비가 약 3%까지 증가함에 따라 전단강도가 선형적으로 증가함을 보여주고 있다.

2. 압축강도가 170kg/cm<sup>2</sup>~270kg/cm<sup>2</sup>의 범위에서 경량골재를 사용한 콘크리트보의 전단강도는 동일강도의 일반콘크리트의 전단강도의 약 85%정도로 나타났다.

3. 전단스팬비 (a/d)가 1.5~3.0 구간에서 전단균열강도에 대한 최대전단강도의 비 (V<sub>max</sub>/V<sub>c</sub>)는 전단스팬비가 증가할수록 감소하고 있다. 파괴형태는 일반콘크리트보와 마찬가지로 전단스팬비 2.5까지는 전단압축파괴이고 3.0이상에서는 사인장파괴로 나타났다.

4. 170kg/cm<sup>2</sup> ~270kg/cm<sup>2</sup>의 압축강도를 갖는 경량골재 콘크리트보의 전단강도는 압축강도의 평방근에 비례하고 인장강도에 선형적으로 비례하는 양상을 나타내고 있다.

5. T형보에서는 슬래브의 두께(t)가 보높이(d)에 비례적인 일반적인 경우(t/d ≤ 0.25)슬래브는 전단강도에 거의 효과가 없음을 보여주고 있다.

6. 전단스팬비 (a/d)1.5~3.0범위 압축강도

(f'c)170kg/cm<sup>2</sup>~270 kg/cm<sup>2</sup> 의 범위에서 실험에 의한 전단강도와 ACI 318-89의 인장강도를 변수로한 기준식과 비교한 결과 실험값이 기준값을 약 8%~20%상회하게 나타났다. 따라서 안전측인 면에서 ACI 318-89의 인장강도를 변수로한 기준식이 경량골재를 사용한 고강도 경량콘크리트보의 전단강도 설계기준식으로 적절한것으로 판단된다.

7. ACI 기준식은 전단스팬비(a/d)의 영향을 과소평가하여 전단스팬비(a/d)가 1.5이하인 경우는 매우 안전측으로 나타났다.

### 參考文獻

1. 荒木謙一, 戸川一夫, "輕量鐵筋コンクリトはりのせん断強度に關する基礎的研究," 콘크리트工學, Vol. 9 No. 3, 1971年 4月, pp.11 - 20.
2. 藤尺正視, 市川昌和, 山下時夫, "輕量鐵筋コンクリトを用いたT形はりの延性," 日本建築學會大會學術講演論文集(關東), 昭和63年10月, pp. 599 ~601.
3. Miguel A. Salandra and Shuaib H. Ahmad, "Shear Capacity of Reinforced Lightweight High-Strength Concrete Beams." ACI Structural Journal / November-December 1989, P. 697
4. DON L. IVEY and EUGENE BUTH, "Shear Capacity of Lightweight Concrete Beams." ACI Journal / October 1967, pp. 634~643.
5. J. A. HANSON "Shear Strenth of Lightweight Reinforced Concrete Beams," ACI Journal / September 1958, pp. 387~402.
6. R. Park & T. Paulay, "Reinforced Concrete Structures," John Wiley, 1975
7. Chu-Kia Wang & Charles G. Salmon, "Reinforced Concrete Design," Harper & Row, 1985