

## 강섬유 보강 기둥의 강도 및 변형 특성

장극관<sup>1)</sup> · 이현호<sup>2)\*</sup> · 양승호<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>서울산업대학교 건축공학과 <sup>2)</sup>동양대학교 건축학부  
(2001년 7월 9일 원고접수, 2001년 11월 30일 심사완료)

### Strength and Deformation Characteristics of Steel Fiber Reinforced Columns

Kug-Kwan Chang<sup>1)</sup>, Hyun-Ho Lee<sup>2)\*</sup>, and Seung-Ho Yang<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Architectural Engineering, Seoul National University of Technology, Seoul, 139-743, Korea

<sup>2)</sup> School of Architecture, DongYang University, Yeongju, 750-711, Korea

(Received on July 9, 2001. Accepted on November 30, 2001)

#### ABSTRACT

As composite materials, the addition of steel fiber with concrete significantly improves the engineering properties of structural members, notably shear strength and ductility. Flexural strength, fatigue strength, and the capacity to resist cracking are also enhanced. Especially the strengthening effect of steel fiber in shear is to prevent the brittle shear failure. In this study, shear-strengthening effect of steel fiber in RC short columns were investigated from the literature surveys and 10th specimen's member test results. From the test results, following conclusions can be made; the maximum enhancement of shear-strengthening effect can be achieved at about 1.5 % of steel fiber contents, shear strength and ductility capacity were improved remarkably in comparison to stiffness and energy dissipation capacity in steel fiber reinforced concrete.

**Keywords :** steel fiber, shear-strengthening effect, ductility capacity, energy dissipation, enhancement

## 1. 서 론

철근콘크리트 구조물에서 수직부재인 기둥은 고정하중과 활하중으로 인한 수직하중에는 충분한 저항능력이 있으나 지진과 같은 수평하중에 대해서는 필요한 변형능력이 부족하기 때문에 건물 전체의 급격한 붕괴의 원인이 되는 취성적인 전단파괴가 발생하기 쉽다. 이러한 기둥의 취성적 전단파괴를 방지하기 위하여 전단보강근(hoop)간격을 줄여 콘크리트를 구속시키는 방법이 널리 사용되고 있으나 과도한 전단보강근 배근으로 인해 콘크리트 타설시에 많은 문제점을 유발할 수 있다. 따라서 최근 높은 인장강도를 가진 연성재료를 혼합하여 콘크리트를 제조하는 방법 등이 개발 및 연구되고 있다. 이 중 전단성능 및 변형능력증진에 매우 효과적인 강섬유(steel fiber)를 이용한 연구가 활발히 진행중이나 우리나라의 경우, 강섬유를 기둥에 적용시키기 위한 연구는 거의 없는 실정이다.

최근 20여년 동안에 진행된 강섬유 보강 기둥의 연구는 Sakai(1979)<sup>1)</sup>, Makitani(1985)<sup>2)</sup>, Yashiro(1989)<sup>3)</sup>, Nagasaka(1990)<sup>4)</sup>, Masuta(1997)<sup>5)</sup> 등에 의해 진행되었으며 실험변수는 전단보강근비, 강섬유 보강량, 전단스팬비, 축력비로 하여

철근콘크리트 기둥의 전단특성을 평가하였다. 그 결과 강섬유 보강에 의하여 연성 및 강도능력이 증진되었음을 발표하였다. 또한 Sakai와 Yashiro는 적정 강섬유 보강량으로 체적의 1.0 % 정도가 적당하다고 제시한 바 있다. 그러나 이는 우리나라 내진설계 기준과는 상이한 전단보강근비를 적용하여 얻은 결론으로서 일반화하기에는 많은 문제가 있을 수 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 내진기준에 의한 전단보강근비 및 전단보강근비를 조정하고 이를 강섬유로 대체한 총 10개의 실험체에 대한 수평하중 저항성능실험을 수행하여, RC 기둥에 대한 강섬유 보강효과를 평가하고자 한다.

## 2. 구조성능실험

### 2.1 실험체 계획

본 연구에서 사용된 실험체는 Fig. 1(a)와 같은 저층부 기둥이며 수평하중에 대한 실제적인 변형성상인 복곡률(double curvature)을 재현하도록 Fig. 1(b)와 같이 계획하였다. 실험체 단면은 30 cm × 30 cm 의 정방향 기둥으로 높이는 90 cm 인 총 10개의 실험체를 제작하였으며 인장철근비( $\rho$ )는 0.955 %로 동일하게 하였다. 전단보강근은 우리나라 내진기준(건설교통부, 1999)<sup>6)</sup>에 의한 배근간격의

\* Corresponding author

Tel : 054-630-1165 Fax : 054-636-8523

E-mail : hhlee@phenix.dyu.ac.kr

1.13배( $\rho_w = 0.36\%$ ), 1.0배( $\rho_w = 0.32\%$ ), 0.81배( $\rho_w = 0.26\%$ ), 0.66배( $\rho_w = 0.21\%$ )로 하여 강섬유 보강효과와 전단보강근비의와의 상관관계를 파악하고자 하였다. 본 연구에 사용된 강섬유는 양단후크형이며 형상비는 63.6이다. 또한 콘크리트 체적에 대한 강섬유 혼입율은 0.0, 1.0, 1.5, 2.0%로 달리하여 강섬유의 전단보강효과를 알아보고자 실험체를 계획하였다. 전단스팬비(M/Vd)는 실험체의 전단에 대한 평가가 용이하도록 1.5로 계획하였으며, 실험체 일람표는 Table 1, 실험체 상세는 Fig. 2에 나타내었다. Table 1에서의 콘크리트 압축강도는 부재 실험시의 재료 시험 결과이다. 여기서 강섬유 비보강 실험체는 S\*-0.0-N, S<sub>0</sub>-0.0-N, S<sub>1</sub>-0.0-N, S<sub>2</sub>-0.0-N이다.

## 2.2 실험방법

실제 구조물의 축력에 의한 영향을 고려하기 위해 0.1 Agfck에 해당하는 압축력을 오일잭을 이용하여 실험시부터 실험 종료까지 가력하였다. 수평하중은 100tf 용량의 액추에이터를 사용해 Fig. 3과 같이 기둥의 중앙부에 가력하였다. 실험체의 회전변형을 최대한 방지하기 위하여 실험체 상부 엔드블럭의 하단부에 강성이 큰 강봉을 설치하였다.

가력방법은 변위제어로 각 사이클의 +, - 최대변위까지를 각각 한 스텝으로 설정하였으며, 가력 속도는 동적 효과를 배제하기 위하여 0.2 mm/sec로 하였다. 가력 수평하중은 Fig. 4와 같이 부재각을 기준으로 하였으며, 실험체 기둥 상단면에 LVDT를 설치해 기둥의 전체변위를 측정하였다. 또한 스트레인 게이지를 설치하여 주철근 및 전단보강근의 변형률을 측정하였으며, 게이지 부착위치는 Fig. 5와 같다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 실험결과

반복수평하중에 의한 강섬유 보강 실험체의 실험결과는

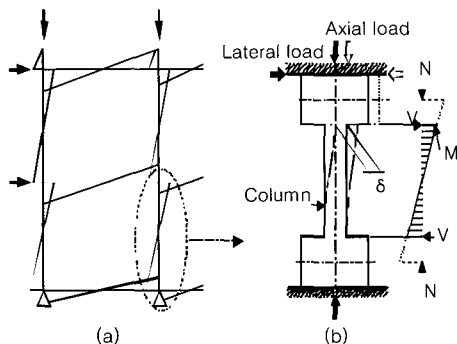


Fig. 1 Specimen modelling

Table 1 List of specimen

Specimen	$f_{ck}^{(1)}$	$\rho^{(2)}$	$\rho_w^{(3)}$	$V_f^{(4)}$	Remark
S*-0.0-N	265	0.955	0.36	0.0	S <sub>1</sub> Series
S <sub>0</sub> -0.0-N	265	0.955	0.32	0.0	
S <sub>1</sub> -0.0-N	265	0.955	0.26	0.0	
S <sub>1</sub> -1.0-N	266	0.955	0.26	1.0	
S <sub>1</sub> -1.5-N	278	0.955	0.26	1.5	
S <sub>2</sub> -0.0-N	265	0.955	0.21	0.0	S <sub>2</sub> Series
S <sub>2</sub> -1.0-N	266	0.955	0.21	1.0	
S <sub>2</sub> -1.5-N	278	0.955	0.21	1.5	
S <sub>2</sub> -2.0-N	254	0.955	0.21	2.0	

Note : (1) Concrete compression strength (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 (2) Tension reinforcement ratio  
 (3) Shear reinforcement ratio  
 (4) Steel fiber contents, volume fraction (%)

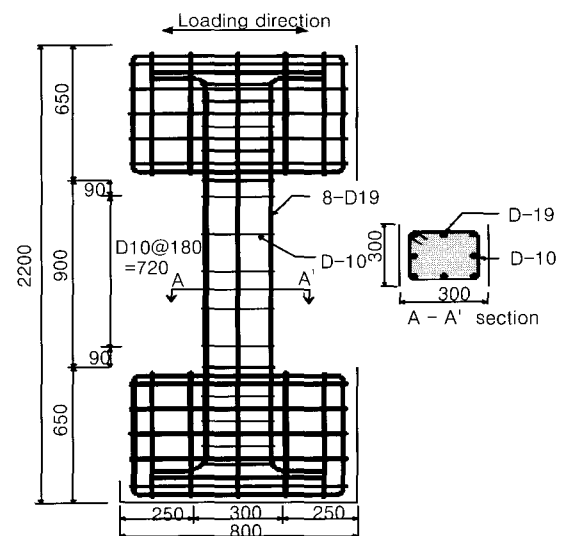


Fig. 2 S<sub>1</sub> Series specimen dimension (Unit:mm)

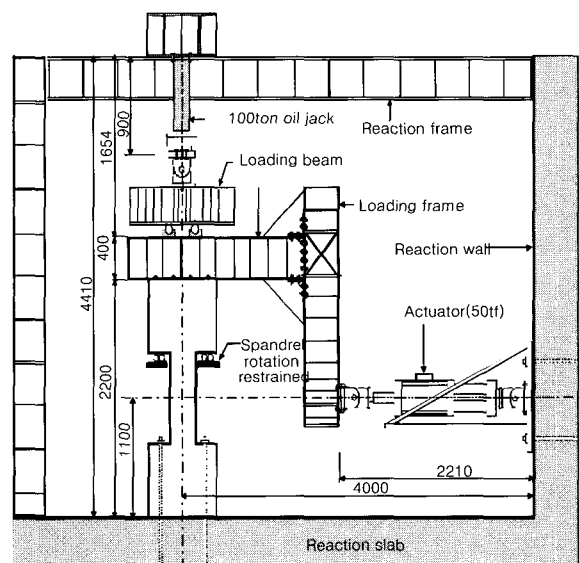


Fig. 3 Specimen setting (Unit:mm)

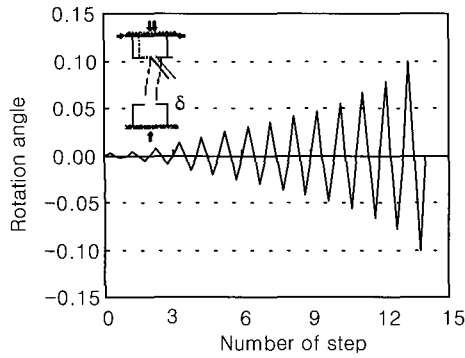


Fig. 4 Loading history

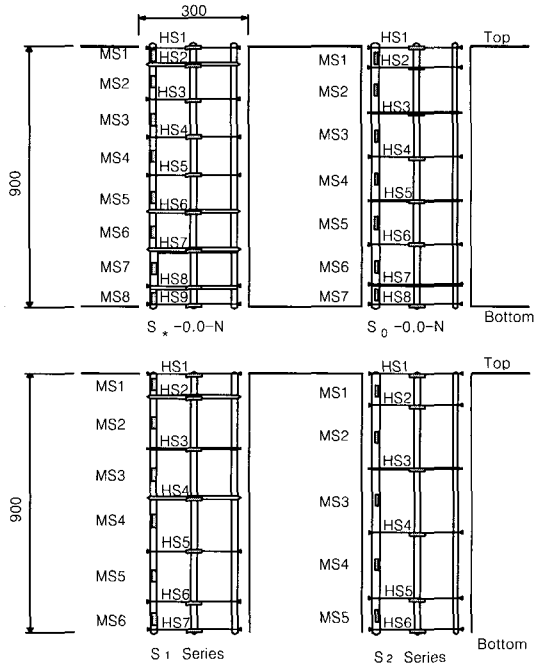


Fig. 5 Location of steel strain gauge

Table 2와 같다. Table 2에 의하면 강섬유가 없거나 적게 보강된 실험체인  $S_{-0.0-N}$ ,  $S_0-0.0-N$ ,  $S_1-0.0-N$ ,  $S_2-0.0-N$ ,  $S_2-1.0-N$  는 전단보강근이 주철근보다 먼저 항복하였으며, 강섬유 혼입량이 많아질수록 전단보강근의 항복 전에 주철근이 항복하는 것으로 나타났다. 이는 강섬유 보강에 의한 전단내력 증가에 따라 취성적인 전단파괴에서 안정적인 휨파괴로 파괴양상이 변환됨에 기인한 것으로 추정된다. 이때의 적정 강섬유 보강량은  $S_1$  Series 는 1.0%,  $S_2$  Series 는 1.5%로 평가되어, 안전측으로 1.5%의 강섬유 보강이 전단내력 증가에 효과적으로 나타났다. 최대전단강도는 강섬유량이 많아질수록 증가하는 것으로 평가되었다.

### 3.2 균열 및 파괴상황

각 실험체별 최종파괴상황을 Fig. 6에 나타내었다. 일반적으로 수평하중을 받는 철근콘크리트 기둥의 파괴 양상

은 휨파괴, 전단파괴, 부착파괴 등으로 구분할 수 있으나, 각각의 독립된 형태로 파괴양상이 구분되어지기 보다는 복합적인 파괴양상을 나타내게 된다. 본 실험의 전반적인 파괴양상을 살펴보면 초기의 휨균열에서 휨전단균열로 진전되다, 전단보강근 간격이 우리나라 내진규준보다 적게 배근되거나 강섬유 혼입율이 적을수록, 전단균열이 확대되는 전단파괴 양상을 보였다. 그리고 전단보강근비나 강섬유 혼입율이 증가할수록 인장철근과 콘크리트 사이의 부착력 감소에 따라 부착균열이 발생되면서, 최종적으로 휨균열 및 전단균열의 소성구간에서 최종적으로 발생한 전단균열에 의하여 실험체가 파괴되는 경향을 나타내었다. 따라서, 전단보강근비 및 강섬유 혼입율이 균열 및 파괴양상에 있어 많은 영향을 주는 것으로 판단된다.

### 3.3 하중-변위 곡선 및 전단능력 평가

각 실험체에 대한 하중-변위 곡선을 Fig. 7에 나타내었다. 비보강 실험체의 경우 전단보강근비가 0.21, 0.26, 0.32, 0.36으로 증가함에 따라 전단내력이 증진됨을 알 수 있으며, 에너지소산능력이 상대적으로 우수한 휨파괴 형태의 하중-변위 곡선으로 변하고 있음을 알 수 있었다. 또한 강섬유 보강효과에 대해서는 강섬유 혼입율이 증가함에 따라 변형능력 및 전단내력이 증진되는 것으로 나타났다. 각 실험체별 전단내력 평가시 사용되는 콘크리트 압축강도는 실험체마다 다르므로, 정량적인 평가를 위해 전단능력비(SCR : shear capacity ratio =  $V_{max} / (bd\sqrt{f_{ck}})$ )<sup>2)</sup>를 적용하여 내력을 평가하였다. 이상과 같이 정리된 실험체의 최대강도에 대한 전단능력비를 Table 3에 나타내었으며, 비보강 실험체를 기준으로 한 강섬유 보강량에 따른 전단능력비를 Fig. 8에 나타내었다. Table 3 및 Fig. 8에 의하면 전단보강근비 및 강섬유 보강량이 증가할수록 전단능력비는 증가하는 것을 알 수 있었으며,  $S_2$  Series보다  $S_1$  Series의 능력 증가가 우수한 것으로 나타났다. 또한, 표 3에서와 같이 전단보강근비의 증가보다는 강섬유의 혼입율에 의한 효과가 더 큰 것으로 나타났으며, 강섬유량에 의한 보강효과는 보강량 1.5% 및 2.0%에서 우수한 것으로 평가할 수 있었다. 우리나라 내진규준을 적용하여 배근한  $S_0-0.0-N$  실험체를 기준으로 전단능력비를 비교한 결과,  $S_1$  Series 에서는 1.0%,  $S_2$  Series 에서는 1.5%에서 목표 전단능력비(Target SCR, Table 3 참조)에 도달하였다. 또한 강섬유 혼입율 1.5%의 전단보강근비는  $S_2$  Series를 기준으로 우리나라 내진규준보다는 약 34%의 전단보강근 절감효과가 있는 것으로 판단되었다.

### 3.4 연성능력 평가

본 연구에 적용한 연성비에 대한 정의는 최대하중 이후

Table 2 Test result

Specimen	Main bar yielding		Hoop yielding		Maximum load	
	$V_{my}(tf)$	$\delta_{my}(mm)$	$V_{sy}(tf)$	$\delta_{sy}(mm)$	$V_{max}(tf)$	$\delta_{max}(mm)$
S <sub>0</sub> -0.0-N	18	56	24	21	26	31
S <sub>0</sub> -0.0-N	16	36	27	27	22	22
S <sub>1</sub> -0.0-N	-	-	21	32	21	18
S <sub>1</sub> -1.0-N	16	23	8	28	22	17
S <sub>1</sub> -1.5-N	20	26	-	-	27	22
S <sub>1</sub> -2.0-N	20	43	-	-	32	22
S <sub>2</sub> -0.0-N	-	-	11	19	20	17
S <sub>2</sub> -1.0-N	-	-	14	29	21	20
S <sub>2</sub> -1.5-N	19	26	-	-	23	18
S <sub>2</sub> -2.0-N	21	27	-	-	26	13

Note : - Did not yield

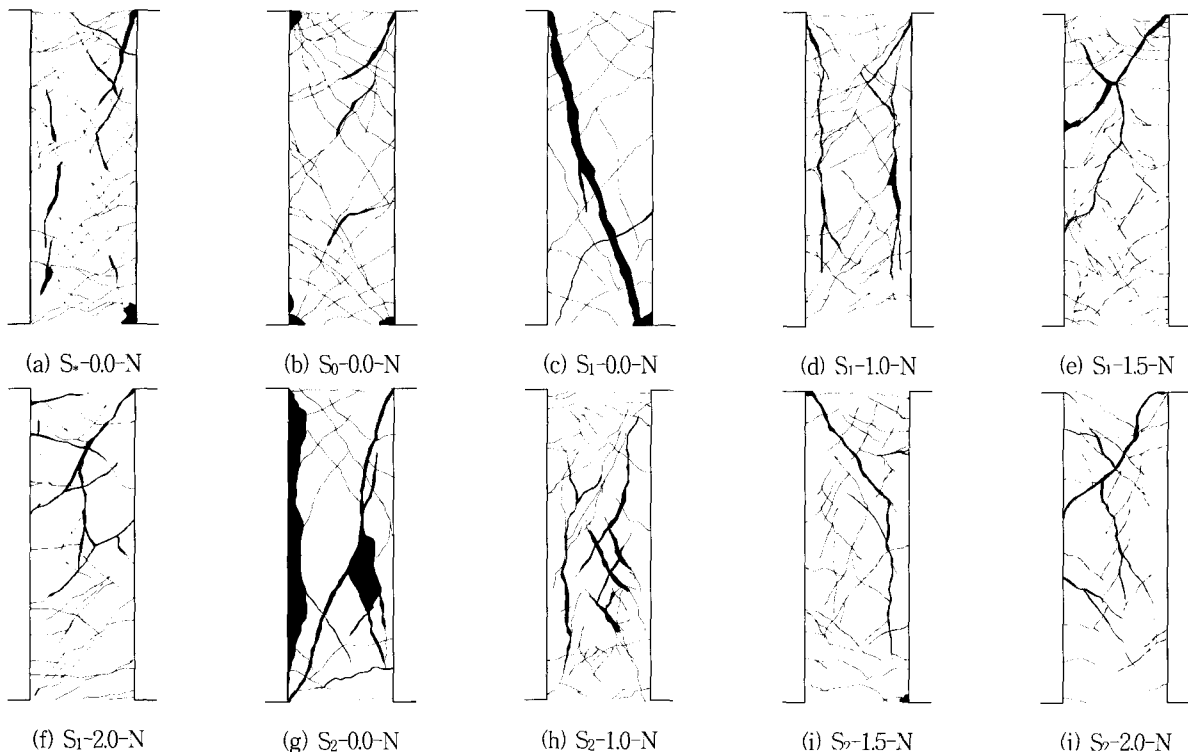


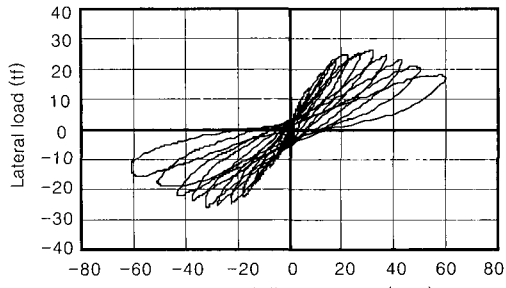
Fig. 6 Failure crack patterns

하향곡선을 따라 최대하중의 80%에 해당되었을 때의 변위값<sup>8)</sup>을 극한 변위값으로 하였으며, 항복시 변위는 정확히 파악하기가 매우 곤란하여 Fig. 9와 같이 Priestley(1987)<sup>9)</sup>가 제시한 정, 부 방향가력시 실제최대하중의 수평선과 원점을 통한 실제 최대하중의 75%인 점에서의 교차점으로부터 구한 값의 평균으로 하였다. Table 3 및 Fig. 10에 강섬유 보강량에 따른 연성능력을 비교하여 나타내었다. 이에 의하면 S<sub>1</sub> Series 및 S<sub>2</sub> Series에서 강섬유 보강량이 증가할수록 연성능력이 증진되는 것으로 나타났다. S<sub>1</sub> Series의 경우, 강섬유 혼입율 1.5% 이후의 연성비는 S<sub>0</sub>-0.0-N의 목표 연성비(target ductility)에 거의 근접하

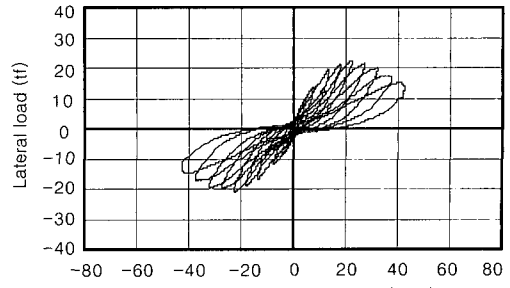
는 것으로 나타났으며, S<sub>2</sub> Series의 경우 강섬유 혼입율 2.0%는 S<sub>0</sub>-0.0-N 실험체의 목표 연성비에 이르지 않는 않지만 3.6%의 적은 오차를 나타내었다. 이상의 결과로부터, 강섬유 보강에 의한 연성능력의 증진이 목표 연성비에 도달하지는 못하였지만, 약 2.0%의 강섬유 보강이 목표 연성비에 근접하는 것으로 평가되었다.

### 3.5 강성 및 에너지소산능력 평가

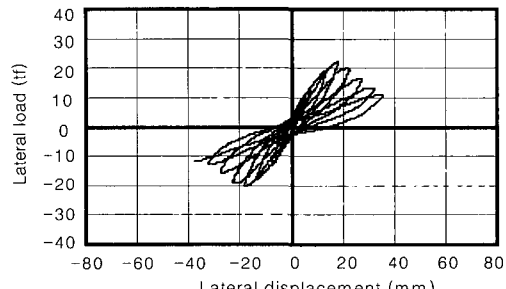
실험체 강성의 비교는 Fig. 11에서와 같이 각 싸이클 별로 정·부 가력시의 최대변위점을 잇는 이력루프의 강성



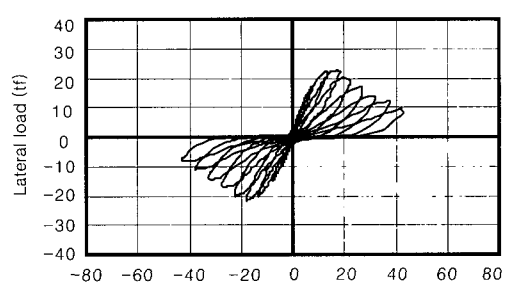
(a) S<sub>0</sub>-0.0-N



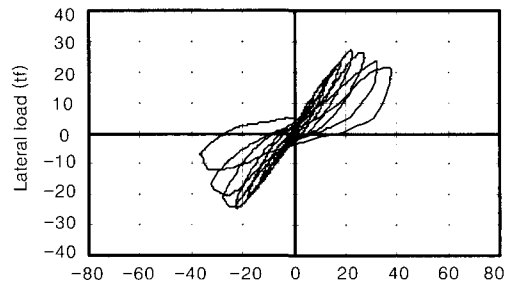
(b) S<sub>0</sub>-0.0-N



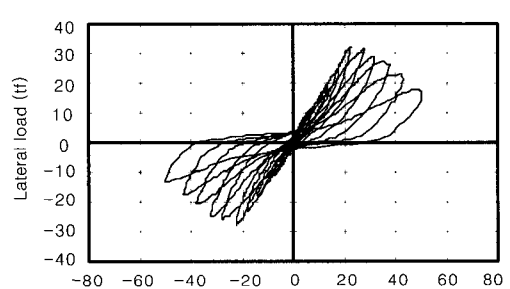
(c) S<sub>1</sub>-0.0-N



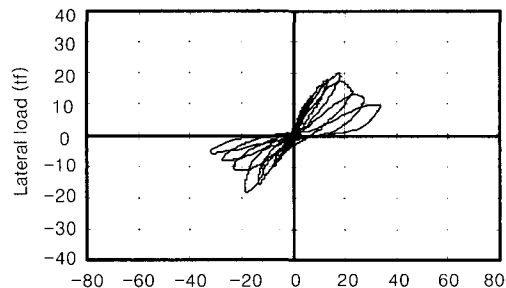
(d) S<sub>1</sub>-1.0-N



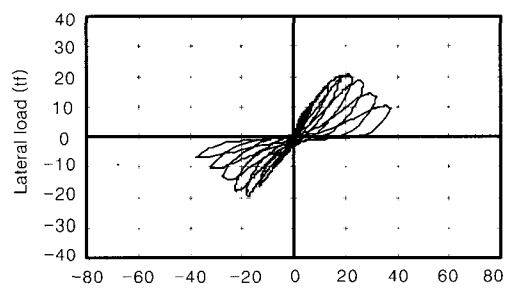
(e) S<sub>1</sub>-1.5-N



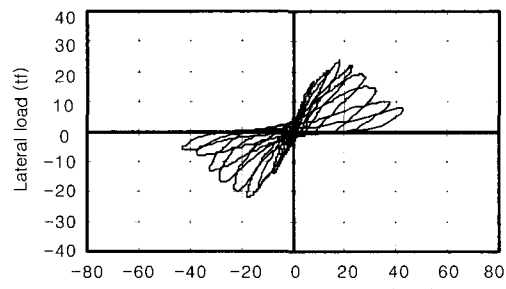
(f) S<sub>1</sub>-2.0-N



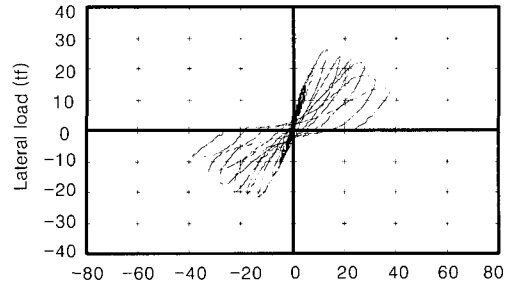
(g) S<sub>2</sub>-0.0-N



(h) S<sub>2</sub>-1.0-N



(i) S<sub>2</sub>-1.5-N



(j) S<sub>2</sub>-2.0-N

Fig. 7 Load-displacement curve

Table 3 Shear capacity ratio and ductility ratio

Specimen	Shear capacity ratio (SCR)	Ductility ratio ( $\mu$ )	Remark
S*-0.0-N	1.78	2.61	
S <sub>0</sub> -0.0-N	1.51	2.47	Target
S <sub>1</sub> -0.0-N	1.46	1.98	
S <sub>1</sub> -1.0-N	1.55	2.02	
S <sub>1</sub> -1.5-N	1.80	2.43	
S <sub>1</sub> -2.0-N	2.25	2.45	
S <sub>2</sub> -0.0-N	1.36	1.43	
S <sub>2</sub> -1.0-N	1.42	1.76	
S <sub>2</sub> -1.5-N	1.59	2.02	
S <sub>2</sub> -2.0-N	1.83	2.38	

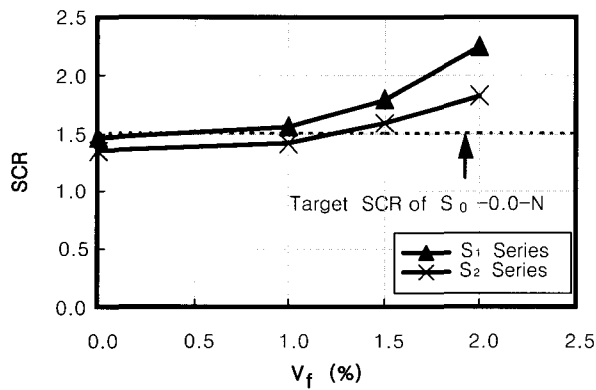


Fig. 8 Comparison of SCR ratio

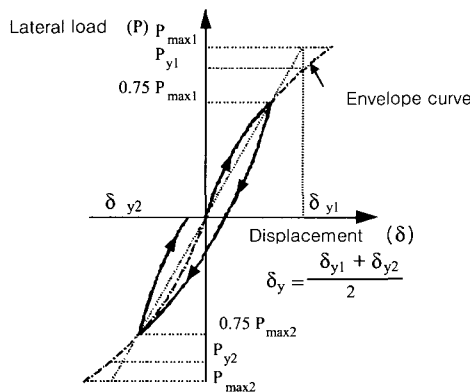


Fig. 9 Definition of yielding displacement

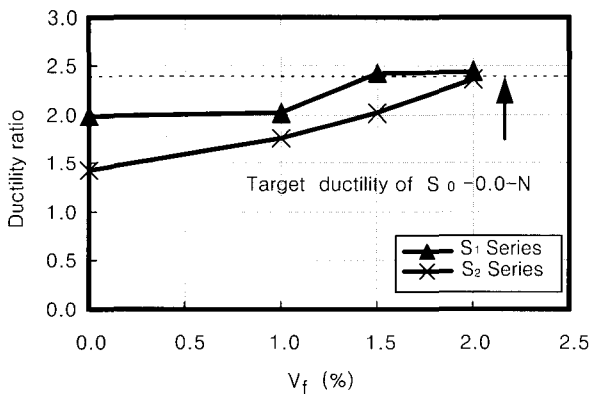


Fig. 10 Comparison of ductility ratio

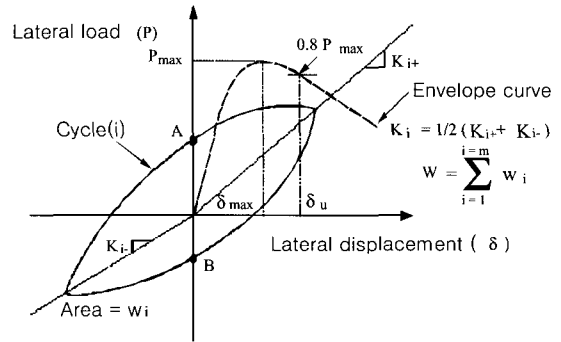


Fig. 11 Definition of maximum displacement, stiffness, energy dissipation

으로 평가하였다. 보강실험체의 강성저하 특성을 분석하기 위하여 이력루프의 강성을 초기 강성에 대한 상대비율인 강성 감소율로서 평가하였으며 Fig. 12에 그 결과를 변수 별로 비교하여 나타내었다. 비보강 실험체의 경우 전단보강근 간격이 커짐에 따라 강성감소율이 증가하며 S<sub>1</sub>-0.0-N, S<sub>2</sub>-0.0-N의 경우 최대강도 이후의 강성저하가 14%, 17%로 S\*-0.0-N, S<sub>0</sub>-0.0-N의 경우 8%, 6%에 비해 상대적으로 급격하게 저하되는 것으로 나타났다. 이것은 강섬유가 혼입되지 않은 실험체의 경우 최대강도 이후 주철근항복에 의한 급격한 내력저하로 판단된다. S<sub>1</sub> Series의 경우 가력 초기 시, 강섬유 혼입량 1.0%의 강성 감소 정도가 완만한 것으로 나타났으나 실험체 이력거동이 안정되면서 혼입을 1.5%, 2.0% 실험체의 강성감소율이 감소하는 것으로 나타나, 강섬유 보강효과가 혼입을 1.5% 이상에서 효과적인 것으로 분석할 수 있었다. 그러나 S<sub>2</sub> Series의 경우 강섬유 혼입량에 따른 뚜렷한 강성 감소 효과가 발견되지 않았다. 이는 강섬유 보강효과가 전단보강근비와 밀접한 관계가 있음에 기인한 것이므로 이에 대한 보완연구가 필요할 것으로 판단된다.

실험체의 에너지소산능력은 Fig. 11과 같이 변위제어용 LVDT의 하중-변위 곡선에 의해 둘러싸인 전체 면적으로 비교할 수 있다. Fig. 13에 정가력 및 부가력을 합친 전체 에너지소산능력을 가력단계별로 누적시킨 결과를 나타내었다. Fig. 13 (a)의 비보강 실험체의 경우, 에너지 소산능력은 전단보강근이 증가하여도 별로 증가하지 않았으며, 극한 변형시의 에너지소산능력은 전단보강근이 많은 S\*, S<sub>0</sub> 실험체가 우수한 것으로 평가되었다. 강섬유가 보강된 S<sub>1</sub> Series의 경우 최대내력까지의 에너지소산능력 증가는 강섬유 보강량에 비례하여 증가하지는 않았다. 그러나 최대하중 이후의 변위량 32.14 mm에 있어 강섬유 보강량 1.5%, 2.0%의 에너지 소산능력 증진효과는 비보강실험체(S<sub>1</sub>-0.0-N) 대비, 1.53배, 1.39배로 증진되었다. 이러한 경우는 S<sub>2</sub> Series에도 유사하게 나타나, 비보강실험체(S<sub>2</sub>-0.0-N)대비, 보강량 1.5%와 2.0%는 둘다 1.44배 에너지소산능력이 증가하는 것으로 평가되었다. 그리고 Fig.

13에 있어 강섬유 보강량 1.0 %의 에너지소산능력 증가는 미미한 것으로 나타났으며,  $S_1$  및  $S_2$  Series의 강섬유 보강량 2.0 % 있어 에너지소산능력 증진효과는 보강량 1.5 %에 비해 떨어지는 것으로 평가되었다. 이는 보강량 2.0 %의 강섬유 함침 부재 타설시 발생하는 뭉침현상(fiber ball)에 기인한 것으로 판단되므로, 에너지소산능력을 증진시키기 위한 적정 강섬유 보강량은 1.5 %로 추정할 수 있다.

### 3.6 철근 변형도 평가

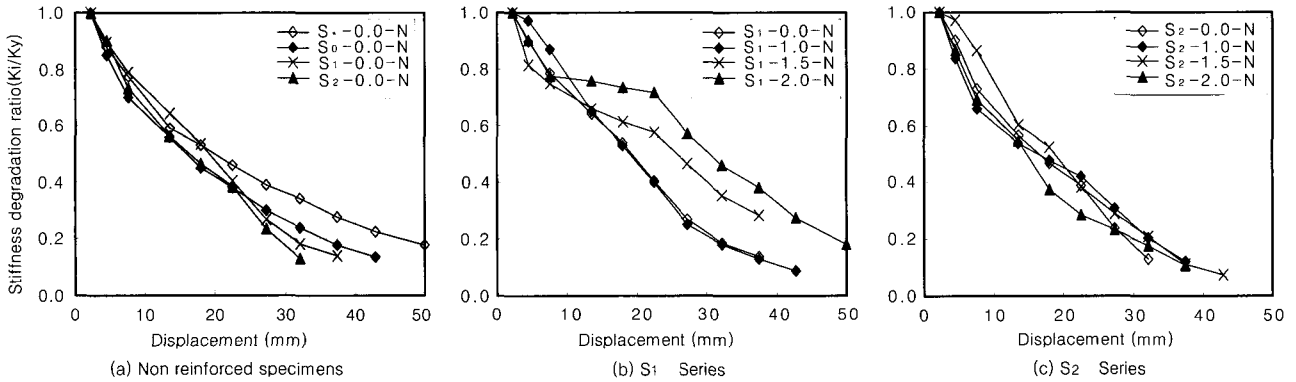


Fig. 12 Comparison of stiffness degradation ratio

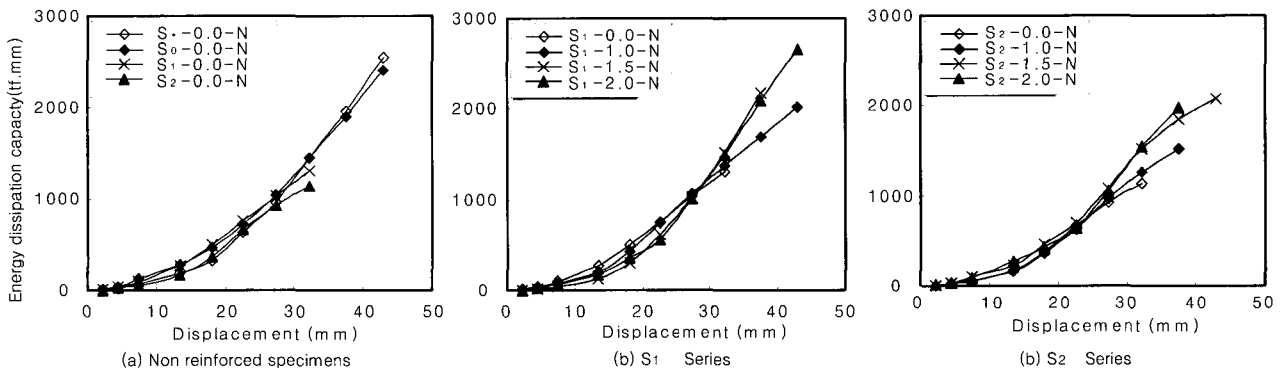


Fig. 13 Comparison of energy dissipation capacity

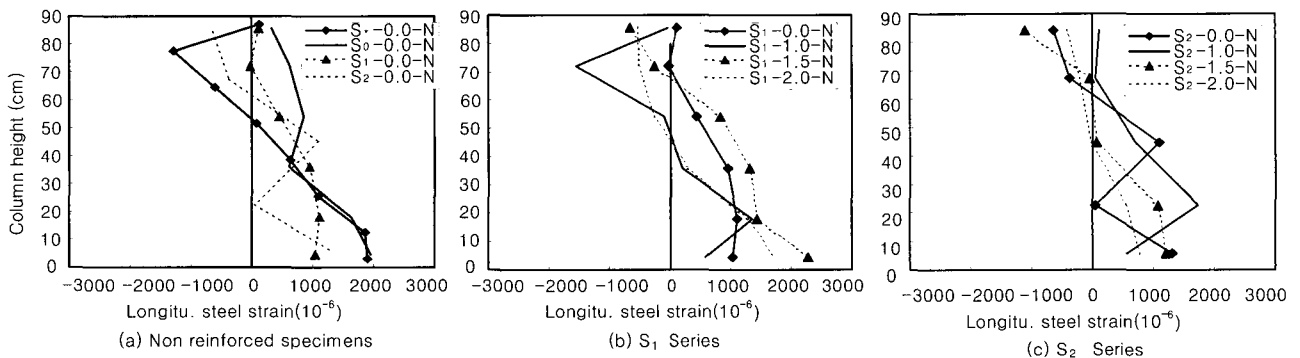


Fig. 14 Longitudinal steel strain under the maximum load

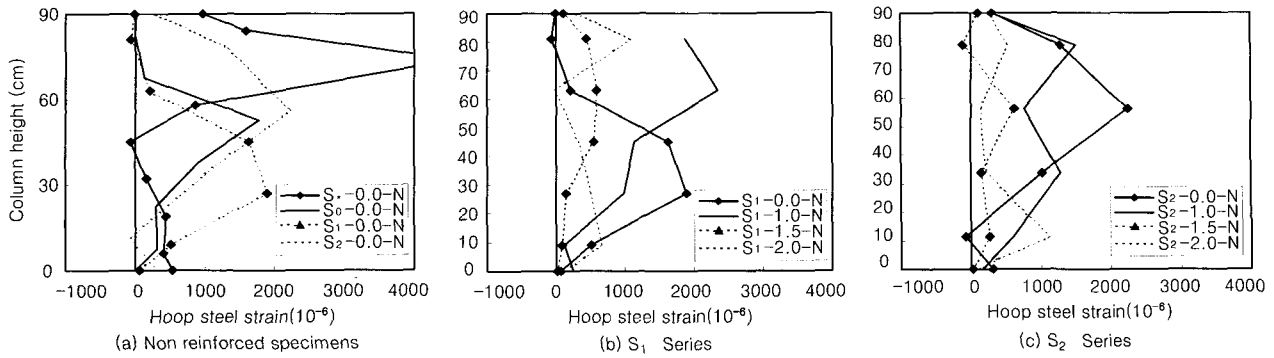


Fig. 15 Hoop steel strain under the maximum load

가 기둥상단부에서 먼저 항복을 해, 주근과 같이 전단보강근이 항복한 것으로 나타났다. 또한 강섬유 보강 실험체의 경우 1.5% 이상 혼입한 실험체가 변형제어 성능이 우수한 것으로 평가되었다.

#### 4. 결 론

본 연구에선 강섬유로 보강된 RC 기둥의 강도 및 변형 특성을 평가하였으며, 주요한 연구결과는 다음과 같다.

1) 우리나라 내진규준에 의한 목표 전단능력비를 평가한 결과, 1.5% 이상의 강섬유 보강이 기준치를 만족하는 것으로 평가할 수 있으며, 1.5%의 강섬유 보강은 규준에 의한 전단보강근량을 최대 34% 절감하는 효과가 있는 것으로 평가되었다. 또한 연성능력의 경우, 2%의 강섬유 보강이 목표 연성비에 근접하는 것으로 평가되었다

2) 강섬유량이 증가할수록 전단 및 연성 능력이 증가되는 것으로 평가되었으며, 강성 및 에너지 소산능력은 보강량 1.5%에서 우수한 것으로 평가되었다. 그러나 강성 및 에너지 소산능력의 증진은 전단 및 연성 능력에 비하면 다소 떨어지는 것으로 판단된다.

3) 2%의 강섬유 보강은 타설시 뭉침현상 등으로 인하여 보강효과가 제한될 수 있으므로, 강도증진이라는 측면에서 1.5%의 강섬유 보강이 적절한 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학기술원 지정 한양대학교 초대형 구조시스템 연구센터(STRESS)의 연구지원에 의한 것이며, 구조실험체 제작에 도움을 주신 현대건설 의정부 우편집중국 현장 김윤식 소장 및 국내건축부 김형일 부장님께 감

사드립니다.

#### 참고문헌

1. 坂井 正美 外, "鋼纖維による鐵筋コンクリート柱の耐震性向上," 日本鋼管技報 No 81, 1979, pp.15~25.
2. 槇谷 榮次 外, "鋼纖維補強鐵筋コンクリート柱のせん断舉動における動的効果," 第7回コンクリート工學年次講演會論文集, 1985, pp.361~364.
3. Yashiro et al., "Study on Shear Failure of Steel Fiber Reinforced Concrete Short Columns in Consideration of Arrangement of Ties," *Fiber Reinforced Cements and Concretes : Recent Developments*, EAS., 1989, pp.489~498.
4. Nagasaka et al., "Study on Shear Capacity of Reinforced Concrete Columns with Steel Fibers Based on Composite Resistant Mechanism of Steel Fibers and Conventional Hoops," *Journal of Struct. Constr. Engng. AIJ*, No 410, 1990, pp. 53~61.
5. 益田 彰久 外, "鋼纖維補強コンクリート柱の交番載荷試験," 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.19, No.2, 1997, pp.1521~1526.
6. 건설교통부, "콘크리트구조설계기준," 1999.
7. 이현호, 장극관, 양승호, "강섬유 보강 기둥의 보강효과 고찰," 대한건축학회 춘계학술발표논문집, 제21권, 1호, 2001, pp.7~10.
8. Sheikh, S. A., and Khouy, S., "Confined Concrete Columns with Stubs," *ACI Structural Journal*, Vol. 90, No.4, July-Aug., 1993.
9. Priestley M. J. N., and Park R., "Strength and Ductility of Concrete Bridge Columns under Seismic Loading," *ACI, Structural Journal*, Vol. 84, No.1, 1987, pp.69~76.



---

## 요 약

합성재료중 강섬유(steel fiber)로 보강된 콘크리트는 보강되지 않은 콘크리트에 비하여 전단, 휨, 피로강도 증진 및 균열제어 효과가 우수한 것으로 평가되고 있다. 특히 전단에 대한 강섬유 보강효과는 취성적인 전단파괴에서의 안정적인 휨파괴로의 파괴 양상 변화를 보이는 것으로 보고되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 기존연구결과 및 총 10개의 실험체를 대상으로 철근콘크리트 기둥에 대한 강섬유의 전단보강 효과를 평가하였다. 실험결과, 강섬유 혼입율 1.5 %에서 전단강도 증진효과가 가장 우수한 것으로 평가되었으며, 연성능력의 증진도 우수한 것으로 평가되었다. 그러나, 강도 및 연성능력 증진에 비하여 강성 및 에너지 소산 능력에 대한 강섬유 보강효과는 다소 미흡한 것으로 평가되었다.

**핵심용어** : 강섬유, 전단보강효과, 연성능력, 에너지 소산, 증진

---