

# 선가력 후 휨 보강한 RC보의 보강 효과에 관한 연구

A Study on the Strengthening Effect of Reinforced Concrete Beams

Flexural Strengthening after Pre-loading

김 정 섭\*

Kim, Jeong-Sup

신 용 석\*\*

Shin, Yong-Seok

조 철 희\*\*\*

Cho, Cheol-Hee

김 경 옥\*\*\*

Kim, Kyoug-Ok

## Abstract

From the result of this research above, it may be summed up as follows. As a summary of results from each experiment, as the test body reinforced with the carbon rods was embedded inside the concrete section and made it possible uniform movement, this study has shown that it had excellent characteristics in improving the flexural strength and ductility. Also, it was considered as the carbon-steel sheet composite plate was to exert the strength more if it would complement the adherence with the concrete.

## 요 지

본 연구는 철근콘크리트 보에 대해 선가력 후 보강재료별로 보강 효과를 파악하기 위하여 휨 실험한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 실험결과, CB 보강 실험체가 콘크리트 내부에 매입되어 일체 거동함으로써 휨 내력 향상 및 연성능력 면에서 가장 우수한 것으로 나타났으며, 섬유계 보강재인 CFS와 GFS 보강 실험체 또한 우수한 내력을 가지는 것으로 나타났다. GSP 보강실험체의 경우 다른 보강 실험체에 비해 보강재 자체의 내력은 큰데 반해 콘크리트와 부착성이 떨어져 상대적으로 낮은 보강효과를 보였으며 실제 구조체에서는 콘크리트와 부착성이 개선 되어 보다 큰 보강효과를 발휘할 것으로 사료된다.

**Keywords :** Pre-loading, Flexural strengthening, Fiber sheet, Glass-Fiber-Steel plate, Carbon fiber reinforced plastic(CFRP) bar

**핵심 용어 :** 선가력, 휨 보강, 섬유시트, 유리섬유-강판 복합플레이트, 매입형 탄소섬유막대

\* 정회원, 조선대학교 건축학부 교수, 공학박사

\*\* 정회원, 조선대학교 박사과정

\*\*\* 정회원 조선대학교 박사과정 수료

E-mail : yonggari2002@hanmail.net 062-230-7146

•본 논문에 대한 토의를 2006년 12월 31일까지 학회로 보내 주시면 2007년 3월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

# 1. 서 론

## 1.1 연구의 배경

사용하중 초과 및 내력 부족에 의해 구조적 손상을 입은 철근콘크리트 구조물에 보수-보강을 하는 경우, 구입 및 재료물성 파악의 용이성과 많은 적용사례에 따른 시공의 신뢰성 등으로 강판보강을 실시하는 것이 일반적이었다.

강판보강은 자중, 보강 방법의 제한성, 환경조건에 대한 내후성 등의 문제점으로 인하여, 최근에는 시공성, 가공성, 경량성 그리고 강도적인 측면 등 여러 가지 장점을 지닌 섬유계 보강재(탄소섬유시트, 유리섬유시트, 탄소봉 등)의 사용이 일반화 되고 있으며, 이에 따른 연구도 증대되고 있는 실정이다.

그러나 사용이 증가되고있는 섬유계 보강재는 시공 지침이나 명확한 기준 등이 제정되어 있지 않기 때문에 보강재의 제품설명서나 제작회사의 시공지침 등에 의존하여 보강공사를 수행하는 실정이다.

따라서 명확한 시공지침의 정립과 기준의 제정이 요구되며, 실제 적용 가능한 보강방법의 연구가 수반되어야 한다.

본 연구는 선가력 후 섬유계 보강제인 탄소섬유시트(CFS)와 유리섬유시트(GFS) 유리섬유-강판 복합플레이트(Glass Fiber-Steel Plate ; 이하 GSP), 매입형 탄소섬유막대(CFRP-BAR ; 이하 CB)등을 사용하여 보강한 철근콘크리트 보의 휨 내력 성능 및 구조적 특성을 파악하고, 구조물의 특성에 따른 적절한 보강방법을 검토하여 구조적 손상을 받은 철근콘크리트 구조물의 보강 설계 및 시공에 적용할 수 있는 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 2. 실험계획

### 2.1 실험개요

본 연구에서는 보강재의 종류에 따라 3개씩 철근콘크리트 보 실험체를 제작한다. 실험체는 동일 단면 및 동일 배근량을 가지는 복근보로 제작한다.

콘크리트의 강도는 설계기준강도( $f_{ck}$ )가 24MPa, 슬럼프값은 12cm인 레미콘을 사용한다.

실험체는 강도설계법으로 동일하게 설계하며, 실험체의 크기는 Fig. 1과 같이 150(b)×250(D)×2,100(L)mm로 제작한다. 실험체에 사용된 철근은 SD300을 사용하여 상부에는 D10, 하부에 D13을 배근하고, 스티립은 100mm간격의 D10을 사용하며 피복두께는 30mm로 한다.

철근은 거푸집에 넣기 전에 철근 스트레인게이지(Strain Gauge ; 이하 S.G)를 부착하여 조립하고, 철근 양끝에는 충분한 길이의 갈고리를 만들어 실험도중 콘크리트와 철근간의 부착강도가 저하되지 않도록 한다.

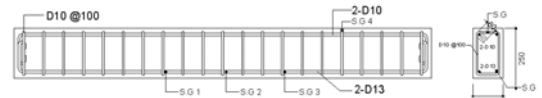
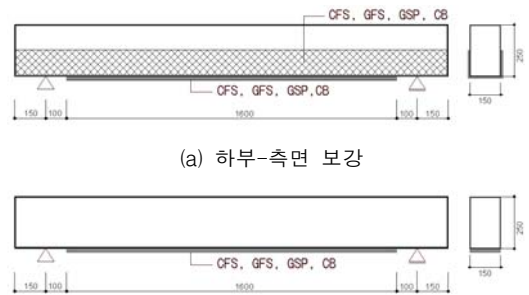


Fig. 1 실험체의 철근 배근 상세도



(a) 하부-측면 보강  
(b) 하부 보강  
Fig. 2 실험체 보강도



(a) GSP 보강 (b) CB 보강

Fig. 3 GSP, CB 보강 전경

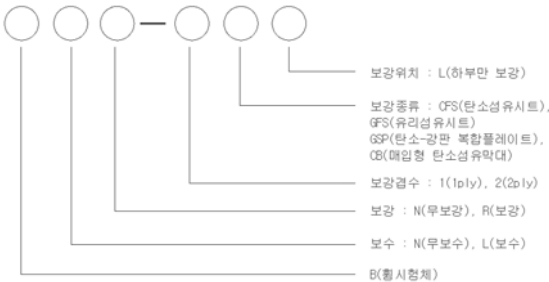
섬유계시트(탄소섬유시트, 유리섬유시트), 유리섬유-강판 복합플레이트, 매입형 탄소막대, 에폭시수지는 제조회사에서 공인시험기관에 의뢰하여 얻은 시험성적서의 물성값을 적용한다. 예비실험에서는 강도별 기준 실험체를 완전 파괴될 때까지 가력후 최대 내력을 파악하여 기준실험체의 최대내력으로 결정한다.

실험체는 기준실험체의 극한 최대하중의 약 80%로 가력하여 손상을 입히고, 가력에 의해 발생한 균열에 대해 에폭시 보수 후 보강재료 별로 에폭시 접착공법으로 보강을 실시한다.

본 실험에서는 각 변수별로 보강한 실험체에 휨응력을 가력초기에는 하중제어 방식, 항복이후에는 변위제어 방식으로, 완전파괴 될 때까지 3등분점 2점가력 방법으로 가력하여, 각각의 변수에 따른 구조적 특징 및 보강효과를 비교 검토한다.

Table 1 실험체의 분류

No	실험체명	보강위치	보강재종류	개수	보강길이
1	기준실험체	-	-	3	-
2	BLR-1CF	하부+측면	CFS	3	0.8L
3	BLR-2CF	하부+측면		3	
4	BLR-1CFL	하부		1	
5	BLR-2CFL	하부		1	
6	BLR-1GF	하부+측면		GFS	
7	BLR-2GF	하부+측면	3		
8	BLR-1GFL	하부	1		
9	BLR-2GFL	하부	1		
10	BLR-GS	하부+측면	GSP	3	
11	BLR-GSL	하부		1	
12	BLR-CB	하부+측면	CB	3	
13	BLR-CBL	하부		1	



## 2.2 사용재료

본 실험에 사용된 재료는 K.S규준에 정하는 것을 사용하였으며, 재료별 성질은 Table 2~Table 4와 같다.

Table 2 콘크리트 재료의 특성

물-시멘트비 (%)	잔골재율 (%)	콘크리트 배합량(kg/m <sup>3</sup> )			
		시멘트	물	잔골재	굵은골재
47.8	46.5	393	188	768	902
					AD
					0.59

Table 3 철근의 물리적 성질

구분	단면적 (mm <sup>2</sup> )	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)
D10	71	388.0	486.5	28.2
D13	127	487.3	607.2	14.3

Table 4 보강재료의 물성

종 류	두께 (mm)	탄성계수 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )
CFS	0.11	2.35×10 <sup>6</sup>	3,550
GFS	1.30	2.52×10 <sup>6</sup>	560
GSP	10	1.53×10 <sup>6</sup>	3,100
CB	6	1.53×10 <sup>6</sup>	1,670

## 3. 실험방법

본 실험은 재령 30일이 경과한 후 Fig. 4와 같이 만능구조실험기가 설치된 실험실에서 행하였으며 단순 지지 상태로 실험체를 설치하고 2개의 집중하중을 작용하여 실험체가 완전파괴 될 때까지 가력 후 최대 내력을 결정하였다. 균열의 진행 상황은 하중을 가력하면서 하중 단계에 따라 발생하는 균열을 유성펜을 사용하여 위치와 하중을 표시하면서 파악하였다.

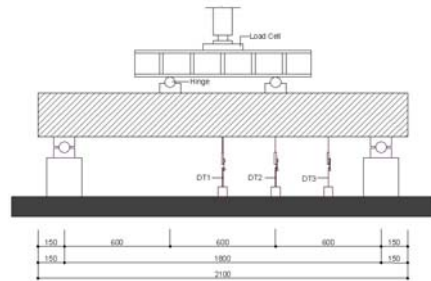


Fig. 4 가력장치 및 측정장치

가력은 초기에는 0.1tf의 단위의 하중 제어 방식으로 가력하였으며, 항복 이후에는 변위 2mm마다 데이터를 측정하는 변위 제어방식으로 재하하였다. 가력판 상부에 Load Cell을 설치하여 가력단계에 따른 하중을 측정하였다.

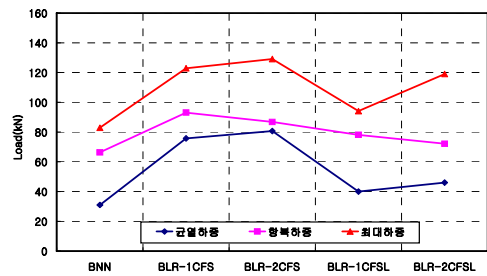
## 4. 실험 결과 및 고찰

### 4.1 실험 결과

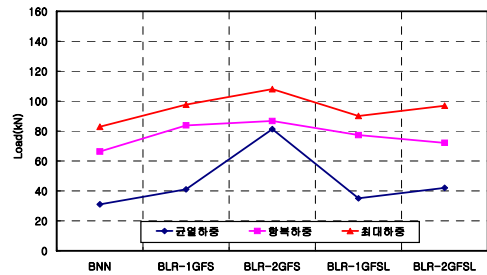
각 실험체별 휨 실험 결과, 모든 보강 실험체에서 기준실험체의 최대내력에 비해 내력이 CFS 보강 실험체의 경우 143.5%, GFS 보강실험체의 경우 125.5%, GSP 보강 실험체의 경우 121.2%, CB 보강실험체의 경우 160.7% 증가하였으며, 보강 실험체별 내력증가율은 CB 보강 실험체가 161%로 가장 높게 나타났으며, GFS 보강 실험체가 120%으로 가장 낮은 증가율을 보였다. 휨 실험체의 실험결과는 Table 5 및 Fig. 5와 같다.

Table 5 실험체별 실험 결과

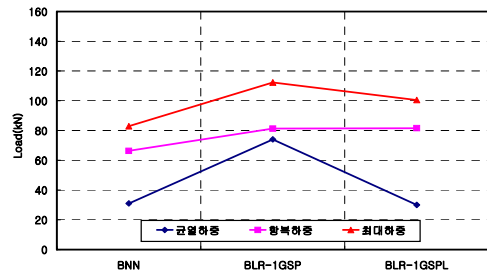
실험체명	초기 균열			항복하중		최대하중		내력 증가율 (%)
	Pcr (kN)	Py (kN)	$\delta_y$ (mm)	Pmax (kN)	$\delta_{max}$ (mm)			
BNN	23.7	66.3	6.3	82.9	11.7		0.0	
BLR-1CFS	75.7	93.1	10.3	122.9	24.5		148.2	
BLR-2CFS	80.7	86.8	8.8	129.1	14.6		155.8	
BLR-1CFSL	40.0	78.1	8.5	94.1	22.1		113.5	
BLR-2CFSL	46.0	72.1	7.6	119.0	19.2		143.5	
BLR-1GFS	41.0	79.4	9.7	97.6	26.4		117.8	
BLR-2GFS	81.3	86.7	10.0	109.2	26.5		131.8	
BLR-1GFSL	77.9	77.9	9.8	91.2	25.4		109.9	
BLR-2GFSL	72.1	72.1	10.1	97.0	23.7		116.9	
BLR-1GSP	74.0	81.3	5.7	112.3	9.7		135.4	
BLR-1GSPL	30.0	81.6	6.3	100.5	9.6		121.2	
BLR-1CB	46.0	103.2	10.1	143.2	21.0		172.7	
BLR-1CBL	18.8	93.8	18.8	123.3	24.4		148.6	



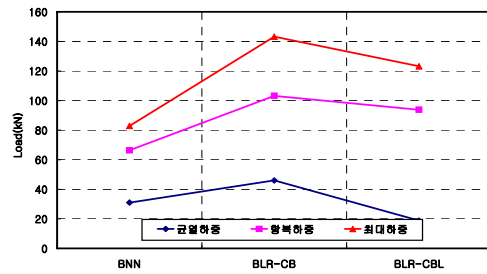
(a) CFS 보강 실험체



(b) GFS 보강 실험체



(c) GSP 보강 실험체



(d) CB 보강 실험체

Fig. 5 보강 실험체별 내력 증가

### 4.2 보강 실험체의 파괴형태

기준 실험체에서 최대하중의 80%로 선가력 했을 때의 변위  $\delta_{max}$ 는 7.3mm 정도였으며, 보의 손상정

도는 미세한 균열(균열 폭 0.1mm미만)이 보의 중앙부에서 시작되어 단부로 미세균열이 증가되어 분포된 상태였다. 선가력 후 보강재별로 보강한 실험체의 파괴 양상은 Table 6 및 Fig. 6과 같다

Table 6 보강 실험체의 파괴양상

실험체명	파괴형상
BLR-1CFS	중앙부 휨균열에 의한 박리 및 측면 단부 박리
BLR-2CFS	측면 단부 피복 분리
BLR-1CFSL	중앙부 휨균열에 의한 박리
BLR-2CFSL	좌측 단부 개면 박리, 피복분리
BLR-1GFS	중앙부 휨균열에 의한 박리
BLR-2GFS	중앙부 휨균열에 의한 박리 및 측면 개면 박리
BLR-1GFSL	우측 단부 개면 박리
BLR-2GFSL	좌측 단부 개면 박리
BLR-GSP	좌측 단부 개면 박리, 피복 분리
BLR-GSPL	우측 단부 피복 분리
BLR-CB	우측 단부 피복 분리
BLR-CBL	좌측 단부 피복 분리



(a) 기준 실험체 (b) 선가력 실험체



(c) CFS 보강 실험체 (d) CFS 보강 실험체



(e) CFS 보강 실험체 (f) CFS 보강 실험체

Fig. 6 실험체의 파괴 후 전경

### 4.3 보강재에 따른 보강효과

보강실험체의 보강효과는 보강재의 인장강도에 실험체의 보강 단면적을 곱하여 보강 단면적에 대한 보강 응력을 구하였으며, 이를 최대응력과 비교하였다.

보강 단면적에 대한 보강 실험체의 보강효과는 Table 7 및 Fig. 7과 같다.

CFS 보강 실험체 경우 1CFS 실험체는 79%, 2CFS 실험체는 41%, 1CFSL 실험체는 161%, 2CFSL 실험체는 102%로 가장 높은 보강효과를 보였다. 이는 하부만 보강한 실험체에 비해 하부 및 측면을 보강한 실험체는 최대 내력을 증가하였지만 보강량의 증대에 비해 보강효과는 상대적으로 낮은 경향으로 나타나 보강시 측면 보강에 대해서는 처짐 제어의 효과를 기대

Table 7 보강 단면적에 대한 실험체의 보강효과

실험체명	보강재인장응력(MPa)	보강단면적(mm <sup>2</sup> )	보강응력(MPa)	최대응력/보강응력
BLR-1CFS	3,550	44	4.16	0.79
BLR-2CFS		88	8.32	0.41
BLR-1CFSL		17	1.57	1.61
BLR-2CFSL		33	3.12	1.02
BLR-1GFS	560	800	11.95	0.22
BLR-2GFS		1,600	23.89	0.12
BLR-1GFSL		300	4.48	0.54
BLR-2GFSL		600	8.96	0.29
BLR-GSP	3,100	1,200	99.20	0.03
BLR-GSPL		400	33.07	0.08
BLR-CB	1,670	210	9.36	0.41
BLR-CBL		70	3.12	1.05

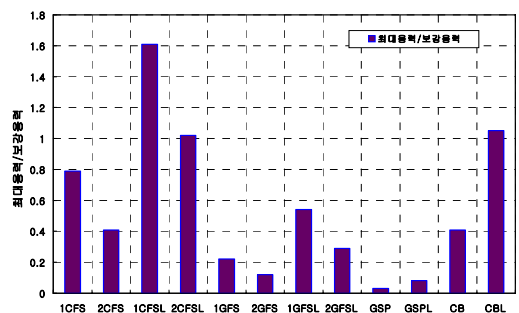
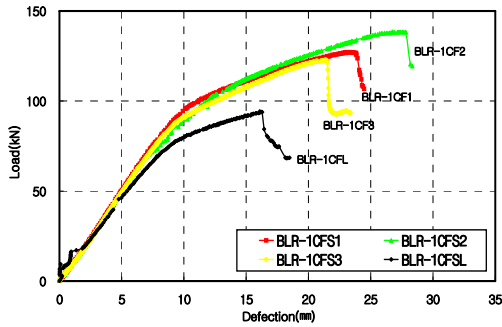


Fig. 7 보강 단면적에 대한 실험체의 보강효과

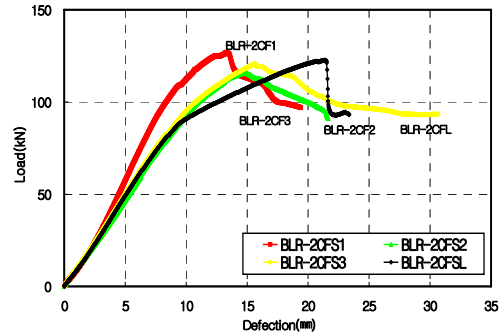
할 수 있지만 보강량 및 경제성에 대한 검토가 필요할 것이다.

또한 GSP 보강 실험체의 경우, GSP 실험체에서 3%, GSPL 실험체에서는 8%로 가장 낮은 보강효과를 보였다. 이는 GSP가 높은 보강강도를 가지면서도 보강 단면이 15cm로 축소된 부재에서 앵커에 의해

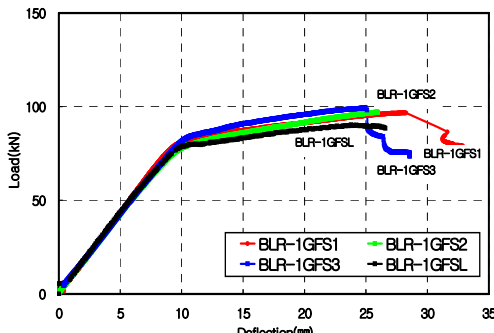
손상이 발생하여, 부착성이 다른 보강재에 비해 떨어져 낮은 보강효과를 보였으며 실물크기의 부재에서는 다른 보강재와 동등 이상의 보강효과를 보일 것으로 기대되며 GSP는 초기 채하시 단부에서 단부피복박리를 방지하기 위해 새로운 정착장치가 필요할 것으로 사료된다.



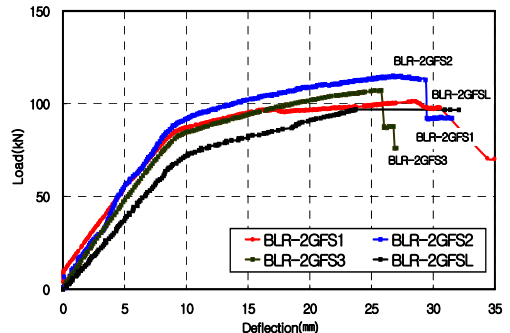
(a) BLR-1CFS 보강 실험체



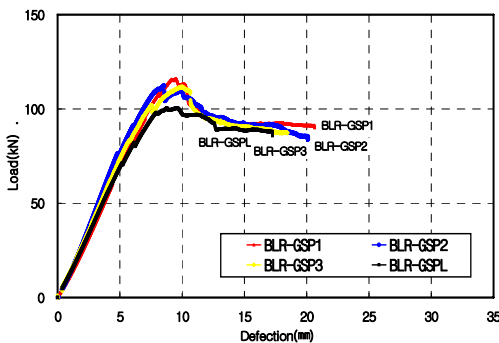
(b) BLR-2CFS 보강 실험체



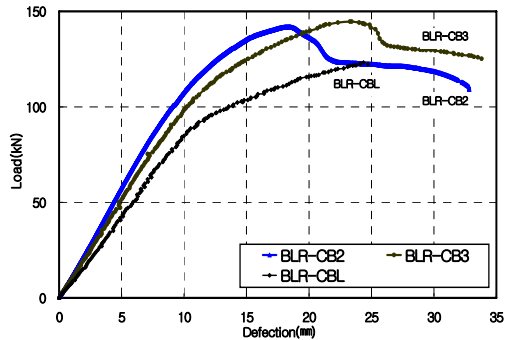
(c) BLR-1GFS 보강 실험체



(d) BLR-2GFS 보강 실험체



(e) BLR-GSP 보강 실험체



(f) BLR-CB 보강 실험체

Fig. 8 보강 실험체의 응력-처짐 곡선

CB 보강 실험체의 경우, CB 실험체에서 41%, CBL 실험체에서는 105%로 다소 높은 보강효과를 보였다. CB 보강 실험체도 다른 시험체와 마찬가지로 하부만 보강한 시험체에 비해 하부 및 측면을 보강한 시험체는 내력은 증가하였지만 보강량에 대한 보강효과는 낮은 경향을 나타나 하부와 측면을 보강시 보강량 및 경제성에 대한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

보강실험체의 가력에 따른 처짐은 Fig. 8과 같다. 하부 및 측면을 보강한 실험체에 비해하부만 보강한 실험체의 경우 모든 실험체에서 항복 이후 처짐이 증대되는 경향을 나타내었다.

#### 4.4 보강 실험체의 연성 평가

보는 전단 및 휨에 대해 동시에 저항하는 특성을 갖는 부재로서, 부재의 연성을 평가하기 위해서 부재 항복시의 처짐을 기준으로 하여 부재 파괴시의 처짐을 비율적으로 나타낸다.

본 논문에서는 구조물이 견딜 수 있는 최대하중을 더 이상 지지할 수 없을 때 파괴된다고 하는 파괴의 개념에 따라 ACI Committee 363의 연성계수를 정의하는 다음 식을 적용한다.

$$\mu_{max} = \delta_{max} / \delta_y$$

- $\mu_{max}$  : 최대하중시의 연성계수
- $\delta_{max}$  : 최대하중에 대응하는 변위
- $\delta_y$  : 부재항복시의 변위

CFS 보강 실험체의 연성능력은 2ply로 하부와 측면을 보강한 실험체를 제외한 보강 실험체가 무보강 실험체보다 하여 상대적으로 보강양이 많은 실험체를 제외한 보강 실험체가 무보강 실험체보다 연성이 높게 나왔으며, 실험체의 연성계수에서 BLR-1CFS 실험체는 2.3, BLR-2CFS 실험체는 1.7, BLR-1CFSL 실험체는 2.6, BLR-2CFSL 실험체는 2.5으로 1ply로 하부만 보강한 BLR-1CFSL 실험체가 2.6으로 가장 높게 나타났다.

GFS 보강 실험체의 연성능력은 GFS 보강 실험체

가 무보강 실험체보다 연성이 높게 나타났으며, 실험체의 연성계수에서 BLR-1GFS 실험체는 2.7, BLR-2GFS 실험체는 2.6, BLR-1GFSL 실험체는 2.6, BLR-2GFSL 실험체는 2.3으로 1ply로 하부와 측면을 보강한 BLR-1GFS 실험체가 2.7으로 가장 높게 나타났다.

GSP 복합플레이트 보강 실험체의 연성능력은 GSP 보강 실험체가 무보강 실험체보다 연성이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 강판과 마찬가지로 판재의 성질상 보강재가 상대적으로 강해 구조체와 일체거동에 한계가 있어 연성이 떨어지는 것으로 사료된다. 실험체의 연성계수에서 BLR-GSP 실험체는 1.8, BLR-GSPL 실험체는 1.5로, 하부와 측면을 보강한 BLR-GSP 실험체가 1.8로 가장 높게 나타났다.

CB 보강 실험체의 연성능력은 CB 보강 실험체가 무보강 실험체보다 20%정도 높게 나타났다. 실험체의 연성계수에서 BLR-CB 실험체는 2.1 BLR-CBL 실험체는 2.1로, 모든 실험체가 비슷한 연성계수를 나타냈다.

보강위치에 따른 실험체의 연성계수를 비교하였을 경우, 매입형 탄소섬유막대의 경우 하부와 측면을 보강한 실험체 보강한 실험체와 하부만 보강한 실험체는 거의 동일한 연성계수를 보였으며, 나머지 보강 실험체는 하부만 보강한 실험체가 하부와 측면을 보강한 실험체보다 보강량이 증대되어 연성계수가 높게 나타났다.

Table 8 보강 실험체의 연성 비교

실험체명	$\delta_y$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	연성계수	연성비 (실험값/기준값)
BNN	6.7	9.5	1.4	1.0
BLR-1CFS	10.3	23.4	2.3	1.3
BLR-2CFS	8.8	14.6	1.7	0.9
BLR-1CFSL	8.5	22.1	2.6	1.4
BLR-2CFSL	7.6	19.2	2.5	1.4
BLR-1GFS	9.8	26.4	2.7	1.5
BLR-2GFS	10.0	26.5	2.6	1.5
BLR-1GFSL	9.8	25.4	2.6	1.4
BLR-2GFSL	10.1	23.7	2.3	1.3
BLR-1GSP	5.7	9.7	1.8	0.9
BLR-1GSPL	6.3	9.6	1.5	0.8
BLR-1CB	10.1	21.0	2.1	1.2
BLR-1CBL	11.7	24.4	2.1	1.2

## 5. 결 론

본 연구는 철근콘크리트 보를 선가력 후 보강재료별로 보강 효과를 파악하기 위하여 휨실험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 보강실험체의 파괴 성상은 CFS 보강 실험체의 경우 중앙부에서 휨균열에 의해서 섬유시트가 파단되면서 취성적인 박리경향, GFS 보강 실험체의 경우 중앙부에서 휨균열에 의한 시트 박리와 단부의 응력 집중에 따른 피복분리경향, CB 보강 실험체의 단부 파괴에 따른 응력집중 현상으로 단부에서 콘크리트를 물고 떨어지는 단부분리 및 피복분리 경향이 나타났다. GSP 보강 실험체의 경우는 단부 박리파괴 및 피복분리 경향을 보였다.
- 2) 보강재료 별 내력 증가는 모든 보강 실험체가 기준 실험체보다 높게 나왔으며, CFS 보강 실험체가 1.4 배 정도, GFS 보강 실험체가 1.3배 정도, GSP 보강 실험체가 1.3배 정도, CB 보강실험체가 1.6배 정도 증가를 보였으며 CB보강 실험체가 가장 높은 내력 증가를 보였다.
- 3) 보강재료 별 보강한 단면적에 대한 보강효과는 CFS가 96%로 가장 높았으며, GSP가 5.5%로 가장 낮게 나타났다. 이는 GSP가 축소된 부재에서 앵커에 의해 손상되어 부착성이 떨어져 보강효과가 낮게 나온 것으로 사료된다.
- 4) 실험결과를 종합한바, CB 보강 실험체가 콘크리트 내부에 매입되어 구조체와 일체 거동함으로써 휨 내력 향상 및 연성능력 면에서 가장 우수한 것으로 나타났으며, 섬유계 보강재인 CFS와 GFS 보강 실험체 또한 우수한 내력을 가지는 것으로 나타났다. GSP 보강 실험체의 경우 다른 보강 실험체에 비해 보강재 자체의 내력은 큰데 반해 콘크리트와 부착

성이 떨어져 가장 낮은 보강효과를 보였으며 실제 구조체에서는 앵커 손상이 미비하여 콘크리트와 부착성이 개선 되어 보다 큰 보강효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 2005학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

## 참고문헌

1. 김정섭외 3인, 「炭素纖維板으로 韃補強된 鐵筋콘크리트보의 構造性能평가에 관한 實驗的 研究」, 대한건축학회 논문집 구조계 15권 5호(통권127호) pp. 93~102, 1999.
2. 김성용외 2인, “구조적 손상을 입은 RC보의 휨보강 효과”, 한국구조물진단학회지 논문집 제 8권 1호, 2004.01.
3. 이현호, 구은숙, 이리형, 「탄소섬유시트와 아라미드 섬유시트로 보강한 보의 휨 성능 비교 연구」, 대한건축학회 논문집구조계, 14권 9호(통권119호), pp. 65~72, 1998.
4. 이현호, 구은숙, 이리형, 「탄소섬유시트로 휨보강한 RC보의 거동에 관한 실험적 연구」, 대한건축학회 논문집구조계, 14권 6호(통권116호), pp.77~84, 1998.
5. 심종성, 한만엽, 김규선, 이인범, 「강판으로 보강된 RC보의 조기파괴제어에 관한 실험적 연구」, 한국콘크리트학회학술논문집, pp. 585~591, 1998.
6. 신성우, 반병렬, 안중문, 조인철, 김영수, 조삼재, 「탄소 섬유시트의 보강량 및 정착길이가 RC보의 휨 거동에 미치는 영향」, 한국콘크리트학회 학술발표논문집, pp. 570~584, 1998.
7. 한국콘크리트학회, “콘크리트 구조설계기준”, 2003

급행(접수일자 : 2006년 3월 21일)