

## 탄소섬유쉬트로 보강된 RC보의 휨 부착성능

유영찬<sup>1)\*</sup> · 최기선<sup>1)</sup> · 최근도<sup>1)</sup> · 김금환<sup>1)</sup> · 이한승<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>한국건설기술연구원 <sup>2)</sup>한양대 초대형 구조시스템 연구센터

(2002년 1월 28일 원고접수, 2002년 5월 13일 심사완료)

## Flexural Adhesive Performance of RC Beams Strengthened by Carbon Fiber Sheets

Young-Chan You<sup>1)\*</sup>, Ki-Sun Choi<sup>1)</sup>, Keun-Do Choi<sup>1)</sup>, Keung-Hwan Kim<sup>1)</sup>, and Han-Seung Lee<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Korea Institute of Construction Technology, Koyang, 411-712, Korea,

<sup>2)</sup> Advanced Structure Research Station(STRESS) of Hanyang University, Seoul, 133-791, Korea

(Received January 28, 2002, Accepted May 13, 2002)

### ABSTRACT

Tensile strength of CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) is approximately 10 times higher than that of the steel reinforcement, but the design strength of CFRP is normally limited by unpredictable bond failure between RC and CFRP. Many researches concerned with bond behavior between RC and CFRP have been carried out to prevent the bond failure of RC beam strengthened by CFRP, but the national design code for design bond strength of CFRP has not been constructed. In this study, three beam specimens strengthened by CFRP under the parameters of bonded length were tested to derive the design bond strength of CFRP for the RC flexural members. Each bonded length was calculated based on the bond strength of JCI and CFRP manufacturing company. Also, another two beam specimens strengthened by CFRP were tested to inspect the construction environment effects such as mixing error of epoxy resin, and the amount of epoxy primer. From the test results, it is concluded that the maximum design bond strength of CFRP to RC flexural member is considered to be  $\tau_a = 8 \text{ kgf/cm}^2$ .

**Keywords :** CFRP (carbon fiber reinforced polymer), bond length, design bond strength, bond failure, epoxy

### 1. 서 론

탄소섬유쉬트는 구조체의 인장축에 보강되어 철근의 인장 응력을 분담함으로써 부족한 내력을 확보하고, 과도한 처짐 및 균열을 억제함으로써 사용성을 확보하게 된다. 일반적으로 보강에 많이 사용되는 쉬트형 탄소섬유는 자체 접착성능이 없으므로 접착제로 에폭시 수지를 사용하여 구조체와 일체화시킨다. 그러므로 인장재로서의 성능을 충분히 발휘하기 위해서는 탄소섬유쉬트와 콘크리트간의 부착성능 확보가 우선되어야 한다. 선행연구<sup>1)</sup>에서 실시된 단순인장상태에서의 콘크리트와의 부착성능에 대한 검토결과에 의하면, 평균부착응력은 대략  $\tau_a = 10 \text{ kgf/cm}^2$  내외 인 것으로 밝혀졌다. 그러나 공시체에 대한 단순인장 시험은 실제 구조물의 휨 거동과는 차이가 있으므로 구조부재에 대한 휨 인장상태의 부착성능을 검토할 필요성

이 있다. 본 연구에서는 휨 인장상태에서 탄소섬유쉬트와 콘크리트의 부착성능을 구명하기 위하여 부착길이를 변수로 하는 시험체와 프라이머 도포량 및 에폭시 강도를 변수로 하는 시험체를 각각 제작하여 그 영향을 검토하였다.

### 2. 연구내용 및 방법

탄소섬유쉬트 보강공법에서는 보강설계시에 목표로 한 구조성능을 발휘하기 위하여 콘크리트와 탄소섬유쉬트와의 초기 부착파괴를 방지하기에 충분한 부착강도를 확보하는 것이 선행되어야 한다. 그러나 탄소섬유쉬트의 부착길이를 산정하기 위한 설계용 부착강도에 관한 국내 규정은 아직 제시되지 않았으며, 단지 탄소섬유쉬트의 제조회사에서 자체적으로 제시하고 있는 부착강도를 참고로 하여 적용하고 있는 실정이다. 한편, Fig. 1과 같이 실시된 탄소섬유쉬트와 콘크리트와의 인장전단 응력상태에 대한 실험결과에 의하면 Fig. 2에 나타난 바와 같이 일정길이 이상에서는 약  $\tau_a = 10 \text{ kgf/cm}^2$  내외에서 부착파괴가 발생

\* Corresponding author

Tel : 031-910-0364 Fax : 031-910-0361

E-mail : ycyou@kict.re.kr

된 것으로 보고되고 있다<sup>1)</sup>.

따라서 본 연구에서는 국내의 탄소섬유쉬트 제조회사 ( $\tau_a = 6.0 \text{ kgf/cm}^2$ )<sup>2)</sup> 및 일본토목학회( $\tau_a = 4.4 \text{ kgf/cm}^2$ )<sup>3)</sup>에서 제시하고 있는 부착강도와 선행연구의 실험결과를 참조하여 적정 설계용 부착강도를 도출하기 위한 실험적 연구를 수행하였다. 또한, 프라이머 도포량 변화 및 함침 접착제의 자체 성능저하 등의 시공환경요인이 탄소섬유쉬트 보강공법의 성능에 미치는 영향을 검토하였다.

### 3. 실험

#### 3.1 재료실험

시험체 제작에 사용된 콘크리트는 설계용 압축강도  $240 \text{ kgf/cm}^2$ 인 레미콘으로, 콘크리트 타설시 압축강도 시험용 공시체 ( $\phi 100 \times 200 \text{ mm}$ )를 제작하여, 재령 28일과 부재실험 당일에 각각 3개씩 압축강도시험을 실시하여 평균값을 구하였다. 시험체 제작에 사용된 철근은 HD10, HD13으로, 반입된 재료 중 각각 3개씩의 샘플을 취하여 인장 시험하였다. 탄소섬유쉬트는 국내 A사의 고강도 200 gf 제품을 사용하였으며, 상온  $20^\circ\text{C}$ 에서 7일 이상 양생하여 시험하였다. 또한, 탄소섬유쉬트 함침용 에폭시는 동일회사 제품의 2액형 레진으로 주제 대 경화제의 혼합비율을 2:1로 하여 상온에서 7일 이상 양생한 후 시험하였다. 보강재료의 시험 결과는 Table 1 및 Table 2와 같다.

#### 3.2 가력 및 측정

탄소섬유쉬트의 휨 부착성능 실험을 위하여 가력골조를 설치하고 25 tonf 용량의 Actuator로 1점 가력하였다. 측정장치는 중앙부의 처짐 측정을 위하여 200 mm DT 2개를 설치하고, 각 위치의 변위값을 비교하여 보정할 수 있도록 하였다. 또한 중앙부 압축콘크리트의 변형도를 측정하기 위하여 67 mm 스트레인게이지를 상연에서 1 cm 떨어진 위치에 부착하였다. 보강성능 실험시에는 탄소섬유쉬트

트 내의 응력분포를 파악하기 위하여 부착된 탄소섬유쉬트의 길이에 따라 Fig. 3과 같이 스트레인게이지를 부착하였으며, 응력집중이 예상되는 단부에는 스트레인게이지 간격을 좁게 부착하였다.

#### 3.3 시험체 개요

시험체의 단면치수는 폭 15 cm, 높이 25 cm로 인장축과 압축축 피복두께를 3 cm로 하였으며, 지점길이 2.4 m, 전체 시험체 길이 3.0 m로 계획하였다. 일반적인 철근콘크리트 보에서는 인장철근의 단면적이 압축철근 단면적보다

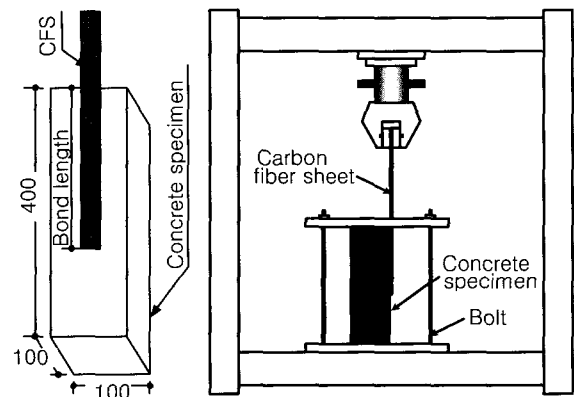


Fig. 1 Detail of specimen for tensile-shear test

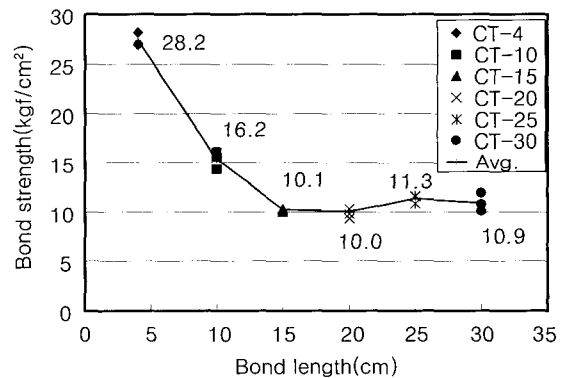


Fig. 2 Bond strength according to bond length

Table 1 Material properties of CFS

THK. (cm)	Tensile strength (kgf/cm <sup>2</sup> )		Modulus of elasticity (kgf/cm <sup>2</sup> )		Failure strain	
	Nominal	Test	Nominal	Test	Nominal	Test
0.0111	35,500	45,134	$2.35 \times 10^6$	$2.59 \times 10^6$	0.0151	0.017

Table 2 Material properties of epoxy

Classification	Compressive strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensile strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	Flexible strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bond strength (kgf/cm <sup>2</sup> )
Catalog	700	300	400	100
Test	647	320	490	110

큰 것이 정상적이나 탄소섬유로 보강된 축소모형 시험체에서는 변형도 적합조건 및 평형조건식에서 탄소섬유쉬트가 파단변형률에 이르기 전에 콘크리트의 압축변형률이 한계값( $\epsilon_{cm} = 0.003$ )에 도달하는 것으로 나타났다. 따라서 본 실험에서는 탄소섬유쉬트의 보강으로 인한 콘크리트 연단에서의 압괴를 방지하기 위하여 축소모형 시험체의 압축철근으로 2-HD13, 인장철근으로는 2-HD10( $\rho = 0.0043 = 0.16 \rho_b$ )을 배근하였다. 전단 보강근은 휨 파괴를 유도하기 위하여 HD10 철근을 10 cm 간격으로 배근하였다. 각 시험체의 형상 및 치수는 Fig. 4와 같다. 시험체는 총 6개로 기준시험체인 무보강 시험체와 부착길이를 변수로 하는 EF1-A 계열 시험체 3개, 프라이머 도포량을 변수로 하는 EF1-W 시험체와 에폭시의 강도를 변수로 하는 EF1-R 시험체를 제작하였다. Table 3에서 기준시험체 ES는 탄소섬유쉬트 보강을 하지 않은 시험체이며, 부착길이를 변수로 한 시험체 EF1-A1, EF1-A2, EF1-A3은 ES 시험체와 동일한 단면을 갖고 탄소섬유쉬트 1매를 보강한 시험체로 각각 제시된 부착강도에 대해 식 (1)로 구한 것이다.

프라이머 도포량을 변수로 한 EF1-W 시험체는 계량비율은 동일하되 프라이머의 양을 탄소섬유쉬트 제조사에서 제시하는 표준도포량의 60%를 도포한 것으로, 부착길이는 170 cm인 EF1-A1 시험체와 같다. 또한 에폭시 강도를 변수로 하는 EF1-R 시험체는 주재 대 경화제의 표준 혼합비율인 2:1을 기준으로 주재의 양을 20% 감소시켜 인위적인 강도저하를 유도한 시험체로, 부착길이는 130 cm로 EF1-A2 시험체와 같다. 에폭시 계량오차를 변수로 한 선행연구의 재료실험 결과에 의하면, 주재의 비를 20% 감소시킬 때 에폭시 수지의 인장전단 부착강도는 규격강도의 약 40%로 감소하는 것으로 보고되고 있다<sup>4)</sup>.

$$L_1 = \left( \frac{A_{cf} \times f_{cf}}{\tau_a \times b_a} \right) \times 2 \quad ; \quad L > L_1 \quad \text{쉬트파단} \quad (1)$$

- 여기서,  $L_1$  : 탄소섬유쉬트 보강길이  
 $A_{cf}$  : 탄소섬유쉬트 보강 단면적  
 $f_{cf}$  : 탄소섬유쉬트의 설계용 인장강도  
 $\tau_a$  : 콘크리트와 탄소섬유쉬트와의 부착강도  
 $b_a$  : 탄소섬유쉬트의 폭

## 4. 실험 결과

### 4.1 실험변수 분석

실험으로부터 얻은 초기 균열하중과 철근이 항복하는 항복하중, 탄소섬유쉬트가 파단되거나 하중이 감소하는 경향을 보일 때의 최대하중을 각각 이론치와 비교하여 나타

내면 Table 4와 같다. 각 하중계산시, 이론치는 철근과 탄소섬유쉬트의 설계용 인장강도를 사용하는 규준값(Caln)과, 각 재료의 인장실험을 통하여 구한 실제 인장강도를 적용한 해석값(Calu) 및 철근은 설계용 인장강도값, 탄소섬유쉬트의 응력은 실험에서 계측된 변형도로부터 계산된 응력을 기준으로 하여 계산한 실험해석값(Cale)으로 구분하여 계산하였다.

#### 4.1.1 부착길이에 의한 영향

탄소섬유쉬트가 충분한 보강성능을 발휘하기 위해서는

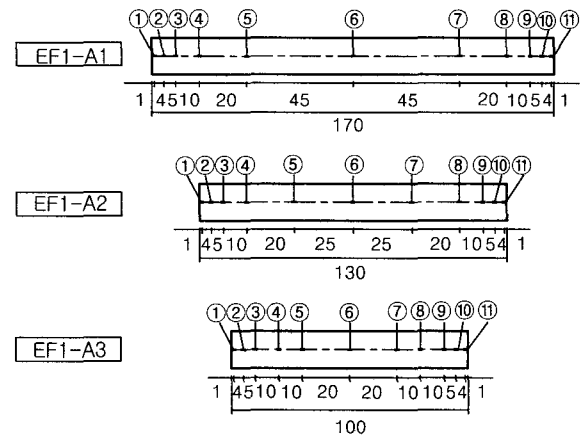


Fig. 3 Position of strain gages in CFS

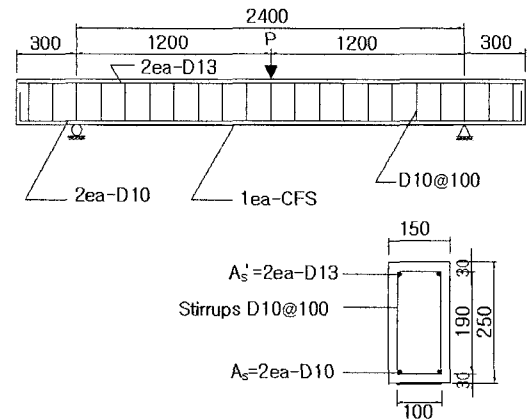


Fig. 4 Details and dimension of test specimen

Table 3 Summary of the test specimens

Specimen	Reinforcement	Bond strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bond length (cm)	L1 (cm)
ES	$\rho/\rho_b=0.16$	.	.	.
EF1-A1		4.4	170	179.1
EF1-A2	$A'_s=2.54\text{cm}^2$	6.0	130	131.4
EF1-A3	$A_s=1.42\text{cm}^2$	8.0	100	98.5
EF1-W	$A_{cf}=0.11\text{cm}^2$	4.4	170	179.1
EF1-R		6.0	130	131.4

Table 4 Comparison of calculated and experimental results

Specimen	Crack load (tonf)		Yield load (tonf)		Maximum load (tonf)					P <sub>max</sub> /P <sub>y-ES</sub>	Failure mode
	Cal <sub>n</sub>	Exp	Cal <sub>n</sub>	Exp	Cal <sub>n</sub>	Cal <sub>u</sub>	Cal <sub>e</sub>	Exp	ε <sub>cf</sub>		
ES	0.92	0.6	1.9	2.01	2.04	2.5	-	3.28	-	1.63	Flexural
EF1-A1	0.96	1.1	2.13	2.70	3.48	4.25	2.87	3.57	9,147	1.78	Fracture
EF1-A2	0.96	1.1	2.13	2.60	3.48	4.25	3.30	4.13	13,239	2.05	Fracture
EF1-A3	0.96	1.1	2.13	2.89	3.48	4.25	3.22	3.74	12,500	1.86	Fracture
EF1-W	0.96	1.1	2.13	2.72	3.48	4.25	3.00	3.90	10,346	1.94	Debonding
EF1-R	0.96	0.8	2.13	2.86	3.48	4.25	3.04	3.76	10,730	1.87	Fracture

부착길이의 확보를 통하여 조기부착파괴를 방지하여야 한다. 본 연구에서는 이러한 부착길이를 정량적으로 계산할 수 있도록 설계용 부착강도를 변수로 실험을 수행하였다. 탄소섬유쉬트의 부착길이를 변수로 하여 보강된 시험체와 무보강 시험체의 하중-변위곡선을 비교하여 나타내면 Fig. 5와 같다. 그림에서 보는 바와 같이, 본 실험에서 대상으로 하는 부착강도를 변수로 한 모든 시험체에서 부착파괴가 발생하지 않고 탄소섬유쉬트의 파단에 의해 최대내력에 도달한 것을 알 수 있다. 따라서 설계용 부착강도는 일본 토목학회 규준안인  $\tau_a=4.4 \text{ kgf/cm}^2$ 와 국내 제조회사에서 제안하는  $\tau_a=6 \text{ kgf/cm}^2$  모두 안전측이며, 본 실험결과에 의하면 최대  $\tau_a=8 \text{ kgf/cm}^2$ 까지 가능할 것으로 판단된다.

한편, 탄소섬유쉬트의 파단에 의해 최대내력이 지배될 경우에도 최대내력은 각 시험체마다 상대적으로 큰 차이를 보이고 있으며, 이후에는 무보강 시험체와 유사한 거동을 나타내고 있다. 따라서 탄소섬유쉬트의 파단을 기준으로 하여 보강설계를 실시할 경우에도, 최대내력의 편차를 고려한 보강설계가 필요할 것으로 판단된다.

#### 4.1.2 프라이머 도포량에 의한 영향

콘크리트의 표면강화제로 사용되는 에폭시 프라이머의 도포량에 따른 부착성능을 평가하기 위하여, 프라이머의 도포량을 변수로 실험을 수행하였다. Fig. 6은 동일한 부착길이를 갖는 EF1-A1 시험체와 무보강 시험체인 ES 시험체와의 하중-변위 곡선을 비교하여 나타낸 것이다. 본 실험결과에 의하면, 규준 도포량의 60%를 사용한 EF1-W 시험체는 탄소섬유쉬트가 보 중앙부에서 콘크리트 표면의 국부적인 박리로 시작하여 단부로 확장되는 부착파괴가 발생하였다. 그러나 Fig. 6에서 보는 바와 같이 부착파괴가 발생했음에도 불구하고 탄소섬유쉬트가 파단된 시험체보다 최대하중은 큰 결과를 보이고 있다. 이러한 현상은 본 시험체의 경우 충분한 부착길이를 확보함에 따라 탄소섬유쉬트의 파단 임계점 부근까지 콘크리트와의 충분한 부착성능을 얻을 수 있었으나, 단지 국부적인 박리로 인해 부착파괴가 선행된 것으로 보여진다. 즉, 프라이머는

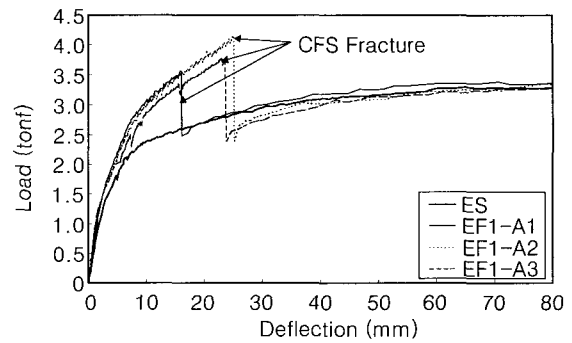


Fig. 5 P-δ Curves according to bond length

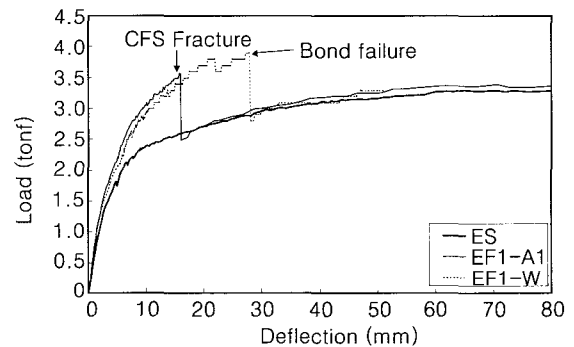


Fig. 6 P-δ Curves according to the amount of primer

콘크리트 면에 침투하여 함침제인 레진과의 부착성능을 향상시키는 효과를 목적으로 하는 만큼 본 시험체의 경우에서와 같이 콘크리트 표면상태가 비교적 건전할 경우에는 탄소섬유쉬트와의 부착성능에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 단, 실제 구조물의 경우는 콘크리트의 노후화에 의하여 표면상태가 불량할 경우가 다수 있으므로 노후화된 콘크리트 표면에 대한 연마 및 충분한 프라이머의 도포 등이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

#### 4.1.3 에폭시 강도에 의한 영향

Fig. 7은 에폭시 수지의 혼합비율을 인위적으로 변화시켜 에폭시의 강도를 저하시킨 EF1-R 시험체를 무보강 시험체인 ES 시험체 및 동일한 부착길이를 갖는 EF1-A2 시험체의 하중-변위곡선과 비교하여 나타낸 그림이다. 그

림에서 보는 바와 같이 합침용 에폭시 수지의 주제를 기준치보다 20% 감소시켜 보강하여도 부착파괴는 발생하지 않았으며, 동일한 부착길이를 갖는 EF1-A2 시험체와 비교하였을 때 최대하중이 다소 감소한 것으로 나타났다. 따라서 에폭시의 접착강도가 약 20% 정도 감소되는 범위에서는 탄소섬유쉬트의 부착성능에 큰 영향이 없는 것으로 판단된다.

#### 4.2 변형도 분포

이론적으로 집중하중을 받는 단순보는 단부에서부터 하중 가력점까지 선형적인 변형률 분포를 보이게 되지만 철근이 항복한 이후 변형경화가 시작되기 전까지는 탄소섬유쉬트가 추가되는 하중에 대하여 저항하기 때문에 철근 항복구간 내에서의 변형률 곡선의 기울기도 증가하게 된다. Fig. 8은 각 시험체의 길이방향으로 탄소섬유쉬트의 변형률 분포를 나타낸 것으로, 항복하중 이전에는 대체로 선형적인 변형률 분포를 보이지만, 철근이 항복한 구간에서는 탄소섬유쉬트의 변형률이 증가하는 것으로 나타났다.

탄소섬유쉬트에서의 최대변형률을 검토해 보면, Fig. 8에서 보는 바와 같이, (a)~(c)의 시험체 모두 탄소섬유쉬트의 파단이 발생되었음에도 불구하고 파단시의 변형률은 9,100~12,000  $\mu$  정도의 변동 폭을 나타내고 있으며, 이에 따른 최대내력도 3.57~4.13 tonf으로 큰 변동 폭을 나타내고 있다. 또한 유사한 최대변형률을 나타내고 있는 (d)와 (e) 시험체에서는 서로 상반된 파괴형태를 보이고 있으며, (a) 시험체의 경우는 박리파괴가 발생한 (d) 시험체보다 낮은 변형률에서 탄소섬유쉬트가 파단되었다. 따라서 탄소섬유쉬트의 파단을 기준으로 하여 보강설계를 할 경우, 탄소섬유쉬트의 파단시 변형률의 변동폭을 고려한 안전계수의 도입이 필요하다고 판단된다.

#### 4.3 평균부착응력

Fig. 9는 탄소섬유쉬트에 부착된 스트레인게이지 간의

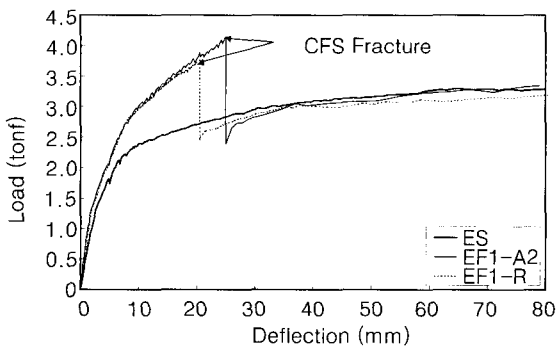


Fig. 7 P- $\delta$  Curves according to measuring error of epoxy resin

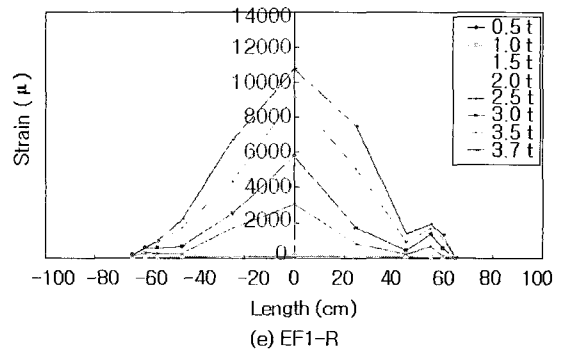
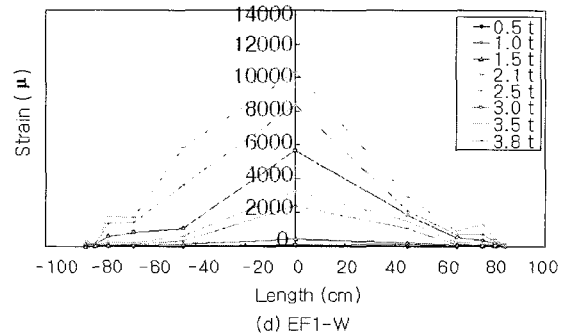
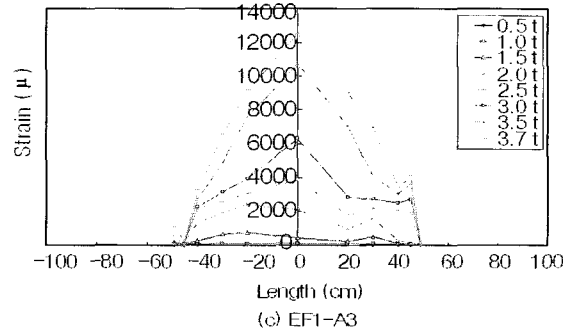
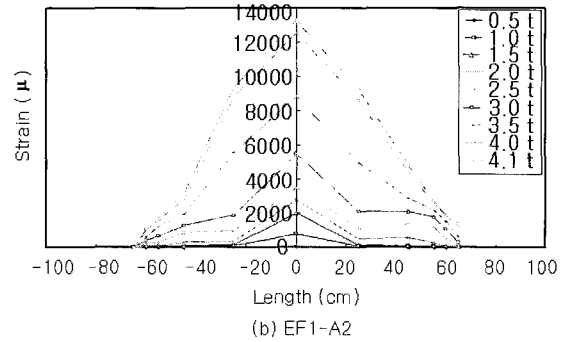
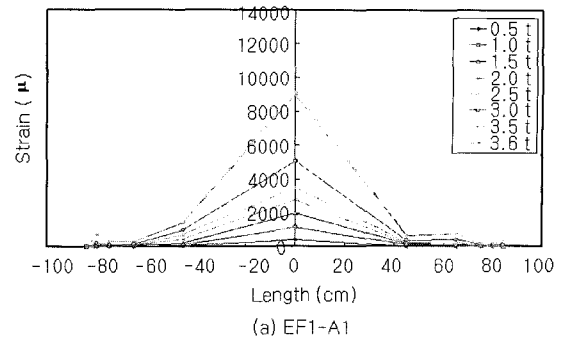
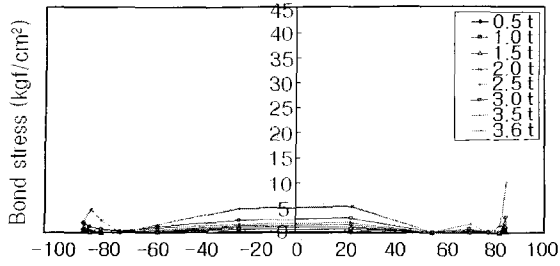
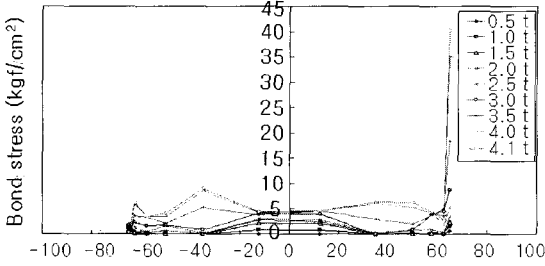


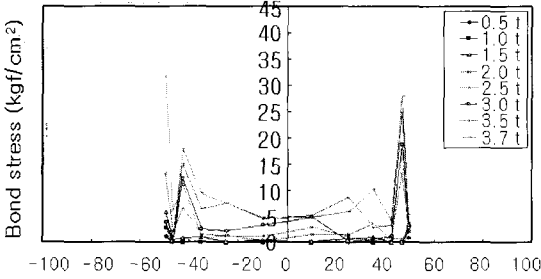
Fig. 8 CFS Strain distributions



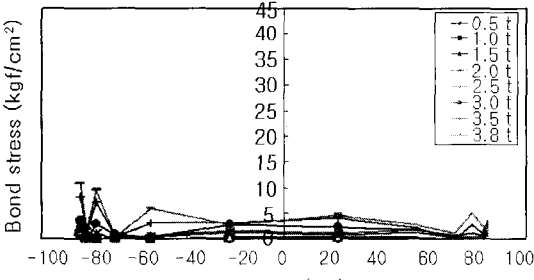
(a) EF1-A1



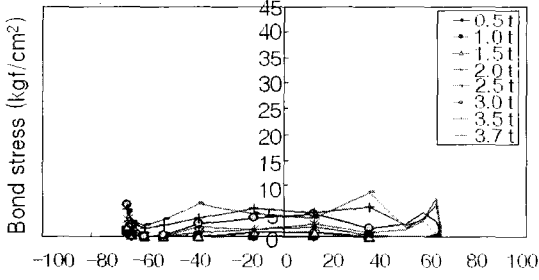
(b) EF1-A2



(c) EF1-A3



(d) EF1-W



(e) EF1-R

Fig. 9 CFS Bond stress distributions

변형률 차이로부터 식 (2)를 사용하여 산정한 탄소섬유쉬트의 부착응력이다<sup>5)</sup>. 단부를 제외한 구간에서는 대체로 일정한 응력을 나타내고 있으며, 단부에서의 응력집중 현상은 부착길이가 짧을수록 증가하는 것으로 나타났다. 또한 일부에서 큰 편차를 보이는 것은 불규칙한 휨균열의 발생 및 실험계측에서의 오차에 근간하는 것으로 사료된다. 각 시험체의 중앙부 최대모멘트 주위에서 계산된 평균 부착응력은 식 (1)에 의한 값과 유사한 값을 나타내고 있어 타당성이 있는 것으로 판단된다.

$$\tau_x = \frac{(\epsilon_{x+1} - \epsilon_x) E_{cf} t_{cf} n}{l_x} \quad (2)$$

- 여기서,  $\tau_x$  : x 구간의 부착응력
- $\epsilon$  : 탄소섬유쉬트의 변형률
- $E_{cf}$  : 탄소섬유쉬트의 탄성계수
- $t_{cf}$  : 탄소섬유쉬트의 두께
- $n$  : 탄소섬유쉬트의 매수
- $l_x$  : x 구간의 길이

#### 4.4 파괴 형상

Fig. 10은 각 시험체의 최종파괴시 균열분포 및 형상을

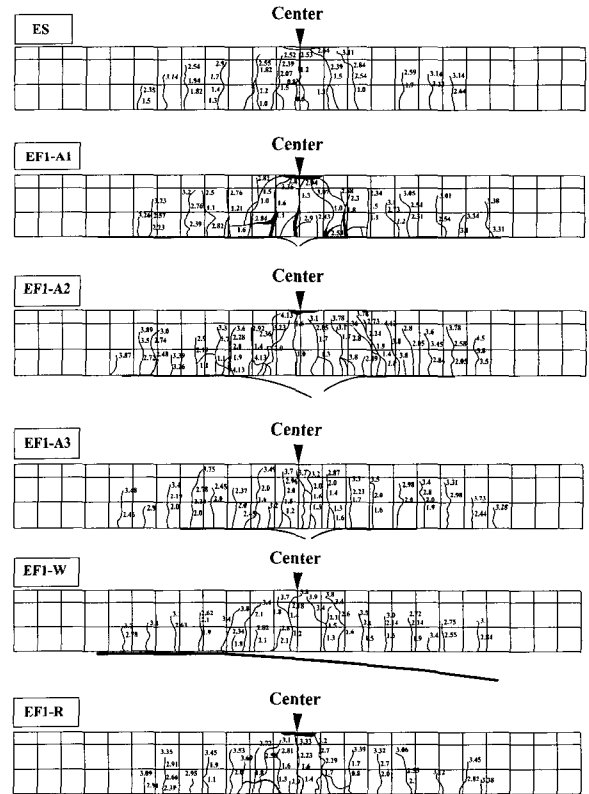


Fig. 10 Cracking patterns and failure modes

나타내고 있다. EF1-W 시험체를 제외한 모든 시험체가 중앙부에서 탄소섬유쉬트가 파괴되어졌으며, EF1-W 시험체는 중앙부에서 시작된 박리가 단부로 진행되어져 부착 파괴되었다. 그림에서 보는 바와 같이 파괴양상에 관계없이 모든 시험체에서 유사한 균열 분포를 보이며, 전형적인 휨파괴 양상을 나타내었다. 또한 하중 작용점 주위에서만 휨전단 균열이 발생하는 것으로 나타났다. 따라서 파괴형상에 따른 차이는 없는 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 탄소섬유쉬트 보강공법의 부착성능에 영향을 미치는 요인으로 탄소섬유쉬트의 부착길이, 프라이머 도포량, 에폭시 강도에 따른 강도저감 변수를 적용하여 휨 인장상태에서 실험을 수행하였다. 연구 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 적정 부착길이 산정을 위한 설계용 부착강도는 일본의  $\tau_a=4.4 \text{ kgf/cm}^2$  및 국내 제조사에서 적용하는  $\tau_a=6 \text{ kgf/cm}^2$  모두 안전측이며, 본 실험결과에 의하면 최대  $\tau_a=8 \text{ kgf/cm}^2$  까지 가능할 것으로 판단된다.

2) 프라이머의 도포량을 기준량의 60%로 감소시켰을 경우 최대하중을 기준으로 보강성능은 확보할 수 있었으나, 최종적으로는 부착파괴에 의해 파괴모드가 지배되었다. 따라서 프라이머의 도포시에는 표준 도포량을 준수하는 것이 바람직할 것으로 판단되나, 추가적인 실험을 통하여 적정 도포량을 산출하기 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

3) 에폭시 수지의 혼합오차를 통해 에폭시 강도를 기준 강도의 40% 정도 감소시켜도 부착성능에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 에폭시는 탄소섬유쉬트의 접착 및 구속으로 인한 강도발현을 목적으로 하므로 에폭시 강도가 제조회사의 기준강도를 상회하지 않아도 일정 강도 이상이면 합성제로서의 구조적 성능을 발휘할 수 있는 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 '99산·학·연 공동 연구개발사업(건축-07) 「건축구조물 보수·보강 공법의 성능평가에 관한 연구」의 일부분으로 수행된 연구임을 밝히며, 관계제위께 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

1. 최근도, 류화승, 최기선, 이한승, 유영찬, 김공환, "탄소섬유쉬트와 콘크리트의 부착," 가을학술발표회 논문집, 한국콘크리트학회, 제12권 2호, 2000, pp.1019~1024.
2. (주)한국화이버/한국카본, "탄소섬유쉬트 공법 기술자료(II)," 해림, 1998, pp.52.
3. 土木學會コンクリト委員會, "コンクリト構造物の補強(案)," 土木學會, 1999, p.94.
4. 건설교통부, 한국건설기술연구원, "철근콘크리트 건축구조물 보수·보강 공법의 성능평가에 관한 연구," 2000. 11, pp.126~135.
5. (주)대우건설기술연구소, (주)한국카본, "한국카본 탄소섬유쉬트 보강보의 성능평가실험," 1997.11, p.63.

## 요 약

탄소섬유쉬트는 철근의 약 10배에 달하는 인장강도를 지니고 있으나, 보강 특성상 접착제를 사용한 일체화가 선행되어야 하기 때문에 부착으로 인한 강도저감요인을 배제할 수가 없다. 결국 탄소섬유쉬트의 인장강도를 최대한 발휘하기 위해서는 부착파괴를 방지할 수 있는 합리적 설계가 이루어져야 한다. 현재까지 부착성능과 관련한 많은 연구가 진행되었지만 부착길이를 결정하는 부착강도에 대한 연구는 미흡하였으며, 설계에 반영할 수 있는 기준 역시 미진한 상태이다. 본 연구에서는 일본 기준 및 국내 제조사가 제시하고 있는 설계용 부착강도를 기준으로 부착길이를 검토하였으며, 부착성능에 영향을 미칠 것으로 판단되는 프라이머 도포량 및 에폭시 강도를 변수로 실험을 실시하였다. 본 실험결과에 의하면, 현재 적용되고 있는 설계용 부착강도는 모두 안전측으로 나타났으며, 설계용 부착강도는 최대  $\tau_a=8 \text{ kgf/cm}^2$ 까지 가능할 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 탄소섬유쉬트, 부착길이, 설계용 부착강도, 부착파괴, 에폭시