

아라미드섬유 및 탄소섬유 시트로 보강된 철근 콘크리트보의 전단특성

구 봉 근* 김 태 봉** 김 창 운*** 류 택 은****

* 충북대학교 토목공학과 교수, 공학박사 ** 충남전문대 산업안전과 조교수, 공학박사
 *** 충북대학교 대학원 토목공학과 박사과정 **** 충북대학교 대학원 토목공학과 석사과정

I. 서 론

기존 구조물의 보강을 하는 데는 휨모멘트 및 전단력에 대하여 충분한 보강효과를 가지는 것과 함께 시공성을 만족해야만 한다.

현재 연속 섬유시트 중 아라미드섬유시트(AFS) 및 탄소섬유시트(CFS)는 기존구조물의 보강재로 사용한 사례가 증가하고 있으나 합리적인 보강설계방법이 확립되어 있지 않은 현 시점에서는 적절한 보강이 이루어지지 않는 경우가 많다.

AFS 및 CFS에 의해 RC보의 적절한 보강을 위해서는 AFS 및 CFS를 이용한 기존 콘크리트 구조물의 보강설계방법의 구축이 급선무이다.

따라서 본 연구에서는 보강설계방법을 구축하기 위하여 필요한 기초자료를 얻을 목적으로 AFS 및 CFS를 RC보의 측면에 보강한 경우 전단보강 효과를 실험적으로 구명하려는데 있다.

II. 재료 및 실험방법

실험에 사용한 시멘트의 비중은 3.15이며, 잔골재는 조립률이 2.7이고 굵은골재는 19mm와 32mm의 쇄석을 혼합하여 사용하였으며, 19mm골재의 조립률은 5.6, 32mm골재의 조립률은 6.75이다. 콘크리트의 배합설계표는 Table 1과 같다.

Table 1 Mixing proportion of concrete

Design strength (kgf/cm ²)	Max. size of agg. (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	S/a (%)	Air cont. (%)	Proportion by unit weight(kg/m ³)					
						Water (W)	Cement (C)	Fine agg.	Coarse agg.		Adm.
									19 mm	32 mm	
240	32	15	47	44	4	168	357	779	457	567	536

1. 아라미드 및 탄소섬유시트

아라미드섬유시트는 아라미드 고모듈러스 제품을 긴장시켜 만든 제품으로서 보강재료의 필요조건인 고인장강도, 연성(ductility), 정착성 등에 만족하고, 탄소섬유는 100%의 탄소원소로 제조된 섬유로서 난연성, 내산성, 내약품성이 우수하고 강철보다 강하며 경량이다. 아라미드섬유(파워시트) 및 탄소섬유의 역학적 특성은 Table 2와 같다.

연구에 사용된 시험체는 폭이 15cm, 높이 20cm 및 부재의 길이는 160cm의 부재를 모두 동일하게 제작하였으며, 인장철근은 D16을 140cm로 배근하고 압축부에는 D10철근을 배근하였으며, 전단부에는 보강을 하지 않고, 단지 전단 거동을 분석하기 위하여 지점과 하중재하점의 중앙부에 각각 하나씩 스티럽을 배근하였다.

Table 2 Mechanical properties of aramid fiber sheet

Classification	Tensile strength (kgf/cm ²)	Modulus of elasticity (kgf/cm ²)	Weight of fiber (g/m ²)
Aramid fiber sheet	35,000	1.25×10^6	300
Carbon fiber sheet	25,000	2.4×10^6	200

하중의 재하는 시험체의 부재지간 1/3인 두 지점에 재하하였으며, 전단 스펠비는 1.88이다. 보강을 하기위한 부재에 대한 초기 재하 하중은 기초실험 부재에서 얻은 파괴하중의 60% 및 80%를 재하하여 부재에 손상을 가하였다.

각각의 보강재료에 대한 특성을 비교하기 위하여 보강방법은 동일하게 하였으며, 철근의 조립 및 게이지의 부착위치는 Fig. 1과 같고, 보강설계는 Fig. 2와 같다.

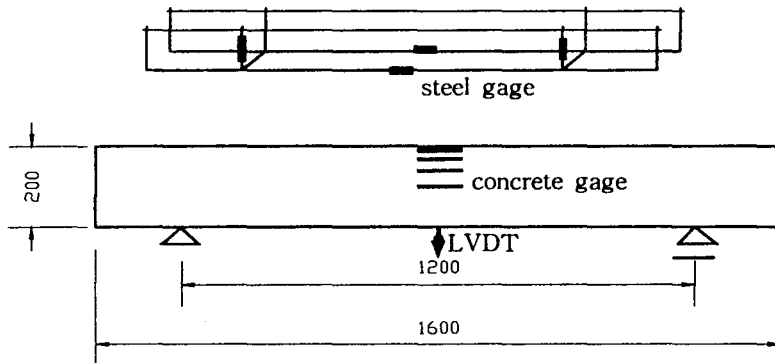


Fig. 1 Bonded position of gauge

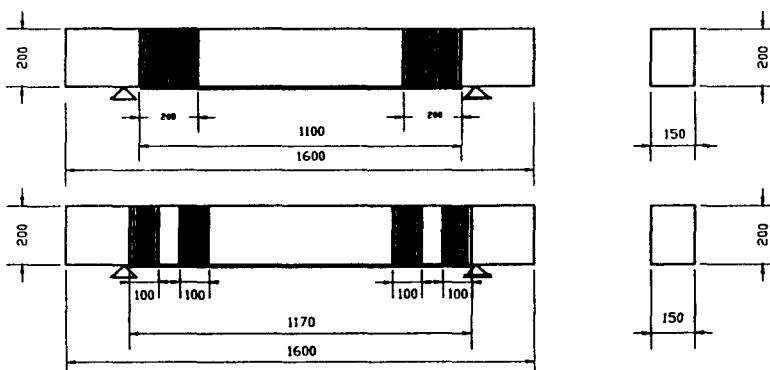


Fig. 2 Reinforced design scheme

III. 전단보강 실험결과

1. 아라미드 섬유시트 보강부재

아라미드섬유시트 보강 부재를 실험한 결과 기초실험을 한 경우보다 전단 내하력이 증가하고, 처짐은 감소하고 있음을 알 수 있다. 최대하중은 22.09 ton까지 재하할 수 있었으며, 이때 처짐은 9.96mm 일어났다.

초기하중을 60% 재하한 부재와 80% 재하한 부재에서 보강 후의 강도는 큰 차이를 보이지 않았으며, 처짐은 초기하중을 60% 재하한 부재가 80% 재하한 부재보다 처짐이 적게 발생하였고, 보강재를 한장으로 보강한 경우가 두 장으로 나누어 보강을 했을 경우보다 처짐이 많이 발생하였다.

Table 3에 아라미드 섬유 시트로 보강한 부재의 특성을 나타내었다.

Table 3 Results of test reinforced with aramid fiber sheets

Classification		A-60-1	A-60-2	A-80-1	A-80-2	
Unreinforced	Initial crack	Load(ton)	3.96	3.65	4.56	4.10
		Defl.(mm)	1.22	0.67	1.29	0.90
	60% Ulti. load(9.26t)		9.26	9.26	9.26	9.26
			3.08	2.12	2.80	2.36
	80% Ulti. load(12.34t)		-	-	12.34	12.34
		-	-	3.92	3.46	
Reinforced	60% Ulti. load(9.26t)		9.26	9.26	9.26	9.26
			2.65	2.16	2.27	2.19
	80% Ulti. load(12.34t)		12.34	12.34	12.34	12.34
			3.73	3.09	3.03	3.02
	Ulti. load	Load(ton)	18.46	19.36	22.09	17.99
Defl.(mm)		8.00	6.32	9.96	5.38	

Fig. 3에 하중-처짐을 나타냈다.

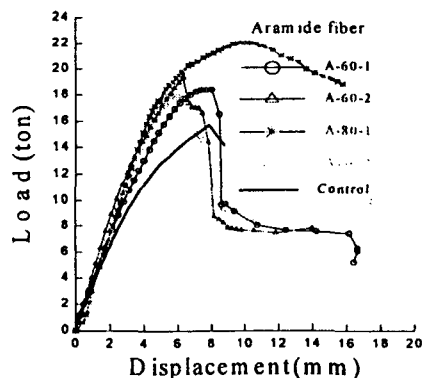


Fig. 3 Load-deflection curve reinforced with aramid fiber sheets

2. 탄소섬유시트 보강부재

탄소섬유로 보강한 부재의 실험 결과 기초실험 부재에 비하여 전단 내하력은 증가하고 처짐은 감소함을 알 수 있다. 최대하중은 21.06 ton까지 재하할 수 있었으며, 이때 처짐은 6.15mm 발생하였다.

탄소섬유로 보강한 부재는 초기하중을 60%를 재하후 보강한 경우가 80%를 재하후 보강한 경우보다 전단 내하력은 증가하고, 처짐은 초기하중을 60% 재하한 경우가 적게 발생하였다. 탄소섬유에 의한 보강부재의 특성변화를 살펴보면 Table 6과 같다.

Table 6 Results of test reinforced with carbon fiber sheets

Classification			CF-60-1	CF-60-2	CF-80-1	CF-80-2
Unreinforced	Initial crack	Load(ton)	4.53	4.47	4.01	4.36
		Defl.(mm)	1.08	1.02	1.05	1.00
	60% Ulti. load		2.47	2.54	2.71	2.26
	80% Ulti. load		-	-	3.96	3.50
Reinforced	60% Ulti. load		1.89	1.69	2.52	2.56
	80% Ulti. load		2.83	2.26	3.41	3.54
	Ulti. load	Defl.(mm)	20.97	21.06	20.53	19.39
		Defl.(mm)	6.63	6.15	8.35	6.20

보강방법에서 재료를 한 장으로 보강 한 경우가 두 장으로 나누어 보강을 한 경우보다 약간 강한 것으로 나타났고, 처짐은 한 장으로 보강을 한 경우가 두 장으로 보강을 한 경우보다 많이 발생하였다.

탄소섬유로 보강한 부재의 하중 처짐곡선은 Fig. 4와 같다.

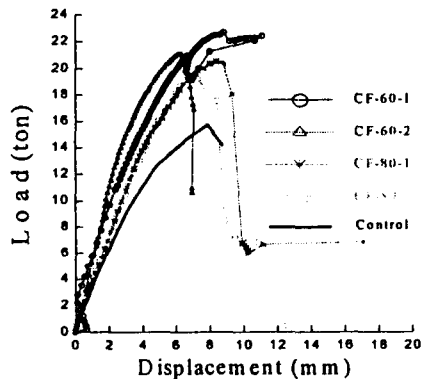


Fig. 4 Load-deflection curve reinforced with carbon fiber sheets

IV. 결 론

보강전 시험체에 가한 초기하중에 따른 보강 후의 전단 내하력의 증가 효과는 거의 나타나지 않았고, 처짐은 초기 재하하중이 증가할수록 많이 일어남을 알 수 있다.

보강재료를 한 장으로 보강한 경우는 두 장으로 보강한 경우보다 전단 내하력 증진 효과는 좋으나, 처짐은 두 장으로 보강한 경우에 적게 일어남을 알 수 있다.

본 연구에서 아라미드 섬유로 보강한 경우에는 강도의 증가에 비하여 다른 재료로 보강한 경우보다 처짐이 크게 일어나고, 탄소섬유시트로 보강했을 경우에는 처짐이 적게 일어남을 알 수 있었다.

전단 보강재를 여러 장으로 나누어 보강을 할 경우에 보강재의 간격에 따른 거동에 관하여는 계속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. ACI, "Repair and Rehabilitation of Concrete Structures", Seminar Course Manual/SCM-16(87), pp. 24~31, 1987.
2. 심종성, 이정만, 배인환, "강판 및 탄소섬유 sheet로 보강된 R/C보의 구조거동 특성 연구", *대한토목학회 학술발표회 논문집(I)*, pp. 207~209, 1995.
3. 정현수, 박기철, 홍상균, "보강재를 사용한 철근 콘크리트 보의 내력보강에 관한 실험적 연구", *한국콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집*, 제8권 2호, pp. 495~500, 1996.