

헤디드 바와 강섬유로 보강된 Dapped End Beam의 구조 거동에 관한 실험적 연구

Behavior of Reinforced Dapped End Beams with T-headed Bar and Steel Fibers

최진혁* 이창훈** 이주하*** 윤영수****
Choi, Jin Hyouk Lee, Chang Hoon Lee, Joo Ha Yoon, Young Soo

ABSTRACT

In this studies, Dapped End Beams(DEB) having disturbed regions were designed by using strut-tie model, and the main purpose of this paper is that whether T-headed bars and Steel fibers will be present or not. The ability of DEB with T-headed bars have a superior performance rather than others, such as improved ductility, larger energy adsorption and enhanced post-peak load carrying capability. The capacity of DEB with steel fibers also show increase of ductility, shear strength, fatigue strength and crack. Each DEB with both headed bars and steel fibers, headed bars, and steel fibers as a substitute reinforced steel in the disturbed regions and a DEB with only stirrup and tie reinforced steel were comparable. In contrast, the headed bar stirrups, the tie headed bars and the reinforced steel fibers did not lose their anchorage and hence were able to develop strain hardening and also served to delay buckling of the flexural compression steel. Excellent load-deflection predictions were obtained by increasing the tension stiffening effect to account for high load effects

1. 서론

본 연구에서는 고성능 HFRC 최적 배합을 활용한 응력교란구역을 갖는 부재인 Dapped End Beam 부재의 구조 실험을 수행 하였다. 응력 교란 구역을 갖는 부재를 설계함에 있어서 현재는 주로 스트럿 타이 모델을 활용하여 그 설계를 의존하게 되어 있는데, 이러한 설계는 부재의 응력 교란 구역에 철근의 과대 배근 현상을 초래 하여 시공시의 어려움이 존재 하게 된다. 본 연구에서는 스트럿 타이 모델을 이용하여 DEB를 해석 및 설계하여, 응력 교란 구역에 전단 철근으로서 Headed bar를 전단 보강 철근으로 사용하고 강섬유를 응력 교란구역에 혼입함으로써 응력 교란 구역을 갖는 부지에 다양한 보강방법에 따른 성능향상 효과에 대한 실험, 분석을 실시하였다.

2. 스트럿 타이 모델 설정

본 실험에서는 미국 University of Illinois에서 개발한 스트럿 타이 모델 해석 프로그램인 CAST

* 정회원, 고려대학교 사회환경시스템공학과 석사과정

** 정회원, 고려대학교 방재과학기술연구소 연구원

*** 정회원, 고려대학교 사회환경시스템공학과 박사과정

**** 정회원, 고려대학교 사회환경시스템공학과 교수

4 실험 과정

지점조건은 양단 롤러 조건으로 Dapped End Beam의 중앙에 집중하중을 가하고 변위 제어방식으로 실험을 진행하였으며, 응력 교란 구역의 인장 타이 철근 및 주인장 휨 철근에 설치한 스트레인 게이지는 U-CAM을 이용하여 철근에 발생하는 응력 및 보의 처짐, 균열 양상을 측정 하였다. 하중 재하에는 2800kN의 MTS를 이용하여 종방향 변위 제어 방식 실험을 실시하였다.

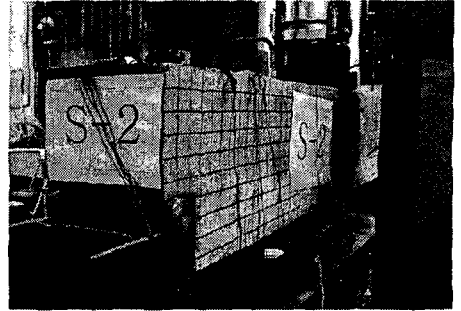


그림 8 S-2 실험체의 세팅

5. 실험 결과

표2. 실험 결과

	Unit	First Cracking	Full service	First Yielding	Peak Load	Max Crack width at full service load (mm)		Failure Mode
						support	Mid span	
S-1	하중(Kg)	3939.05	11500	13240.83	15803.51	0.65	-	전단균열 ->전단파괴
	Mid span (mm)	2.80	7.42	8.47	10.46			
S-2	하중(Kg)	5813.71	11500	17155.18	20192.33	0.45	0.60	전단균열 ->휨파괴
	Mid span (mm)	3.158	6.67	11.35	25.49			
S-3	하중(Kg)	4023.93	11500	14784.33	17253.16	0.60	-	전단균열 ->전단파괴
	Mid span (mm)	1.558	4.51	6.103	8.01			
S-4	하중(Kg)	6652.26	11500	18098.30	22479.17	0.4	0.55	전단균열 ->휨파괴
	Mid span (mm)	3.42	5.88	9.88	22.63			

S-1 시험체의 경우 양쪽 지점부의 전단 균열 시작하여 지점부의 인장응력의 증가로 인해 턱진 부분의 전단 균열 증가로 이어져 최종 파괴는 지점부의 전단 파괴로 관찰 되었다. S-2 시험체의 경우 초기 전단 균열로 시작하나 강섬유가 응력 교란 구역에 보강되어 더 이상의 전단 균열의 확장은 보이지 않고 Mid Span의 휨 균열의 증가와 함께 휨 파괴로 이졌다. S-1 시험체에 비해 초기 균열 하중, 항복 하중 최대 하중의 증가를 보였으며 균열폭도 상당히 감소 하는 결과를 나타 내었다. 한편 응력 교란 구역에 전단 철근 대신에 헤드드바로 보강된 S-3 시험체의 경우 초기 전단 균열은 지점부에서 발생 하여 점점 확장 되어 헤드드바의 강한 정착 성능으로 CTT 절점의 콘크리트의 Crusing 파괴로 이어졌으며, 헤드드 철근의 완전한 항복 현상이 관찰 되었다. 또한, S-1 시험체에 비해 최대 하중 증가 및 인성향상을 현상을 보였다. 마지막으로 S-4 시험체의 경우 초기 전단 균열 시작하여 헤드드바 및 강섬유의 동시 보강으로 S-1, S-3 시험체 보다 최대 25% 이상의 최대 하중 증가 및 상당량의 인성 확보, 보의 Mid Span에 휨균열 확장에 의한 휨파괴로 이어 졌다.

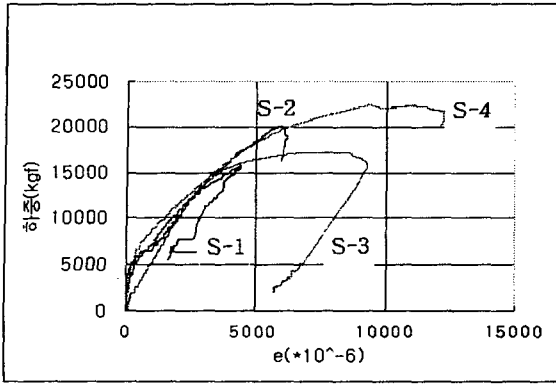


그림 6 시험체별 하중 변형을 곡선(지점부의 게이지)

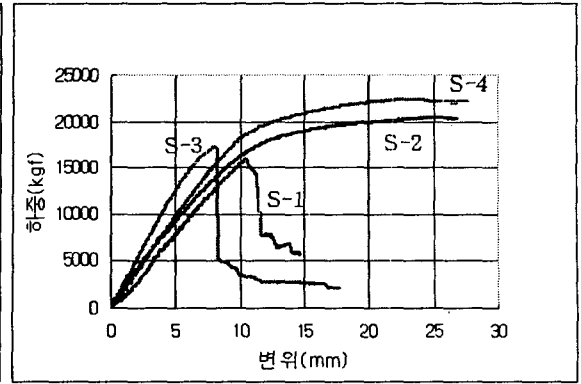


그림 7 실험체별 하중-처짐곡선(Mid Sagn)

6. 결론

시험체의 전단 지간비는 3.51 로서 일반 보에서는 중앙 경간의 미세한 휨 균열로서 파괴가 시작 되어 휨 파괴로 이어지는 경향을 보이나, DEB의 경우에는 응력교란 구역이 가장 취약한 부분이기 때문에 지점부의 전단 파괴의 경향을 보일수 있다. 따라서 DEB의 양 쪽 지점 부에 강섬유 및 헤디드 바를 활용함으로써 강성과 인성을 증대 시키고 뛰어난 정착 성능을 발휘 하여 구조물의 인성과 최대 하중에 견디는 우수한 성능을 확인 할 수 있다.

- 1) 헤디드 바의 사용은 유사한 구조성능 하에서 과밀 배근 지역에 시공성 증대를 가져올 뿐만 아니라, 전단 철근으로 사용 하였을 때 정착 성능향상과 변형을 경화 효과를 우수하게 발휘하는 결과를 보였다. 본 실험에서는 응력 교란 구역에 헤디드 바를 보강하여 정착성능을 향상 시켜서 헤디드 바의 완전한 항복을 유도 하여 인성과 최대 하중에 견디는 우수한 성능을 보임을 확인 할 수 있었다.
- 2) 강섬유는 인성, 인장강도 휨강도가 크며, 균열/충격에 대한 저항력이 뛰어 나며 전단/피로 강도가 우수하다. 단부, 모서리 등의 파손이 적으며 시공을 쉽게 하는데, 본 실험에서 강섬유로 보강된 시험체의 경우 타 실험체보다 인성 및 인장 강도 전단 강도가 증가 되었으며, 강한 구속 능력으로 지점부의 성능을 향상 시킨 결과를 얻을 수 있었다.
- 3) 강섬유와 헤디드 바가 동시에 보강된 시험체의 경우 강섬유의 우수한 휨 인성 작용으로 부재의 인장 강도 발휘 후 철근으로 인장 응력의 전이, 강섬유의 인장 응력의 증가로 우수한 휨 인성과 보의 전단 강도 증가 효과를 얻을 수 있었다.

7. 참고문헌

1. ACI Committee 318 (2002) Building Code Requirements for Structural Concrete(ACI 318-02) and Commentary(ACI 318R-02), American Concrete Institute, Michigan. :
2. William, D.Cook.; Denis Mitchell., Studies of disturbed Regions near Discontinuities In Reinforced Concrete Members, ACI Structural Journal, V. 85, No. 23, March. - April. 1998, pp. 206-216.
3. Peter J. McHarg.; William, D.Cook.; Denis Mitchell.; Young-Soo Yoon, Benefits of Concentrated Slab Reinforcement and Steel Fibers on Performance of Slab-Column Connections, ACI Structural Journal, V.97. No.24 March. - April. 2000, pp.225-234.