

포스트 텐션 플랫 플레이트 슬래브 접합부의 거동

Structural Behavior of Post-Tensioned Flat Plate Slab-Column Connections

조 경 현*
Cho, Kyung Hyun

한 상 환**
Han, Sang Whan

이 리 형**
Lee, Li-Hyung

ABSTRACT

Recently, post tension flat plate slab system is widely used for a new slab structural system. Slab-column connections may fail in brittle manner by punching shear. Flat plate slabs have been widely used for gravity load resisting system in buildings. Lateral resistance usually provided by shear walls or moment resisting frames. Since flat plates move together with lateral loading system during earthquake or wind, it is important to evaluate the gravity resistance under a drift experienced by lateral force resisting system during either design earthquake or wind. Thus, this study investigated post tension flat plate slab systems whether they have sufficient strength and deformability to resist gravity loads during specified drift levels. Experimental research was carried out.

keyword : flat plate slab, post-tension, punching shear

1. 서론

슬래브 구조시스템으로 포스트텐션 플랫 플레이트 슬래브가 최근 많이 사용하고 있다. 포스트 텐션의 적용이 적용된 슬래브는 고장력 텐돈을 사용하여 경제적 이점 및 장경간, 균열방지와 더불어 세장한 구조 부재의 사용이 가능하다. 그러나 플랫 플레이트 슬래브는 슬래브-기둥 접합부에서 발생하는 전단파괴를 통한 취성적 거동을 한다는 단점이 있다. 따라서 포스트 텐션 플랫 플레이트의 도입 및 적용이 성공적으로 이루어지기 위해서는 전단파괴에 대한 안정성이 사전에 충분히 검토되어야 한다. 이러한 필요성에 따라 본 연구에서는 포스트 텐션 플랫 플레이트 슬래브의 중력하중 및 횡하중 작용시의 슬래브-기둥 접합부의 뚫림전단에 대한 실험적 연구를 통하여 슬래브-기둥 접합부의 성능 파악과 함께 강성 저하, 연성 능력, 에너지 소산 능력 및 거동에 대해서 연구하고자 하였다.

*정회원, 한양대학교 건축공학과 석사과정

**정회원, 한양대학교 건축공학과 교수

2. 대상건물의 선정 및 실험체 계획

실험체의 대상건물은 서울에 위치하는 20층 주거 및 사무실 건물로 정하였다. 설계는 미국의 기준(ACI 318-02⁽¹⁾ 및 UBC 97⁽²⁾)을 기본으로 했다. 대상건물은 횡하중은 보통 전단벽이 받는 것으로 가정하고 중력하중은 포스트텐션 플랫 플레이트 슬래브가 저항하는 것으로 가정하여 설계하였다. 실험체의 경우 대상건물에서 60% 축소하여 계획을 하였다. 또한 실험실 여건에 맞춰 한쪽 변을 자른 장방형의 실험체의 형상을 지니게 계획했다. 실험체의 크기는 4.6m×3.6m×2.1m의 크기로 제작을 하였고, 실험체에서의 주 변수로는 가력방향에서의 텐돈의 배치와 더불어 수직하중비($V_g/\phi V_c$)로 하였다. 실험체 일람은 표 1과 같다.

표 1. 실험체 일람

실험체명	t(cm)	d _{aver}	C(cm)	f _{ck} (kgf/cm ²)	f _y (kgf/cm ²)	f _{pu} (kgf/cm ²)	f _{se} (kgf/cm ²)	주 변수	
								강선배치	V _g /φV _c
PI-B30	13.2	11.05	30×30	300	4000	18900	16100	Banded	0.3
PI-B50	13.2	11.05	30×30	300	4000	18900	16100	Banded	0.5
PI-D30	13.2	11.05	30×30	300	4000	18900	16100	Distributed	0.3
PI-D30	13.2	11.05	30×30	300	4000	18900	16100	Distributed	0.5

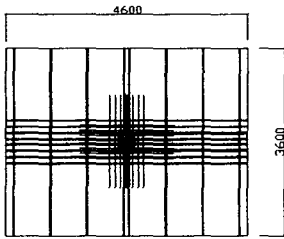


그림 1. PI-B 30,50 실험체

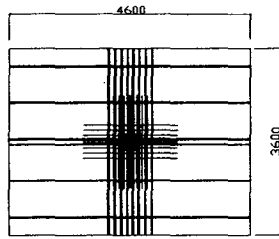


그림 2. PI-D 30,50 실험체

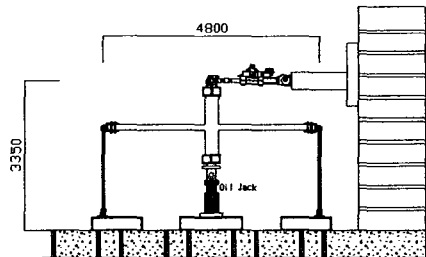


그림 3. 실험체 세팅

3. 실험

실험체의 경계조건을 위하여 총 5개의 로드셀이 사용이 되었으며, 이는 실험체의 끝단에 걸리는 반력을 0으로 해줌으로 하여 실제조건과 일치하도록 하였다. 이는 중력하중 작용시에 슬래브의 중앙부에 발생하는 전단력의 크기가 0이 되는 것과 같다. 실험체의 기둥부분에서 2000kN 오일잭을 이용하여 부가적인 하중을 가력을 하였다. 이는 중력하중 재하시에 부족한 하중을 부가적으로 재하하는 것으로서 이를 통하여 슬래브 끝단의 힌지에 작용되는 반력의 크기를 0으로 조절할 수 있다. 중력하중의 재하는 장방형 실험체의 형상으로 인해서 그림 5와 같은 비대칭적인 하중재하를 하였다. 이러한 하중배치는 슬래브의 장방형에 의하여 가력방향의 모멘트(M_x)와 직각방향의 모멘트(M_y)의 값이 동일하게 해주기 위함이다. 횡하중은 250kN의 액츄에이터를 사용하여 가력을 하였으며, 하중이력은 ACI Code T1.1-01에서 제안하고 있는 데이터를 이용하였다. 사용된 하중이력은 그림 4와 같다.

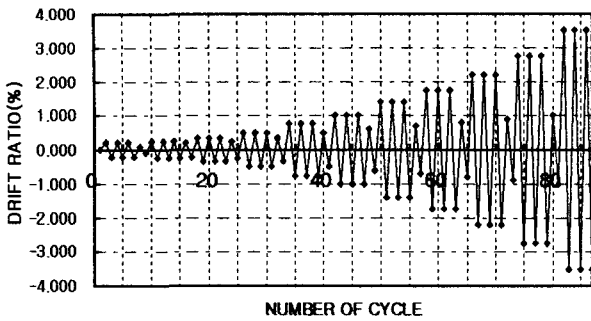


그림 4. 하중 이력

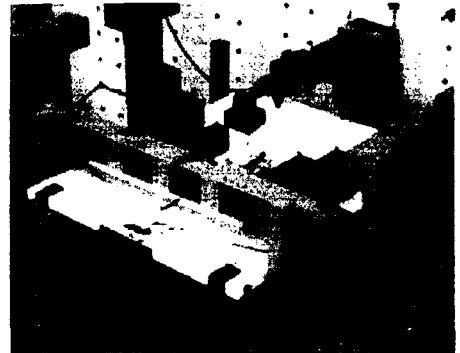


그림 5. 실험 사진

실험체에 사용된 텐돈의 응력을 보기위해 텐돈의 끝에 제작된 로드셀을 부착을 하여 횡력 가력시에 텐돈에 미치는 응력의 변화를 측정을 하도록 하였다. 횡하중 가력시에 슬래브의 처짐 및 횡변위의 측정을 위하여 총 21개의 LVDT를 설치하였으며, 철근의 인장값을 측정하기 위해서 실험체당 27개의 스트레인 게이지를 부착을 하였다.

4. 실험결과

실험결과에서 포스트 텐션을 가한 플랫 플레이트 내부 실험체의 경우 설계 층간변위값(1.5%)보다 큰 2.33배 ~ 3.93배의 층간변위를 나타냈다. 이는 Pan and Moehle(1988)⁽³⁾의 실험에서 언급했던 중력설계된 플랫플레이트 층간변위값에 비교하여 큰 값이며, 이를 통하여 중력하중으로 설계된 포스트 텐션 플랫 플레이트 시스템이 횡력에 대하여 충분한 연성을 지니고 있고, 또한 전단파괴에 대해서 충분한 강성을 지속된다고 판단된다. 또한 그림 6과 같이 분산형 배치 실험체는 집중형에 비해서 최대강도가 1.08배 ~ 1.44배 큰 것으로 나타났다.

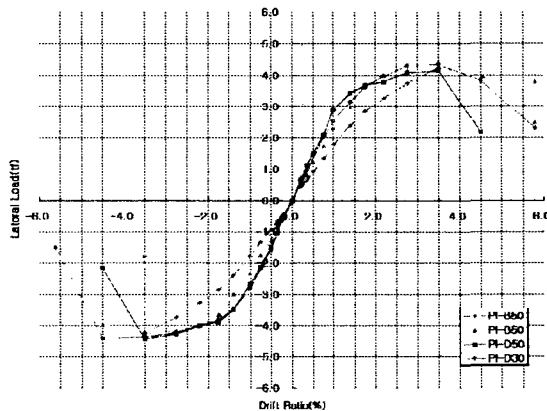


그림 6. 각 실험체 하중변위곡선

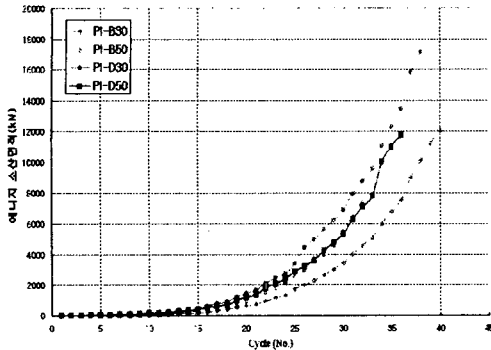


그림 7. 각 실험체 에너지 소산 능력

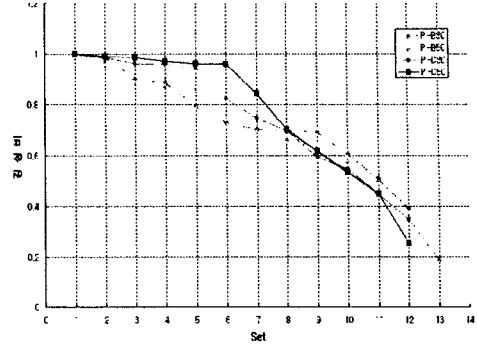


그림 8. 각 실험체별 강성저하

그림 8과 같이 집중형 실험체의 경우 최대하중 도달 후 급격한 강성저감이 발생하였으며, 이에 반해 분산형 실험체의 경우 최대하중 도달 후에도 강성의 저감이 적게 나타나 충분한 연성을 지니고 있는 것으로 판단된다.

5. 결론

수평하중을 받는 포스트 텐션 플랫 플레이트의 실험적 연구 결과는 다음과 같다.

- 1) 집중형 텐돈배치의 실험체와 분산형 텐돈배치의 실험체는 최대중간변위에 대해서 큰 차이를 보이지 않고 있다. 또한 그림 7과 같이 에너지소산능력에도 큰 차이는 없었다. 모든 실험체에 사용된 고장력 텐돈으로 인해 전단파괴를 지연시키며, 횡강성을 증가시킨다고 판단된다.
- 2) 분산형 실험체가 집중형 실험체에 비하여 연성능력 및 강성이 더 나은 결과가 나타났다.
- 3) 횡변위가 3%까지도 중력하중을 저항하는 것으로 나타났다. 특히 중력하중이 작은 실험체의 중력하중을 저항할 수 있는 최대 횡변위가 증가하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2004년 건설기술연구개발사업 지원(과제번호 : 03산화연 B01-01)으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete(ACI 318-02)," American Concrete Institute, Detroit, 2002.
2. Uniform Building Code 1997, International Conference of Building Officials, Whittier, Calif., 199
3. Pan, A. A., and Moehle, J.P., "Reinforced Concrete Flat Plate Under Lateral Loading :Experimental Study Including Biaxial Effects," Report No.UCB/EERC-88/16, University of California at Berkeley, Oct. , 1988, 256P.