

# 철근형 전단보강근을 사용한 플랫 플레이트 시스템의 이력 거동

## Hysteretic Behaviour of Flat Plate System Using Rebar Type Shear Reinforcement

이 현 호\*      천 영 수\*\*      김 진 수\*\*\*      이 도 범\*\*\*\*      김 옥 종\*\*\*\*\*  
Lee, Hyun Ho   Chun, Young Soo   Kim, Jin Soo   Lee, Do Bum   Kim, Ook Jong

### ABSTRACT

From the development of residential flat plate system, continuously bended shear reinforcements were applied in the joint performance test. The testing parameters are shear reinforcement types, which are no reinforcement, studrail reinforcement, and rebar type reinforcement. To verify the lateral resisting capacity, cyclic load is applied in the constant vertical load condition. From the test results, the resisting capacity of developed shear reinforcement system has a good performance behavior in the story drift ratio.

### 1. 서 론

미래의 주거환경은 수요자의 다양한 주거평면 요구를 수용함은 물론 리모델링 및 Open Housing의 구현이 용이한 골조형 구조형식으로의 전환이 불가피한 실정이다. 이러한 현실을 감안하여 벽식구조의 장점을 최대한 활용하면서 골조와 접목 가능한 플랫 플레이트(무량판) 구조시스템의 개발이 적절한 것으로 판단되며, 우리나라의 경우에도 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다. 본 연구에서는 플랫 플레이트 구조의 핵심 요소기술인 뿔립전단 성능을 개선하기 위한 전단 보강근 개발 및 개발 보강근을 사용한 구조물의 내진안정성 평가를 연구목적으로 하다. 이를 위하여 제작된 3개의 실물실험체를 대상으로 한 수평하중 저항 성능 실험을 실시하며, 실험결과는 항복강도 및 변위, 최대강도 및 변위, 층간변위비, 파괴양상 등의 변수로 평가된다.

\* 정회원, 동양대학교 건축학부 교수, 공학박사

\*\* 정회원, 대한주택공사 주택도시연구원 책임연구원, 공학박사

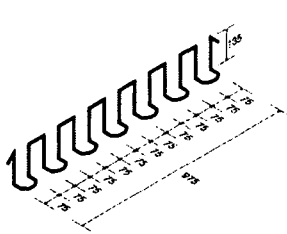
\*\*\* 정회원, 월드건설주식회사 기술연구소 차장, 구조기술사

\*\*\*\* 정회원, 대림산업주식회사 기술연구소 부장, 구조기술사

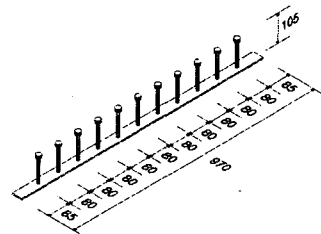
\*\*\*\*\* 정회원, 대림산업주식회사 기술연구소 과장, 공학박사

## 2. 구조성능 평가 실험

본 연구에서는 전단보강근이 없는 FIS0-10 실험체, 본 연구에서 개발된 철근형 전단보강근( $f_y=588$  MPa)이 사용된 FIS1-10 실험체 및 미국 등지에서 사용되고 있는 스테드레일(studrail) 전단보강근( $f_y=420$  MPa)을 사용한 FIS2-10 실험체 3개를 실물로 제작하였다. 두께 20 cm의 슬래브판 크기는 4.6×3.4 m 이며, 실험체 높이는 3.1 m(상하힌지간 중심거리 2.95m), 기둥 크기는 400×400 mm인 플랫폼 플레이트 실험체를 제작하였으며, 콘크리트의 압축강도는 30 MPa, 철근의 항복강도는 400 MPa로 설계되었다. 그림 1에 본 연구에서 개발한 철근형 전단보강근 및 스테드레일 상세를 나타내었다.



(a) 철근형 전단보강근



(b) 스테드레일 전단보강근

그림 1 전단보강근 상세

지진과 같은 수평하중에 대한 저항성능을 평가하기 위하여 층각변위비를 점증적으로 증진시켜 가력하였으며, 층간변위비 0.7%까진 동일 사이클을 1회씩, 그 이후론 동일 사이클을 3회씩 반복하여 가력하였다. 성능실험시 중력하중에 대한 영향을 고려하기 하기 위하여 중력하중비  $V_w/\phi V_c$ 를 실험시 조건에 맞추어 20%로 결정하였다. 여기서 중력하중비 20%는 약 15 ton에 해당하며, 그림 2에 나타난 것과 같이 슬래브 상부에 균등하게 배치하였다. 실험체의 반력은 기둥하부에 설치한 1개의 로드셀 및 4개의 슬래브 귀퉁이에 설치한 강봉(부착 스트레인게이지로 측정)으로 측정하였으며, 슬래브 주근 및 전단보강근의 변형도를 스트레인게이지로 측정하였다. 또한 슬래브에 생기는 처짐을 계측하기 위하여 LVDT를 사용하였다.

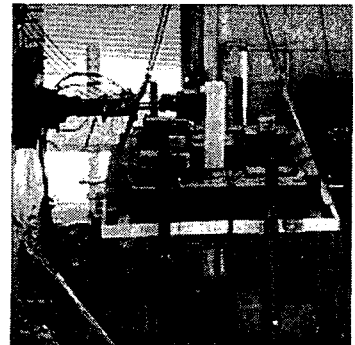


그림 2 실험체 셋팅

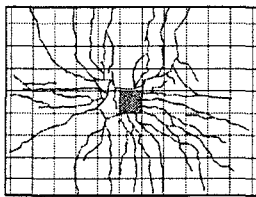
## 3. 실험 결과

표 1에 각 실험체별 항복강도 및 변위, 최대강도 및 변위, 연성비를 나타내었다. 여기서 항복강도

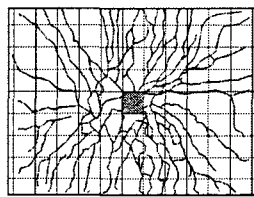
및 변위( $\delta_y$ )는 최대하중의 75%에 해당하는 점을 기준으로 산정하였으며, 연성비( $\mu$ )를 산정하기 위한 극한변위( $\delta_u$ )는 최대하중이 80% 떨어지는 점을 기준으로 하였다. 표 1에 의하면 전반적으로 본 연구에서 개발된 철근을 사용한 FIS1-10 실험체의 능력이 다른 실험체 대비 우수한 것으로 나타났다.

표 1 실험 결과

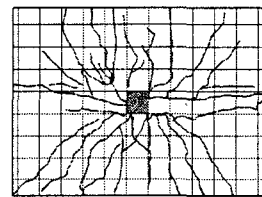
실험체 명	사이클	항복하중 (kN)	항복변위 $\delta_y$ , mm(%)	최대하중 (kN)	최대변위 $\delta_{max}$ , mm(%)	극한변위 $\delta_u$ , mm	연성비 $\delta_u/\delta_y$	파괴시 층간변위비
FIS0-10	+	52.6	33.53 (1.14)	70.1	74.86 (2.38)	89.43	2.67	4.0 %
	-	49.2	34.18 (1.16)	65.6	89.16 (2.22)	89.16	2.61	
FIS1-10	+	65.3	43.27 (1.47)	87.1	116.49 (2.95)	121.2	2.80	5.0 %
	-	61.0	41.06 (1.39)	81.3	120.34 (2.76)	120.34	2.93	
FIS2-10	+	64.8	41.40 (1.40)	86.4	74.81 (2.93)	91.41	2.21	2.5 %
	-	55.9	33.76 (1.14)	74.5	75.01 (2.53)	88.37	2.62	



(a) FIS0-10

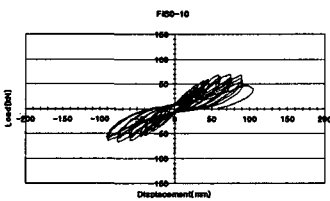


(b) FIS1-10

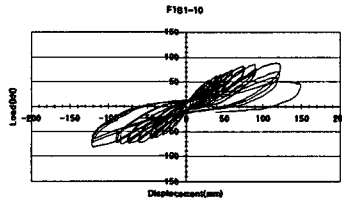


(c) FIS2-10

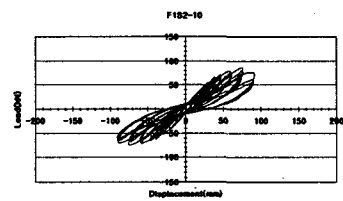
그림 3 균열도



(a) FIS0-10



(b) FIS1-10



(c) FIS2-10

그림 4 하중-변위곡선

#### 4. 전단보강근 효과 평가

##### 4.1 파괴양상 및 하중-변위곡선

그림 3에 나타난 실험체별 파괴양상에 의하면 각 실험체는 충분한 연성거동을 보임을 알 수 있으

며, FIS1-10 실험체의 경우 균열이 많이 진전되어도 안전한 거동을 보임을 알 수 있다. 이러한 거동은 그림 4에 나타난 하중-변위곡선에서도 알 수 있으며, 특히 개발된 FIS1-10 실험체는 풍부한 이력거동을 나타내는 것을 알 수 있다. 전반적으로 기둥주위의 편칭에 의한 파괴보다는 수평하중에 의한 휨파괴가 지배적임을 확인할 수 있었다.

#### 4.2 강도 및 변형 능력

표 1의 결과를 정리하여 그림 5에 정·부 가력에 대한 항복강도, 최대강도, 그리고 연성비를 나타내었다. 항복강도 및 최대강도의 경우 전단보강근을 사용한 경우가 우수한 것으로 평가되었으며, 연성비의 경우, 개발 보강근의 변형능력이 우수한 것으로 나타났다. 여기서 FIS2-10 실험체 내력이나 연성능력이 떨어지는 것은 스테드레일의 높이(105mm)가 다소 짧음에 기인한 것으로 판단된다. 또한 표1에 의하면 전단보강근이 보강된 항복시 층간변위비는 약 1.4 전후, 최대하중시 변위비는 2.6이상인 것으로 평가되어, 내진규준에 의한 층간변위비 1.5%(44.25mm)에 대한 내진안정성은 확보되었다고 판단된다.

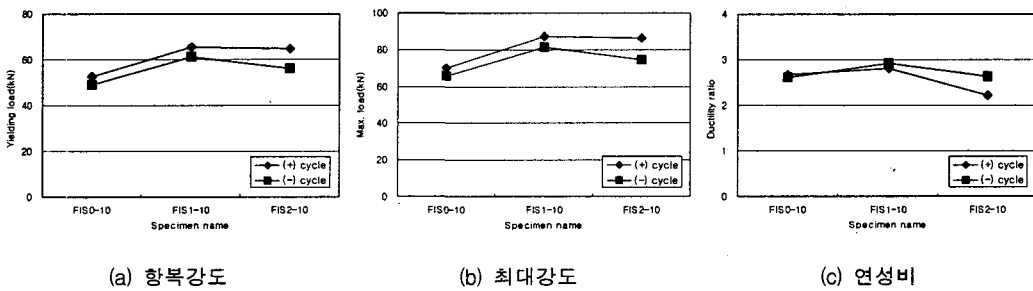


그림 5 강도 및 변형능력 비교

#### 5. 결론

본 연구에서는 새로운 주거형식으로 각광받고 있는 플랫 플레이트 시스템에 적용하기 위한 철근형 전단보강근을 사용한 실험체의 내진성능을 보강근이 없는 경우와, 기존의 스테드레일 보강을 사용한 경우에 대하여 평가하였다. 평가 결과 개발된 보강근을 사용한 경우, 파괴양상, 이력거동, 강도 및 변형능력에 있어 우수한 이력 성능을 보유한 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

1. I.N. Robertson, T. Kawai, J. Lee, and B. Enomoto, "Cyclic Testing of Slab-Column Connections with Shear Reinforcement", ACI Structural journal, V.99, N0.5, 2002