

# 고인성 섬유복합 모르타르를 이용한 플랫 플레이트 구조 슬래브-기둥 접합부의 전단성능 개선

## Improvement of Shear Performance for High Ductile Fiber-Reinforced Mortar Slab-Column Connection in Flat Plate Structural System

하 기 주\* 김 윤 용\*\* 신 종 학\* 양 승 혁\*\*\* 홍 건 호\*\*\* 김 정 수\*\*\*\*  
Ha, Gee Joo Kim, Yun Yong Shin, Jong Hak Yang, Seung Hyeok Hong, Kun Ho Kim, Joung Su

### ABSTRACT

Recently the construction of high-rise reinforced concrete building is progressively increased as the social demands. It is significantly important factors such as economy, the safety of structure, and the flexibility of internal space. Therefore new structural system is also required to be attained the reduction of story height, the flexibility and efficient use of space. The most suitable structural system is with the economy and flexibility, flat plate slab system in high-rise reinforced concrete building. In this research, it was focused in the improvement of shear performance in the flat plate system using high ductile fiber reinforced mortar. It was evaluated the shear performance in the critical region of slab-column connection. The flat plate system, designed by the high performance and safety, was developed as a new technique in the application of high-rise R/C building.

### 1. 서 론

최근 사회적 요구에 따라 초고층건물의 건설이 점점 증가하고 있는 추세이며, 초고층건물의 건설시 무엇보다도 중요한 것은 건설에 소요되는 비용 즉 경제성과 구조의 안전성 및 공간의 유연성의 확보이다. 이를 위하여는 초고층건물의 각층의 층고를 줄이고, 건물의 내부공간의 유연성을 확보함으로써 공간의 효율적인 이용을 도모할 수 있는 구조시스템의 개발이 필요하다. 초고층건물의 건설시 경제성과 융통성을 확보할 수 있는 가장 적절한 구조시스템은 플랫 플레이트 슬래브 시스템이다. 그러나 현재까지의 연구 및 시공사례에 따르면 초고층건물에서의 플랫 플레이트 슬래브-기둥 접합부 위험영역의 전단성능 개선이 중요한 것으로 지적되고 있다. 따라서 본 연구에서는 초고층 철근콘크리트 건물에 적용 가능한 플랫 플레이트 슬래브-기둥 접합부 위험영역의 전단성능 개선을 위하여 압축강도 50MPa의 고인성 섬유복합 모르타르를 이용하여 슬래브-기둥 접합부의 위험영역을 보강하여 성능 개선을 도모한 후 슬래브-기둥 접합부의 전단성능을 평가하고자 한다.

\*정회원, 경일대학교 교수, 공학박사

\*\*정회원, 한국과학기술원 연구교수, 공학박사

\*\*\*정회원, 경일대학교 대학원 석사과정

\*\*\*\*정회원, 한국과학기술원 박사과정

## 2. 고인성 복합섬유 모르타르를 이용한 플랫 플레이트 구조시스템의 실험

### 2.1. 실험계획

본 연구에서는 초고층건물에 적용 가능한 슬림형 바닥시스템을 개발하기 위하여 초고층 철근콘크리트 건축물의 플랫 플레이트 구조 슬래브-기둥 접합부 위험영역의 문제점으로 지적되고 있는 전단성능을 개선할 목적으로 표 1에서와 같이 실험체 모델을 제작하였다.

그림 1 실제 모델과 축소 모델 간의 상관 관계

구 분	슬래브 스패길이(cm)	층 고(cm)	슬래브 두께(cm)
실제모델	800	300~350	25
축소모델	600	150~175	15

### 2.2. 실험체의 형태 및 변수

고층 주거형 또는 주상복합형건물의 슬래브-기둥 접합부 형식을 채택하고, 크기는 실물의 약 2/3로 축소 모델화 하여 제작하였다. 그리고 단조하중(축력) 작용시 플랫 플레이트 시스템의 슬래브의 전단성능을 평가하기 위하여 기존 R/C 플랫 플레이트 시스템을 표준 실험체로 제작하였고, 전단성능 개선을 위하여 슬래브와 기둥 접합부 위험영역에 고인성 복합섬유 모르타르를 사용한 플랫 플레이트 구조 시스템을 2/3축소모델화 하여 표2와 같이 3개의 실험체를 제작하였다. 초고층건물에 적용 가능한 플랫 플레이트 시스템의 내부 슬래브-기둥 접합부의 실험체에 대한 형상은 하중 작용시 실제 구조물에서의 응력분포와 유사하게 거동을 나타낼 수 있도록 그림 1 에서와 같이 정팔각형 슬래브로 제작하였고, 슬래브 두께는 16cm이고, 슬래브의 스패길이는 200cm이며 기둥의 단면치수는 40cm x 40cm 이다. 실험체의 기둥은 슬래브의 중심에 위치하며, 슬래브 면으로부터 직상부와 직하부로 90cm, 20cm씩 돌출한다.

표 2 실험체 일람표

NO	실험체명	구 분	슬래브			작용하중형태	기둥		접합부	파괴모드
			두께	주 근	간 격		주 근 보강	크기		
1	SRCFP-M	R/C FLAT PLATE	16cm	HD13	90mm	단조하중	R/C	40cm×40cm	고정	전단 파괴
2	RCFPP1.5-M	R/C FLAT PLATE	16cm	HD13	90mm	단조하중	R/C	40cm×40cm	고정	전단 파괴
3	RCFPP1.0-M	R/C FLAT PLATE	16cm	HD13	90mm	단조하중	R/C	40cm×40cm	고정	전단 파괴

### 2.3. 사용재료의 선정 및 특성

실험체에 사용된 철근은 SD 40(D10, D13, D19)를 사용하였으며, 실험체에 사용된 콘크리트는 자갈의 최대직경은 19(mm), 슬럼프는 15(cm), 콘크리트 강도는 재료실험에 의하여 약 270(kgf/cm<sup>2</sup>)로 하였다.

### 2.4 실험방법 및 장치

#### 2.4.1 실험방법

본 실험은 경일대학교 구조실험실에서 슬래브-기둥 접합부 시스템의 실험을 위하여 구조실험용 프레임을 제작하여 설치하였으며, 슬래브-기둥 접합부의 전단거동을 파악하기 위하여 3개의 실험체의 기둥에 그림 2와 같이 단조 축하중을 실험체 파괴시까지 가력하였다.

### 3. 고인성 복합섬유 모르타르를 사용한 플랫 플레이트 구조시스템의 구조성능 평가 및 개선

#### 3.1 하중-변위 특성

초고층 건물에 적용 가능한 플랫 플레이트 구조 슬래브-기둥 접합부의 구조성능을 규명하기 위하여 기존의 철근콘크리트 플랫 플레이트 시스템의 표준실험체(SRCFP-M)를 파괴될 때까지 가력하여 R/C 플랫 플레이트 시스템의 전단 거동을 고찰하였으며, 표준시험체의 하중-변위 관계는 그림 4(a)와 같다. 콘크리트구조설계 규준에 의하여 설계된 표준실험체 SRCFP-M의 초기균열은 재하하중 약 20tonf 가력시 발생하였고, 극한하중은 75.86tonf로 측정되었으며 그때의 슬래브 하부 중앙점의 최대 변위는 7.0mm가 발생하였다.

그리고 SRCFP-M 실험체의 항복변위는 6.19mm이고 그때의 항복강도는 71.2tonf 이다. 또한 작용하중 60tonf 정도에서 슬래브 하부의 기둥 경계면에서 1d만큼 떨어진 부분에서 균열이 집중적으로 형성되었다. 또한, 작용하중이 극한하중에 도달한 후 즉시 급격히 기둥면을 따라 전형적인 뚝뚝전단 파괴가 일어나면서 하중-변위 곡선이 급격히 하강하였으나 슬래브의 휨철근의 영향으로 일시적으로 내력이 증가한 후 최종 파괴에 도달하였다. 그리고 고인성 복합섬유 모르타르를 이용한 플랫 플레이트 보강실험체 RCFPP<sub>1.5</sub>-M과 RCFPP<sub>1.0</sub>-M은 기본실험체 SRCFP-M에 비하여 최대내력이 각각 9~68% 증가하였고, 최대내력 이후의 하중-변위곡선이 보다 안정적인 거동을 나타내었으며, 연성능력이 훨씬 증대하였다.

#### 3.2 파괴형태

슬래브와 기둥 경계면에서 전단파괴를 제어할 목적으로 유효층범위(d=15cm)에 고인성 복합섬유(1.5%)를 타설한 실험체 RCFPP<sub>1.5</sub>-M은 초기에는 균열이 거의 발생하지 않았으며, 하중이 증가하면서 기둥면에서 유효층(d=15cm) 만큼 떨어진 부위에서 균열이 발생하였다. 그리고 하중이 증가함에 따라 기둥경계면에서 20cm 떨어진 면 밖에서 균열이 확산되었고 최종 파괴시에도 뚜렷한 뚝뚝전단 현상이 발생되지 않았으며, 표준시험체에 비하여 파괴양상이 매우 개선되어 안정적인 파괴형태를 보였다. 따라서 실

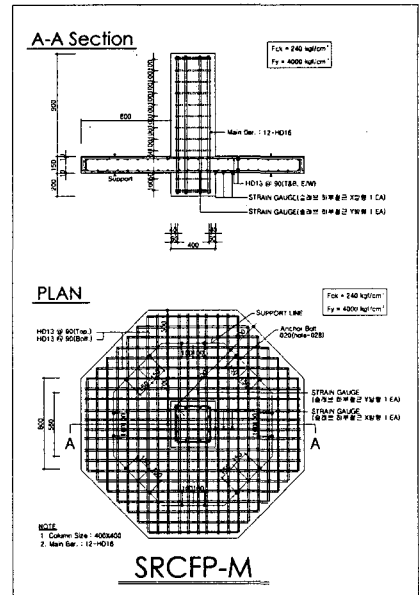


그림 1 실험체의 배근상세

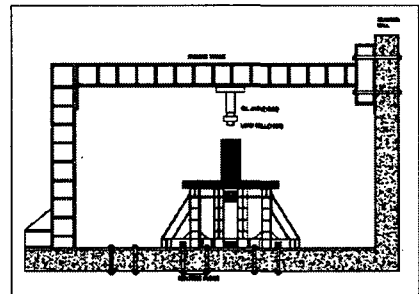


그림 2 실험체의 설치상태 및 가력장치

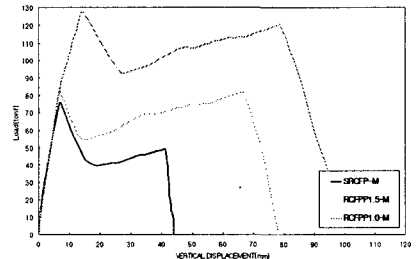
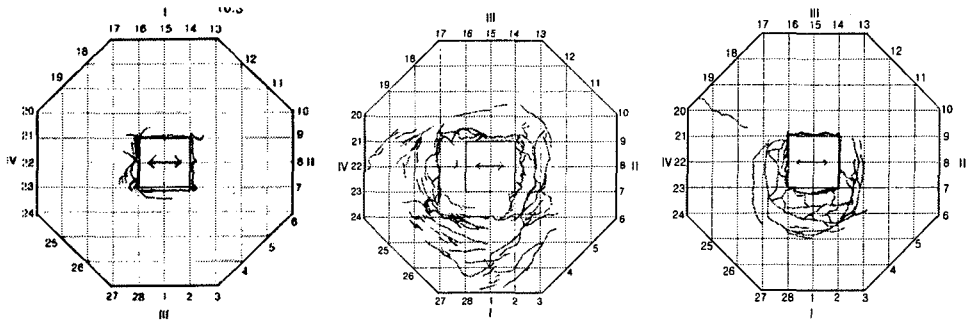


그림 3 각 실험체의 하중-변위 관계

제 구조물의 슬래브의 뚫림전단 현상을 충분히 제어 할 수 있을 것으로 사료된다.

슬래브와 기둥 경계면에서 전단파괴를 제어할 목적으로 유효춤 범위( $d=15\text{cm}$ )내에 신 복합섬유(1%)를 타설한 실험체 RCFPP<sub>1.0</sub>-M는 초기에는 균열이 거의 발생하지 않았으며, 하중이 증가하면서 기둥면에서 유효춤( $d=15\text{cm}$ ) 만큼 떨어진 부분에서 균열이 발생 하였다. 그리고 하중이 증가함에 따라 기둥면에서 유효춤 만큼 떨어진 부위 밖으로 균열이 진전되다가, 최종파괴시에는 기둥면과 유효춤 만큼 떨어진 면과 기둥경계면 에서 뚫림전단이 발생하면서 파괴되었다. 그러나 본 실험체는 표준 실험체에 비하여 중국 파괴시에 이르기 까지 균열의 확산분포가 현저하고, 뚫림전단의 정도가 매우 미약하였다.



(a)실험체 SRCFP-M

(b)실험체 RCFPP1.5-M

(c)실험체 RCFPP1.0-M

그림 4 각 실험체의 파괴형태

#### 4. 결론

- (1) 고인성 복합섬유 모르타르를 이용한 플랫 플레이트 구조시스템은 기존 R/C플랫 플레이트 구조시스템과 비교하였을때 강도와 연성능력이 증대하였고, 최대내력 이후의 하중-변위곡선이 보다 안정적인 거동을 나타내었다.
- (2) 고인성 복합섬유 모르타르를 이용한 플랫 플레이트 구조시스템의 경우 단조하중 작용시 기존 R/C 플랫 플레이트 구조시스템에 비하여 각각 최대내력이 9~68% 증가하였다.
- (3) 고인성 복합섬유 모르타르를 이용한 플랫 플레이트 구조시스템의 경우 단조하중 작용시 기존 R/C 플랫 플레이트 구조시스템에 비하여 파괴시 뚜렷한 균열분산 능력과 매우 안정적인 파괴형태를 나타내었다.

#### 참고문헌

1. 하기주 외 5인, “고인성 복합섬유 모르타르를 이용한 플랫 플레이트 구조 슬래브-기둥 접합부의 내진성능 개선”, 구조물진단학회 복합술발표논문집 제9권 1호, 2005. 5, pp.195~200
1. 하기주 외 3인, “고강도 철근콘크리트 보-기둥 접합부의 이력거동 특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회논문집 제8권 9호, 1992. 9, pp.231~240.
2. 하기주 외 2인, “고강도 철근콘크리트 보-기둥 접합부의 내진성능 개선에 관한 실험적 연구”, 한국 콘크리트학회논문집 제4권 1호, 1992. 3, pp.135~145.
3. Ha, G. J., Kim, J. K., and Chung, L. "Response of Reinforced High-Strength Concrete Beam-Column Joints Under Load Reversals" Magazine of Concrete Research, No. 160, September 1992, pp. 175-184.
4. 하기주, 신중학 김윤용, “고인성섬유 복합모르타르 전단벽체의 구조성능 평가”, 대한건축학회연합논문집, 2005.2, pp.39-45.