

# 철근콘크리트 건물의 보-기둥 접합부 고성능화 기술 개발에 관한 연구

## Development of High-Performance Technology of Beam-Column Joints in Reinforced Concrete Building

하 기 주<sup>\*</sup>      신 종 학<sup>\*\*</sup>      조 효 식<sup>\*\*\*</sup>      주 정 준<sup>\*\*\*</sup>  
Ha, Gee Joo      Shin, Jong Hack      Cho, Hyo Sik      Ju, Jung Jun

### ABSTRACT

In this dissertation, experimental research was carried out to study the hysteretic behavior of reinforced high-strength concrete beam-column joints designed by high performance techniques, such as application of high-strength concrete, reducing of joint regions damage, moving of beam plastic hinge.

Specimens(HJAI, HJCI), designed by the development of earthquake-resistant performance, moving of beam plastic hinge, and new design approach, were attained the moving of beam plastic hinge and developed significantly earthquake-resistant performance of such joints.

### 1. 서론

최근 건설분야에서 구조물의 대형화 및 고층화 추세에 따라 우수한 성능을 지닌 고강도의 건설재료가 요구되고 있으며, 보다 나은 성능확보 및 정확한 재료특성을 파악하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 초고층 철근콘크리트 건축물에서 지진하중과 같은 횡력이 작용할 때 가장 취약적이고 응력부담이 높은 보-기둥 접합부 영역에 대하여 내력과 연성능력을 향상시키고, 철근콘크리트 구조물의 안전성을 증대시키기 위하여 보의 소성힌지를 보의 내측으로 이동시키는 새로운 설계개념을 도입하였다.

이러한 철근콘크리트 건물의 보-기둥 접합부 구조성능을 평가하고 개선하여 실제 구조물의 설계시 기초자료로 활용하는 데 그 목적이 있다.

### 2. 철근콘크리트 건물의 보-기둥 접합부 구조성능 평가

#### 2.1 실험계획

철근콘크리트 보-기둥 접합부의 구조성능 평가 및 개선을 위하여 본 연구에서는 콘크리트강도

\* 정회원, 경일대학교 건축공학과 부교수

\*\* 정회원, 경일대학교 건축공학과 교수

\*\*\* 정회원, 경일대학교 대학원 졸업

(296kg/cm<sup>2</sup>, 495kg/cm<sup>2</sup>), 정착형 중간철근 길이(1.0d), 폐쇄 스티립의 이중구속, 하중재하 형태(단조하중, 반복주기하중)등을 주요 실험변수로 한 고성능 철근콘크리트 보-기둥 접합부의 구조성능을 평가하여 내진설계의 기초자료로 제시하고자 한다.

### 2.2 시험체의 제작

지진하중과 같은 반복 주기하중을 받는 철근콘크리트 보-기둥 접합부의 구조성능을 평가하고 개선하기 위하여 실제 구조물의 1/3정도의 크기로 축소한 외부 보-기둥 접합부 형태의 5개의 실험체를 제작하였다. 표준적인 보-기둥 접합부의 상세 및 내진성능개선 배근상세는 그림 1 및 그림 2와 같다.

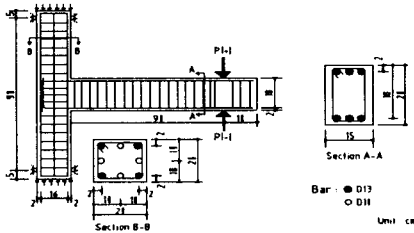
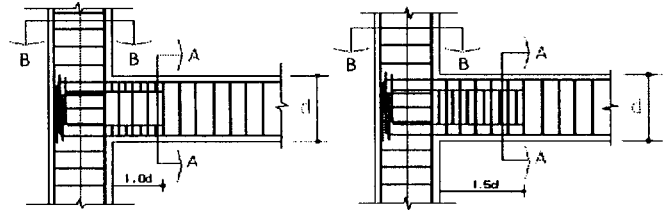


그림 1. 보-기둥 접합부 실험체의 상세 (표준실험체 NJM, NJC, HJC)



(a) 실험체 HJA1 (b) 실험체 HJC1

그림 2. 내진성능 개선을 위한 접합부 배근상세

### 2.3 사용재료 및 배합설계

본 연구에 사용한 콘크리트는 보통포틀랜드 시멘트와 최대 골재크기가 16mm인 쇄석골재를 사용하였으며, 표 1에 나타난 콘크리트 압축강도는 각각 9개의 공시체의 시험결과에 대한 평균 값이다. 철근은 SD40의 고강도 철근 및  $\phi 6.0$ 의 철선이 사용되었으며, 본 실험에 사용된 철근의 재료특성은 표 2와 같다

표 1 콘크리트의 배합표

압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C (%)	S/A (%)	콘크리트 배합량(kg/m <sup>3</sup> )					슬럼프 (cm)
			시멘트	물	모래	쇄석	혼화제	
296	45	45.6	408	183.6	821	976	-	8
495	30	30.7	635	190	410	925	7.62	25

표 2 철근의 재료특성

구분/종류	탄성계수 (kg/cm <sup>2</sup> )	항복강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	항복변형도 (*10 <sup>-6</sup> )	인장강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	신율(%)
$\phi 6$	$2.3 \times 10^6$	2,800	2,534	4,570	31%
D10	$1.95 \times 10^6$	4,550	2,333	6,360	29%
D13	$2.04 \times 10^6$	4,025	1,973	6,900	28%

### 2.4 실험장치 및 실험방법

본 연구의 실험은 경일대학교 구조실험실에서 반력벽과 반력바닥을 이용하였고, 철근콘크리트 보-기둥 접합부의 거동을 파악 및 구조성능을 개선하기 위하여 5개의 모든 실험체에 기둥의 허용축하중(balanced

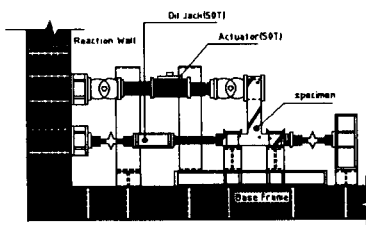


그림 3. 시험체의 설치상태 및 가력장치

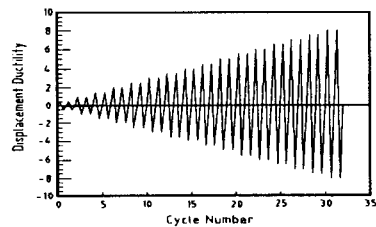


그림 4. 작용하중의 이력 형태 (Loading History)

axial load)의 30%를 기둥에 일정하게 가력한 후 반복 주기하중을 구조물에 가력하였다. 그림 4에서와 같이 변위연성은 각 사이클의 종료시 변위에 대한 실험체의 항복변위의 비로써 정의한다. 반복 주기하중의 재하속도는 전 실험체에  $T=100\text{sec}$ 로 가력하였으며 반복회수는 2사이클로 최종파괴시까지 계속하여 가력하였다. 실험체의 설치상황 및 가력장치는 그림 3과 같다.

### 3. 철근콘크리트 건물의 보-기둥 접합부 구조성능 평가 및 개선

#### 3.1 이력거동 특성

본 연구에서는 각 실험체의 이력거동 곡선을 구하기 위하여 반복주기하중을 가력하여 각 실험체의 작용하중과 하중 작용점의 변위와의 관계를 그림 5(a)~(e)에서와 같이 구하였다.

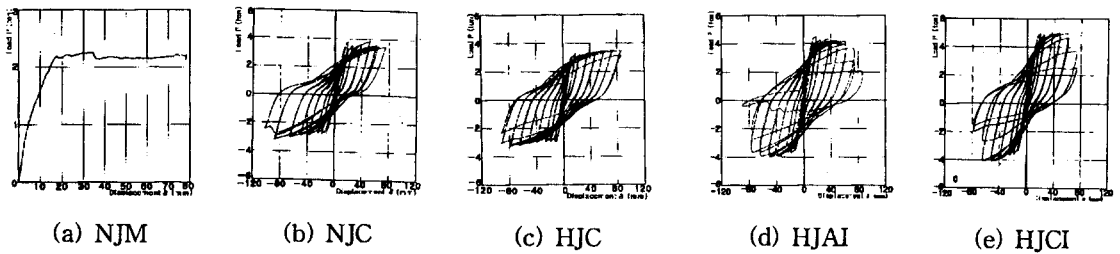


그림 5. 각 실험체의 하중-변위 관계

그리고 각 실험체의 이력거동 곡선을 구하기 위하여 반복주기하중을 가력하여 각 실험체의 작용하중과 하중 작용점의 변위와의 관계를 그림 5(a)~(e)에서와 같이 구하였으며, 소성힌지 이동 및 구조성능 개선을 위한 실험체(HJAI, HJCI)의 경우 기본 실험체 HJC에 비하여 강도 및 강성이 증대하였고 안정적인 이력거동을 나타내었다.

#### 3.2 파괴형태

본 실험에 사용된 각 실험체의 실험중 또는 종료시의 파괴형태는 그림 6(a)~(e)와 같다.

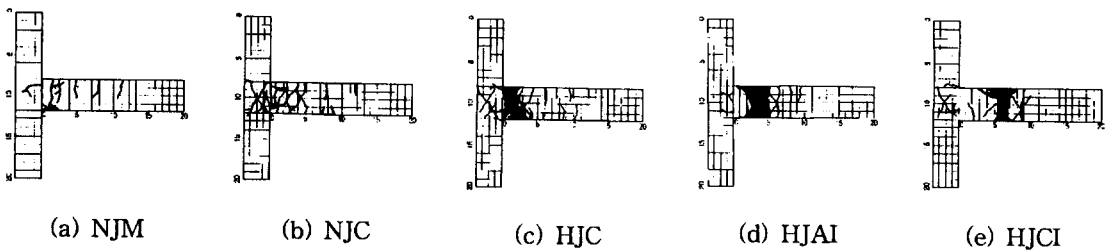


그림 6. 각 실험체의 실험중 또는 종료시의 파괴형태

실험체 HJAI의 경우, 변위연성 5에서 보-기둥 접합면에서 보쪽으로 20cm전·후에서 콘크리트 피복의 탈락현상이 발생하였고 변위연성 6에서는 20cm전·후면의 콘크리트 피복이 완전탈락 되면서 최종 파괴되는 양상을 나타내었다.

실험체 HJCI의 경우, 변위연성 4후반부에서 보-기둥 접합면에서 보쪽으로 이동된 소성힌지영역(30cm 전·후면)에서 콘크리트 피복의 탈락현상이 시작되었으며, 변위연성 6에서 소성힌지 이동영역에서의 콘크리트 피복이 90%이상 탈락하면서 최종파괴되는 양상을 나타내었다.

### 3.3 강도 및 강성변화 특성

실험체 HJAI, HJCI의 경우 기준시험체 HJC에 비하여 강도의 증진은 물론이고 변위연성 5정도까지는 안정적인 이력거동 특성을 나타내었다. 그리고 각 실험체의 강도변화에 따른 특성은 그림 7과 같다.

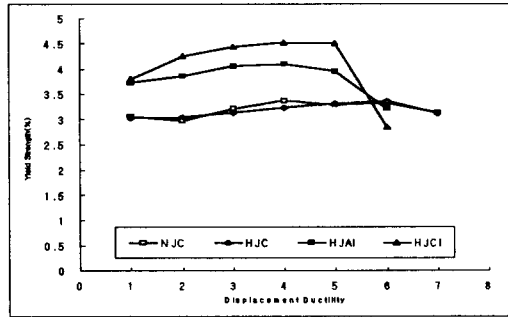


그림 7. 변위 연성별 각 실험체의 최대내력의 비교

## 4. 결 론

본 연구에서는 철근콘크리트 보-기둥 접합부의 고성능화 기술 즉 콘크리트의 고강도화, 접합부 영역의 손상을 최소화하고 보의 소성힌지를 보의 내측으로 완전히 이동함과 동시에 내진성능을 향상시키는 내진설계 상세 설계기술을 도입한 실험을 수행하여 구조성능을 평가하였으며, 본 연구의 실험결과를 근거로 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 실험체 HJCI의 경우 기준시험체 HJC에 비하여 변위연성 1~5에서는 최대내력이 25%~40% 증대되었으며, 변위연성 5정도까지는 안정적인 이력거동을 나타내었다.
- (2) 실험체(HJAI, HJCI)는 소성힌지의 이동에 따라 접합면에서 보의 내측으로 20cm~30cm범위에서 균열이 집중되는 안정적인 파괴형태를 나타내었다.
- (3) 중간철근의 배근(1.0d) 및 폐쇄스터럽의 배근에 따라 소성힌지가 보의 내측으로 각각 20cm범위로 충분히 이동하였다

### 참고문헌

- 1) 하기주 외 2인, "고강도 철근콘크리트 보-기둥 접합부의 내진성능 개선에 관한 실험적 연구", 한국콘크리트학회논문집, 제4권 1호 PP135~145, 1992, 3
- 2) G.-J. Ha, J.-Kim and L. Chung, "Response of reinforced high-strength concrete beam-column joints under load reversals", Magazine of Concrete Research, 1992, 44, No. 160, September, 175-184
- 3) 유영찬 외 2인, "수직앵커형 중간철근으로 보강된 철근콘크리트 보-기둥 접합부의 소성힌지 확산", 한국콘크리트학회논문집, 제7권 4호 PP169~179 1995, 8
- 4) ACI-ASCE Committee 352, "Recommendations for Design of Beam-Column Joints in Monolithic Reinforced Concrete Structures," ACI Manual of Concrete Practice, 1996, PART3