

# PC 넓은 보·기둥 접합부에서 보·기둥 폭비의 영향

## Effect of Girder-Column Width Ratio to PC Wide Girder-Column Joint

송한범\*      강대언\*\*      양원직\*\*      이원호\*\*\*  
Song, Han-Beom      Kang, Dae-Eon      Yang, Won-Jik      Yi, Waon-Ho

### Abstract

The purpose of this study is to evaluate a effect of girder-column width ratio to PC wide girder-column joint. Three half scale subassemblies were representing a portion of a prototype structure were design, constructed, and tested to failure. From the test result, girder-column width ratio play an important role in the improvement of strength and ductility.

### 1. 서론

최근의 건설 환경을 살펴 볼 때 인건비 상승과 노동인력의 고령화 등의 영향은 건설업에 있어서 원가상승 요인으로 작용하는 것이 사실이다. 이러한 이유로 PC 복합화 공법은 주로 PC공법을 적용하고 부분적으로 현장타설 콘크리트를 적용하는 것으로써 현행 모듈화 되어 있는 아파트의 지하주차장에 적용하기 적합하며, 노무비 절감, 공기 단축, 작업안전성 확보를 통한 전체 공사비를 절감하기 위한 방법이 될 수 있다. 또한, 고품질·고강도의 PC공법 특성을 살려 준공 후 발생하는 균열을 미연에 방지함으로써 민원을 최소화하여 이에 따른 소요비용에 대한 절감효과도 예상할 수 있다. 본 연구에서는 지하주차장 구조물에 PC공법을 이용한 장스팬 구조에서 충고를 줄이기 위한 방법으로 와이드 보를 적용할 경우에 보 폭의 증가에 따른 구조물의 거동특성을 평가하여 지하구조물에서 충고를 줄이면서 장스팬을 가능하게 하는 구조형식을 이루기 위한 자료를 제시하고자 한다.

### 2. 실험

#### 2.1 시험체 개요 및 구성

본 연구에서는 그림 1과 같은 지하 2층 규모의 지하주차장을 대상 구조물로 선정하여 구조해석을 실시하여 실험부를 1/2 축소 모델링한 응력값에 따라 시험체를 설계하고 보·기둥 폭비를 변수로 하여 시험체를 계획하였다. 시험체 설계시 고려된 변수는 기둥 폭에 대한 보 폭의 비율인 보·기둥 폭비이다. 기둥 폭을 30 cm로 하고 대상구조물의 구조설계를 통하여 와이드 보를 적용하기 위한 설계를 적용한 보 폭 50 cm를 적용한 기준 시험체에 대하여 각각 보 폭을 30 cm와 60 cm로 변화를 주어 시험체를 제작한다. 이러한 변수를 채택하여 표 1과 같이 총 3개의 시험체를 그림 2와 같이 제작하였다.

\* 정희원, 광운대 대학원 박사과정  
\*\* 정희원, 에센스구조연구소 연구교수, 공학박사  
\*\*\* 정희원, 광운대 건축공학부 교수, 공학박사

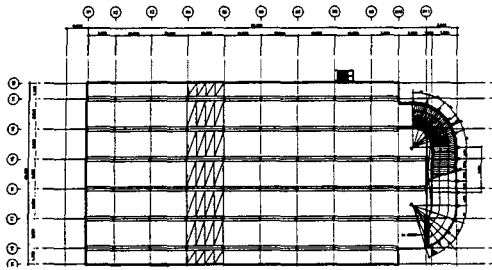


그림 1. 대상 구조물 평면

표 1. 시험체 일람표

시험체명 <sup>1)</sup>	보·기둥 폭비	기둥코어 철근비 (%)	비고
SI167-M	1.67	78.9	기준 시험체
SI133-M	1.33	78.9	-
SI200-M	2.00	78.9	-

1) SI : 기준층 내부 접합부 (Standard Interior)  
 133 : 보·기둥 폭비 (1.33, 1.67, 2.00)  
 M : 철근배근방법

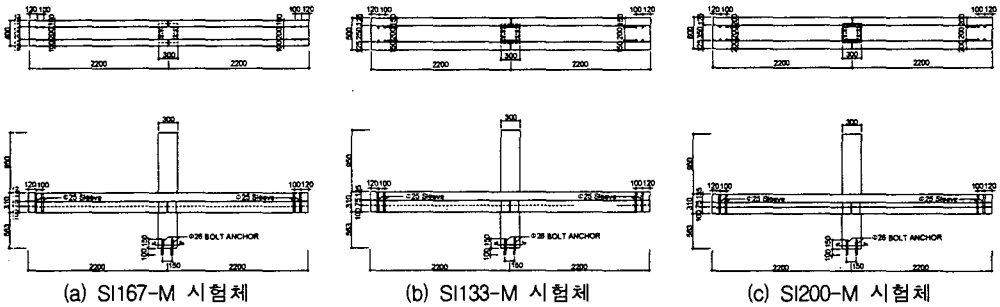


그림 2. 시험체 형상 및 치수 (단위 : mm)

### 2.3 재료 실험

실험에 앞서 시험체 제작에 사용된 철근(HD6, HD13, HD16)의 항복강도, 인장강도 및 탄성계수 등의 재료적 특성을 파악하기 위하여 KS B 0801(금속재료 인장시험편)의 라호 규정에 따라 시험편을 제작하여 KS B 0802(금속재료 인장시험 방법)에 따라 시험을 실시한다. 각 철근의 재료적 특성에 대한 시험결과는 표 2 및 그림 3과 같다.

표 2. 철근의 인장강도 시험결과

구분 종류	탄성계수 (t/cm <sup>2</sup> )	항복용력도 (t/cm <sup>2</sup> )	항복변형도 (× 10 <sup>-6</sup> )	인장강도 (t/cm <sup>2</sup> )	신율 (%)
HD16	1987	4.09	2058	6.45	19.8
HD13	2007	3.98	1983	5.88	20.7
HD6	1821	4.35	2800	5.70	14.3

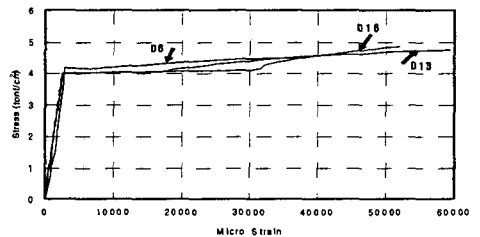


그림 3. 철근의 인장강도 시험결과

### 2.4 실험 방법

시험체 설치 상황은 그림 4와 같고, 실험의 진행은 기둥 중심에서 양단부로 2m 위치에 설치한 액추에이터를 이용하여 단조가력으로 하중을 가력 하였으며, 액추에이터에 설치된 변위계 및 하중계에서 측정된 데이터를 Tokyo Sokki의 TDS 601A를 이용하여 측정하였다. 균열의 진행 상황을 파악하기 위하여 초기균열이 발생한 이후에 매 1tonf 마다 균열을



그림 4. 시험체 설치상황

기록하였으며, 부재가 항복한 이후에는 10 mm 마다 균열을 기록하였다.

### 3. 실험결과

#### 3.1 하중-변위 곡선

각 시험체의 하중 변위 곡선을 비교하여 나타내면 그림 5~그림 7과 같다. 본 연구의 기준 시험체인 SI167-M 시험체는 보 폭(60 cm)과 기둥 폭(30 cm)의 비가 1.67로서 하중-변위 곡선은 그림 5와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 항복 이후에 최대 내력 15.50 tonf 을 나타냈으며 변위각 0.04 (변위 80 mm)까지 소성거동을 보인 이후에 내력이 급격하게 감소하였다. 기준 시험체와 비교하여 보 폭을 40 cm로 하여 보·기둥 폭비가 1.33인 SI133-M 시험체의 하중-변위 곡선은 그림 6과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 SI133-M 시험체는 항복점에서 최대 내력 10.40 tonf 을 나타낸 이후 내력이 감소하였으며 부재각 0.035 (변위 70 mm) 이후에 내력이 급격히 감소하는 현상을 보였다. 이는 기준 시험체를 기준으로 배근된 인장 철근량에 대하여 보 폭이 감소함에 따라 압축력을 부담하는 콘크리트 단면이 감소하여 콘크리트 압축파괴가 발생하였기 때문으로 판단된다.

또한 기준 시험체와 비교하여 보 폭을 60 cm로 하여 보·기둥 폭비가 2.00인 SI200-M 시험체의 하중-변위 곡선은 그림 7과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 SI200-M 시험체는 항복 이후에 최대 내력 15.04 tonf 을 보여 기준 시험체와 비교하여 거의 같은 내력을 보이고 있으며 최대 내력 이후에 완만한 내력의 감소를 보이고 있다. 이는 보 폭의 증가로 압축측 콘크리트의 단면이 증가하여 철근이 항복하는 거동을 보이기 때문으로 판단된다.

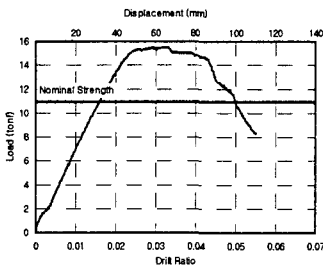


그림 5. SI167-M 시험체의 하중-변위 곡선

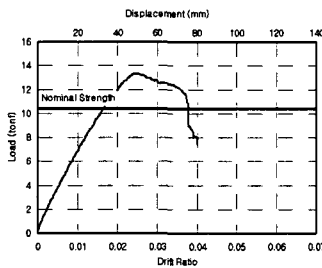


그림 6. SI133-M 시험체의 하중-변위 곡선

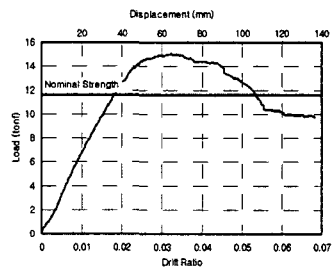


그림 7. SI200-M 시험체의 하중-변위 곡선

#### 3.2 철근의 변형률 분포

그림 8은 보 주근에 부착한 게이지의 위치를 나타내며, 기둥면에 접하는 게이지의 하중단계별 변형도 분포를 나타내면 그림 9와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 하중 재하 초기에 모든 철근의 변형도는 일정하게 증가하고 있으며, 최대하중 가력시까지도 기둥 상부를 지나는 철근에 응력이 집중하지 않고 보 폭에 관계없이 모든 철근이 응력을 분담하는 것으로 나타났다.

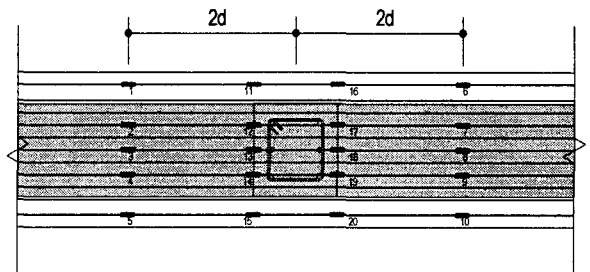


그림 8. 보에 부착한 게이지

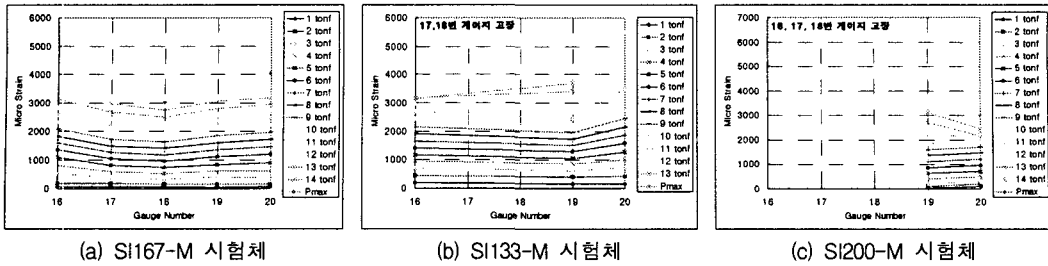


그림 9. 하중 단계별 보 주근의 변형도

## 5. 결론

본 연구는 와이드 보를 지하주차장 구조물에 적용하기 위한 기초자료를 제시하기 위한 실험연구로서 보·기둥 폭비를 변수로 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 보·기둥 폭비가 증가함에 따라 강도는 증가하는 것으로 나타났으나 기준 시험체 이상의 보·기둥 폭비를 적용할 경우에는 시험체의 강도는 증가하지 않는 것으로 나타났다.
- 2) 보·기둥 폭비가 증가함에 따라 연성도는 증가하는 것으로 나타났다.
- 3) 보·기둥 폭비 2.00까지는 보 폭에 관계없이 보 전체에 응력이 분포하는 것으로 나타났다.

## 참고문헌

1. 이리형 외 (2003), "PPS 공법의 실용화 기술개발에 관한 연구," 한양대학교 초대형 구조시스템 연구센터.
2. ACI committee 352, "Recommendations for Design of Beam Column Joints in Monolithic Reinforced Concrete Structures (352-R85)," American Concrete Institute, Detroit, 1985.
3. ACI committee 352, "Recommendations for Design of Beam Column Joints in Monolithic Reinforced Concrete Structures (352-R91)," American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 1991.
4. Gentry, T. R., and Wight, J. K., "Wide Beam-Column Connections under Earthquake-Type Loading," EERI Earthquake Spectra, Vol. 10, No. 4 Nov. 1994, pp.675-703.
5. Hatamoto, H., Bessho, S., and Matsuzaki, Y., "Reinforced Concrete Wide-Beam-to-Column Joints for Seismic Resistance, SP-123, J. O. Jirsa, ed., American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 1991, pp.291-316.