

# 폴리스티렌 폼을 사용한 슬래브의 뚫림전단에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Punching Shear of Slab with Polystyrene Form

이 환 구\*      김 승 훈\*\*      강 인 석\*\*\*      이 한 승\*\*\*\*      이 기 장\*\*\*\*\*  
Lee, Hwan-Gu   Kim, Seung-Hun   Kang In-Suk   Lee, Han-Seung   Lee, Ki-Jang

### ABSTRACT

When using the light-weight form with polystyrene on slab, as a result of reducing the weight of slab, the span was increased or size of supporting member for slab was decreased. But capacity of punching shear resistance on the slab using the polystyrene form with plat plate system was deteriorated at critical section around the column. But standard for estimate of internal force did not exist, and established study was insufficient. This study performed the experiment on the punching shear for understanding punching shear force at the slab-column connection using the slab with polystyrene form. The principal variable was size of column, arrangement of polystyrene form and existence of shear reinforcement, and we planned four specimens. From the test, we analysed the crack, failure mode, load-displacement graph and punching shear strength, and capacity of punching shear resistance for slab using the polystyrene form was understood.

### 요 약

슬래브에 폴리스티렌을 이용한 경량폼을 적용할 경우, 슬래브 중량이 감소함에 따라 보다 경간이 증가하거나 슬래브 지지 부재 크기가 감소될 수 있다. 하지만 플랫플레이트 구조에서 경량폼을 사용한 슬래브는 기둥주위 위험단면에서의 뚫림전단성능이 저하될 수 있다. 그러나 이에 관한 내력산정을 위한 기준이 없으며, 기존 연구 또한 부족한 실정이다. 본 논문은 폴리스티렌 경량폼을 사용한 슬래브-기둥 접합부의 뚫림전단내력을 파악하기 위하여 실시한 뚫림전단 실험에 관한 것이다. 주요 변수는 기둥의 크기, 폴리스티렌 폼의 배치형태, 전단보강 유무 등으로 총 4개 실험체를 계획하였다. 실험을 통하여 균열 및 파괴모드, 하중-변위곡선, 뚫림전단강도 등을 분석함으로써 경량폼을 사용한 슬래브의 뚫림전단 성능을 파악하였다.

\* 정회원, 한밭대학교, 건축공학과, 석사과정  
\*\* 정회원, 한밭대학교, 건축공학과, 조교수  
\*\*\* 정회원, 토탈이앤씨, 대표  
\*\*\*\* 정회원, 한양대학교, 건축공학과, 부교수  
\*\*\*\*\* 정회원, 삼성중공업, 부장

## 1. 서론

폴리스티렌 재질의 경량폼을 플랫폼레이트 구조에 적용할 경우 슬래브 중량을 크게 감소시킬 수 있다. 하지만 폴리스티렌 경량폼이 사용된 슬래브와 기둥의 접합부에서는 경량폼으로 인하여 뚫림전단에 저항할 수 있는 콘크리트의 단면적이 감소할 수 있다. ACI 318-05<sup>1)</sup> 및 국내 콘크리트구조설계 기준<sup>2)</sup>에서는 뚫림전단면을 기둥면에서 슬래브 유효춤(d)의 1/2 떨어진 면으로 산정하고 있다. 하지만 경량폼이 설치된 부위로 가정한 단면적이 기준에서의 산정한 단면적 보다 적은 경우, 뚫림전단 파괴면은 전단 단면적이 적은 경량폼이 설치된 부분에서 나타날 수 있다. 이러한 경우, 적절한 전단보강을 통하여 뚫림전단 저항성능을 향상시킬 필요가 있다. ACI 318-05<sup>1)</sup> 및 국내 콘크리트구조설계 기준<sup>2)</sup>에서는 슬래브-기둥 접합부 주위에 개구부가 있을 경우에 대한 위험단면 산정법은 제시되고 있지만, 슬래브 내에 중공이 있을 경우에 대한 명확한 기준이 제시되고 있지 않으며, 기존 연구 또한 미비한 편이다.

본 연구는 폴리스티렌 경량폼이 적용되는 플랫폼레이트 구조에서 기둥-슬래브 접합부의 뚫림전단 및 전단보강성능 평가를 목적으로 하여 경량폼의 배치형태, 기둥 크기, 전단보강 유무 등을 주요 변수로 뚫림전단 실험을 실시하였다. 실험결과로부터 각 실험변수에 따른 실험체의 최종파괴상황, 하중-변위 곡선, 최대내력 등을 비교하여 분석하였다.

## 2. 실험

플랫폼레이트 구조의 내부 기둥과 슬래브 접합부에서의 뚫림전단저항성능을 평가하기 위하여 표 1 및 그림 1과 같이 실제크기로 4개의 실험체를 계획하였다.

표 1 뚫림전단 실험체 일람

실험체명	기둥 크기 (mm · mm)	Slab 두께(mm)	경량폼 형태	경량폼 배치 방법	전단보강근
P1-11	400*400	210	PF0	C+3H 외부에 경량폼 배치	전단 스테드 설치
P1-12	300*300	210	PF0	C+3H 외부에 경량폼 배치	-
P1-13	300*300	210	PF0	C+3H 외부에 경량폼 배치	전단 스테드 설치
P1-14	400*400	210	PF0	C+H 외부에 경량폼 배치	전단 스테드 설치

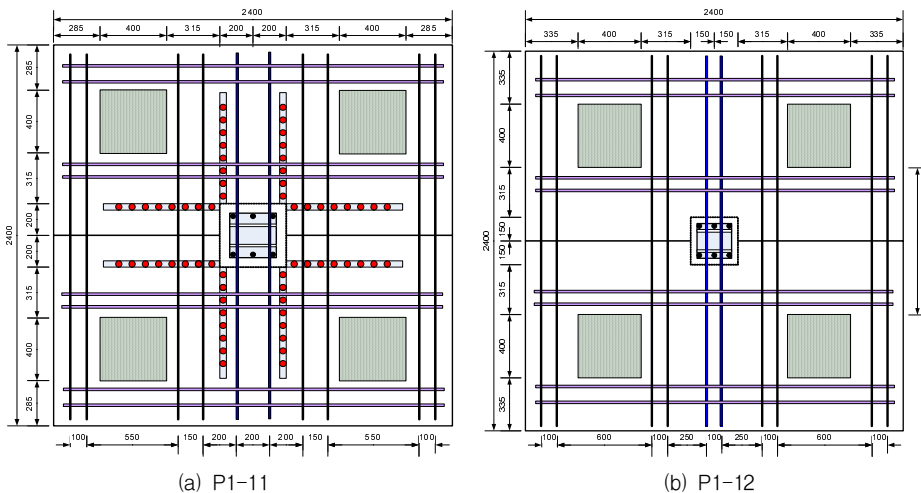


그림 1 실험체 상세(PC 상부면)

실험체 제작에 사용된 폴리스티렌 경량폼의 형태 (PF0)는 400mm×400mm×80mm의 직육면체로 하였다. 실험체 제작은 먼저 부분 PC(Precast Concrete) 슬래브를 타설하고 타설과 동시에 PF0 경량폼을 설치한다. 이를 기둥에 올려놓고 상부근을 배근한 후 덧침콘크리트를 타설하였다.

실험체 설치는 그림 2와 같이 실험 여건을 고려하여 상하를 뒤집어 설치하여 기둥 상부면에서 압축력을 가하도록 하였다. 즉, 슬래브 네 변에 힌지를 설치하고 2000kN 오일잭을 통하여 기둥 상부면에서 집중하중을 가력함으로써 뚫림전단력이 발생하도록 하였다. 실험체의 처짐을 측정하기 위하여 기둥 중심에 변위계(LVDT)를 설치하였다. 재료시험결과 PC에 사용된 콘크리트의 평균압축강도는 15.9MPa, 덧침콘크리트의 평균압축강도는 22.3MPa로 각 3개의 공시체에 대한 평균값을 사용하였다.

모든 실험체는 변위제어에 의해 하중이 가력되었으며, 뚫림전단파괴 후 하중이 최대하중의 70% 이하까지 감소되었을 시 종료하였다.

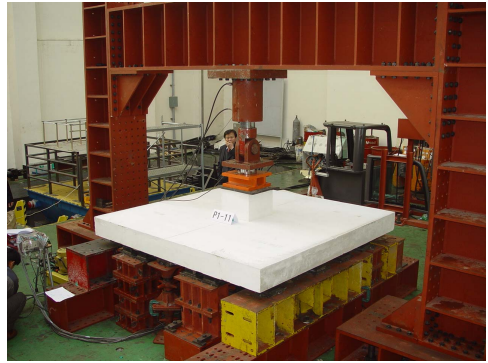


그림 2 실험체 셋팅

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 최종 파괴시 균열상황

각 실험체별로 실험종료시의 균열도를 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서와 같이 모든 실험체에서 실험체 상부면인 덧침콘크리트 부분에는 기둥으로부터 지점방향으로 많은 균열이 발생하였으며, 하부

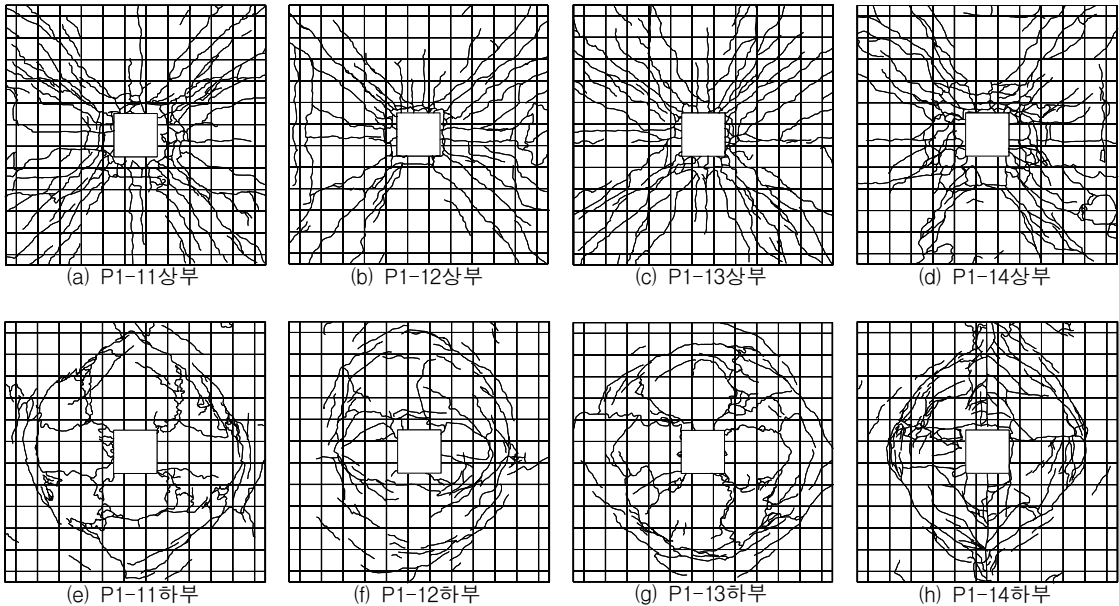


그림 3 최종 파괴시 균열상황

면인 PC 슬래브는 큰 원형 형태의 균열이 발생하였다. 그리고 전단보강을 하지 않은 P1-12 실험체에 비하여 전단보강을 한 다른 실험체의 상부면 균열 발생이 더 크게 나타나고 기둥면 주위의 뿔림 전단면도 확대됨을 알 수 있었다.

### 3.2 하중 변위곡선 및 실험 강도

그림 4에 각 실험체별로 하중-변위 곡선을 나타내었다.

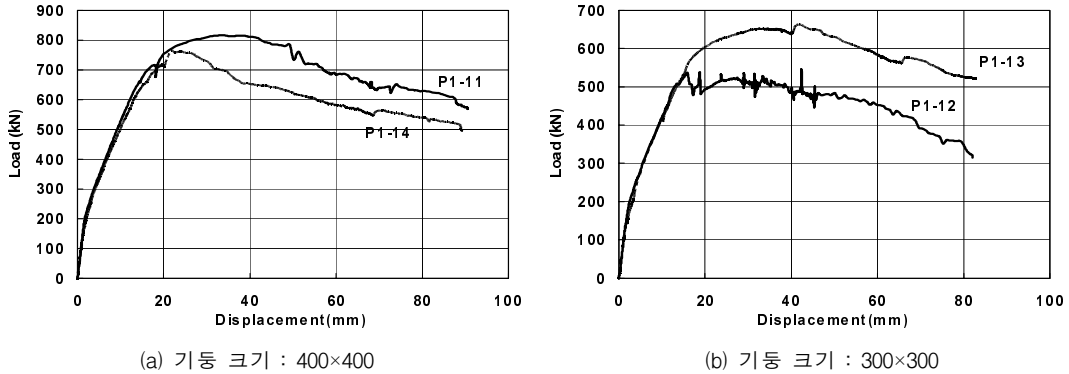


그림 4 하중-변위 곡선

그림 4(a)에서 기둥 크기 400×400mm인 실험체에서 C+3H 외부에 경량폼이 배치된 P1-11 실험체의 최대 강도(816.34kN)가 C+H 외부에 경량폼이 배치된 P1-14 실험체의 최대강도(765.87kN)에 비하여 약 6.6% 내력이 증가함을 알 수 있다. 따라서 경량폼의 배치형태에 따라 실험체 내력을 평가하여야 할 것으로 사료된다. 그림 4(b)에서 기둥 크기 300×300mm인 실험체에서 전단 스티드 레일로 보강한 P1-13 실험체의 최대 실험강도(662.48kN)가 보강되지 않은 P1-12 실험체의 최대 실험강도(544.88kN)에 비하여 약 21.6%로 크게 증가함을 알 수 있다.

## 4. 결론

본 실험적 연구를 통하여 폴리스틸렌 경량폼을 사용한 PC 슬래브를 적용하여 플랫폼레이트 구조를 설계할 경우에 경량폼의 배치형태를 고려하여 접합부 뿔림전단강도를 평가할 필요가 있으며, 전단 스티드 레일을 이용하여 경량폼이 배치된 슬래브-기둥 접합부의 강도를 크게 향상시킬 수 있는 것으로 평가되었다. 향후 기준식에 의한 뿔림전단 강도 비교·분석을 통하여 명확한 설계식이 제시되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 논문은 삼성중공업 주식회사의 연구비 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부로서, 삼성중공업 관계자 여러분과 실험체 제작 및 실험 진행을 맡아주신 (주)토탈이엔씨 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete(ACI 318-05) and Commentary(ACI 318R-05)", 2005.
2. 대한건축학회, 콘크리트 구조설계기준, 2007.