

## PSRC 합성기둥의 중심축 압축 실험

## Concentric Compression Test on PSRC Composite Columns

황 현 중<sup>1)</sup> · 엄 태 성<sup>2)</sup> · 박 흥 근<sup>3)</sup> · 이 창 남<sup>4)</sup> · 김 형 섭<sup>5)</sup>  
*Hwang, Hyeon Jong, Eom, Tae Sung, Park, Hong Gun, Lee, Chang Nam, Kim, Hyoung Seop*

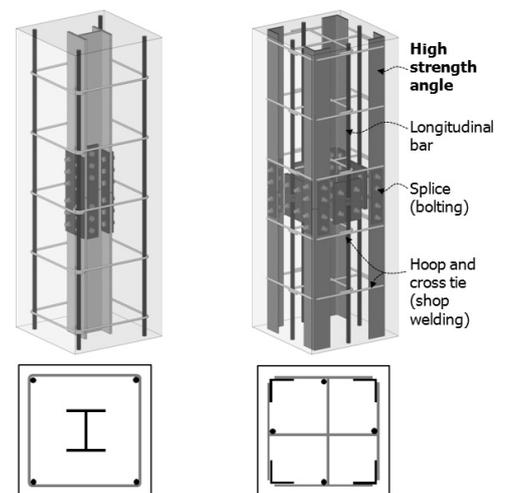
**ABSTRACT :** In this study, a prefabricated composite column detail using high-strength angle (PSRC composite column) was developed. Concentric axial loading tests were performed for 2/3 scale-down PSRC and existing SRC column specimens to evaluate the axial load resistance under compression. The steel ratio of angles and the spacing of lateral reinforcing bars were used as the test parameter. The test results showed that since the angles placed along the perimeter of column section provided additional confinement for the concrete of column core, the PSRC column specimens exhibited better axial load resistance (e.g. load-carrying capacity, deformation capacity, and crack resistance) than that of the existing SRC column specimen using H-section at the center of column section. The axial load-carrying capacity of the PSRC column specimens was greater than the nominal strength specified in KBC 2009. By using the stress-strain relationship of confined concrete suggested for reinforced concrete compression members, the axial load-deformation behaviors of the PSRC and SRC column specimens were analyzed. The results of the analysis correlated well with the test results in terms of initial stiffness, load-carrying capacity, and post-peak strength- and stiffness- degradations.

## 1. 서 론

건물의 대형화 및 초고층화로 인하여 효율적인 구조방식으로 강-철근콘크리트 합성구조(SRC 구조)의 적용이 확대되고 있다. 그림 1(a)는 현재 널리 사용되고 있는 대표적인 SRC 합성기둥의 단면을 보여준다. 기존 SRC 기둥은 단면 중심에 강재를 집중 배치하여 압축력에 대한 저항강도가 높일 수 있고, 단면의 둘레를 종방향 주근 및 횡방향 후프근을 사용하여 콘크리트를 횡보강할 경우 큰 압축력에 대해서도 우수한 연성거동을 확보할 수 있다. 그러나 강재의 대부분이 단면 중심에만 배치되어 기둥 단면의 휨모멘트에 대한 저항 효율이 좋지 않다.

SRC 기둥의 휨모멘트 저항성능을 높이기 위해서는 강재를 최대한 단면 둘레를 따라 배치하는 것이 효과적이다. 그림 1(b)는 H형강 대신 고강도 앵글을 조립하여 제작하는 앵글조립 합성기둥(이하 PSRC 합성기둥, Pre-fabricated Steel-Reinforced Concrete column)의 단면을 보여준다. PSRC 합성기둥은 고강도 앵글을 직사각형 단면의 네 모서리에 배치하고 각 앵글에 횡방향의 철근 또는 강판을 용접접합으로 조립하여 자립이 가능한 구조로 제작한다. 필요할 경우 단면에 종방향의 철근을 추가로 배치함으로써, 기둥 단면의 휨-압축 성능을 높일 수 있다.

앵글 및 종방향 철근은 콘크리트와 함께 압축력 및 휨모멘트에 대한 저항성능을 발휘한다. 반면 앵글에 용접되는 횡방향 후프근 및 띠근은 기둥에 작용하는 전단력에 대한 저항, 앵글과 콘크리트 사이의 부착력 확보, 피복콘크리트 탈락 시 앵글 및 종방향 철근 좌굴 저항, 콘크리트 구속을 통한 변형능력 증진 등 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 중심축 압축실험을 통하여 PSRC 합성기둥의 압축성능을 평가하였다. 이를 위하여 2/3 축소 PSRC 기둥 실험체 5개와 기존 SRC 기둥 실험체 1개를 제작하여 중심축 압축실험을 수행하였다.



(a) Existing SRC column (b) Prefabricated SRC (PSRC) column

그림 1. SRC 및 PSRC 합성기둥 비교

- 1) 서울대학교 건축학과 박사과정(Hwanggun85@naver.com)
- 2) 대구가톨릭대학교 건축학부 조교수 (tseom@cu.ac.kr)
- 3) 서울대학교 건축학과 교수 (parkhg@snu.ac.kr)
- 4) (주)센구조연구소 대표이사 (cnlee@senkuzo.com)
- 5) (주)센구조연구소 차장 (hskim@senkuzo.com)

## 2. 실험 계획

실험변수는 강제 단면 형상(H형강 및 앵글), 강재비 (기둥 단면 크기), 락철근 간격이다. S1, S2, S3, S4 실험체의 기둥 단면 크기는 500 mm × 500 mm이고, S5 및 S6 실험체의 기둥 단면 크기는 400 mm × 400 mm이다. 모든 기둥 실험체의 높이는  $H_c = 1500$  mm로 제작되었다.

그림 5는 기둥 실험체 압축실험 셋팅을 보여준다. 최대 가력하중 10000 kN의 UTM을 사용하여 가력하였다. 그림에 나타난 바와 같이 기둥 상·하부는 핀접합으로 지지되었고, 가력 시 편심이 없도록 지그를 제작하였다. 기둥 상·하 강판의 네 모서리에 LVDT 변위계를 설치하여 실험체의 축방향 수직 변위를 계측하였고, 중간 높이에서 피복콘크리트 탈락에 의한 면외방향 변위(수평 변위)를 계측하였다.

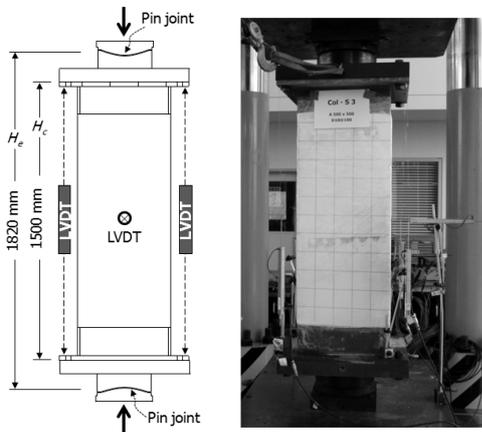


그림 2. 실험 셋팅 및 LVDT 계측

## 3. 실험 결과

그림 3은 SRC 실험체 S1과 PSRC 실험체 S2의 압축력-변형률 관계를 보여준다. 기둥의 압축력은 UTM 가력하중을 나타내고, 압축 변형률은 4개의 종방향 LVDT 변위계로 계측한 압축 변형의 평균값을 기둥 순높이로 나누어 구하였다.

H형강과 SD400 철근을 사용한 기존 SRC 합성기둥 실험체 S1은 압축변형률  $\epsilon_o = 0.0025$ 에서 최대하중  $P_u = 7612$  kN을 발휘하였고,  $\epsilon_u = 0.0041$ 의 압축변형률에서 최대하중의 75%로 하중재하능력이 저하되어 파괴되었다(그림 3(a) 참조). 고강도 앵글과 SD400철근을 사용한 PSRC 합성기둥 실험체 S2는 3000 kN의 압축력에서 상단부 콘크리트 피복(보강 각관 바로 아래의 콘크리트 피복)에서 국부적인 균열 및 피복파괴가 발생하여 강성이 감소하였지만 최대하중은  $P_u = 8081$  kN( $\epsilon_o = 0.0030$ )으로 S1 실험체보다 증가하였고, 궁극적으로  $\epsilon_u = 0.0055$ 에서 하중재하능력이  $0.75P_u$ 로 감소하며 파괴되었다(그림 3(b) 참조).

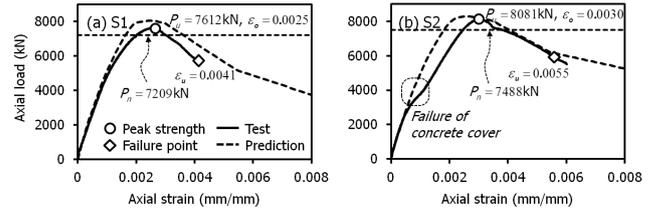


그림 3. 압축하중-변형률 관계

## 4. 단면해석

앵글을 적용한 단면의 압축 강도 발현 및 최대하중 이후 피복 콘크리트의 탈락에 의한 강도저하 거동을 분석하기 위하여, 재료의 비선형 응력-변형률 관계를 사용하여 SRC 및 PSRC 합성 기둥 실험체의 단면해석을 수행하였다. 해석시 강제 및 철근의 항복 이후 변형경화에 의한 응력증가는 고려하지 않았으며, 횡구속 및 비횡구속 콘크리트의 압축응력-변형률 관계는 Hoshikuma et al(1997)에서 제안된 응력-변형률 관계를 사용하였다. 그림 3에 나타난 바와 같이 비선형해석은 초기강성, 최대하중, 최대하중에 도달하는 기둥의 압축변형률, 최대하중 이후의 강도저하거동 등 전반적인 PSRC 합성기둥의 압축하중-변형률 관계를 을 비교적 정확하게 예측하는 것으로 나타났다.

## 5. 결론

본 연구에서 개발한 PSRC 합성기둥이 KBC 2009에 의한 압축 성능 이상을 발휘하고 기존 H형강 적용 합성기둥과 비교하여 압축 강도 및 최대강도 이후 변형능력이 우수한 것으로 나타났다. 또한, 기존 철근콘크리트 압축재에 대하여 제안된 횡보강 콘크리트의 비선형 응력-변형률 관계를 사용한 단면해석 결과는 실험결과와 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다.

## 참고 문헌

- 대한건축학회 (2010) 건축구조기준 및 해석 (KBC 2009), 기문당.
- Hoshikuma, J., Kawashima, K., Nagaya, K., and Taylor, A. W. (1997) Stress-Strain Model for Confined Reinforced Concrete in Bridge Piers, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 123, No. 5, pp.624-633.

## 감사의 글

본 연구는 중소기업청의 “2011년도 산학연협력 기업부설연구소 지원사업”의 일련으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.