

PSRC 합성기둥의 반복가력 실험

Cyclic Test on PSRC Composite Columns

황 현 중¹⁾ · 엄 태 성²⁾ · 박 흥 근³⁾ · 이 창 남⁴⁾ · 김 형 섭⁵⁾
Hwang, Hyeon Jong, Eom, Tae Sung, Park, Hong Gun, Lee, Chang Nam, Kim, Hyoung Seop

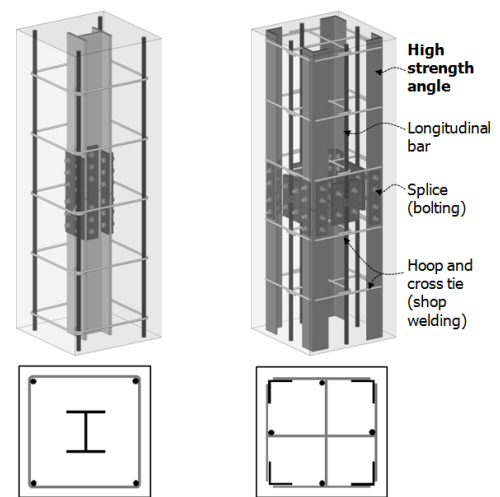
ABSTRACT : In this study, a prefabricated composite column detail using angle (PSRC composite column) was developed. Cyclic lateral loading tests were performed for 2/3 scale-down PSRC and existing SRC column specimens to evaluate the earthquake load resistance under axial loading. The arrangement of angles and the continuous lateral reinforcing bars were used as the test parameter. The test results showed that since the angles placed along the perimeter of column section, the PSRC column specimens exhibited better load-carrying capacity than that of the existing SRC column specimen using H-section at the center of column section, and the load-carrying capacity was decreased by the buckling of angles after cover concrete spalling. The deformation capacity of the PSRC column specimens using the continuous hoop was greater than that of the existing PSRC column specimen. In the PSRC column using the continuous hoop, although the studs were not used for simple details, bond failure of angle was prevented by steel plate. The load-carrying capacity of the all column specimens was greater than the nominal strength specified in KBC 2009.

1. 서 론

건축 구조 설계시 재료의 효율적, 경제적 사용을 위하여 강재와 콘크리트를 이용한 합성구조부재가 많이 적용되고 있다. 전통적으로 합성기둥의 경우 철근콘크리트 기둥에 H형강을 단면 중심에 배치한 강-철근콘크리트 합성구조(SRC 구조)가 널리 사용되고 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 있다. 그러나 강재의 대부분이 단면 중심에만 배치되어 기둥 단면의 휨모멘트에 대한 저항 효율이 좋지 않다.

합성기둥의 경우 휨강도 효율을 높이고 강재가 콘크리트 횡보강에 기여하도록 하기 위해서는 강재를 최대한 단면 코너에 배치하는 것이 효과적이다. 그림 1(b)는 H형강 대신 앵글을 조립하여 제작하는 앵글 선조립 합성기둥(이하 PSRC 합성기둥, Pre-fabricated Steel-Reinforced Concrete column)의 단면을 보여준다. PSRC 합성기둥은 앵글을 직사각형 단면의 네 모서리에 배치하고 각 앵글에 횡방향의 철근을 용접접합으로 조립하여 자립이 가능한 구조로 제작한다. 필요할 경우 단면에 종방향의 철근을 추가로 배치함으로써, 기둥 단면의 휨-압축 성능을 높일 수 있다.

지진하중을 받는 건물에서는 기초부 또는 1층에서 기둥에 소성힌지가 발생함에 따라 연성능력을 확보해야 한다. 특히, PSRC 합성기둥의 경우 반복하중시 기둥 피복 콘크리트의 조기 탈락 및 앵글의 좌굴 또는 용접부 파단에 의해 하중재하능력이 감소될 우려가 있다. 따라서 본 연구에서는 반복가력실험을 통하여 PSRC 합성기둥의 내진성능을 평가하였다. 이를 위하여 2/3 축소 PSRC 기둥 실험체 3개와 기존 SRC 기둥 실험체 1개를 제작하여 축력 재하 후 횡방향 반복가력실험을 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), 횡방향 후프근 배근 형상(일반적인 후프근 및 연속 후프근), 앵글 부착 저항(스터트 및 띠판) 간격이다. S1, S2, S3, S4 실험체의 기둥 단면 크기는 400 mm × 400 mm이다. 모든 기둥 실험체의 높이는 $H_c = 1500$ mm로 제작되었다.

그림 2는 기둥 실험체 압축실험 셋팅을 보여준다. 기둥 중심에 유압잭을 이용하여 800 kN의 축력을 가력한 후에 2000 kN 액츄에이터로 기둥 상부를 횡방향 반복가력하였다. 그림에 나타난 바와 같이 기둥 하부는 기초부로 지지되었다. 기둥 상부에 LVDT 변위계를 설치하여 실험체의 횡방향 변위를 계측하였고, 소성힌지 발생지점에서 기둥 회전각과 전단변형을 계측하였다.

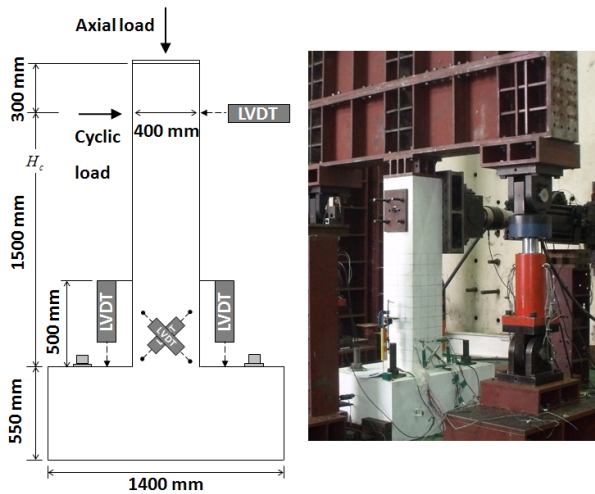


그림 2. 실험 셋팅 및 LVDT 계측

3. 실험 결과

그림 3은 SRC 실험체 S1과 PSRC 실험체 S2, 연속후프근을 적용한 PSRC 실험체 S3, S4의 하중-변위비 관계를 보여준다. 기둥의 압축력은 UTM 가력하중을 나타내고, 변위비는 기둥 상부 LVDT 변위계로 계측한 횡변위를 기둥 순높이 H_c 로 나누어 구하였다.

SM490 H형강 (강재비 2.2%)과 SD400 철근을 사용한 기존 SRC 합성기둥 실험체 S1은 변위비 1.82%에서 최대하중 $P_u = 202$ kN을 발휘하였고, 6%의 변위비에서 주근의 좌굴로 인하여 최대하중의 75%로 하중재하능력이 저하되어 파괴되었다(그림 3(a) 참조). 동일한 강재비를 갖는 SM490 앵글과 SD400철근을 사용한 PSRC 합성기둥 실험체 S2는 1.79% 변위비에서 최대하중은 $P_u = 243$ kN으로 S1 실험체보다 증가하였고, 궁극적으로 4% 변위비에서 앵글의 좌굴로 인하여 하중재하능력이 $0.75P_u$ 로 감소하며 파괴되었다(그림 3(b) 참조). 연속후프근을 적용하기

위하여 앵글의 방향을 반대로 하고 부착강도 확보를 위하여 앵글에 스테드를 적용한 PSRC 합성기둥 실험체 S3는 1.55% 변위비에서 최대하중 $P_u = 191$ kN을 발휘하였고, 5%의 변위비에서 최대하중의 75%로 하중재하능력이 저하되어 파괴되었다(그림 3(c) 참조). S3의 상세를 단순히 하기 위하여 스테드를 제거하고 기둥 상·하부에 높이 길이 250mm의 띠판을 앵글에 용접한 PSRC 합성기둥 실험체 S4는 1.45% 변위비에서 최대하중 $P_u = 186$ kN을 발휘하였고, 5%의 변위비에서 최대하중의 75%로 하중재하능력이 저하되어 파괴되어 S3와 동일한 거동을 보였다(그림 3(d) 참조).

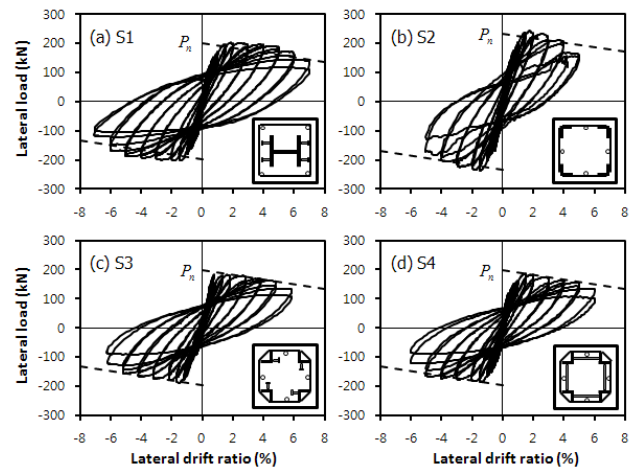


그림 3. 압축하중-변형을 관계

4. 결론

본 연구에서 개발한 PSRC 합성기둥이 KBC 2009에 의한 내진 성능 이상을 발휘하고 기존 H형강 적용 합성기둥과 비교하여 최대강도는 우수하나 변형능력은 다소 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 연속후프근을 적용한 PSRC 합성기둥의 경우 기존 PSRC 합성기둥에 비해 연성능력이 증가하며, 스테드 대신 띠판만을 적용하여도 앵글의 부착강도 확보가 가능한 것으로 나타났다.

참고 문헌

대한건축학회 (2010) 건축구조기준 및 해석 (KBC 2009), 기문당.

감사의 글

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