

고강도 앵글을 이용한 매입형 합성기둥의 구조성능평가

Performance Evaluation of Encased Composite Column using High-Strength Angles

김진용<sup>1)</sup> · 김대경<sup>2)</sup> · 임종진<sup>3)</sup>  
 Kim, Jin Yong · Kim, Dae Kyung · Lim, Jong Jin

**ABSTRACT :** In this study, the encased composite column(PSRC column) with high-strength angles were developed to ensure the sufficient strength of column at the large-scale buildings. The primary test parameters were the thickness of cover concrete, the width-to-thickness ratio of angle, length of the bolt and install location of angle. Six specimens were fabricated for a compressive axial loading test. Test results showed that the peak strength of PSRC columns with high-strength angles was greater than the nominal strength calculated according to KBC 2016. The spalling of cover concrete occurred with the yielding of high-strength angles; thus, the core concrete and angles were considered to evaluate the strength of PSRC column with high-strength angles. In addition, the connection method using long bolts was proposed to increase the bond strength between the high-strength angles and core concrete after cover spalling.

**KEYWORDS:** composite columns, high-strength angle, prefabrication

1. 서론

고강도 강관을 콘크리트에 매입하여 사용할 경우, 강재의 국부 좌굴을 방지할 수 있어 축압축 저항에 유리하다. 특히 강재 앵글을 매입한 PSRC기둥(prefabricated steel-reinforced concrete column)의 경우, 인장 및 압축을 받는 고강도 앵글을 기둥 바깥쪽에 배치함으로써 단면 휨저항성을 키울 수 있다. 또한 고강도 앵글을 사용한 PSRC기둥의 횡보강재는 심부 콘크리트를 횡구속하므로 최대강도 이후 안정적인 연성거동을 확보할 수 있다.

고강도 강재의 항복변형률은 일반 강재에 비하여 증가하므로 강재 항복 이전에 콘크리트 압괴가 선행할 수 있다. 따라서, KBC 2016에서는 설계기준항복강도가 450 MPa를 초과하는 매입형 합성기둥에 대하여 압축강도 산정시 피복콘크리트의 기여를 포함하지 않도록 규정하고 있다. 즉, 횡구속을 통해 심부 콘크리트의 연성을 확보되지 않은 매입형 합성기둥에서는 고강도 강재 적용에 주의가 필요하다. 이 연구에서는 설계기준항복강도  $F_y = 690$  MPa인 고강도 강재가 사용된 매입형 합성기둥의 압축저항성을 연구하였다.

2. 압축실험 계획

횡보강상세가 다른 6개의 PSRC기둥 실험체 P1~P6를 만들고 중심축 압축실험을 수행하였다 (그림 1 참조). PSRC기둥단면의

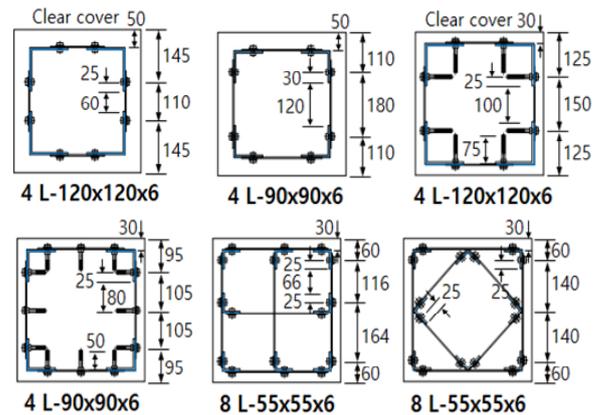


그림 1. 실험체 단면 상세

크기는 400 mm × 400 mm이고, 순길이는  $l_c = 1200$  mm이다. 주보강재로 사용된 수직 앵글의 단면치수와 심부콘크리트를 구속하는 횡보강 상세를 주 실험변수로 고려하였다. P1 및 P2는 각각 앵글 L-120×120×6 및 L-90×90×6 4개를 단면의 네 모서리에 배치하였다. P1과 P2의 순 피복두께는 50 mm이고 앵글 너비로 인해 심부콘크리트는 표면의 20% 및 40% 만이 피복콘크리트와 일체 타설되었다. 수직 앵글은 두께 3.2 mm, 너비 40 mm의 수평 띠판을 사용하여 200 mm 간격으로 연결하였다. 앵글과 띠판은 볼트 1개를 슬립이 발생되지 않는 마찰접합으로 연결하였다.

P3과 P4는 주 앵글과 띠판 상세는 P1 및 P2와 동일하다. 다만 콘크리트의 순피복두께를 30 mm로 줄여서 더 넓은 심부 콘크리트를 확보하고, 횡구속효과를 높이기 위해 앵글과 띠판 연결볼트를 매입깊이 50~75 mm 장볼트로 변경하였다. P5 및 P6은 앵글 L-55×55×6 8개를 수직앵글로 사용하였다. 횡구속 효과를 증진시

\*\* 교신저자(Corresponding Author, jjim@senkuzo.com)

1) 센구조연구소 연구개발부 사원, 공학석사  
 2) 서울대학교 건축공학과, 박사수료  
 3) 센구조연구소 연구개발부 과장, 공학박사

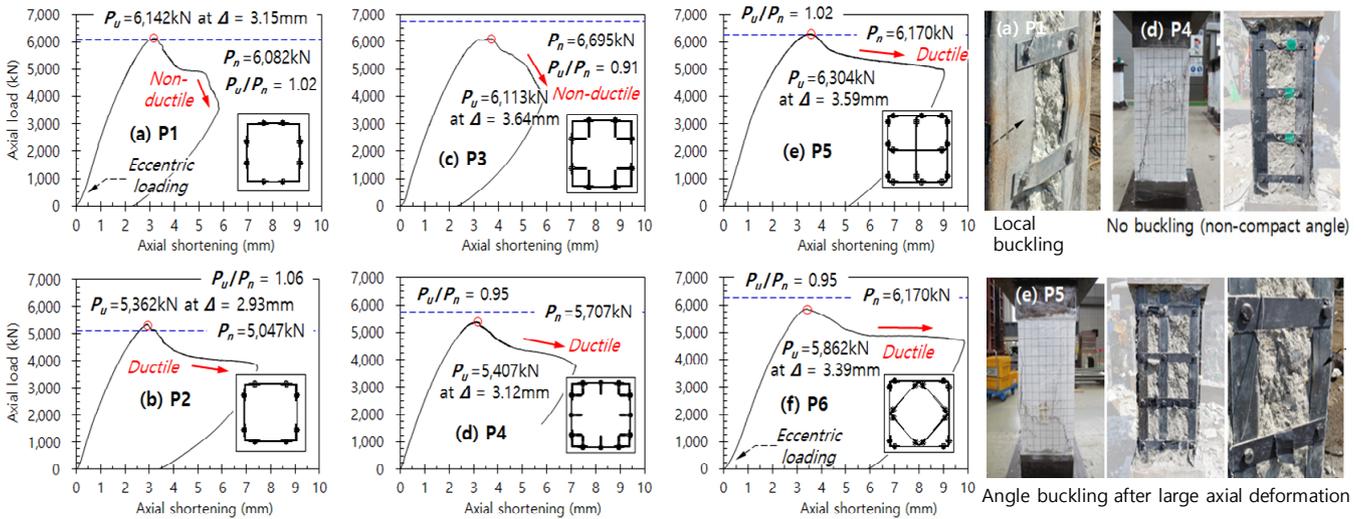


그림 2. 하중-변위비 관계 및 파괴모드

키기 위하여 외각후프를 설치하고 심부 콘크리트를 가로지르는 띠판을 추가로 배치하였다.

6 mm 두께의 고강도 앵글과 3.2 mm 두께의 수평 띠판 항복강도는 각각  $F_y = 718 \text{ MPa}$  및  $347 \text{ MPa}$ 였다. 콘크리트 압축강도  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ 로 조사되었다.

### 3. 실험결과

P1과 P2의 경우 압축변형  $\Delta = 3 \text{ mm}$  (압축변형률 0.0025)에서 최대강도  $P_u = 6142$  및  $5362 \text{ kN}$ 에 도달하였고, 이후 피복콘크리트가 파열되면서 강도가 급격히 감소하였다. 장볼트를 사용한 P3의 경우 실험최대강도가 예상강도보다 작았는데, 이는 최대강도 발생시점에서 횡구속효과가 크지 않아 심부 콘크리트의 압축강도가 발현되지 않았기 때문으로 판단된다. 띠판의 변형률 또한 항복변형률보다 작았다.

심부 콘크리트 면적을 키운 P3과 P4의 경우 P1 및 P2와 거의 동일한 압축거동을 보였다. 압축강도 또한 심부 콘크리트 면적 증가에도 불구하고 P1 및 P2와 유사하였는데, 이는 피복 콘크리트 파열 시점에서 고강도 앵글은 항복변형률에 도달하지 않았고, 이후 심부 콘크리트의 횡구속효과가 크지 않았기 때문이다. P5와 P6의 경우, 최대강도  $P_u = 6304$  및  $5862 \text{ kN}$ 은 증가된 변형상태(압축변형률 0.0029)에서 발생하였고, 이후 콘크리트 피복 파괴에 의한 급격한 강도저하가 뒤따랐다. 하지만 최대강도의 약 85% 수준을 유지하는 연성거동을 보이며 압축변형률 0.0083에서도 파괴되지 않았다.

### 4. 결론

고강도 앵글을 적용한 PSRC기둥의 경우 최대압축강도가 발현

되는 극한한계상태는 KBC2016에서 제시된 것과 다르다. 즉 PSRC기둥에서는 고강도 앵글이 항복하기 이전인 약 0.002~0.0025 mm/mm수준의 압축변형률에서 최대강도에 도달하였다. 이는 고강도 앵글 PSRC기둥의 충분한 하중재하능력 및 연성능력을 확보하기 위해선 피복 콘크리트 파열이후 앵글의 좌굴방지와 심부 콘크리트 횡구속효과를 키워야 함을 시사한다.

### 참고문헌

1. 대한건축학회(2016) 건축구조기준 및 해설(KBC2016), 기문당
2. 황현중, 엄태성, 박홍근, 이창섭, 김형섭(2012) 고강도 앵글을적용한 선조립 합성기둥의 압축 실험, 한국강구조학회논문집, 한국강구조학회, 제24권, 제4호, pp.361-369.
3. 김현진, 황현중, 박홍근, 김동관, 양종민(2017) 볼트접합 앵글을 사용한 합성기둥의 중심축 압축실험, 한국강구조학회논문집, 한국강구조학회, 제29권, 제2호, pp.147-158.

### 감사의 글

이 연구는 한국연구재단의 2019년 대학중점연구소지원사업(NRF-2018R1A6A1A07025819) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.