

원심성형 중공PC기둥의 압축 실험

An Experimental Study on the Axial Strength of Centrifugally Formed Shell PC Columns

박진영* 양원직** 이원호*** 오상훈****
Park, Jin Young Yang, Won Jik Yi, Waon Ho Oh, Sang Hoon

ABSTRACT

Recently, Construction Business, is changing very quickly, exceedingly needs to slim down the construction expensive by reducing material costs and the term of works. The term of formwork takes 25% of the term of works and costs 15% to 20% of the cost of construction. Hereupon, the purpose of this study is to investigate the Axial Strength of Centrifugally Formed Shell PC Columns that can reduce the term of formwork, the costs of material, the difficulty of throwing away the waste. Shell PC Column is loaded stirrups and manufactured at factory, so it has good points like construction's quality control and part's precision. However, it needs to be tested for checking bonded ability because it is set up at core and covered with concrete. therefore this study is necessary three type of columns, which are a RC column, different type of two compressive strength core concrete columns and a Shell PC Column. By three columns, this study compare with and analysis three columns's bonded and Compressive Behavior abilities.

요약

최근 급속한 속도로 변화하는 현대 사회에서의 건설 현장에서는 공기 단축 및 자재의 절감을 통한 공사비 절감이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 현재 현장에서의 거푸집 공사기간이 전체 공사기간의 1/4정도 차지하고 있으며, 공사비는 전체 공사비의 15~20%를 차지하고 있다. 이에 공기단축, 거푸집 자재의 절감 및 거푸집 폐자재의 처리에 대한 어려움을 줄일 수 있는 중공PC 반건식 기둥의 사용성 및 구조적 성능을 평가하고자 한다. 중공PC기둥은 전단보강근이 배근된 상태로 피복두께 만큼 공장에서 제작되어 지므로 품질관리 및 부재의 정밀도 등 여러 이점이 있지만, 코아 부분은 현장에서 후 타설하여야 하므로 중공PC와 코아 콘크리트 간의 부착성능이 기둥의 압축거동에 미치는 영향에 대한 검증이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 중공PC와 코아 콘크리트 간의 부착성능 및 압축거동성능을 평가하고자 기존 철근콘크리트 기둥 1개와 코아 콘크리트의 압축강도가 다른 중공PC 기둥2개를 제작하여, 철근 콘크리트 기둥과 중공PC기둥의 압축거동성능에 대하여 비교·분석하고자 한다.

* 정회원, 광운대학교, 대학원 석사과정
** 정회원, 광운대학교, 에센스 구조연구센터 연구교수, 공학박사
*** 정회원, 광운대학교, 건축공학과 교수, 국립방재연구소 소장, 공학박사
**** 정회원, 부산대학교, 대형지진모사실험시설 구축사업단(건축학과), 조교수, 공학박사

1. 서론

최근 건설현장에서는 공기 단축 및 자재의 절감을 통한 공사비의 절감이 절실히 요구되고 있다. 철근 콘크리트조 건축물의 경우 철근과 콘크리트의 원자재를 제외한 공사비의 대부분을 차지하는 것이 용역비와 거푸집 자재비를 들 수 있으며, 용역비는 공기단축, 거푸집 자재 절감 및 PC부재의 접합부 보강문제등을 해결할 수 있는 중공 PC기둥의 사용성 및 구조적 성능을 평가하고자 한다. 중공PC기둥은 전단보강근이 배근된 상태로 공장에서 원심성형으로 피복두께만큼 제작되고, 현장에서 중공PC내부에 주근을 삽입하여 코아 부분을 후타설하므로 품질관리, 부재의 정밀도 및 접합부 보강에 있어 여러 이점이 있다. 그러나 중공PC기둥은 코아부분을 현장에서 후타설 하므로 중공PC와 후 타설 코아 콘크리트 간의 부착성능에 대한 검증이 필요하다

따라서 본 연구에서는 중공PC와 코아 콘크리트 간의 부착성능이 기둥의 압축거동 성능에 미치는 영향을 비교·분석하고자 기존 철근콘크리트 기둥 1개와 코아 콘크리트의 압축강도가 다른 중공PC기둥 2개를 제작하여, 철근콘크리트 기둥과 중공PC기둥의 압축거동성능에 대하여 비교·분석하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 시험체 계획

본 실험에서는 철근콘크리트 기둥과 코아 콘크리트의 압축강도를 변수로 한 중공PC기둥 2개를 제작하여, 구조성능을 비교·분석하고자 한다. 각 시험체에 사용한 콘크리트의 배합을 표1에 나타내었고, 중공PC기둥은 슬럼프치 15 mm로 배합된 콘크리트를 사각 몰드에 주입시키기 전에 HD10@150으로 스티럽을 배근한 뒤 원심성형 하였다. 시험체의 단면은 300×300 mm, 길이는 900 mm, 주근은 8-HD19로 배근하였으며, 피복 두께는 30 mm로 제작하였다. 각 시험체에 대한 일람과 형상 및 배근상황은 표 2와 그림 1에 각각 나타내었다.

표 1. 콘크리트 배합표

종류	설계강도	W/C (%)	단위 중량 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	AD
중공PC용	35MPa	39.5	150	380	950	980	2.4
RC용	24MPa	38.67	128	331	970	899	2.4
코아 콘크리트용	35MPa	42.25	169	400	767	1058	2.4
	24MPa	38.67	128	331	970	899	2.4

표 2. 시험체 일람표

시험체명	기둥 크기 (mm)	기둥 길이 (mm)	주근 (철근비)	띠철근 (철근비)	설계강도에 의한 공칭 압축강도 (kN)
C-RC-24	300×300	900	8-HD19 (2.54%)	HD10@150 (0.25%)	2706
C-PC-24					2706
C-PC-35					3526

2.2 재료 실험

본 실험에서는 콘크리트의 설계기준 압축강도는 24 MPa와 35 MPa를 사용하였다. 이에 대해 각 시험체에 사용된 콘크리트의 공시체 압축강도 실험을 위해 KS F 2405 "콘크리트의 압축강도 시험방법"에 따라 실시하였고, 철근 인장강도실험을 위해 KS B 0802 "철근의 인장 시험방법"에 따라 실시하였다. 재료 시험결과를 표 3에 나타내었다.

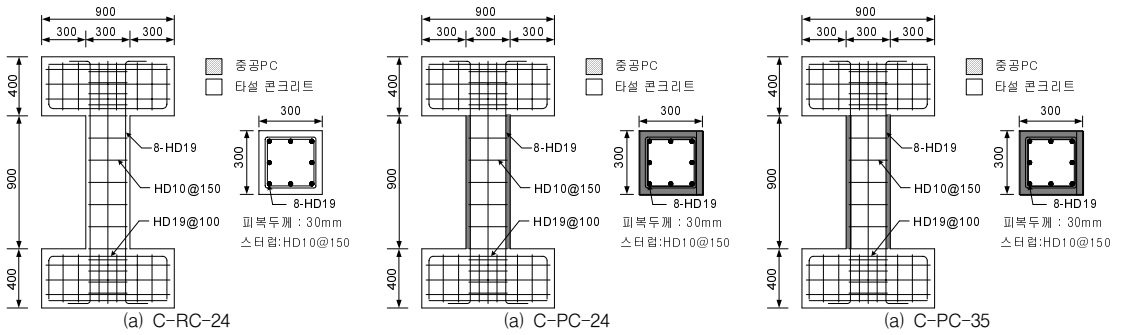


그림 1. 시험체 형상 및 배근상황

표 3. 콘크리트 압축강도 시험결과

구분	f_{ck}	f_{cu}^*	E_c^{**}	
코아콘 크리트	24MPa	21.74	29.74	2.63×10^4
중공 PC	35MPa	27.07	35.07	2.78×10^4
		31.68	39.68	2.90×10^4

* $f_{cu} = f_{ck} + 8 \text{ (MPa)}$ ** $E_c = 8500 \sqrt{f_{cu}} \text{ (MPa)}$

표 4. 철근 인장강도 시험결과

종류	항복응력 (MPa)	최대강도 (MPa)	
스터럽	SD10	531.09	661.99
주근	SD19	552.16	595.48

2.3 실험 방법 및 측정 방법

실험은 1000 kN 용량의 만능시험기(Universal Testing Machine)에서 실시하였다. 하중은 편심이 생기지 않도록 기둥과 수직이 되도록 스토틀 상부에서 집중 가력하여, 최종 파괴 시까지 실시하였다.

기둥 전체 변위량을 측정하기 위해 스토틀 4면에 L.V.D.T(그림 2(b)참조)를 설치하였으며, 주근의 변형도를 측정하기 위하여 철근 조립 시 그림 2에서 보는 것과 같이 A, B, C 위치 주근에 W.S.G를 4개씩 총 12개를 부착하였다.

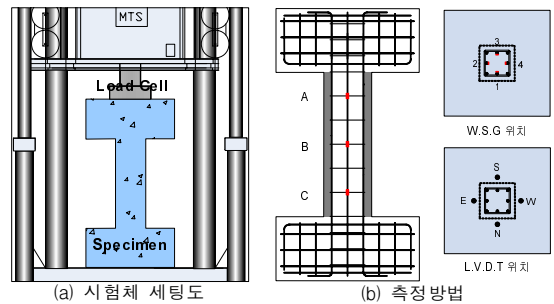


그림 2. 측정방법 및 시험체 세팅도

3. 실험 결과 및 분석

3.1 최종파괴양상

그림 3은 각 시험체별 최종 파괴상황을 비교하여 나타낸 것이다. 그림에 나타난 바와 같이 기존 철근콘크리트 기둥인 C-RC-24 시험체는 기둥 중심으로부터 기둥 전면에 걸쳐서 균열이 생겼고, 중공PC를 사용한 두 시험체(C-PC-35, C-PC-24)는 단부에서 균열이 나타났고, 코아 콘크리트와 중공PC의 콘크리트 압축강도가 같은 C-PC-35 시험체는 코아 콘크리트와 중공PC의 콘크리트 압축강도가 다른 C-PC-24 시험체보다 큰 내력을 보였지만, 더 많은 균열이 나타났다. 또한, 중공PC기둥은 균열이 진전됨에 따라 중공PC와 코아 콘크리트가 분리되어 박리되는 현상을 볼 수 있다. 이는 원심성형한 콘크리트는 설계강도보다 10~20%²⁾ 더 큰 내력을 보이므로 코아 콘크리트와 중공PC의 설계강도가 같지만, 중공PC가 더 큰 내력을 보이므로 중공PC가 박리되기 전까지 기둥 최대 내력에 영향을 준 후 박리되는 것으로 사료된다

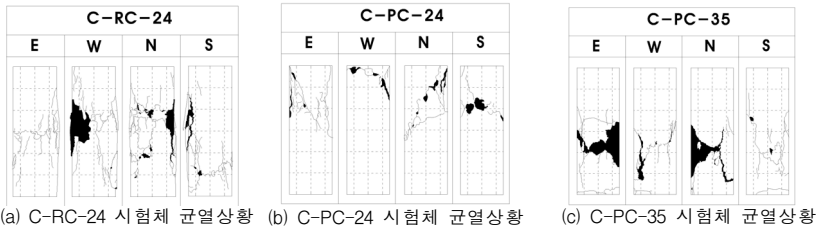


그림 3. 최종파괴 균열상도

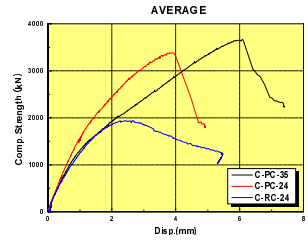


그림 4. 하중-변위 관계

3.2 강도특성

시험체별 하중-변위 곡선을 그림 4에 비교하여 나타내고, 실험 결과 값을 표 5에 나타내었다. 그림 4에서 알 수 있듯이 기존 RC기둥 시험체 보다 중공PC시험체가 최대 하중 이후 내력이 급격히 떨어지는 경향을 보이는 것을 알 수 있다. 이는 파괴 양상에서도 언급하였지만

표 5. 실험 결과

시험체 명	계산축하중 (kN)	최대내력 (kN)	최대내력시 변위 (mm)
C-RC-24	2537.56	1929.16	2.3
C-PC-24	2620.32	3383.16	3.9
C-PC-35	2940.2	3668.91	6.1

중공PC의 경우 외피의 강도가 내부 코아 콘크리트의 강도보다 크기 때문에 재하 하중을 외피에서 먼저 부담하여 외피 파괴 이후 코아 부분으로 하중이 전이되어 기존RC기둥보다는 최대하중이 후 내력이 급격히 떨어지는 것으로 사료된다. 압축강도에 있어서는 같은 강도로 설계된 RC-24, PC-24의 경우 중공PC기둥의 강도가 약 1.75배 높은 것으로 나타났다. 따라서 중공PC외피와 후타설 콘크리트 간의 부착 성능은 최대 하중 이후 기존의 RC기둥에 비하여 급격한 내력 저하를 보이지만, 압축강도에 대해서는 RC기둥보다 우수한 성능을 가지는 것으로 보아 중공PC의 외피와 코아 콘크리트의 부착능력 자체가 압축강도의 크기에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

4. 결론

본 실험연구로부터 얻어지는 결론은 다음과 같다.

중공PC기둥의 외피와 후 타설 코아 콘크리트 간의 부착성상이 기둥의 압축강도에 미치는 영향을 검증하기 위하여 일반 RC기둥과 비교 실험 하였다. 그 결과 중공PC의 외피와 코아 콘크리트 간의 부착성상은 최대 하중 이후 내력이 급격히 저하되는 경향을 보였지만, 기둥의 압축강도에는 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알았다.

감사의 글

이 논문은 건설교통부의 첨단도시개발사업 "내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발 (05건설핵심 D04-01)" 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 건축구조설계기준 및 해설, 대한건축학회, 2006
2. 김화중 외, "재생골재 및 슬러지를 이용한 기능성 폴리머 원심력 도로경계블록의 개발에 관한 실험 연구", 대한건축학회논문집 20권 9호, 2004, pp 127-134.
3. 中野克彦 外, "PCおよびRC柱の壓縮性狀に關する實驗的研究", コンクリート工學年次論文報告集 Vol.14, No 2, 1992.