

공동주택의 리모델링을 위한 기존부재의 내력평가 실험연구

An Experimental Study on the Strength Evaluation of existing Structural Members for the Remodelling Construction of Apartments Housing

신 현 섭* 유 영 찬** 임 병 호*** 최 기 선**** 김 금 환*****
Shin, Hyun Seop You, Young Chan Lim, Byung Ho Choi, Ki Sun Kim, Keung Hwan

ABSTRACT

Different from new or reconstruction of an apartment housing, the structural safety in the remodelling construction can be obtained through the repair and strengthening process based on the safety diagnosis and evaluation of structural performance. In this study, structural performance of existing members such as, reinforced concrete slabs, beams and columns are investigated through experimental tests. The structural members were obtained from the existing apartment housing which will be demolished.

Test results showed that most specimens have a sufficient structural capacity except for some special case, for example, specimens with severe cracks or concrete loss due to improper casting. This same severe deteriorated or defective structure members originated from bad concrete casting or careless construction process should be repaired and strengthened before an remodelling construction.

1. 서론

기존 공동주택의 주호 내 발코니 확장과 같은 소규모의 구조변경 및 내부 주거공간을 확장하는 평면확장형 리모델링 공사에서는 일반 신축공사나 재건축공사와는 달리, 우선적으로 건축물의 안전진단 및 구조검토 결과에 따라서 보수/보강공사 및 신/구 부재의 접합부설계가 수행되어야만 추가하중에 대한 건물의 안전성을 확보할 수 있게 된다. 그러나, 현재 리모델링 공사를 수행했거나 리모델링을 계획 중인 건물은 대체적으로 설계도면이 없는 경우가 많기 때문에 기존 구조체가 어느 정도의 구조성능을 보유하고 있는 지 불명확한 경우가 대부분이다. 따라서, 본 연구에서는 GS건설에서 재건축을 추진중인 공동주택에서 직접 채취한 철근콘크리트 슬래브 및 보, 기둥부재의 구조성능을 실험적으로 평가함으로써, 향후 리모델링 공사를 실시함에 있어 요구되는 노후화된 부재의 보수/보강 및 신/구 부재의 접합부 설계를 위한 기초 자료를 구축하고자 한다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 건축·도시연구부 선임연구원 공학박사

** 정회원, 한국건설기술연구원 건축·도시연구부 수석연구원, 공학박사

*** 정회원, GS건설(주) 기술본부 연구개발팀 선임연구원, 공학박사

**** 정회원, 한국건설기술연구원 건축·도시연구부 연구원

***** 정회원, 한국건설기술연구원 건축·도시연구부 연구위원, 공학박사

2. 실험

2.1 실험체 계획

철거전 상태에 있는 철근콘크리트 라멘조 아파트에서 채취한 슬래브, 보 및 기둥의 부재성능을 평가하여 실재 부재의 보유내력을 분석하기 위한 실험체로 활용한다. 표 1에 나타난 바와 같이 슬래브의 경우 시공오차에 의한 배근위치에 따라 휨강도의 차이가 날 수 있으므로 동일 종류 실험체를 2개로 계획하였다. 보의 전단 및 휨성능을 평가하기 위한 실험체는 단면 및 채취길이에 따라 각각 4개 및 6개를 계획하였고(표2), 기둥 실험체의 경우는 2종류의 단면에 각각 중심 및 편심거리를 변수로 한 10개의 실험체를 계획하였다(표3).

표 1 슬래브 실험체 일람표

실험체명	단면 (폭X높)	휨 철근배근	지간 (mm)
OS1	7,500×105	3D10@300	3,000
OS2			

표 2 보 실험체 일람표

실험종류	실험체명	단면	철근배근		지간 (mm)	
			인장	전단		
전단	BS1	250×540	2D19	D10 @250	1,050	
	BS2				1,050	
	BS3				1,350	
	BS4				1,350	
휨	BB1	250×500	2D19	D10 @250	2,000	
	BB2					
	BB3					
	BB4	250×540			2,700	
	BB5	200×700			D10 @200	3,200
	BB6					

표 3 기둥 실험체 일람

실험체명	단면	길이 (mm)	가력 방법	편심 (mm)
C3	250×400 4-D19 D10@250	1900	중심	0
C4			편심	40* (=0.28e _b)
C8				90** (=0.64e _b)
C1				
C9				
C2	300×500	1900	중심	0
C5	6-D19		편심	50* (=0.35e _b)
C7	D10@300			

2.2 실험체 가력 및 측정

슬래브, 보 및 기둥실험에 대한 실험체 설치상황을 그림 1에 나타내었다. 모든 실험에서 하중가력은 변위제어방식으로 가력하였다. 인장철근 및 콘크리트의 변형율은 각각 해당 측정 위치에 변형게이지를 부착하여 측정하였다. 슬래브 및 보 실험에서의 처짐은 지간 중앙 및 가력점에 설치된 LVDT로 측정하였다. 기둥실험의 경우는 기둥의 4면 주위로 설치된 Dial gauge로 변위를 측정하였고, 편심가력의 경우는 편심거리에 따라 가력 한지점을 이동하였으며 중앙부의 횡변위를 LVDT로 측정하였다.

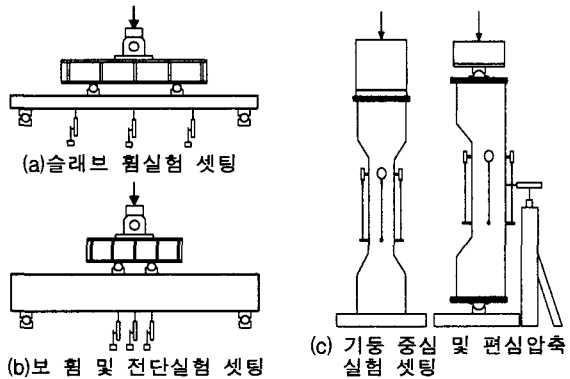


그림 1 실험체 설치 상황

3. 실험결과 및 분석

3.1 최종파괴 형태

슬래브 OS1과 OS2 실험체는 하중이 증가함에 따라 가력부 사이 구간에 휨균열이 발생하고, 휨균열이 커짐에 따라 최종적으로 상부 콘크리트의 압괴에 의해 파괴에 도달되는 전형적인 휨파괴 거동을 나타내었다. 보 전단실험의 경우 4개의 실험체 중 BS3 실험체만 초기 휨균열 발생이후 지지점과 가력점 사이를 잇는 사균열이 발생하면서 기존 휨균열의 진전 없이 전단파괴 되었으며 나머지 실험체는 사균열은 발생하였으나 최종적으로는 휨파괴 되었다. 철근탐지기(OKO-2) 조사결과에 따르면 휨파괴된 세 실험체와 BS3의 횡보강근 간격이 1.1~1.5배 가량 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 보 휨실험의 경

우 대부분의 실험체는 전형적인 휨과괴 거동을 보였으나 BB5 및 BB6의 경우 콘크리트의 결손 및 피복두께의 불충분으로 뚜렷한 휨과괴 거동없이 조기에 파괴되었다. 기둥 중심가력 실험체의 경우 종방향의 균열 및 전이된 대각선 균열이 발생하면서 피복콘크리트가 탈락되고 주철근이 좌굴 및 항복되면서 최종과괴에 이르렀다. 편심가력 실험체의 경우 종방향 균열은 압축측에만 한정되었고, 인장측에는 수평방향의 균열이 발생하였다. 편심거리의 변화에 따른 균열 개수의 뚜렷한 차이는 관찰되지 않았으며, 인장측 철근의 항복은 없었다. 압축측에서 종방향의 균열이 취성적으로 발생한 후 철근이 좌굴 및 항복되면서 최종과괴에 도달하였다.

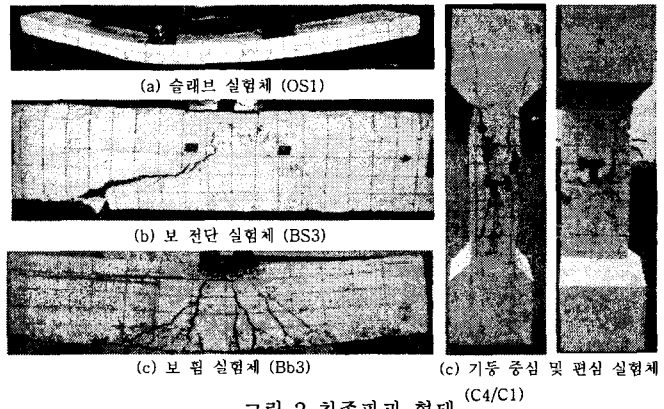


그림 2 최종과괴 형태

3.2 하중-변위 곡선 및 내력 비교

슬래브 OS1과 OS2는 항복점이 불명확한 포물선 형태의 하중-변위 곡선을 보이면서 $L/20$ 까지 연성적인 휨 거동을 나타내고 있다. 실험 최대휨내력은 각각 8.52kNm, 7.43 kNm이다. 최대내력의 차이는 슬래브 내 배근위치의 편차에서 기인하는 것으로 사료된다. 보 전단실험에서 BS3 실험체의 경우 사인장균열의 길이 및 폭은 부재가 파괴될 때 까지 계속적으로 증가하여 부재는 변위 1.08 mm, 하중 275.1kN에서 취성적으로 전단 파괴되었다. 보 휨실험의 경우 BB1~BB4 실험체 모두 유사한 휨내력을 보이고 있음을

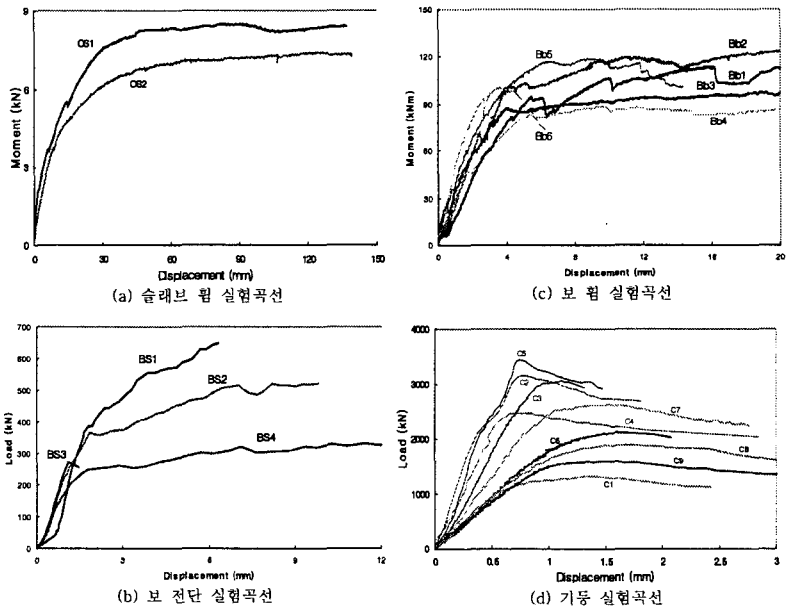


그림 3. 실험체별 내력-변위 곡선

알 수 있다. 휨내력 면에서 다소 차이를 나타내는 것은 시공시 배근위치의 차이 때문인 것으로 사료된다. 평균적으로 항복할시의 처짐은 4.0mm이고 최대 휨내력은 113.93 kNm이다. BB5는 채취시 이미 콘크리트 결손이 부재 전체에 걸쳐서 길게 형성된 상태이었으며 158.8 kN에서 전단파괴되었다. BB6은 하중 127.4kN에서 지간의 1/4되는 지점에 인장철근 이음부 피복탈락에 따른 부착파괴로 내력이 급속히 감소하였다. 기둥 압축강도 실험의 경우는 중심축력 실험을 기준으로 편심거리가 증가함에 따라 모멘트의 영향에 의해 최대 내력은 감소되고 최대 하중시의 변위(변형능력)는 증가하는 전형적인 하중-변위 곡선을 나타내고 있다. 표 4~표7에 실험종류 및 실험체 별로 실험 최대내력에 의한 실험강도와 콘크리트구조 설계기준에 의한 공칭휨강도를 계산하여 서로 비교하였다. 슬래브 실험체의 경우 실험

휨강도가 공칭 휨강도에 비하여 57%이상 큰 것으로 나타났다. 표 5에서 보 전단 실험체 BS3의 경우 설계도면의 전단배근 간격을 기준으로 할 때 실험강도는 공칭강도에 비해 29%, 철근탐지에 의한 실측 간격을 기준으로 하면 65% 큰 것으로 평가 되었다. 나머지 실험체들은 휨과괴 되었으나 참고적으로 함께 나타내었다. 표 6에서 보 휨실험체 BB1~BB4는 실험 휨강도가 52%이상 크게 나타났으나, BB5 및 BB6의 경우는 시공시 콘크리트 타설에 문제가 있거나, 장기적으로 외부에 노출되어 콘크리트가 국부적으로 손실된 것으로, 20년 이상 노후화된 공동주택의 경우 리모델링 공사시 해당 부재에 대한 적절한 보수 및 보강이 필요하다고 판단된다.

표 4 슬래브 실험체

실험체명	실험 최대 내력 (kN)	실험 휨강도 M_t (kNm)	공칭 휨강도 M_n (kNm)	M_t/M_n
OS1	14.93	8.51	4.79	1.78
OS2	13.03	7.50	4.79	1.57

표 5 보 전단 실험체

실험체명	실험 (kN)		공칭 (kN)		$V_{cr,t}/V_{cr,n}$	$V_{u,t}/V_{u,n}$
	$V_{cr,t}$	$V_{u,t}$	$V_{cr,n}$	$V_{u,n}$		
BS1	183.3	324.4	100.0	165.7	1.83	1.96*
BS2	176.4	260.7	100.0	165.7	1.76	1.57*
BS3	127.4	210.7	97.0	162.7	1.31	1.29
BS4	-	172.5	94.1	153.9	-	1.12*

표 6 보 휨 실험체

실험체명	실험 최대내력 (kN)	실험 휨강도 M_t (kNm)	공칭휨강도 M_n (kNm)	M_t/M_n
BB1	271.5	120.5	57.8	2.08
BB2	302.8	134.3	57.8	2.32
BB3	234.2	103.9	57.8	1.80
BB4	156.8	97.0	63.7	1.52
BB5	158.8	117.6	84.3	1.40
BB6	135.2	100.0	84.3	1.19

기둥 실험체의 경우는 표 7에 나타난 바와 같이 중심축력 실험체 중에서 C2가 1.19, 편심가력된 실험체 중에선 C1이 1.15 정도로 다른 실험체에 비해서 실험강도가 작게 평가되었다. 이러한 실험체들은 단면조사 결과 대체적으로 코아 콘크리트의 면적이 전체 단면적에 비하여 다소 적은 특징을 나타내었다.

표 7 기둥 실험체

실험체명	편심 (mm)	실험 강도		공칭 강도		P_t/P_n
		P_t (kN)	M_t (kNm)	P_n (kN)	M_n (kNm)	
C3	0	3055.6	-	1768.9	-	1.61
C4		2475.5	-	1768.9	-	1.30
C6	0.28e _b	2127.6	85.1	1445.5	57.8	1.40
C8		1901.2	76.0	1445.5	57.8	1.25
C1	0.64e _b	1324.0	119.2	1090.7	98.2	1.15
C9		1597.4	143.8	1090.7	98.2	1.39
C2	0	3153.6	-	2652.9	-	1.19
C5		3442.7	-	2652.9	-	1.30
C7	0.35e _b	2626.4	131.3	2121.7	106.1	1.24

4. 결론

- 1) 육안으로 관찰할 수 있는 부재 콘크리트의 심각한 균열 및 손실 등 일부 특수한 경우를 제외한 모든 실험체에서 실험강도와 공칭강도를 비교했을 때 충분한 구조적 성능을 보유하고 있는 것으로 나타났다.
- 2) 콘크리트 타설불량등으로 인하여 결함이 발생된 부재는 구조적 성능저하로 인한 내력저하가 예상되므로 적절한 보수, 보강이 필요한 것으로 판단된다.
- 3) 정확한 부재내력을 평가하기 위해서는 육안검사를 포함하여 단면제원에 대한 조사가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 GS건설(주)의 지원하에 이루어진 연구결과의 일부로 관계제위께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 1) 유영찬, 김승훈, 임병호, 최기선, 김궁환, 유지영, "평면확장형 공동주택 리모델링 공사에서 신/구 슬래브 접합부의 횡방향 하중전달 능력", 한국콘크리트학회 가을학술발표회논문집, 제 17권 2호, 2005.
- 2) 한국콘크리트학회, "콘크리트 구조 설계 기준", 2003