

인방보의 형태에 따른 개구부가 있는 전단벽의 거동 특성에 대한 실험적 연구

Experimental Study of Coupled Shearwalls with different Coupling Member

배 백 일* 최 현 기** 최 윤 철*** 최 창 식****
Bae, Baek Il Choi, Hyun Ki Choi, Yoon Chel Choi, Chang Sik

ABSTRACT

Many engineers find the way of improving the old building's structural behavior in the remodeling project which is performed using artificial openings for merging two houses. This test was performed to verify the characteristics of coupling beams according to the shape of the openings. One of test specimen has rectangle shape and the other was made by the circle shaped opening and one has coupling member only as slabs. Additionally, three specimens which have openings have 23% ratio in opening area to total wall area. Consequently, solid type which have no opening area shows shear failure. In the case of CW-RBS which have rectangular shaped opening, cracks are developed in coupling beam significantly. And CW-CS which has circular opening failed in shear showing development of diagonal cracks at wall toes and wall mid-height. It is thought that degradation of the wall strength is under the control of the opening shape and coupling beam-wall connection area.

요 약

세대병합형 리모델링의 경우 벽체의 개구부의 형성이 필수적이다. 그리하여 선행연구를 바탕으로 23%의 개구부면적을 가질 경우 큰 강성의 저하나 강도의 저하가 없다는 판단 아래, 인방보의 형태가 다른 세 실험체를 계획하여 횡력 가력 실험을 실시하였다. 슬래브를 인방보로 가지는 CW-RS는 형상비의 증가에 따른 휨과괴가 지배적이었고, CW-RBS와 CW-CS의 경우 인방보의 모멘트 분담에 의해 벽판의 전단 파괴 현상이 지배적이었다. 인방보의 면적에 따라 강도와 강성의 감소율이 영향을 받았으며 개구부의 형태가 결정하는 인방보와 벽체와의 접합 면적이 벽체의 거동을 지배한다고 생각된다.

*정회원, 한양대 건축환경공학과 석사과정
**정회원, 한양대 건축환경공학과 박사과정
***정회원, 청운대 건축설비학과 전임강사
****정회원, 한양대 건축공학부 교수, 공학박사

1. 서론

평면확장형 리모델링 사업에서는 전단벽에의 개구부 설치가 필연적이고 이로 인한 전단벽의 전단 저항 유효면적 상실은 각 층의 전단벽의 성능이나 전체 구조물의 성능에 있어 큰 저하를 가져올 수 있다. 리모델링 사업시 이런 전단벽의 성능 감소에 대한 영향 평가가 동반되어야 하는데 각 나라의 기준에서는 개구부의 생성으로 인한 전단벽의 성능 감소에 대한 평가에 뚜렷한 명시가 없는 실정이다. 특히 평면 확장형 리모델링 사업에 있어서 각 소비자들 마다 선호하는 형태가 다를 것으로 생각 되는데 개구부 형태에 따라 발생하게 되는 연결부재의 형태와 벽판에 있어서의 유효면적 감소 위치의 변화는 흔히 생각하는 장방형 개구부의 발생으로 인한 전단벽체 성능 감소와는 다르게 나타날 것으로 생각된다. 일반적으로 개구부 설치로 인해 발생하는 연결부재는 짧은 보의 형태가 되어 휨보다는 전단에 의한 파괴에 지배 받는 경향이 크다. 벽체에 발생하는 전단력 전달에 있어서 ACI에서는 압축 지주의 발생에 근거한 STM을 제시하는데 연결부재의 형태에 따라 전단력을 전달할 수 있는 압축지주의 폭이나 형태가 달라질 것으로 생각된다. 이에 본 연구는 동일한 개구부 면적비를 지닌 벽체의 개구부의 형태를 통해 연결부재의 형태를 바꾸어 각 연결부재의 형태와 면적, 벽체의 유효 면적의 변화에 따른 거동 변화에 대해 연구하기로 한다.

2. 실험

2.1 실험체 계획

본 실험의 실험체는 전단벽의 두 개 층을 이상화하여 슬래브를 표현할 수 있게 하였다. 그리고 개구부 면적비는 선행 연구¹⁾에서 제시된 적정 개구부 면적비 23%로 계획하였다. 실험체는 1/2의 축소모델로 제작하였으며 실험체에 사용된 콘크리트의 강도는 21MPa, 철근의 종류는 SD400으로 대상 건축물이 건축될 당시의 상황을 반영하였다. 실험의 주요 변수가 되는 개구부의 형태는 장방형 개구부를 가지는 실험체 CW-RS와 CW-RBS는 각각 580×1300mm와 750×1000mm로 계획하였다. 그리고 CW-CS는 원형 개구부로 반지름을 495mm으로 계획되어 벽체 하부에서 개구부 하부와 기초 저면과의 접합부 폭이 440mm가 될 수 있도록 계획하였다. 개구부 형태에 따른 연결 부재의 형태는 CW-RS는 슬래브만 연결부재로 거동하게 되고, CW-RBS는 300×1000mm 그리고 CW-CS는 벽체와의 접합면이 860mm, 인방보의 최저 두께가 360mm로 확장되었으며 연결부재의 길이는 990mm로 감소되었다. 그리고 이에 따라 벽판의 유효폭이 750mm로 감소하였다. 철근의 부착은 리모델링이 목적임을 감안하여 별도의 정착 피복이나 개구부 주위의 보강근을 배근하지는 않았다. CW-RS의 경우 연결 부재가 슬래브가 되는 점을 감안하여 슬래브의 폭은 슬래브의 모멘트 반곡점과, Paulay²⁾의 연구를 통한 결과에 따라 개구부 폭의 1/2나 슬래브 두께의 8배를 기준으로 제작하였다. 실험체의 상세 도면은 그림 1에 나타났다.

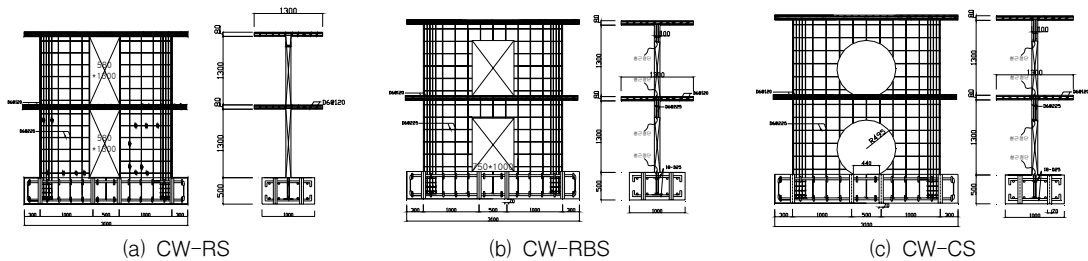


그림 1 실험체 상세

3. 실험결과

3.1 하중-변위 관계와 파괴 패턴

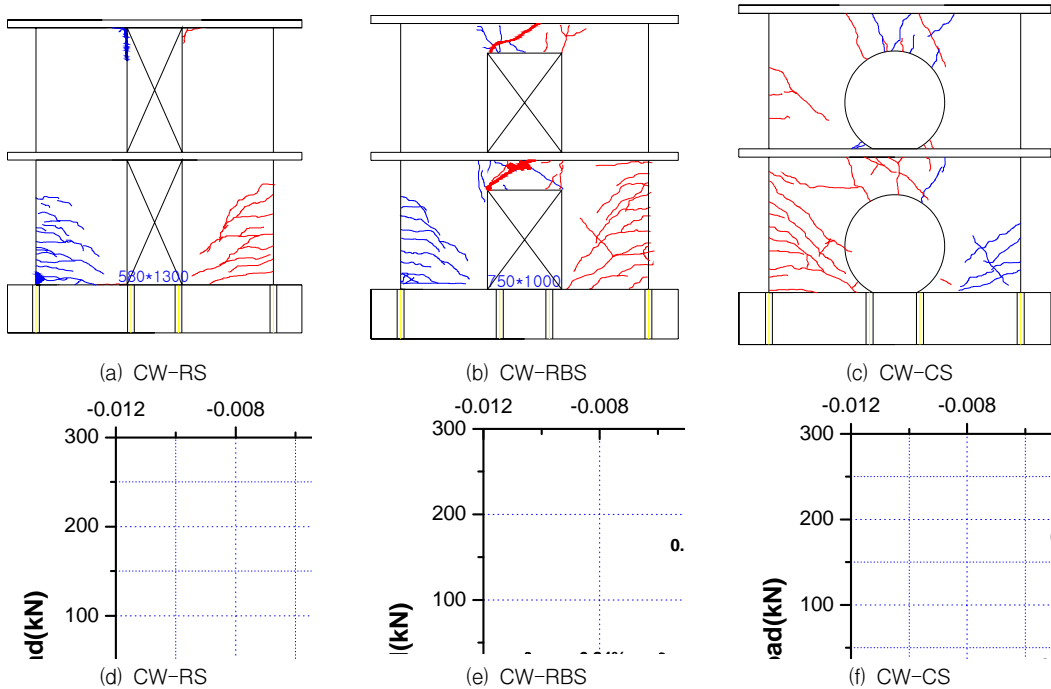


그림 2 파괴 형태와 하중 변위 관계

CW-RS는 벽체의 개구부 발생으로 인한 잔존 벽체의 형상비가 1.3이며 CW-RBS의 경우에는 1.48이었다. 그러나 파괴 패턴과 하중 변위 곡선을 살펴보면 RS는 휨 거동에 지배되고 있으며 CW-RBS는 원점 부근에서 편칭이 일어나기 시작하는 것과 경사 균열의 진전 상태로 보아 전단 파괴에 집중되고 있음을 알 수 있다. CW-CS의 경우에는 다른 두 부재보다 많은 이력을 경험하지 못하지만 높은 강성을 획득하고 있음을 알 수 있다. 그러나 연성 능력이 다른 실험체에 비해 떨어지고 있음을 알 수 있다.

3.2 강성 저하 특성

실험체의 초기 강성은 CW-CS가 22.86kN/mm로 가장 높았고, CW-RBS의 초기 강성은 CW-RS보다 낮게 나타났으나 실험이 진행될수록 CW-RS보다 높은 강성치를 나타내었다 CW-CS의 최종 파괴 지점인 부재각 0.70%에서의 강성을 비교해보면 CW-CS가 12.89kN/mm로 가장 높았으며 CW-RBS는 11.26kN/mm, CW-RS는 8.58kN/mm로 CW-RS의 강성이 가장 낮았다. 초기 강성에 대한 각 실험체의 강성비는 CW-CS의 최종 파괴를 기준으로 볼 때 CW-RBS가 가장 높았으며 최종 파괴에서는 CW-RS가 0.31으로 가장 낮은 값을 보여주었다.

3.3 철근의 변형률 분포

개구부 형태와 동시에 변수가 되는 인방보의 역할을 알아보기 위해 인방보와 벽체의 접합면에 대한

변형량을 WSG를 통해 알아보았다. 일반적으로 벽체 내측보다 인방보-벽체 접합부에서 변형이 크게 나타남을 알 수 있다. CW-RBS의 경우 세 개의 실험체중 가장 큰 변형률을 나타내는데 이는 벽체간 응력 전달 중 나타나는 응력 집중 현상과 인방보의 전단 전달 능력 발휘에 따른 것으로 판단된다. CW-CS의 경우 CS-RBS보다 작은 변형률을 보이는데 이는 접합부의 면적이 증가함에 따라 전달 받는 전단 응력이 작아짐에 따른 회전량의 감소에 따른 것으로 판단된다. 그림 4는 벽체 하부의 수직근의 변형률을 나타낸 것으로 개구부의 형태에 따라 벽체 형상비가 변화함으로써 발생한 현상으로 판단된다. CW-RBS의 경우 인방보의 파괴와 함께 변형률이 감소하는 것을 알 수 있는데 이는 인방보가 전단전달 능력을 상실했기 때문으로 판단된다.

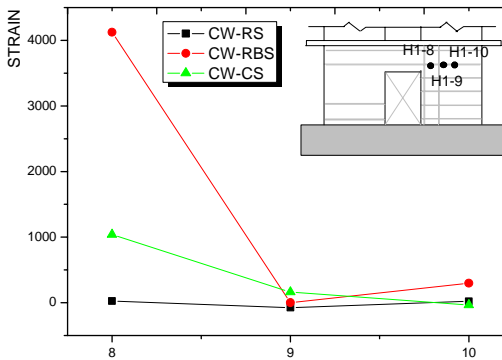


그림 3. 인방보-벽체 접합부 수평 철근 변형률

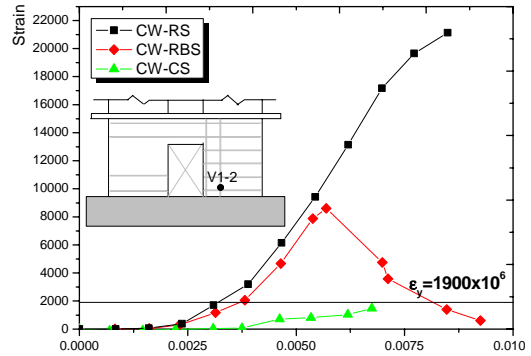


그림 4. 벽체 하부 수직근의 변형률

4. 결론

본 연구에서는 전단벽에 발생한 개구부에 따른 인방보와 벽체의 거동에 대해 평가해보았다. 인방보와 벽체의 접합 면적의 크기에 따라 우각부에 발생하는 응력집중 현상은 현저해지며 인방보의 전단 전달 능력은 작아지게 된다. 이는 벽체에 전달하는 전단력을 감소시킴으로써 벽체가 저항할 수 있는 능력보다 더 작은 하중에서 실험체가 파괴에 이르게 했다. 전체적으로 원형 개구부를 가진 벽체가 변형 능력을 제외한 모든 면에서 타 실험체보다 우수한 거동을 보여주었는데 이는 전단벽 내에 발생하는 압축지주의 발생을 방해하지 않는 인방보의 형태에 기인한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 우수연구센터육성사업(과제번호:R11-2005-056-03002-0) 및 2005년도 건설핵심기술개발사업 노후공동주택 연구비 지원에 의해 수행(과제번호 : C105A1050001-05A0505-00210)되었으며, 2007년 정부(교육인적자원부)의 지원을 받아 수행된 연구임(지방연구중심대학육성사업/바이오하우징연구사업단)

참고문헌

1. 윤현도, 김선우, 박완신, 김효진, 최창식, 최기봉 “ 개구부 설치를 위해 부분적으로 절단한 철근콘크리트 장방형 전단벽의 구조성능” 대한건축학회 논문집, 제 21권 6호, 2005, 06월, pp 33-40.
2. 최윤철, 최현기, 최창식, 이리형 “개구부 설치를 위해 인위적 손상을 가한 전단벽의 구조성능 평가” 한국구조물진단학회 제 11권 3호 pp77-86
3. Paulay, T. and Taylor, R. G., "Slab Coupling of Earthquake-ResistingShearwalls,"ACI Structural Journal, Mar-Apr., 1981, pp.130 ~ 140.
4. T. Paulay, M. J. N. Priestley “Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Building”