

## 개구부 신설에 따른 병렬 전단벽의 거동특성

Behavior of Coupling Shear Wall with New Openings

최 현 기\*

최 윤 철\*\*

최 창 식\*\*\*

Choi, Hyun-Ki

Choi, Youn-Cheul

Choi, Chang-Sik

### Abstract

Since wall system apartment used the shear wall as main lateral resistance member, installation of openings which causing section loss of walls may cause significant problem to structure. Also, there are few studies for inducing coupling beam or slabs which are occurred by installing openings. Therefore, this study planned isolated 2-story shear walls which are reduced three half-scale specimen to find out walls behavior characteristic.

The test results showed that strength reduction caused by loss of effective section of walls and different result of stiffness and energy dissipation regarding to the coupling beam and coupling slabs.

### 요 지

벽식 구조 형식의 아파트는 횡력에 저항하는 주요 부재로 내력벽을 사용하기 때문에 내력벽에 개구부를 설치함으로써 발생하는 단면손실로 인한 내력 손실은 구조물 전체에 심각한 문제를 발생시킬 수도 있다. 또한 개구부 설치에 따라 발생하는 연결보(개구부 상부의 인방) 및 연결 슬래브(인방이 없을 경우)에 대한 평가는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 개구부를 설치한 전단벽의 연결부재에 따른 벽체의 거동특성을 알아보고자 1/2 축소된 2층 독립 전단벽체를 계획하였다.

실험결과 개구부 설치에 따른 유효 단면 감소에 의한 내력 감소가 나타났으며, 강성, 에너지 소산능력 등에 있어 연결부재인 연결보와 연결슬래브에 따라 차이를 보였다.

**Keywords :** Coupling beam, Coupling slab, Opening, Remodeling, Shear wall

**핵심 용어 :** 연결보, 연결 슬래브, 개구부, 리모델링, 전단벽

\* 정희원, 한양대학교 건축환경공학과 박사과정

\*\* 정희원, 청운대학교 건축설비소방학과 전임강사

\*\*\* 정희원, 한양대 건축대학 건축공학부 교수

E-mail : ccs5530@hanyang.ac.kr 02-2220-2371

• 본 논문에 대한 토의를 2008년 10월 31일까지 학회로 보내 주시면 2009년 1월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

## 1. 서 론

### 1.1 연구 배경

최근 들어 아파트에 대한 수익성 및 사업성에 대한 기대 증대로 인하여 건설사를 중심으로 추진되고 있는 리모델링은 대부분 평면을 증축하는 형태로 사업이 진행되고 있다. 그러나 현재까지 진행되었던 공동주택의 리모델링은 1970년대에 지어진 아파트로서 구조형식은 RC라멘조가 주를 이루었다. 그러나 향후 리모델링 대상 아파트는 강남권 혹은 한강변에 자리 잡은 아파트로 예상되며 이들 아파트의 대부분은 1980년대 이후에 신축된 건축물로서 구조형식은 벽체와 슬래브로 이루어진 벽식 구조가 대부분이다.

리모델링 방법의 한 종류인, 작은 평수의 세대 병합형 리모델링에서는 세대간 벽에 개구부를 갖는 경우는 필연적으로 발생한다. 그러나 벽식 구조 형식의 아파트는 횡력에 저항하는 주요 부재로 내력벽을 사용하기 때문에 내력벽에 개구부를 설치함으로써 발생하는 단면손실로 인한 내력 손실은 구조물 전체에 심각한 문제를 발생시킬 수도 있다. 그러나 현행 UBC<sup>(8)</sup> 및 ACI<sup>(9)</sup> 기준에서는 대칭이나 비대칭형 벽체의 설계에 대한 규정은 명시하고 있으나 개구부를 갖는 전단벽에 대한 설계방법은 제시되어 있지 않다. 또한 개구부 설치에 따라 발생하는 연결보(개구부 상부의 인방) 및 연결 슬래브(개구부 상부에 인방이 없을 경우)에 대한 평가는 미흡한 실정이다. 연결보는 전단벽에 비해 작은 강성을 갖지만 다층의 전단벽을 각층에서 연결시키기 때문에 지진등과 같은 횡하중에 대하여 건물전체의 강성유지에 미치는 영향은 매우 크다. 이러한 연결보는 대개 짧은 보 또는 깊은 보의 일종이기 때문에 다른 일반적인 보에 비하여 전단력의 영향이 두드러져서 복잡한 거동양상을 보인다. 또한 연결 슬래브의 경우 전단벽 사이에 개구부가 있는 경우 슬래브의 응력은 바닥판 전폭에 균일하게 분포하지 않고 개구부로 인하여 개구부 주변에 응력이 집중되는 경향이 있다. 이러한 개구부 주위의 연결부재가 양측 전단벽간의 병렬(Coupling) 작용을 할 수 있도록 충분한 강도와 강성을 갖지 못할 경우 수평력에 저항하는 벽식구조 시스템의 구조성능에 많은 문제점을 초래할 수 있다. 이에 Coull<sup>(10)</sup>, Paulay & Taylor<sup>(11)</sup>, Schwaighofer<sup>(12)</sup> 등은 연결보의 거동모델 및 해석 방법에 대한 연구 및 슬래브의 유효폭 산정 및 보강방법을 위한 실험을 통해 외부 횡력에 저항하는 연결슬래브의 모멘트 저항능력을 제시하였다.

이에 본 연구에서는 인위적으로 절단된 벽체를 대상으로 세대간 병합을 위해 내력벽에 손상을 가하는 세대병합형 리모델링을 가정하여 손상 면적비 23%인 독립 벽체 실험체를 대상으로 연결부재에 따른 벽체의 성능평가를 실시하였다.

이에 본 연구에서는 인위적으로 절단된 벽체를 대상으로 세대간 병합을 위해 내력벽에 손상을 가하는 세대병합형 리모델링을 가정하여 손상 면적비 23%인 독립 벽체 실험체를 대상으로 연결부재에 따른 벽체의 성능평가를 실시하였다.

### 1.2 연구 내용 및 목적

기존 연구결과<sup>(1)(2)(3)</sup> 벽체에 설치된 개구부의 크기에 따라 벽체의 강도 감소는 개구부 크기에 비례하는 것으로 나타났으며, 개구부 면적비가(개구부면적/벽체면적) 23%, 30%, 39%일 때 벽체의 내력감소율은 30%, 50%, 70%감소되는 것으로 나타났다. 그러나 개구부(개구부면적비 23%)에 의해 형성된 연결부재(연결보, 연결슬래브)의 영향을 고려한 경우 벽체의 내력 감소율은 연결부재의 커플링 정도에 따라 상이하게 나타났다. 이는 리모델링시 개구부형성에 따른 벽체의 보강을 실시할 경우 커플링효과를 고려한 보강량을 산정해 할 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 연결부재가 설치된 벽체의 내력저감 및 거동특성을 규명하여 효율적인 보강기법 및 보강량 산출을 위한 기초 자료를 제공하고자 하며, 수행할 주요 연구항목은 다음과 같다.

- 국부적으로 절단된 벽체의 구조성능 평가
- 각 연결부재(연결보 및 연결 슬래브)의 커플링 정도

## 2. 실험

### 2.1 실험체 계획

본 실험을 위한 대상건물은 Fig. 1과 같은 1980년도에 건축된 16평형의 벽식 구조 아파트를 대상으로

하여세대간 벽(점선부위)에 세대병합을 위하여 개구부를 설치함으로써 중형아파트로 리모델링할 경우를 가정하였다.

본 연구에서 계획된 실험체는 개구부가 없는 기준 실험체인 Solid와 동일 개구부 면적비(개구부 면적/벽체의 면적, 23%)를 유지하며 인방보(Connecting beam)가 있는 CW-RBS, 벽체와 슬래브만으로 구성되는 CW-RS로 총 3개의 실험체로 계획하였다.

CW-RBS와 CW-RS의 개구부 면적비는 선행 연구 결과를<sup>(1)(2)(3)</sup> 반영하였다. 노후공동주택의 리모델링시 개구부 면적비 30%이상의 개구부를 뚫는 것은 구조적으로 많은 문제를 야기시키며, 목표강도까지 보강하는 것도 비현실적인 것으로 판단하였다. 따라서 인위적으로 손상을 가했을 경우 적절한 면적비로 판단된 23%로 동일하게 계획하였으며, 실제 벽체의 손상 시와 유사하게 하기 위하여 개구부가 설치되는 부위의 철근은 별도로 정착 및 보강을 실시하지 않았다.

슬래브 및 전단벽체는 실제 대상건물의 1/2 크기로 제작하였으며, 배근된 철근비는 실제연구 대상 부위에 대한 철근비 및 간격을 반영하여 계획하였다. 슬래브의 크기 및 유효폭은 개구부 폭의 1/2과, 슬래브 두께

의 8배로 산정된 연구 결과<sup>(11)(12)</sup>를 토대로 슬래브의 모멘트가 반전되는 반곡점의 위치에서 절단하여 제작하였다. 실험체의 일람 및 상세는 Table 1 및 Fig. 2에 나타내었다.

## 2.2 재료시험 및 실험방법

실험체 제작에 사용된 콘크리트의 압축강도와 철근의 인장강도에 관한 재료시험 결과를 Table 2, 3에 정리하여 나타내었다.

실험방법은 Fig. 3과 같다. 수평하중은 실험체의 가력보와 동일한 높이의 반력벽에 설치된 2000kN 용량의 Actuator를 사용하여 가력 하였다. 축력은 실험체 상부 슬래브 중앙, 즉 벽체에 균일하게 벽체 단면적의 10%( $0.1f_{ck}Ag$ )인 520kN의 축력을 실험 종료까지 일정하게 가력하였다. 이 때 벽판의 내외 좌굴을 방지하기 위하여 슬래브에 좌굴 방지용 볼 지그(Guide beam and ball jig)를 설치하였다. 반력벽에 설치된 수평하중 가력용 2000kN Actuator와 실험체 상부 슬래브를 일체화하기 위하여 슬래브 주변에 고정용 빔을 정착하였다. 실험체의 네 모서리는 양단 핀 조건의 강봉으로 지지하였으며 4개의 지점으로 표현된 경계조건이 대상건물의 거동을 적절히 묘사할 수 있도록 하였다. 하력의 가력방식은 Fig. 4와 같이 실험체의 횡변위를 가력점의 높이로 나누어준 부재각(1/1000, 1/500, 1/300, 1/250, 1/200)으로 제어 되었으며, 부재각 별로 3회씩 변위 Cycle이 진행되도록 제어되었다. 실험체 내부의 응력분포, 철근의 변형상태와 실험체의 항복을 결정하기 위하여 변형게이지(Wire Strain Gage)를 주요 수직, 수평철근에 부착하였으며 실험체의 항복은 벽체 양단부에 위치한 휨 철근의 변형도가 항복 변형도에 도달한 시점으로 평가되었다.

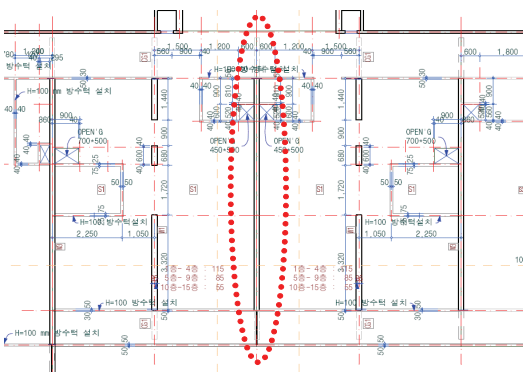


Fig. 1 Plan of prototype buildings

Table 1 List of specimen

Specimen	Opening	Slab	Opening Size(mm)	Area of opening ratio(%)	$f_{ck}$ (MPa)	Steel of Wall		Steel of Slab		$l_w \times h_w \times t_{wall} \times t_{slab} (mm)$
						Ver	Hor	Ver	Hor	
Soild	x		-	-	21.23					2500 × 2680 × 100 × 80
CW-Rbs	o	o	750x1000	23		D6@225	D6@225	D6@120		
CW-Rs	o		550x1300							

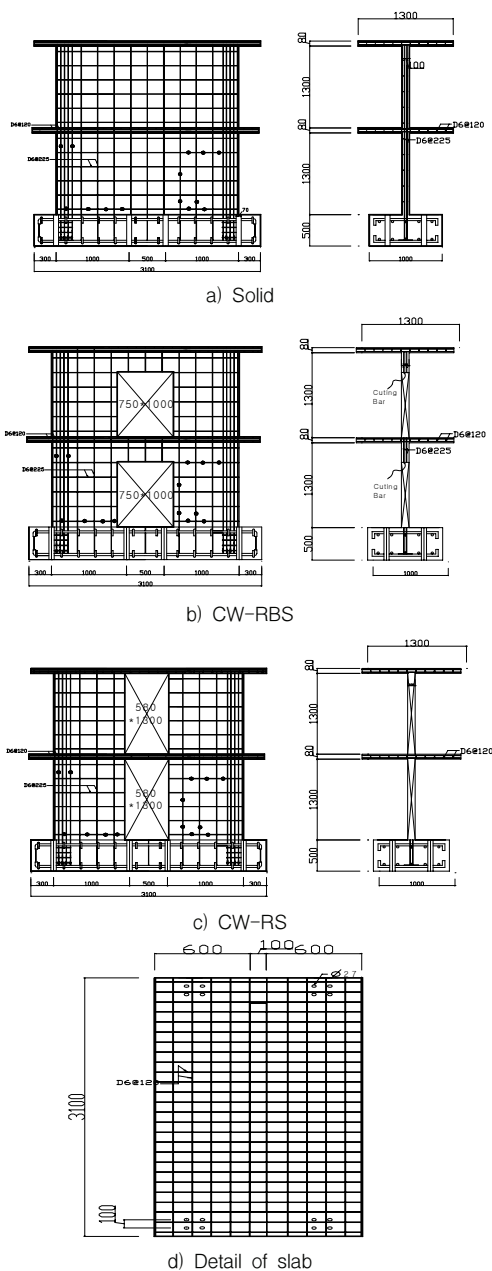


Fig. 2 Detail of specimen

Table 2 Material properties of concrete

Material	Compressive strength $f_{ck}$ (MPa)	Young's modulus $E_c$ (GPa)	Maximum strength $\epsilon$ ( $\times 10^{-6}$ )
Concrete	21.23	21.92	1.956

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 균열 및 파괴상황

각 실험체의 파괴상황은 개구부가 없는 실험체인 Solid의 경우 휨 파괴보다는 전단 파괴가 주요 파괴모드로 나타났으며, 인방 보가 없는 실험체인 CW-RS는 휨 파괴가 주요 파괴모드로 나타났다. 인방 보가 있는 실험체 CW-RBS는 인방 보에서 전단파괴로 인하여 최종파괴 되었다. 각 실험체의 파괴양상은 Fig. 5와 같다. 부재각에 따른 파괴상황을 보면, 개구부가 없는 Solid실험체의 경우 부재각 0.2%에서 1층 벽체의 양단부하부에서 초기 휨 균열이 발생하였으며 이후 하중이 늘어남에 따라 균열은 점차 벽체 상부로 진행되었다. 부재각 0.3%에서 1층 벽체 중앙부에 전단 균열이 발생하였고, 2층 벽체 하부에서도 휨 균열이 발생하였다. 항복하중 이후 전단 균열의 급격한 확산은 보이지 않았으며 비교적 연성적인 거동형태를 보였다. 두 벽

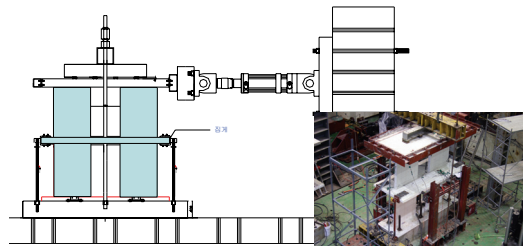


Fig. 3 Setting for test

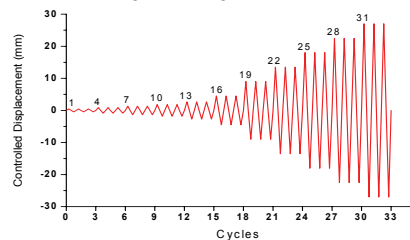


Fig. 4 Applied displacement history

Table 3 Material properties of steel

Material	Yield strength $f_y$ (MPa)	Yield Strain $\epsilon_y$ ( $\times 10^{-6}$ )	Tensile strength $f_u$ (MPa)
D6	291.19	1923.08	375.01

체가 연결보로 연결된 CW-RBS의 경우 부재각 0.1%에서 1층 개구부 상부 모서리 부분에서 초기 균열이 발생하였으며, 부재각 0.2%에서 1·2층 인방보에 사인장 균열이 발생하였고 단부에 미세한 수평균열과 동시에 1층 벽체 단부의상, 하부에 휨 균열이 발생하였다. 이후 횡 변위가 증가함에 따라 1층 벽체의 균열은 단부에서 개구부 방향으로 진전되었으며 최종적으로 인방보의 사인장 균열폭이 3.4mm까지 벌어지며 콘크리트의 박리와 더불어 최종파괴되었다. 이는 횡하중으로부터 유발된 전도 모멘트의 상당부분을 인방보의 커플링 효과에 의한 골조 작용(frame action)으로 저항하기 때문인 것으로 사료된다.

두 벽체가 슬래브로 연결된 CW-RS는 부재각 0.145%에서 1층 벽체 하부 단부에서 초기균열이 발생하였으며, 이후 하중이 증가함에 따라 균열은 1층 벽체 상부와 기초 저면으로 확산되었다. 부재각 0.5%에서 벽체 하부 모서리 부분 균열폭이 2.8mm까지 벌어졌고 최대내력에 도달 후 1층 벽체 단부의 압괴 및 박리현상으로 최종 파괴되었다.

### 3.2 하중-변위 관계

본 연구에서 측정된 실험체에 대한 정적 반복 가력의 하중-변위 곡선은 Fig. 6과 같다. 변위는 2층 슬래브의 가력 지점에서 측정된 값이다.

개구부가 없는 Solid 실험체의 경우 부재각 0.8%에서 최대내력 280kN을 보였으며 최대 내력 이후 벽체 전면의 전단균열의 발생과 단부에서의 압괴로 인하여 내력이 감소하는 경향을 보였다. 연결보가 있는 CW-RBS의 경우 부재각 0.6%에서 최대내력 220kN을 보였으며 벽체와 슬래브만으로 구성된 CW-RS는 drift 0.6%에서 최대내력 170kN을 보였다. 두 실험체 모두 최대내력 이후 비교적 연성적인 거동을 보였으며 이는 연결부재인 연결보와 연결 슬래브의 커플링 작용에 의한 것으로 사료된다.

하중-변위 관계를 살펴 본 결과 개구부 설치에 따른 CW-RBS, CW-RS의 내력 감소율은 개구부가 없는 실험체인 Solid에 비해 각각 22%, 39%의 내력 감소율을 보였다. 이는 개구부 설치에 따른 벽체 유효 단

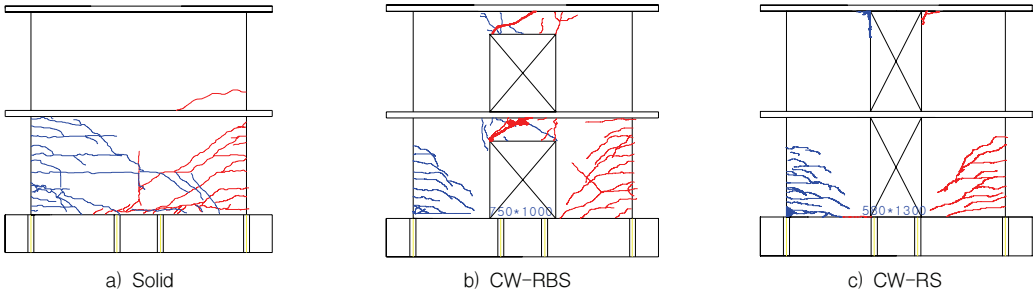


Fig. 5 Crack patterns and failures of specimens

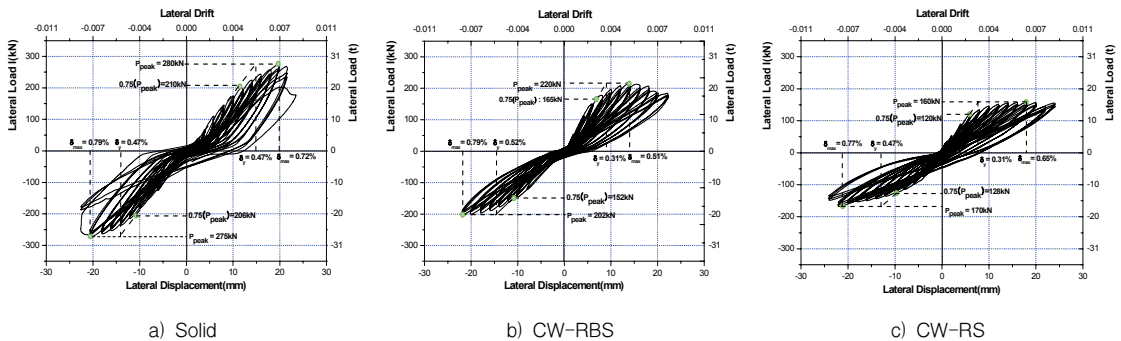


Fig. 6 Load-displacement relationship

면적 감소에 따라 벽체에 형성되는 압축지주 영역의 변화에 따른 것으로 판단된다.

동일한 개구부 면적비(23%)를 가진 두 실험체의 최대 내력을 살펴보면, 연결보를 가지는 실험체가 연결 슬래브를 갖는 전단벽보다 강도면에서는 약 23% 우수한 것으로 나타났다. 따라서 벽체의 연결 부재에 대한 거동특성은 개구부 상부에 슬래브만 있는 경우보다 인방보가 있음으로 인해 응력분배에 더 기여한다고 사료된다.

### 3.3 강성 및 에너지소산 능력

Fig. 7은 정·부방향 가력시 최대변위점을 잇는 강성의 변화를 초기 항복강성에 대한 비율로 나타낸 강성저하 곡선이다. 기준 실험체인 Solid의 초기강성 값은 19kN/mm이며 극한 강성은 12kN/mm로 극한 내력 시 강성은 초기 강성에 비해 약 37% 감소하는 것으로 나타났다. CW-RBS의 경우 초기 강성은 26kN/mm이며 극한 강성은 8kN/mm으로 강성 감소율은 70%로 나타났다. CW-RS의 경우 초기강성은 24kN/mm이며 극한강성은 9kN/mm으로 강성 감소율은 64%로 나타났다. 이는 인위적 개구부 신설을 위해 손상을 입은 철근의 강성 감소 및 개구부로 인한 콘크리트의 단면손실에 기인한 것으로 사료된다.

철근 콘크리트 부재의 주요한 주기 거동 특성 중의 하나인 에너지 소산 능력을 확인하고자 하중-변위의 주기곡선으로 둘러싸인 부분의 면적을 산정하였다. Fig. 8은 해당 사이클까지 소산된 에너지량을 정량적으로 합산하여 나타내었다. 모든 실험체가 가력초기부터 10사이클까지(drift 0.3%) 거의 동일한 소산응력

을 발휘하였다. 이후 각 실험체는 매우 선형적으로 증가하였으나 개구부가 없는 실험체인 Solid가 가장 높게 나타났다. 이러한 추세는 실험이 종료될 때까지 계속하여 진행되었다. 이후 Solid는 30사이클까지의 (drift 0.75%) 누적 에너지량이 24,992kN·mm로 나타났다으며 CW-RBS와 CW-RS의 경우 19,148kN·mm, 18,347kN·mm로서 Solid 실험체에 비해 약 24% 및 27%정도 낮게 나타났다.

### 3.4 연결보 유무에 따른 슬래브의 거동

슬래브의 균열 양상은 Fig. 9에 나타내었다. Solid

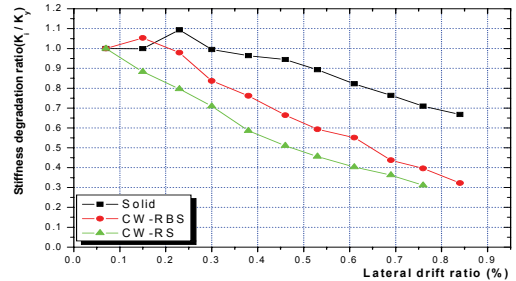


Fig. 7 Stiffness degradation

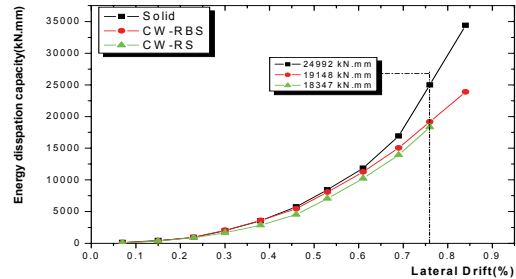


Fig. 8 Energy dissipation capacity

Table 4 Summary of test results

Specimen	$P_{cr}$ [kN]	$P_y$ [kN]	$P_u$ [kN]	$\delta_y$ [mm]	$\delta_u$ [mm]	$\mu$ [-]	$\theta_y$ [%]	$\theta_u$ [-]	
Solid	Pos	98	186	280	13	20	1.53	0.47	1/212
	Neg	95	183	275	13	22	1.53	0.47	1/212
CW-RBS	Pos	58	149	220	8.8	14	1.62	0.31	1/313
	Neg	62	140	202	14.4	22	1.61	0.52	1/191
CW-RS	Pos	59	106	160	8.8	18	2.07	0.31	1/313
	Neg	54	113	170	13.2	22	1.62	0.47	1/209

$P_{cr}$ : initial crack load,  $P_y$ : yield load,  $P_u$ : maximum load (testing value),  $\delta_y$ : displacement corresponding to the  $P_y$ ,  $\delta_u$ : displacement corresponding to the  $P_u$ ,  $\theta_y$ : drift corresponding to the yielding  $\theta_u$ : deformation capacity,  $\mu$ : displacement ductility ratio

의 경우 균열은 벽체 끝부분에서 시작하는 휨 파괴 형태의 균열을 보여주었으며 개구부가 있는 실험체의 경우 공통적으로 개구부 위의 슬래브에서 균열이 발생되며 슬래브의 접합부에서 발생하는 편칭 현상의 초기 단계를 보여주었다. 부재각에 따른 파괴상황을 보면, 실험체 Solid의 슬래브는 부재각 0.5%에서 슬래브 단부에서 초기 균열이 발생하였으며, 이후 벽체의 접합부 및 단부에서 추가적인 균열은 발생 하였으나 급격한 균열의 확산은 보이지 않았다. 연결보가 있는 실험체인 CW-RBS의 슬래브는 부재각 0.3%에서 개구부의 모서리와 슬래브 접합면에서 초기 균열이 발생하

였으며, 부재각 0.5%에서 개구부 중앙에서 균열이 발생하였다. 이 후 개구부에서 벽체 방향으로 추가적인 균열이 발생하였으나 균열의 확산 및 균열폭의 확대는 나타나지 않았다. 연결보가 없는 실험체인 CW-RS의 슬래브는 부재각 0.2%에서 개구부와 슬래브 접합면에서 초기균열이 발생하였으며 부재각 0.5%에서 슬래브 단부의 접합부에서 추가적인 균열이 발생하였다. 이후 하중이 증가함에 따라 개구부 주위에 다수의 균열이 발생하였다. 개구부 주위의 균열 폭 또한 1.5mm까지 벌어졌다.

개구부가 있는 실험체인 CW-RBS와 CW-RS의 파

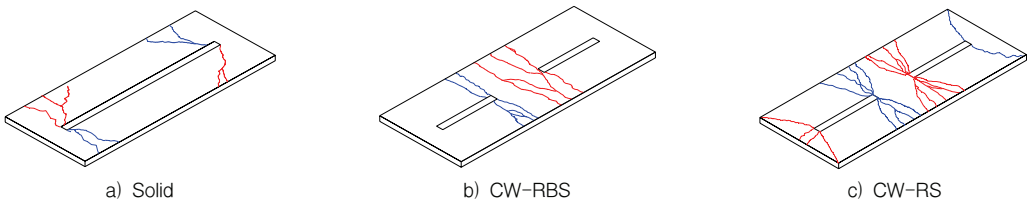


Fig. 9 Crack patterns and failures of slab

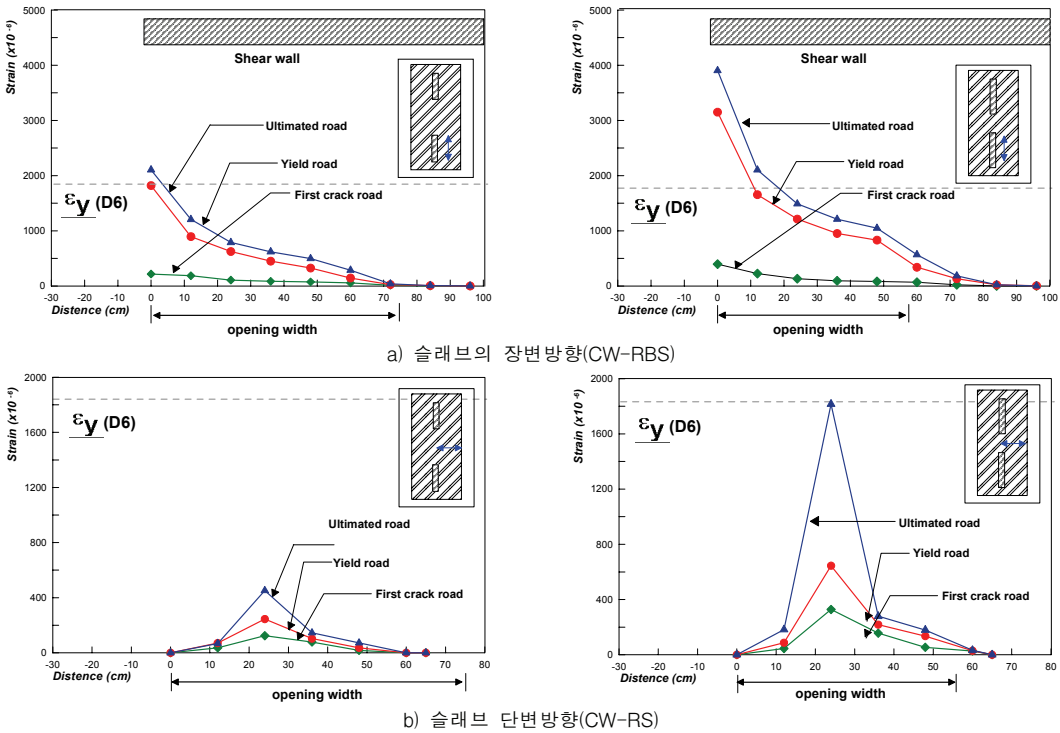


Fig. 10 Distribution of strain in slab

괴상황을 비교해 보면, 연결보가 없는 CW-RS가 CW-RBS에 비해 초기 균열이 더 일찍 나타나고 있으며 CW-RS 실험체의 슬래브에서 더 많은 균열과 균열 폭 또한 크게 벌어졌음을 확인할 수 있었다. 이는 연결부재에 전달되는 전도 모멘트를 CW-RS의 경우 슬래브만으로 부담하지만 CW-RBS의 경우 연결보와 연결 슬래브가 동시에 부담하기 때문인 것으로 사료된다.

### 3.5 슬래브 철근의 변형률

Fig. 10은 실험체 CW-RBS와 CW-RS의 가로(장변), 세로(단변) 철근에 설치한 W.S.G의 각 단계별(초기균열 하중, 항복 하중, 최대 하중) 변형률의 값을 측정하여 나타내었다.

슬래브의 철근 변형률을 살펴보면, 단변방향 철근 변형률보다 장변방향 철근 변형률이 더 큰 것으로 나타났다. 또한 두 실험체 모두 개구부에서 멀어 질수록 변형률이 감소하는 경향을 나타내었으며 개구부의 폭을 넘어서는 구간에서의 변형률은 매우 작은 것으로 나타났다. 이는 개구부로 인해 발생된 전단벽체의 단면손실에 따라 개구부 주변의 응력 집중현상과 슬래브의 응력부담률 변화에 따른 것으로 사료된다.

실험체 CW-RBS와 CW-RS의 장변방향 철근 변형률을 비교해 보면, 극한 하중에서 CW-RS의 경우 개구부 폭의 약 1/3 구간(18cm)까지 철근이 항복을 경험했지만 CW-RBS는 개구부 폭의 1/10 구간(7cm)만 항복을 경험하였다.

이상의 결과에서 연결보가 있는 슬래브의 경우 연결보가 없는 슬래브보다 적은 변형을 하는 것으로 나타났으며, 이는 동일한 개구부 면적비를 갖고 있으나 연결보와 연결슬래브로 구성된 CW-RBS 실험체가 상대적으로 커플링 정도가 높기 때문으로 판단된다.

## 4. 결론

본 연구에서는 동일한 개구부 면적비(23%)를 가진 전단벽체의 거동을 알아보고자 연결보와 벽체로 구성된 실험체 및 연결슬래브와 벽체로 구성된 부분 구조체 실험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 파괴 메커니즘을 살펴보면 개구부가 없는 경우 전단파괴가 주 파괴모드로 나타났다. 반면 연결보가 없는 실험체인 CW-RS는 휨 파괴가 주요 파괴모드로 나타났으며 연결보가 있는 실험체 CW-RBS는 연결보에서 전단파괴로 인하여 최종파괴 되었다.
- 2) 개구부가 설치된 CW-RBS, CW-RS의 최대내력은 손상 전에 비하여 각 21.5%, 39.2%의 내력 감소율을 보였다. 이는 개구부 설치로 인해 절단되는 철근의 능력 상실과 콘크리트의 유효 단면적의 감소로 인해 벽체에 개구부를 설치할 경우에는 개구부가 벽체의 거동에 영향을 주는 것으로 확인되었다.
- 3) 동일한 개구부 면적비(23%)를 가진 두 실험체의 최대내력을 살펴보면, 연결보를 갖는 전단벽이 슬래브와 벽체만으로 구성된 전단벽보다 강도면에서는 약 23% 우수한 것으로 나타났다. 벽체의 연결부재에 대한 거동은 개구부 상부의 인방보가 벽체에 작용하는 응력을 분배하고 있으므로 커플링 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.
- 4) 개구부가 없는 실험체의 슬래브 균열은 벽체 끝부분에서 시작하는 휨 파괴 형태의 균열이 나타났으며 개구부가 있는 실험체의 경우 공통적으로 개구부 위의 슬래브에서 균열이 발생되며 슬래브의 접합부에서 발생하는 편칭 현상의 초기 단계를 나타내었다.
- 5) 벽체와 슬래브에서의 철근 변형률을 보면 동일한 개구부 면적비를 갖으나, 연결보와 슬래브로 구성된 경우(CW-RBS)가 슬래브만으로 구성된 경우(CW-RS)보다 상대적으로 커플링 정도가 높은 것으로 평가되었다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원(R01-2008-000-11381-0) 및 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2006년도 첨단도시개발사업(07도시재생B03)의 지원사업으로 이루어진 것으로써 감사하 드립니다.



---

## 참고문헌

1. 최윤철, 최현기, 최창식, "슬래브가 있는 전단벽의 구조적 거동에 대한 개구부의 영향", 한국콘크리트학회 논문집, 제 20권 1호, 2008, pp. 3-10.
2. 윤현도, 김선우, 박완신, 김효진, 최창식, 최기봉 "개구부 설치를 위해 부분적으로 절단한 철근콘크리트 장방형 전단벽의 구조성능," 대한건축학회 논문집, 제 21권 6호, 2005, pp. 33-40.
3. 윤현도, 최창식, 최기봉 "고강도 콘크리트 전단벽의 전단강도," 대한건축학회 논문집, 제 19권 5호, 2003, pp. 53-60.
4. 장극관, 서대원, 천영수, "벽식 아파트 구조에서 연결부재의 거동특성," 한국콘크리트학회 논문집, 2002, 제14권 1호, 2002, pp. 83-91.
5. 송한범, 이원호, "병렬 전단벽 시스템에서 철골 커플링보접합부의 거동, 보강상세 및 설계방법," 대한건축학회 논문집, 제21권, 12호, 2005, pp. 109-118.
6. International Conference on Building Officials , UniformBuildingCode, Whittier, California 1997.
7. American Concrete Institute, "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary", ACI 318-05. 2005.
8. Coull, A., and EI-Hag, A. A., "Effective Coupling of Shear Walls," ACI Structural Journal, Vol.64 No.2, 1967, pp. 65-72.
9. Paulay, T. and Taylor, R. G., "Slab Coupling of Earthquake-Resisting Shearwalls," ACI Structural Journal, 1981, pp. 130-140.
10. Schwaighofer, J., and Michal, Collins, P., "Experimental Study of the Behavior of Reinforced Concrete Coupling Slabs," ACI Structural Journal, Vol.64, Mar., 1977, pp. 123-127.

(접수일자 : 2008년 1월 10일)

(심사완료일자 : 2008년 4월 1일)