

# 보강기법에 따른 개구부가 있는 전단벽의 보강효과 규명

## Retrofit Performance of Artificially Perforated Shearwall by Retrofit Method

최 현 기\* 이 진 아\*\* 최 윤 철\*\*\* 최 창 식\*\*\*\*

Choi, Hyun Ki Lee, Jin Ah Choi, Yoon Chel Choi, Chang Sik

---

### ABSTRACT

The renewal of existing buildings rather than new construction has increased due to its cost effective characteristics. Remodeling is also an environmentally-friendly approach that reduces the amount of waste in construction site. Remodeling can sometimes include partial destruction of the structural members of a building. In addition it is important that the buildings under going remodeling retrofitted to make themselves stable and meet up with the future demands for better structural performance. The objective of this paper is to present the test results and structural behavior of RC walls that are perforated and to introduce effective retrofitting methods by evaluating efficacy of passive retrofit and active retrofit. Passive retrofit and Active retrofit using carbon fiber sheets, steel plates and wire that are widely used for strengthening the main members of existing buildings. The test results showed that the failed specimens had shear fractures and that two different types of retrofit method had different effects on the strengths of each specimen.

### 요 약

리모델링은 친환경적 접근 방법으로써 현재 수요가 증가하고 있는 추세이다. 리모델링 사업시 구조 부재를 동반한다. 그러므로 리모델링시에 구조적인 안정성을 확보하기 위해서는 적절한 보강 방법이 요구된다. 이 연구의 목적은 전단벽에 개구부가 발생하였을 경우 Passive 보강 방식과 Active 보강 방식을 이용하였을 때의 거동 특성을 파악하는 것이다. Passive 보강 방식은 CFS나 강판 등을 부착하여 손상 부재를 보강하는 방식이고, Active 보강 방식은 프리스트레싱을 이용한 균열 제어를 통해 보강력을 도입하는 방식이다. 실험 결과 각 실험체들은 전단 파괴 형태를 보여주었고 두 가지의 다른 보강 방식은 강도나 연성에 있어서 다른 결과를 보여주었다.

---

\*정회원, 한양대 건축환경공학과 박사과정

\*\*정회원, 한양대 건축환경공학과 석사과정

\*\*\*정회원, 청운대 건축설비학과, 전임강사

\*\*\*\*정회원, 한양대 건축공학부 교수, 공학박사

## 1. 서론

최근 철근 콘크리트 구조물에 대한 보강방법은 여러 가지가 있다. 그러나 리모델링 공사시 기존 구조물의 강성과 연성을 향상시키기 위한 보강방법 중 강판 및 탄소섬유시트와 같이 건식공법에 의한 부착공법이 폭 넓게 사용되어지고 있다. 이러한 부착공법은 보강재가 콘크리트 표면에 접촉되어 있는 상태이기 때문에 보강된 부재가 소요 한계상태에 도달하기 전에 보강재 끝단에서 전단 박리(Shear pelling) 또는 휨 박리(Flexural pelling)등으로 인해 기존 콘크리트 부재로부터 보강재가 탈락하려는 경향이 있다. 이처럼 보강재를 구조 부재에 부착시켜 부재의 변형이 진행된 후 보강재의 변형이 유발되는 보강공법은 수동적(Passive) 개념의 보강기법이라 할 수 있다. 이러한 Passive보강기법은 부재가 소정의 응력 상태에 도달한 후 보강능력이 발휘되므로 부재와 일체거동을 한다고 볼 수 없으며 보강된 부재가 향상된 성능을 발휘하기 전에 계면의 박리나 rip-off 등에 의해 조기파괴(Premature failure)될 위험성을 갖고 있다. 또한 PS강선에 의한 보강방법과 같이 보강하고자 하는 부재에 소정의 응력을 도입시켜 보강을 시작하는 시점에서부터 부재와 일체화 되어 부재의 향상된 내력을 발휘 할 수 있는 능동적(Active) 개념의 보강기법이 있다.

본 연구에서는 리모델링 시 사용자의 욕구를 충족시키기 위하여 기존 벽체에 개구부를 신설 할 경우 국부적으로 절단(해체)된 철근콘크리트 벽체의 구조성능을 규명하고자 한다. 더 나아가서는 손상부위를 갖는 철근콘크리트 벽체의 보강효과를 규명하고자 현재 기존 콘크리트 건물의 주요 부재의 보강방법으로 사용되어진 탄소섬유시트, 강판 등과 같은 Passive 보강방법과 PS강선으로 보강한 Active 보강방법을 도입함으로써 개구부를 갖는 벽체에서 효율적인 보강방법을 도출하고자 한다.

### 1.2 연구내용

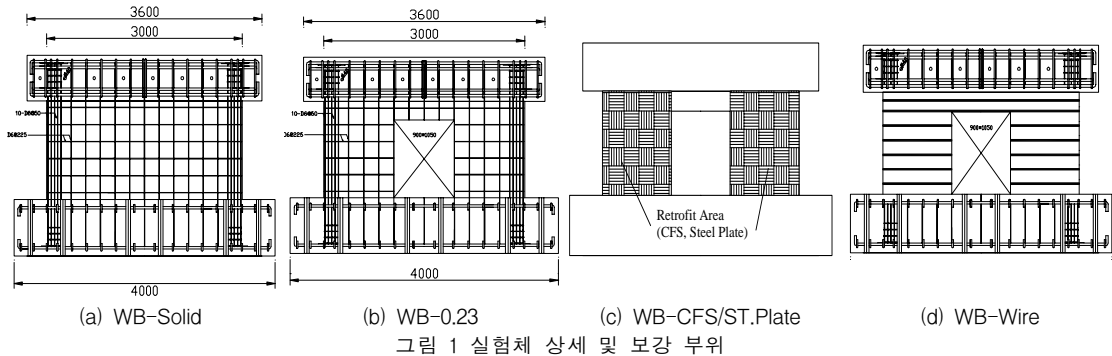
본 연구에서 대상으로 하는 전단벽은 세대병합형 리모델링 공사에서 세대간 벽을 일부 해체한 경우이다. 이 경우 단면결손에 따른 전단벽의 내력감소가 발생하게 되며 보강공사를 통하여 최대한의 구조성능을 확보하여야 한다. 따라서 본 연구에서 수행할 주요 연구항목은 다음과 같다.

- 국부적으로 절단된 벽체의 구조성능 평가
- 각 보강공법(Passive, Active)에 따른 보강효과
- 보강재의 보강력 발현시점에 따른 보강효과 규명

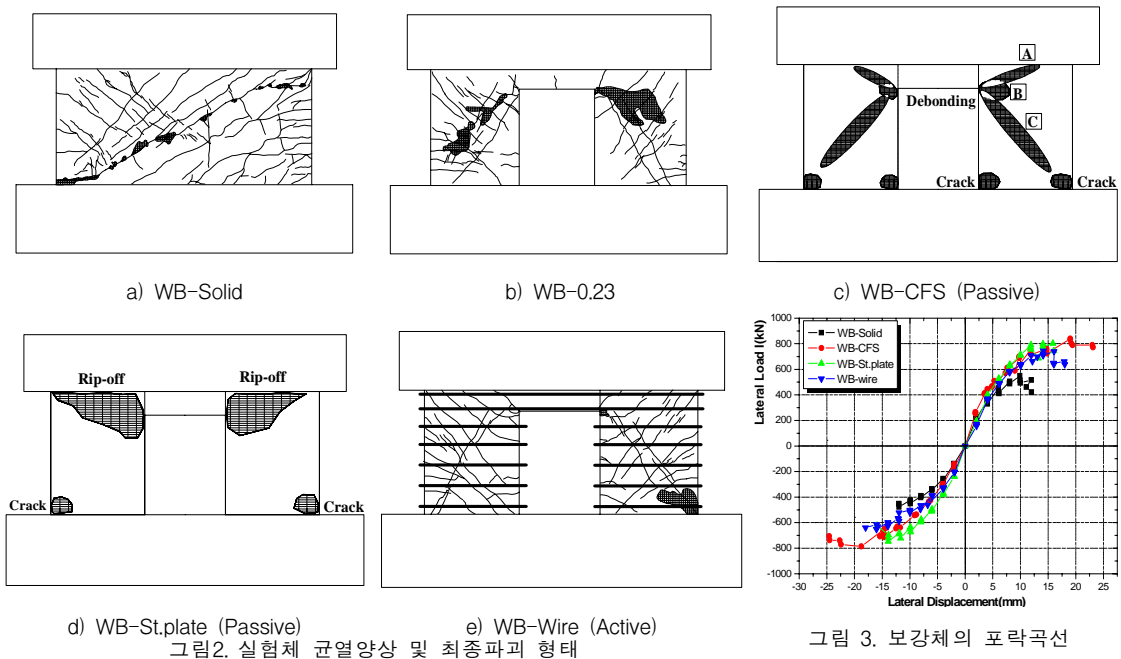
## 2. 실험

### 2.1 실험체 계획

본 연구에서 계획된 실험체는 크게 보강실험체와 무보강 실험체로 분류된다. 무보강 실험체는 2600\*6000의 벽체를 대상으로 하였으며 실물크기의 1/2로 축소하여 제작하였으며 개구부가 없는 WB-Solid를 기준 실험체로 하였다. 또한 개구부의 크기는 1,800\*2,100로 하였으며 이는 개구부 면적비가 23%로서 WB-0.23이다. 반면 개구부가 있으면서 보강한 실험체는 Passive 보강기법을 도입하여 강판으로 보강한 WB-St. Plate, 탄소섬유시트로 보강한 WB-CFS가 있으며, Active 보강기법을 도입하여 PS강선으로 보강한 WB-Wire로 총 5개로 계획하였다. 실험체는 형상비가 0.5로 전단이 지배하는 장방형 단면의 전단벽체이다. 실험체 제작에 사용된 콘크리트의 압축강도는 21MPa이며 철근의 인장 강도는 400MPa이다. 각 보강체의 보강량은 WB-Solid를 목표 강도로 설정하여 산정했다. 실험체 상세는 그림 1에 나타내었다.



### 3. 실험결과



#### 3.1 실험체의 파괴 양상

각 실험체에서 벽체는 휨 파괴 보다는 전단 파괴가 주요 파괴모드로 나타났으며, 각 실험체의 파괴 형상은 그림 2와 같다. 전형적인 전단 파괴가 발생한 WB-Solid 외에 보강 실험체의 파괴 패턴을 살펴 보면, Passive 보강을 실시한 WB-CFS의 경우 부재각 0.0045rad에 우각부의 초기균열을 시작으로 부재 각 0.0076rad에서 A부분에 탄소섬유시트가 변색되었으며 B,C 부분에서 단부 균열이 진전되어 탄소섬유 시트가 탈락되며 파괴되었다. Active 보강을 실시한 WB-Wire의 경우 passive보강된 두 실험체와 비슷한 양상의 균열 패턴을 보였으나 초기 휨 균열이 중앙부로 진전되었으며 점증가력하면서 전단균열로 발전하였다. 단부의 압괴가 두 실험체에 비해 두드러지게 나타났는데 이는 실험체에 도입된 응력의 정착을 위해 단부에 설치된 정착구의 응력집중 현상에 따른 것으로 사료된다.

### 3.2 보강체별 보강 효과 비교

그림 3, 4, 5에 보강성능 평가를 하중변위 곡선을 포락선과 강성 저하 경향, 최대 내력과 연성의 비교를 각각 나타내었다. Passive 보강을 실시한 WB-CFS의 최대내력은 drift 1.46%(19mm)에서 840kN을 나타냈으며, WB-St.plate의 경우 drift 1.07%(14mm)에서 830kN을 보였다. passive 보강기법을 사용한 두 실험체 모두 보강하지 않은 WB-0.23 실험체에 비해 51%정도의 내력이 상승하는 것으로 나타났으며 보강 목표로 선정된 WB-Solid 실험체에 비해 약 12% 정도 내력이 상승하는 것으로 나타났다. Active 보강기법을 도입한 WB-Wire 실험체의 경우 최대내력은 drift 1.23%(18mm)에서 743kN으로 나타났으며, 보강효과는 WB-0.23 실험체에 비해 약 33%정도 내력이 상승하는 것으로 나타났으며 개구부가 없는 WB-Solid 실험체와 유사한 내력을 발휘하였다. 각 보강 실험체들에서 최대내력과 연성비 모두 기준 실험체인 WB-Solid에 비해 다소 높게 나타나고 있으며, 특히 WB-Wire실험체의 경우 내력증가율에 비해 연성비의 증가율이 더 높게 나타나고 있는데 이는 벽체내의 전단철근의 항복이후 벽체외부에 수평 배치한 긴장재가 응력을 충분히 발휘한 결과로 판단된다.

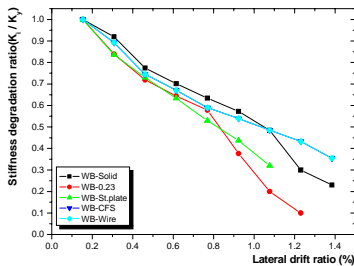


그림4. 강성저하 곡선

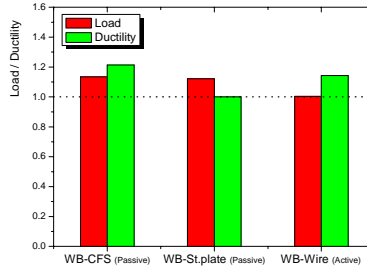


그림5. 최대내력 및 연성의 비교

## 4. 결론

본 연구의 결과 실험중반부에 Passive보강공법의 경우 모체와 보강재의 부분탈락으로 인하여 모체의 균열이 급격히 진행되었으며 보강 전에 비하여 종국내력은 약 50%의 상승률을 나타내었다. 반면, Active보강공법의 경우 초기 균열의 진행을 지연시키는 효과는 있었으나 강선의 수평배치로 인하여 사선으로 발생한 전단균열에 대해서는 효과적이지 못하였으며 종국내력 면에서는 보강 전에 비하여 약 33%정도의 보강효과를 나타내었다. 따라서 사선으로 발생되는 전단균열에 대하여 단척진 균열로의 유도를 위한 효과적인 강선배치 방법에 대해 연구가 필요하리라 사료된다.

## 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, 건설교통부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 07첨단도시개발사업(과제번호:07도시재생A03)의 지원을 받아 수행된 연구임

## 참고문헌

1. 윤현도, 최창식, 황선경, 한병찬, 박완신 “ 개구부가 설치된 철근콘크리트 전단벽의 강도와 변형능력”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제 23권 제2호, pp39-42, 2003. 10.
2. Taylor. C. P., and Wallce. J. W., " Design of Slender Reinforced Concrete Walls with Openings" Report No. CU/CEE-95/13, Dept. of Civil and Environmental Eng'g, Clarkson Uni., Posdam, Ne York, 1995.
3. By J. I. Daniel., K. N. Shiu., and W. G. Corle., " Openings in Earthquake-Resistant Structure Walls" Journal of Structural Engineering, Vol,112, No.7, July, 1986, pp. 1660-1676.
4. 青山博之, “鐵筋コンクリト造開口耐震壁の補強設計法に關する研究”, 東京大學青山研究室, 1991.