

# 조적채움벽 및 강재댐퍼 보강 RC 골조의 내진성능 평가에 관한 연구

## A Study on Seismic Performance Evaluation of RC Frame Retrofitted by Masonry Infill Wall and Steel Damper

이 정 한\* 양 원 직\* 강 대 언\* 송 한 범\*\* 오 상 훈\*\*\* 이 원 호\*\*\*\*  
Lee, Jung Han Yang, Won Jik Kang, Dae Eon Song, Han Beom Oh, Sang Hoon Yi, Waon Ho

### ABSTRACT

The primary purpose of this investigation is to find out the shear behavior and the shear capacity of RC bare frames, brick-infilled RC frames, and damper-retrofitted RC frames and to evaluate the average shear strength of brick-infill wall. The main variables are the presence of brick infill wall and steel plate slit damper. The test results show that the shear capacity of specimen IF-DR is 2.8 times as high as that of the specimen BF and it presents the fact that the retrofitting effect and the possibility of RC frame reuse with changing the slit damper is verified. And the average shear strength of the brick infill wall is figured to be at  $5.0 \text{ kgf/cm}^2$ .

### 1. 서론

우리나라의 경우 중저층 건축물 특히, 재난 시 대피시설로 이용되는 학교 및 관공서 등의 건축물에 대해서 내진설계가 이루어지지 않아 내진성능 평가 및 내진보강 대책 마련이 시급한 상황이다.<sup>1)~5)</sup> 이러한 중저층 건축물들의 대부분은 철근콘크리트 모멘트저항골조로 구성되며, 일반적으로 칸막이벽으로 조적채움벽(Infilled Frame)을 사용하고 있는 상황이다. 조적채움벽의 경우 지진 발생 시 구조물 거동에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 평가되고 있지만 그 연구가 미비한 상황이다.<sup>2), 5)</sup>

따라서 본 연구에서는 비내진 상세의 중저층 철근콘크리트 모멘트 저항 골조 건물의 내진성능 평가 및 비구조요소로 사용되는 조적채움벽의 순수프레임에 대한 기여도를 평가하며, 강재 슬릿형 댐퍼를 에너지 흡수 장치로 부착한 비내진 철근콘크리트조 골조의 구조적 특성을 실험적으로 검토함으로써 우리나라 실정에 맞는 내진보강 시스템을 모색하고, 기초자료를 제시하고자 한다.

### 2. 실험

#### 2.1 시험체 계획

본 연구에서는 국내 중저층 건축물 중 지진발생 시 큰 피해가 예상되는 전형적인 비내진 설계 상세를 가진 철근콘크리트 모멘트 저항 골조 건축물에 대하여 시험체 계획을 수행한다. 이러한 대상 모델 중 관공서 건물인 경찰 청사 표준설계도(건설부공고 제17호, 1987년 2월 28일)에 근거하여 시험체를

\*정회원, 광운대학교 에센스 구조연구센터 연구교수, 공학박사

\*\*정회원, 광운대학교 대학원 박사과정

\*\*\*정회원, 포항산업과학연구원 건축구조팀 책임연구원, 공학박사

\*\*\*\*정회원, 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사

설계한다. 다음 그림 2.1에서 보는 바와 같이 3층 규모의 경찰청사를 대상으로 1층 내부 프레임을 모델링하여 기준시험체로 선정하며 실물크기로 시험체를 제작한다. 각 시험체별 일람 및 상세는 다음 표 2.1 및 그림 2.2와 같다.

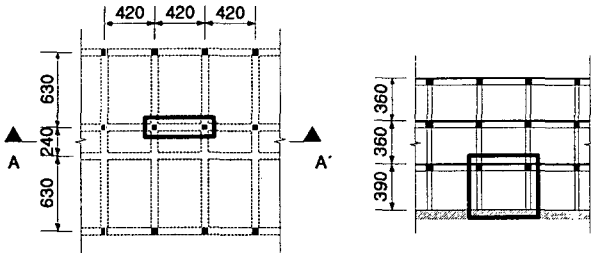
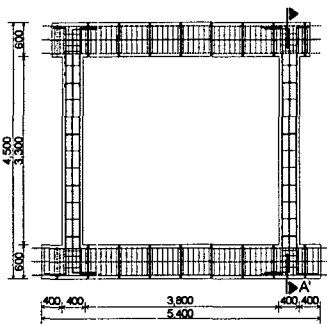


그림 2.1 경찰청사 표준설계도 구조도

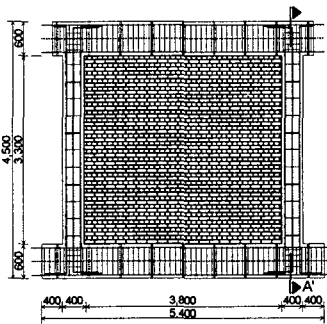
표 2.1 시험체 일람표

시험체	기둥		
	주근	띠철근	단면 (mm <sup>2</sup> )
BF	8-D22	D10-@300	400×400
IF		D10-@900	
IF-DR			

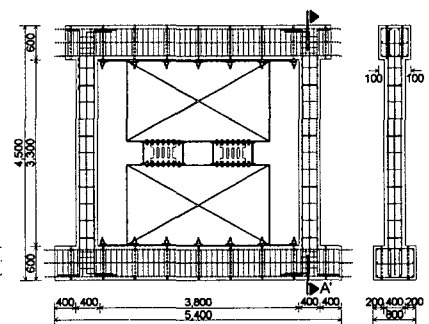
BF : RC Bare Frame,  
 IF : Brick Infilled RC Frame,  
 DR : Damper Retrofitted RC Frame,  
 $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $f_y = 4,000 \text{ kgf/cm}^2$



(a) BF 시험체 상세



(b) IF 시험체 상세



(c) IF-DR 시험체 상세

그림 2.2 각 시험체 상세

### 2.2 시험체 설치 및 가력방법

시험체 설치는 그림 2.3과 같으며, 시험체에 재하되는 각 기둥의 축력은 면적법을 이용하여 실제 건물의 고정하중 및 적재하중으로부터 산정된 축력을 각각의 기둥재하 하며, 수평하중은 300tf용량의 Actuator로 반복가력 한다. 변위 제어로 한 사이클에 H/800(4.125mm)을 동일 사이클 2회 반복 가력 하였으며, 최대하중의 80%까지 실험을 진행하였다.

### 2.3 재료실험

시험체 제작에 사용된 콘크리트, 조적프리즘 및 철근 등에 대한 재료적 특성을 파악하기 위하여 KS 규정에 따라 재료 실험을 실시하였으며, 결과는 표 2.3~2.4와 같다.

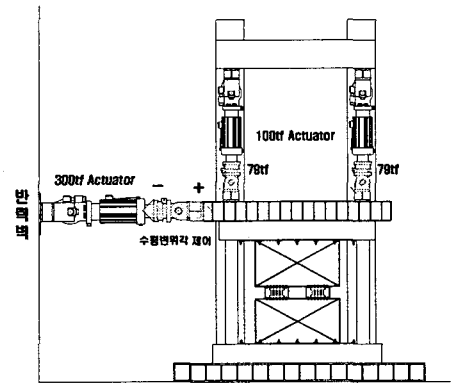


그림 2.3 시험체 설치

표 2.3 콘크리트 및 프리즘 압축강도 실험결과

구분	압축강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	높이 (cm)	단면적 (cm <sup>2</sup> )	탄성계수 (tf/cm <sup>2</sup> )	슬럼프 (cm)
콘크리트	211.0	20.2	78.6	103.0	18
조적 프리즘	148.2	19.1	171.0	14.7	-

표 2.4 철근 인장강도 실험결과

구분	탄성계수 (tf/cm <sup>2</sup> )	항복응력도 (tf/cm <sup>2</sup> )	항복변형도 ( $\times 10^{-6}$ )	인장강도 (tf/cm <sup>2</sup> )
PL12t(SS400)	1,975	2.06	2,286	4.11
D22	1,813	4.82	2,656	6.11

### 3. 실험 결과 및 분석

#### 3.1 시험체별 파괴상황, 하중변위 곡선 및 에너지 흡수능력

각 시험체별 최종파괴 상황은 그림 2.4와 같고 하중변위 곡선 및 에너지 흡수능력은 그림 2.5와 같다. BF 시험체의 경우 회전각 1/57 가력 시 최대하중이 저감하기 시작하였으며, 회전각 1/50 가력 시 엑추에이터면 기둥 하부와 반대편 기둥 상부가 파괴로 인한 프레임의 붕괴가 발생하며 매우 취성적인 파괴양상을 나타내었다. IF 시험체의 경우 회전각 1/90 가력 시 기둥 상부에 폭 3mm~5mm 가량의 전단균열이 발생하였으며, 또한 조적벽체의 균열 폭이 15mm 가량 벌어지며 하중이 6tf 가량 저감되었고, 급격한 취성파괴가 예상되는 상황에서 실험을 종료하였다. IF-DR 시험체의 경우 회전각 1/100 가력 이후 댐퍼의 변형이 심화되는 경향을 나타냈으며, 이후 회전각 1/67 가력 시부터 프레임이 하중을 지지하였다. 순수프레임인 BF 시험체와는 달리 회전각 1/50 이후에도 안정적인 이력루프를 나타내었으며 회전각 1/44 까지 내력이 지속적으로 유지되며 보강효과가 확연히 나타나는 것으로 사료된다.

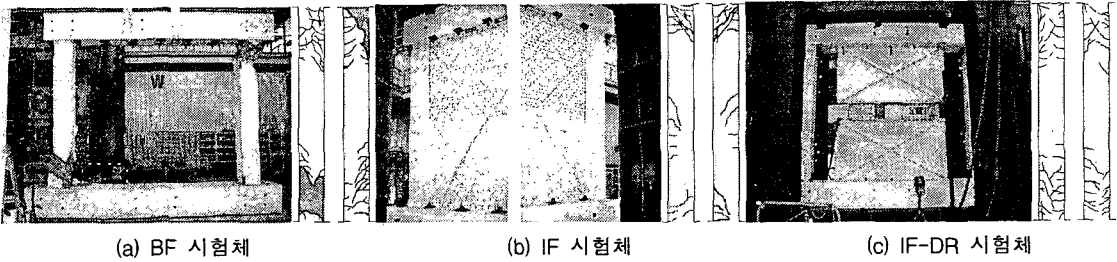


그림 2.4 각 시험체별 파괴상황

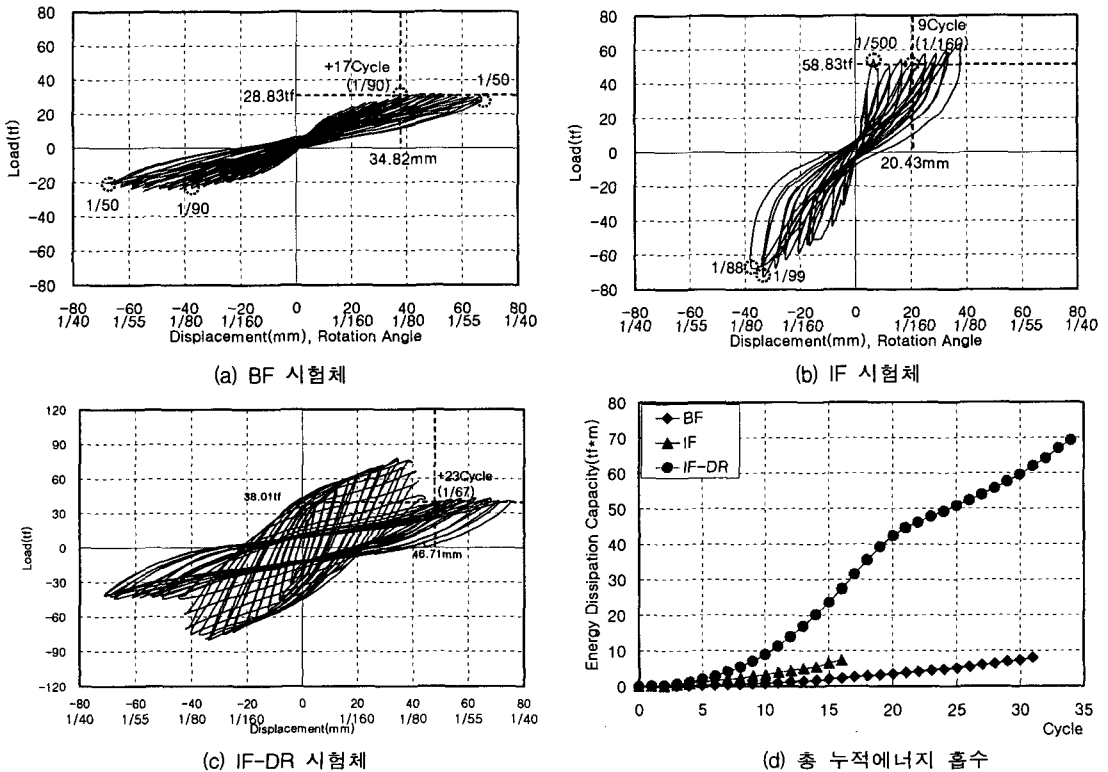


그림 2.5 각 시험체별 하중변위곡선 및 에너지 흡수

### 3.2 조적채움벽의 평균전단응력도

조적채움벽의 내력 기여도를 평가하기 위하여 동일한 프레임으로 설계되며, 또한 동일한 축력을 적용한 BF 시험체와 IF 시험체의 내력차이를 이용하여 조적채움벽의 평균전단응력도를 산정하였으며, 산정방법 및 산정결과는 다음 그림 2.6과 같다. 조적채움벽의 평균전단응력도에 대한 평가에 있어서 본 연구에서는 정가력 시의 하중 변위 이력을 사용하였으며, 이때 본 실험의 경우 동일 변위를 두 번 반복하는 변위이력으로 처음 변위를 경험하는 홀수 사이클과 동일 변위를 재 경험하는 짝수 사이클을 구분하여 산정하였으며 가장 불리한 조합에 있어서 대략  $4.8\text{kgf/cm}^2$  이상의 전단응력을 나타내었다.

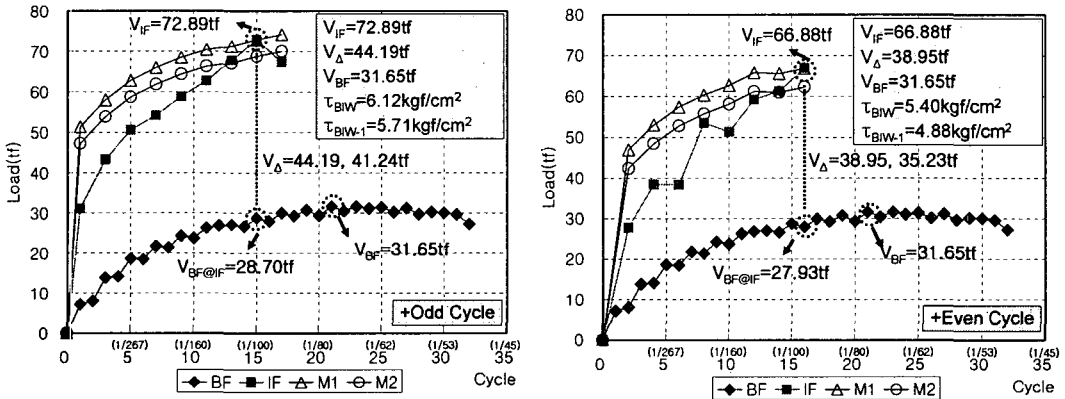


그림 2.6 조적채움벽의 평균전단응력도

### 4. 결론

- 1) BF, IF 시험체는 각각 회전각 1/50, 1/100 가력 시 매우 취성적인 붕괴가 발생하였으며, 순수프레임의 경우 기둥 전단보강근 간격 및 90° 후크 등의 비내진상세에 기인한 것으로 사료되며, 조적채움벽 프레임의 경우 이러한 비내진 상세 외에 초기 높은 하중 저항 및 전단거동으로 인한 손상집중의 영향이 큰 것으로 사료된다.
- 2) IF-DR 시험체의 경우 강제슬릿댐퍼의 파단 이후 기둥부재의 철근 변형도가 항복하는 것으로 나타났다으며, 이에 따라 주요 부재의 재사용이 가능한 것으로 판단된다.
- 3) 조적채움벽의 기여도에 대하여 평균전단응력도  $5.0\text{kgf/cm}^2$ 로 제시하고자 한다.

### 참고문헌

1. 이원호 외, “한국 철근콘크리트 건물의 내진진단법 개발에 관한 연구”, STRESS, 2001. 2
2. 포항산업과학연구원, “기존 건축물의 구조 내진 성능 평가에 관한 기술지침(안)”, 포항산업과학연구원, 2002. 3
3. 오상훈, “柔剛混合形式接合部から成るエネルギー分散型多層骨組の耐震設計”, 東京大學 博士學位論文, 1997.
4. 日本建築防災協會, “2001年改訂版既存鐵筋コンクリート造建築物 耐震診斷基準 同解説”, 2001
5. Miha Tomazevic, “Earthquake-Resistant Design of Masonry Buildings,” Series on Innovation in Structures and Construction. Vol.1 Imperial College Press, 1999