

조적벽체의 손상과 고유진동수의 상관성 평가

Correlation Evaluation between Damage and Natural Frequency on URM Walls

이정한* · 김진선* · 김혜원* · 박병철*

Jung-Han Lee, Jin-Sun Kim, Hye-Won Kim, Byung-Cheol Park

1. 서 론

비보강 조적조 건축물의 경우 과거 지진발생시 마다 대규모 붕괴로 막대한 인명피해를 초래하는 등 지진에 취약한 대표적인 건축구조형식으로 알려져있다. 즉, 과거 대만, 터키, 인도, 파키스탄, 페루 지진을 비롯하여 최근 중국, 이탈리아, 아이티, 뉴질랜드 지진에 이르기까지 비보강 조적조 건축물의 붕괴로 막대한 인명과 재산피해가 발생한 바 있다. 현재 우리나라의 경우 비보강 조적조 건축물이 전체 건축물의 40% 이상 차지하고 있는 현실에서 일정 규모 이상의 지진이 발생할 경우 상당한 피해가 예상되고 있는 상황이다.

한편, 2010년 9월 7일 소방방재청에서 “지진가속도계측기 설치 및 운영기준”을 고시함에 따라 구조물의 손상도 및 안전성 평가에 대하여 고유진동수 등 동특성을 이용한 정량적 평가기법 개발의 중요성이 강조되고 있는 상황이다.

본 연구에서는 비보강 조적조 건축물의 내진성능 평가와 내진보강기법 개발 연구의 일환으로 지진하중 작용에 따른 비보강 조적벽체의 손상과 고유진동수 등 동특성의 상관관계를 평가하고자 한다.

2. 비보강 조적벽체의 정적실험 및 진동측정

2.1 실험계획

(1) 시험체 계획

본 연구에서는 조적벽체의 개구부 유무 및 내진보강 유무를 주된 변수로 시험체 계획을 수행하였

다. 폭 4.0m, 높이 2.7m, 1.0B 쌓기 등 벽체크기를 기준으로 가로 0.9m×세로 2.1m의 문과 가로 1.5m×세로 1.2m의 창문 크기를 선정하였으며, 내진보강 유무 등을 기준으로 총 6개의 시험체를 제작하였다.

본 연구에서 사용된 변수별 시험체 일람은 Table 1과 같으며, 시험체 상세는 Figure 1과 같다.

Table 1. Specimen list

Specimen	Size of wall(h×l)	Retrofitting	Size of opening
NR-S	4.0×2.7	-	-
NR-W	4.0×2.7	-	1.5×1.2(Window)
NR-D	4.0×2.7	-	0.9×2.1(door)
MS-S	4.0×2.7	Metal lathe	-
MS-W	4.0×2.7	Metal lathe	1.5×1.2(Window)
MS-D	4.0×2.7	Metal lathe	0.9×2.1(door)

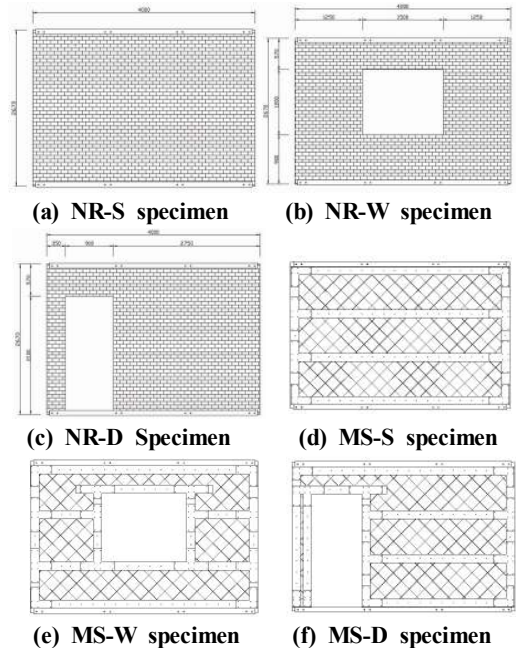


Figure 1. Detail and dimension of test specimens

† 이정한; 국립방재연구원

E-mail : ljhunk@korea.kr

Tel : 02-2078-7851, Fax : 02-2078-7829

* 국립방재연구원

(2) 정적실험 방법

정적실험을 위한 시험체 설치는 Figure 2와 같고, 수평하중의 가력방식은 시험체 바다면에서 가력점까지의 높이가 2,700mm의 0.125%를 기준으로 점중 가력하였다.

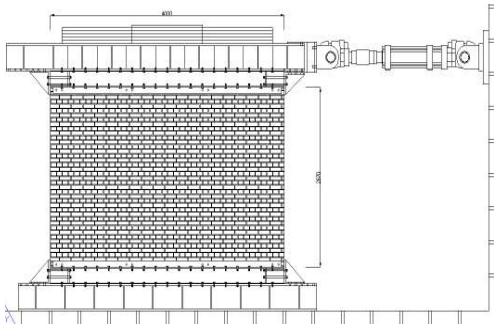


Figure 2. Schematic drawing of the testing frame

(3) 진동측정 방법

시험체의 고유진동수를 측정하기 위한 계측기는 독일 Polytec사의 레이저계측기 PDV-100으로 계측기 사양은 다음의 Table 2와 같다. 하중이력에 따라 실험을 실시한 후 각 이력에 대하여 Figure 3과 같이 진동측정을 실시하였다.

Table 2. Specifications of measuring instrument

Item	Spec.		
Measured	Velocity		
Frequency range	0 ~ 22 kHz		
Peak velocity(mm/s)	± 20	± 100	± 500
Scaling factor(mm/s/V)	5	25	125
Velocity resolution (µm/s rms)	< 0.05	< 0.1	< 0.3
Analog velocity output	BNC connector		
Output Signals Frequency	0.5 Hz ~ 22 kHz		
Output Digital low pass filter (FIR type)	1 kHz, 5 kHz, 22 kHz (-1dB) roll-off 120 dB/dec		
Output Analog high pass filter	100 Hz (-dB), roll-off 60 dB/dec		



Figure 3. Measuring of vibration characteristics

2.2 진동측정 결과

비보강 조적벽체의 경우 가력시험 전 축력재하시 전면벽체의 고유진동수가 개구부 조적벽체에 비하여 최대 147% 가량 큰 것으로 나타났다. 또한 내진보강 조적벽체의 경우 역시 전면벽체가 개구부 조적벽체에 비하여 최대 59% 가량 높은 것으로 나타났다.

축력도입후 1Cycle(회전각 0.125%) 가력시 81%~95% 가량 고유진동수가 저감되었으며, 최종 파괴시에는 내진보강 전면벽체에서 63.69%로 가장 저감율이 큰 것으로 나타났으며, 내진보강을 적용한 창문 및 출입문이 있는 조적벽체에서 92%~98%로 저감되며 상대적으로 낮은 저감율을 나타내고 있는 것으로 나타났다. 비보강 조적벽체의 경우 75%~86% 가량 고유진동수가 저감되는 것으로 나타났다.

Table 3. Test results

Specimen	Natural Frequency(Hz)		
	Initial	1Cycle	Failure
NR-S	17.13	16.13	12.88(5C)
NR-W	12.81	10.81	9.63(7C)
NR-D	11.63	10.94	10.05(7C)
MS-S	14.13	11.56	9.00(7C)
MS-W	9.38	7.66	8.59(7C)
MS-D	8.88	8.47	8.72(7C)

4. 결 론

비보강 조적벽체에 대한 개구부 유무 및 내진보강 유무를 변수로 정적실험 및 변위이력 단계별 진동측정을 수행하였으며 결과는 다음과 같다.

(1) 가력시험 전 진동측정 결과 강성이 높은 전면벽체에서 가장 높은 고유진동수가 측정되었다.

(2) 회전각 1/100 가력시 최대 64% 가량 고유진동수가 저감되며 구조체의 손상과 고유진동수가 상관관계를 갖는 것으로 나타났지만, 시험체별 편차가 크게 나타났으며, 이는 조적벽체의 특성에 기인하는 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1.국립방재연구소, 조적조 건축물의 내진보강기법 실태분석에 관한 연구, 2009
- 2.국립방재연구소, 조적조 건축물의 취약부 보강을 통한 내진보강기법 개발, 2010