

鐵筋 콘크리트 耐震壁의 強度와 變形에 대한 實驗的 研究

An Experimental Study on the Strength and Deformation of Reinforced Concrete Shear Wall

진 영 주* 이 동 근** 이 수 곤***
Jeon, Young Ju Lee, Dong Keun Lee, soo Gon

ABSTRACT

The purpose of this study is to suggest an experiment for shear wall of reinforced concrete wall structure.

A series of experiment be performed for earned to strength and deformation property of reinforced concrete shear wall. These specimens are three R/C walls among five models which had boundary.

As a result, it was found that cyclic experiment is very proper and cyclic time must be increased 3 or 5 times. Monotonic test results was indicated over 15% than other experiment for yielding strength and ultimate strength.

1. 서론

건축물의 내진설계에 있어서 구조물은 탄성 상태이어야하고, 비구조 요소들은 지진에 의한 피해가 없어야한다. 이러한 사용상의 요구조건은 구조물이 지진을 받을때 항복을 면할 수 있도록 충분한 강도를 주고 충간 변위가 허용될 만한 충분한 초기강성을 제공함으로써 충족되어진다. 건축물의 내진설계시 또하나의 필요조건은 예상되는 최대지진에 의하여 붕괴가 일어나지 않을 충분한 강도를 갖어야하고 안정적인 에너지 흡수와 발산능력을 갖도록 부재에 연성을 제공하여 구조물의 피해를 줄여야할 것이다. 내진벽에 대한 강도와 변형에 대한 실험연구는 국 내외적으로 수행되어 왔는데 철근 콘크리트 구조물에 대한 지진의 영향을 고려하는 경우 고고유 주기가 지진동의 주기와 일치하는 일이 주요인이 되고 소성화에 의한 에너지 흡수능력을 고려하면 지진 가속도의 수배에 상당한 수평력을 받게되는 일이 있다. 이른 수평력에 저

항할 수 있도록 수평 저항력을 건물에 가지게 하는 것은 내진벽을 마련하지 않고는 아예 불가능하다고 하겠다. 이러한 의미로 내진벽의 강도와 변형성상을 밝히는 것은 중요한 사항의 하나라 하겠다.

본 논문에서는 일련의 실험중 주변이 구속된 1-형 단면에 대한 3가지 방법에 의한 실험 결과를 분석하여 가장 적합한 실험방법에 대해 제시하고자한다.

2. 실험

2.1 실험체 계획

실험체는 철근 콘크리트 벽식구조 아파트의 최하층의 1,2층 벽체부분을 1/2로 축소한 5개의 모형 시험체로서 1-형단면과 장방형 단면의 내력벽으로 구성되었다. 각 시험체의 형상, 배근, 단면형태는 표1과 같으며, 실험체의 형상과 배근상세는 그림1과 같다.

* 전북산업대 건축공학과 부교수.

** 한국과학기술원 토목공학과 부교수, 공박.

*** 전남대 건축공학과 교수, 공박.

표1. 실험체 일람표

실험체	최대 변위 (M/OL)	기둥면 (b x d)	변위계 t	주근량	대근량	벽근량	실험 방법
SW 1	3.0	250	100	D10-4ea	D6 @100	D6-@200	Monotonic
SW 2	3.0	250	100	D10-4ea	D6 @100	D6-@200	Cyclic
SW 3	3.0	x200	100	D10-4ea	D6 @100	D6-@200	Mod. Cycl.

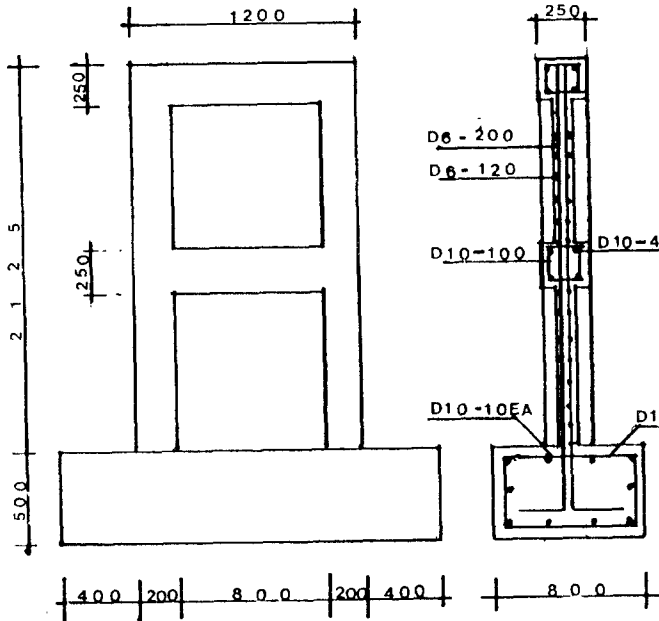


그림 1. 실험체 상세

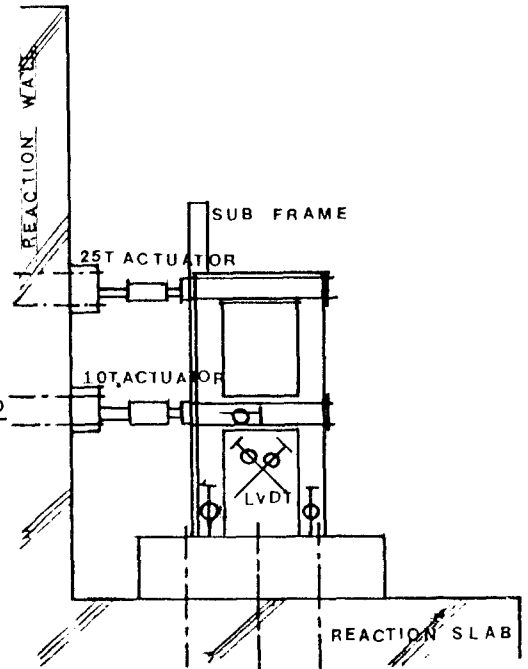


그림 2. 실험체 설치 상태

2.2 재료시험

실험에 사용된 철근과 콘크리트의 재료성질은 표2와 같으며 콘크리트 설계 기준 강도는 210kg/cm^2 이다.

표2. 재료성질

기초판	벽체	Steel (t/cm ²)			
		St.	Fy	E	Ft
185	208	D10	5.260	2,192	3.507
		D6	4.745	1,860	3.163

2.3 실험체 설치 및 가력 방법

실험은 한국 과학 기술원 토목공학과 구조 실험실에서 수행했으며 실험체 설치상태는 그림 2와 같다. 1층 수평하중은 반력벽에 추가력보와 같은 위치에 10t Actuator를 설치 연결하

고 2층 수평하중은 가력보와 같은 위치에 25t Actuator를 설치하여 변위제어로서 2층에서 가력되는 하중 P의 - P/2를 1층에 가력되도록 하였다. 또한 벽판의 면외 좌굴을 방지하기 위하여 가력점 위치에 시험체와 직교하는 보조프레임을 설치하였다.

적용된 하중과 변위는 2층 Actuator에 의해 측정되었으며 1층 변위, 전단 변위, 양단부 수직변위는 LVDT로 측정하고, 철근의 변위는 벽단부 기둥 주근에 설치한 Strain Gage로 측정했다. 모든 시험체 가력 하중은 2층 Actuator에서 변위를 조절하여 제어 하였다. 조정된 변위 제어 이력은 그림 3(a) - 그림 3(c)에 표시했다.

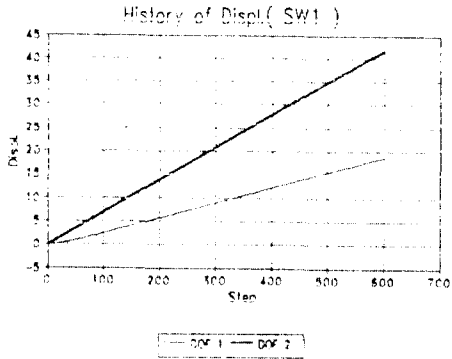


그림 3(a) SW1 변위 이력

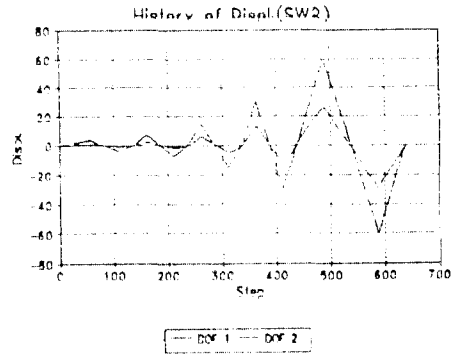


그림 3(b) SW2 변위 이력

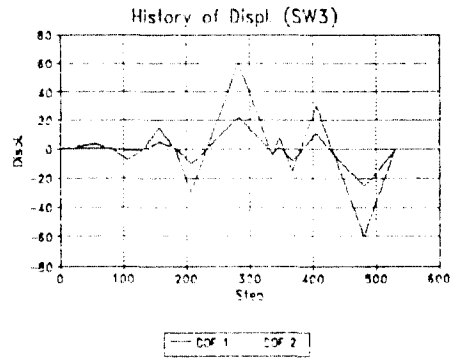


그림 3(c) SW3 변위 이력

3. 실험결과

각 실험결과는 표3에 나타냈으며, 하중변위 곡선, 최종 균열상태는 각각 그림 4, 5에 나타냈다.

3.1 균열 및 파괴상황

그림 4의 P-δ 곡선을 살펴보면 각 시험체에서 초기 힘균열이 발생할 때 까지는 거의 선형거동을 하고 있다. 초기 힘균열에 도달전에 기력축 기둥 중앙 부분에서 힘균열이 발생하고

표3. 실험결과 일람표

실험체	초기힘균열 강도(t)	초기전단 균열강도(t)	항복강도(t)	극한강도(t)	연성비	파괴 모드
SW1	5.043	8.244	9.699	11.750	11.551	힘전단
SW2	5.196	6.897	8.381	10.287	14.230	힘전단
SW3	3.654	5.984	6.698	9.906	9.998	힘전단

이후 전단 균열의 양상으로 벽체의 대각선방향의 사균열이 진행되고 기력축 기둥주근의 파괴로 인하여 그부분의 파쇄가 일어나고 소성힌지를 형성하였다.

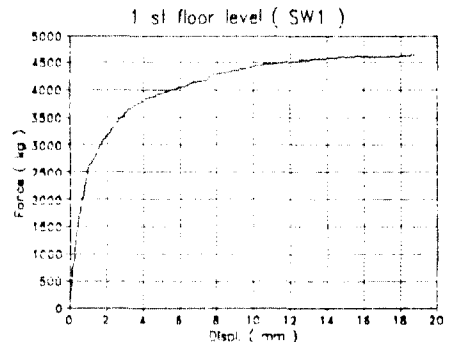


그림 4-(a) SW1의 1층 P-δ 곡선

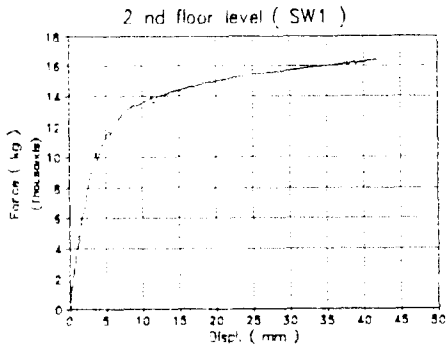


그림 4-(b) SW1의 2층 P-δ 곡선

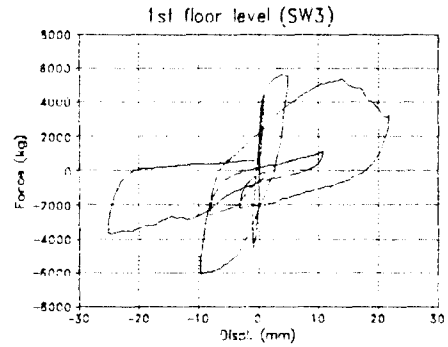


그림 4-(e) SW1의 1층 P-δ 곡선

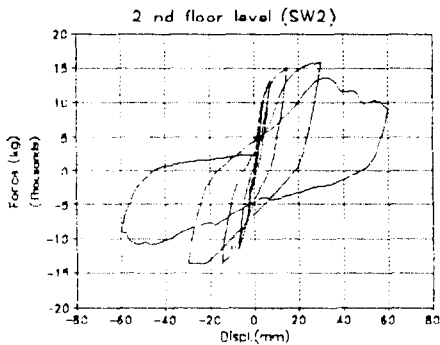


그림 4-(c) SW2의 1층 P-δ 곡선

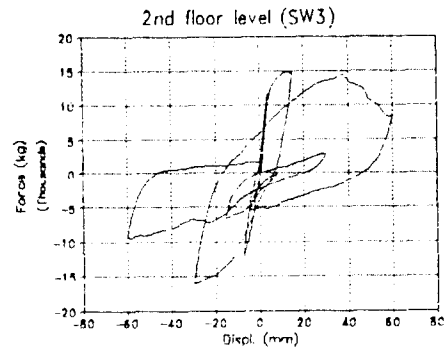


그림 4-(f) SW1의 2층 P-δ 곡선

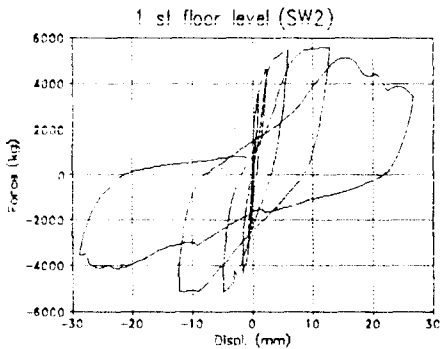


그림 4-(d) SW2의 2층 P-δ 곡선

3.2 이력특성

(1) SW1 시험체

그림 4(a)-(b), 6(a)-(b)에서 보는 것처럼 6.5 t까지는 선형을 유지하고, 초기 균열후에 비선형 거동을 했다. 극한 강도는 본 시험체의 실험이 단순 가력에 변위제어로서 극한까지 행하지 못하였으나 11.75ton에서 파괴되었다.

(2) SW2 시험체

그림 4(c)-(d), 7(a)-(b)에서 보는 것처럼 5t까지는 선형 거동을 하고 10.287t의 최대 강도를 나타내고 30mm의 변위에서 소성 힌지를 형성하고 파괴에 이르렀다.

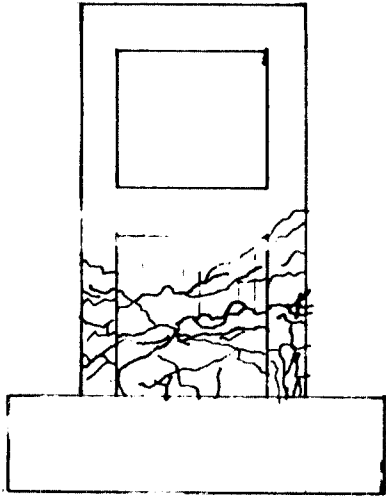


그림 5-(a) SW1의 최종 균열 상태

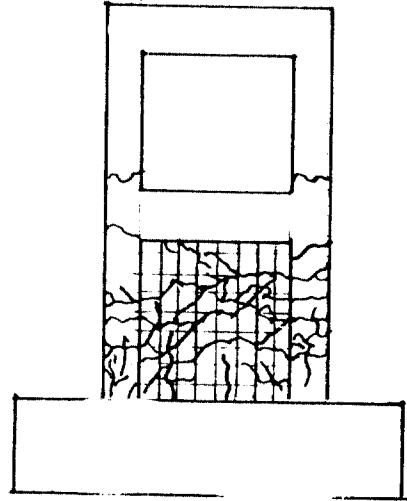


그림 5-(c) SW3의 최종 균열 상태

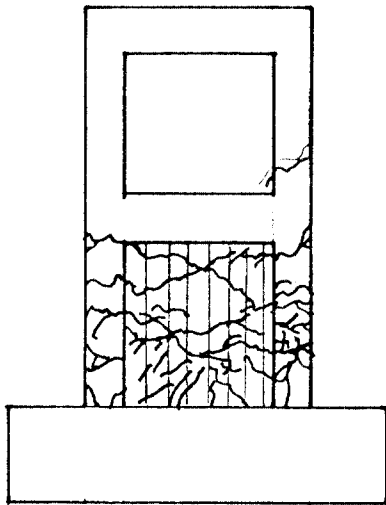


그림 5-(b) SW2의 최종 균열 상태

3.3 강도의 비교

각 시험체별 항복 강도와 극한 강도값을 SW1에 대하여 비교해 보면 다음표와 같다.

표4. SW1에 대한 각강도의 비율

	항복강도비	극한강도비
SW2	86.40%	87.50%
SW3	69.10%	84.43%

(3) SW3 시험체

그림 4(e)-(f), 8(a) - (b)처럼 6.7t까지는 선형 거동을하고 30mm 변위에서 최대강도 9.9t을 나타냈으며 40mm 변위에서 소성힌지를 형성하고 파괴되었다.

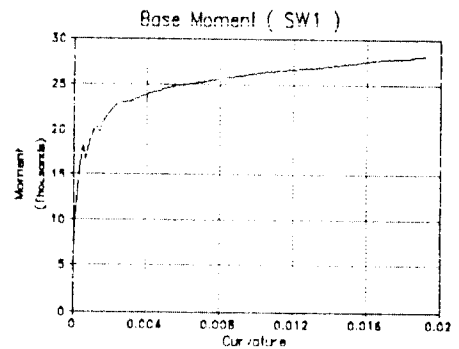


그림 6-(a) SW1의 M-θ 곡선

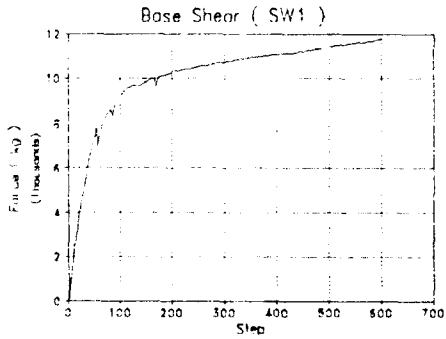


그림 6-(b) SW1의 Base Shear 곡선

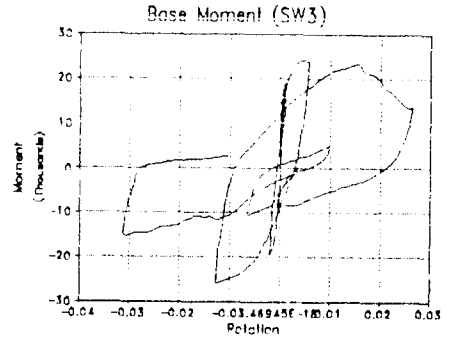


그림 8-(a) SW1의 M-θ 곡선

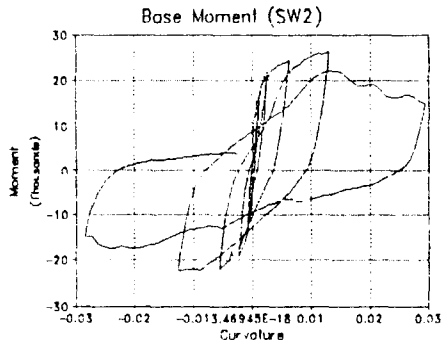


그림 7-(a) SW2의 M-θ 곡선

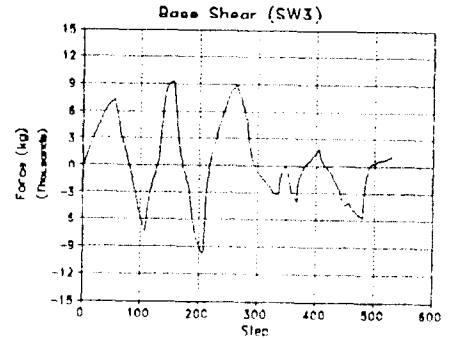


그림 8-(b) SW1의 Base Shear 곡선

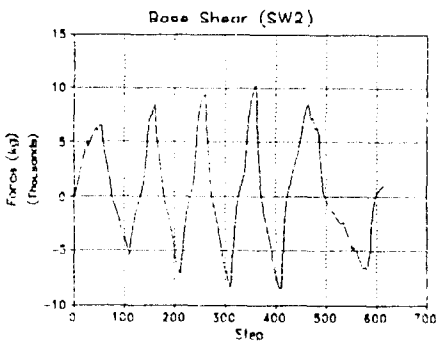


그림 7-(b) SW2의 Base Shear 곡선

4. 결론

일련의 실험중 본 논문에서 동일 시험체에 대한 실험 방법에 따른 결과를 비교해본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 단순 가력 실험값은 다른 실험값에 비교하여 항복 강도와 극한강도값이 15%이상 높게 나타났다. 이는 구조체가 받는 외력이 시간에 의존하는것에 반해 단순 가력실험은 변위 제어로서 일정 하중까지 가력한 것에 기인 한다고 판단된다.

2) 본실험에서는 매 변위당 순환반복회수를 1회로하여 검증하였는데 이력특성을 명확하게 하기 위해서는 회수를 3 - 5회 정도 증가하여야 한다고 생각된다.

5. 참고문헌

- 1) Takanashi, K. and Nakashima, M., "Japanese Activities on On-Line Testing", Journal of the Engineering Mechanics, ASCE, Vol.113, July 1987, pp. 1014-1032
- 2) "AIJ Standard for Structural Calculation of Reinforced Concrete Structures", Japan Architectural Institute, 1982
- 3) Clough, r.w., "Analysis of Structural Vibrations and Dynamic Response," Japan - U.S.A Seminar on Matrix Method of Structural Analysis and Design, August, 1969, Tokyo, Japan
- 4) Masaya Hirosawa., " Past Experimental Results on Reinforced Concrete Shear Walls and Analysis on them", Building Research Institute Ministry of Construction, no6, March 1975, Tokyo, Japan.
- 5) 설성구, 최근도, 정학영, 윤현도, 최창식, 이리형, "철근콘크리트 벽식구조의 단부 보강형태에 따른 강도와 변형 능력(1)" 대한건축학회학술발표논문집 제13권 제1호 4.24. 1993