

비보강 조적벽체의 손상에 따른 균열폭의 변화에 관한 연구

Study on Change of Crack Width with Damage of Unreinforced Masonry Wall

우현수* 강대언** 이정환** 이경훈* 이원호*** 양원직**

Woo, Hyun-Soo Kang, Dae-Eon Lee, Jung-Han Lee, Kyung-Hwun Yi, Waon-Ho Yang, Won-Jik

ABSTRACT

The objectives of this study is to find out the relationship of crack width and residual seismic capacity of Unreinforced Masonry(URM) walls which were damaged by earthquake. Three URM walls which made the shape ratio(l/h , 1.0, 1.5, 2.0) to be a variable were tested for the objective. It was seen that the crack width increased with growing at rotation angle. Also, this study found out that failure mode affects crack type of URM. In other words, horizontal and vertical crack was increased in rocking and sliding failure mode respectively.

1. 서론

성능규정법이나 주택성능표시제도의 도입에 의해 건축물의 구조설계에서는 주로 손상한계와 안전 한계에 대해 검증이 필요하게 된다. 여기서 손상한계에서는 건축물의 중규모의 외관을 경험한 후 본래 지니고 있는 안전성, 사용성, 내구성 등의 성능을 복구함이 없이도 그 성능을 유지하기 위한 한계상태이다. 즉 각 부재나 접합부가 거의 탄성범위 내에 있으며 또한 과도한 잔류변형, 잔류균열, 진동 등이 생기지 않는 상태이다. 또한, 최근의 내진설계에서는 구조물의 중요도에 따른 내진성능을 결정하고 그것을 확보하도록 하는 것이 중요해 지고 있다. 그러나 지진 후 구조물의 손상에 대해서는 외관으로부터 관찰하여 추정하는 것은 가능하지만 손상정도를 나타내는 지표는 국내에서는 아직 전무한 실정이다.

따라서 균열폭을 측정하여 손상정도를 평가할 수 있는 기초적인 자료를 구축하려고 형상비를 변수로 한 조적벽체 3개의 시험체에 대해서 반복재하실험을 수행하였다.

2. 실험방법

2.1 실험개요

* 정회원, 광운대 대학원 석사과정

** 정회원, 광운대학교 에센스 구조연구센터 연구교수, 공학박사

*** 정회원, 광운대 건축공학부 교수, 공학박사

형상비(l/h =벽체의 길이/벽체의 높이)를 1.0, 1.5 및 2.0으로 한 1:1 스케일의 시험체를 계획하였으며, 본 실험은 포항산업과학연구원 강구조연구소에서 수행하였다. 횡력에 대한 하중이력은 그림 1과 같이 시험체 바닥 면에서 가력 점까지의 높이 2,700mm의 0.125%를 기준으로 점증반복가력하면서 균열폭을 측정한다.

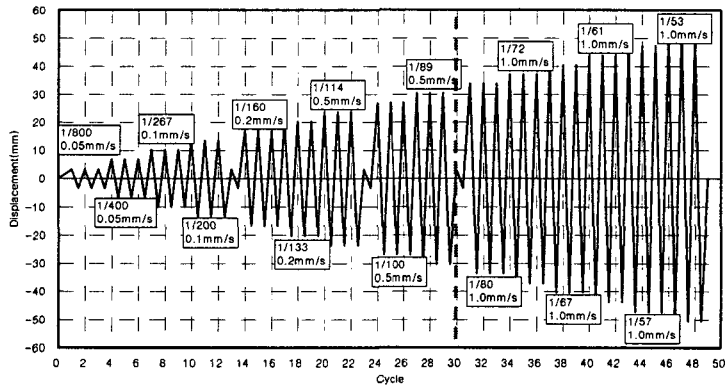


그림 1. 재하이력

2.2 측정방법

균열폭은 그림 2에 나타난 것과 같이 하중의 최대시(○)와 재하시(=하중의 0인 경우, □)를 측정한다. 조적벽체의 균열폭은 주로 벽돌줄눈에 각 재하단계에 생긴 균열폭을 크랙스케일을 이용하여 측정한다. 또한 조적벽체의 수평거동을 알아보기 위해 그림 3.(a)과 같이 조적벽체의 종줄눈의 균열폭을, 회전거동을 알아보기 위해 그림 3.(b)와 같이 횡줄눈의 균열폭을 측정한다.

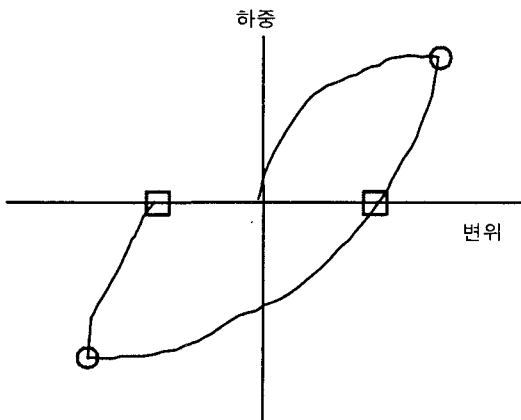


그림 2. 균열폭 측정시점

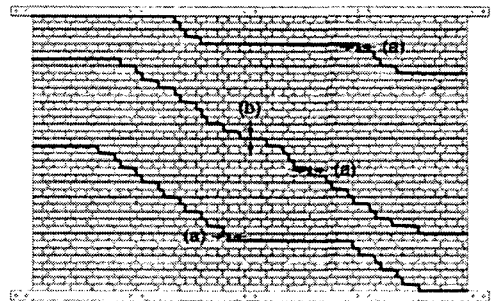


그림 3. 균열폭의 측정위치

3. 실험결과

3.1 최종파괴상황

그림 4에 각 시험체의 파괴상황을 나타내었다. 1.0W-CO-NO 시험체의 경우 초기 가력시 가력방향 하단부에 줄눈을 따라 균열이 발생하였으며 그림 4(a)에서 보는 바와 같이 부재각 0.375% 가력시 줄눈을 따라 벽체의 회전(Rocking)과 더불어 양 단부 하단에서 압괴가 발생하여 최종파괴하였다. 1.5W-CO-NO 시험체의 경우 부재각 0.5% 가력후 그림 4(b)의 파괴양상과 같이 바닥으로부터 1/3 지점에서 벽체의 회전과 사인장 및 슬라이딩 균열이 동시에 발생하기 시작하였으며, 이후 슬라이딩 균열이 지속적으로 발생하다 최종파괴하였다. 2.0W-CO-NO 시험체의 경우 회전각 0.25% 가력시 그림 4(c)에서 보는 바와 같이 1.5W-CO-NO 시험체와 유사하게 하부에서 대략 1m 높이에서 사인장 및 슬라이딩 균열이 발생하기 시작하여 이후 발생된 균열을 따라 슬라이딩 균열이 지속적으로 늘어나는 양상을 나타내면서 최종파괴하였다.

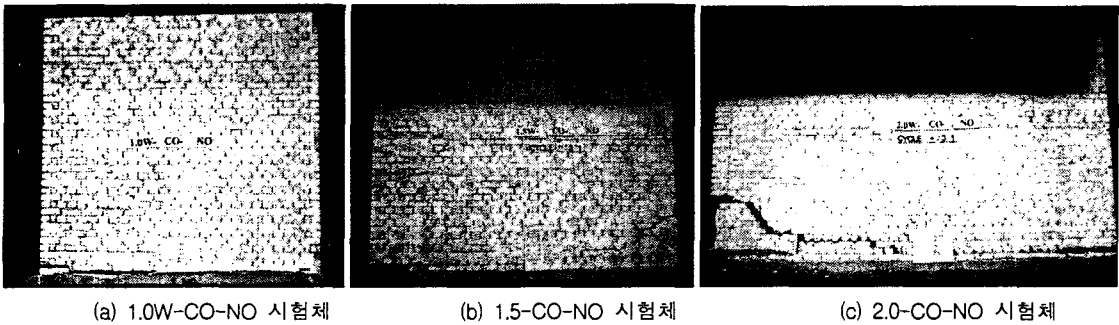


그림 4. 각 시험체별 파괴상황

3.2 부재각과 균열폭과의 관계

그림 5와 그림 6에 부재각과 최대균열폭 및 잔류균열폭의 관계를 각각 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 부재각이 커짐에 따라 최대 및 잔류균열폭이 커지고 있음을 알 수 있다. 또한 부재각 0.375%에서 파괴한 시험체 1.0W-CO-NO는 횡줄눈의 균열폭이 가력초기 단계로부터 파괴시까지 종줄눈의 균열폭보다 최대 및 잔류균열폭에서 크게 나타나고 있으며, 1.5W-CO-NO 및 2.0W-CO-NO 시험체는 가력초기에는 횡줄눈의 균열폭이 크게 나타나고 있으나 부재각 0.5%에서 파괴한 이후부터는 종줄눈의 균열폭이 최대 및 잔류균열폭에 있어서 크게 나타나고 있다. 이것은 1.0W-CO-NO 시험체는 Rocking 파괴를 한 반면, 1.5W-CO-NO 및 2.0W-CO-NO의 시험체는 조적벽체 중간 부분으로부터 균열이 발생하여 파괴되는 Sliding 파괴에 기인한 결과라고 사료된다. 또한 Rocking 파괴하는 시험체는 Sliding 파괴하는 시험체와는 달리 잔류균열폭이 파괴한 이후에도 많이 증가하고 있지 않고 있다. 이는 균열 및 보수면에서는 용이하다고 사료되나 균열폭으로 내진성을 판정시 주의를 기울일 필요가 있다고 사료된다.

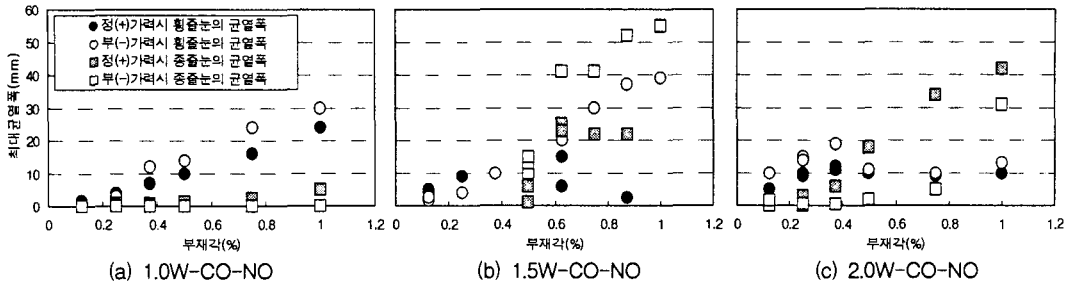


그림 4. 부재각과 최대균열폭과의 관계

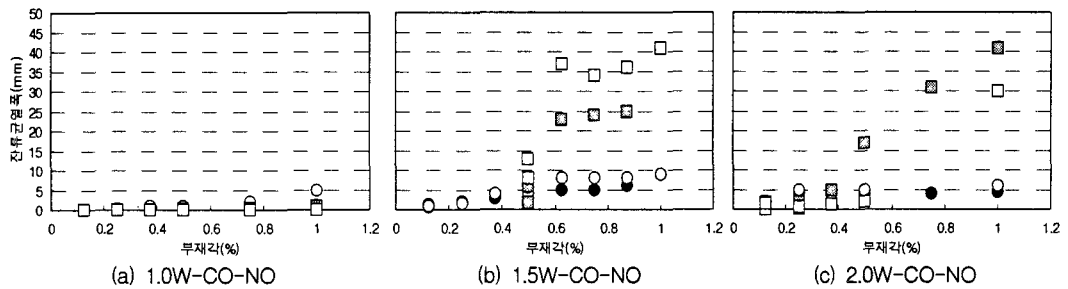


그림 5. 부재각과 잔류균열폭과의 관계

4. 결론

형상비를 변수로 한 조적벽체 3개의 시험체에 대해서 균열폭을 측정하여 내진진단의 기초적인 자료로 활용하는데 도움을 주는 것을 목적으로 반복재하실험을 수행하였다. 그 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 부재각이 커짐에 따라 최대 및 잔류균열폭이 증가하였다.
- (2) Rocking 파괴하는 조적벽체는 가력초기단계부터 파괴시까지 횡줄눈 균열폭이 종줄눈 균열폭보다 최대 및 잔류에서 크게 나타나고 있는 반면, Sliding 파괴하는 경우는 가력초기단계에서는 횡줄눈 균열폭이 컸으나 파괴한 이후는 종줄눈 균열폭이 최대 및 잔류에서 크게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 따라서 파괴모드에 따라 균열양상이 달라지고 있음을 알 수 있었다.
- (3) 파괴형식에 적합한 균열에 따른 내진성능을 판정하는 지표를 달리 책정할 필요가 있다고 사료된다.

참고문헌

1. 권기혁 외, “조적조 건축물에 대한 내진 보강 방안”, 서울특별시, 2001. 6
2. (財) 日本建築防災協會: 震災建築物の被災度判定基準および復旧技術指針, 2000年
3. 이원호, 이정환, 오상훈, 양원직, 강대연, “비보강 조적벽체 전단내력 평가에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 21권 10호, 2005. 10
4. FEMA 273, NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Washington, D.C., October 1997
5. FEMA 306, “Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings”, Washington, D.C., May 1999
6. G. M. Calvi, G. R. Kingsley, and G. Magenes, “Testing of Masonry Structures for Seismic Assessment”, Earthquake Spectra, Vol. 12, No.1, pp145-162, February 1996