

# 교육시설물의 조적치장벽체 내진보강에 적용 가능한 충전재 개발 기초연구

## A Basic Study on the Development of Filling Material using Seismic Retrofit of Masonry Architectural Wall Systems in Educational Facilities.

<b>이 주 형*</b>	<b>오 준 석*</b>	<b>전 상 섭*</b>	<b>손 기 영**</b>	<b>나 영 주***</b>
Lee, Joo-Hyeong	Oh, Jun-Seok	Jeon, Sang-Sub	Son, Ki-Young	Na, Young-Ju

### Abstract

South Korea has long been without major earthquakes. But 317 public facilities have been damaged by Po-Hang earthquake. Among them, 103 educational facilities suffered 25.6 billion won worth of damage. This is the most damaging of public facilities. The earthquake damage was mainly centered on non-seismic retrofit educational facilities and masonry architectural wall systems installed on the outer walls of buildings. Therefore, the purpose of this study is to develop a filling material that can be applied to the non-seismic retrofit of masonry architectural wall systems installed on the outer walls of educational facilities. To achieve the objective, first, set the filling material requirements. Second, set the sequence model of experiments and prepare for the experiment. Third, after the experiment, analyze the results obtained through the experiment. Forth, the optimal filling material is selected by comparing the analyzed results with the requirements. As a results, E-S-X sample using epoxy resin were selected for the seismic retrofit of masonry architectural wall systems in educational facilities. In the future, this study can be used as a basic material for developing seismic reinforcement methods guidelines in domestic existing educational facilities.

키 워 드 : 충전재, 조적치장벽체 시스템, 내진, 교육시설물

Keywords : filling material, masonry architectural wall system, seismic retrofit, educational facilities

### 1. 서 론

국내 기상청에 따르면 지진 발생횟수가 2015년 44회였던 반면 2016년과 2017년 각각 252회, 223회로 급격하게 상승하였다. 그 중 규모 5.0 이상의 지진은 경주지진, 포항지진이 있다. 2017년에 발생하였던 규모 5.4 포항지진은 민간·공공시설물에 큰 피해를 입혔다. 가장 많은 피해를 입은 시설물은 교육시설로 103개소의 시설물이 피해를 받아 125억원 상당의 피해액이 발생하였다. 국내 교육시설물은 조적치장벽체로 이뤄진 사례가 많기 때문에 이는 피해의 주된 원인이 되었으며, 탈락 및 낙하에 의해 피해가 발생하였다. 조적치장벽체의 경우, 건축물의 하중을 받지 않는 외장재이기 때문에 KBC 2016에서 비구조요소로 분류된다. 따라서 본 연구에서는 교육시설물의 조적치장벽체에 적용 가능한 내진보강용 충전재를 개발하고자 한다.

### 2. 이론적 고찰

지진발생 시 건축물에 의한 인명 피해는 구조적 요소보다 비구조적 요소에 의해 많이 발생한다. 비구조적 요소의 피해 유형이 다양하고 범위가 넓기 때문에 지진피해 복구액에 상당부분을 차지하게 된다. 비구조요소의 지진피해를 감소시키기 위해 KBC 2016에서 내진기준을 제시하고 있다. 비구조요소 내진 기준은 성능 수준과 하중 및 변위 기준이 있다. 성능수준은 기능수행, 위치유지, 인명안전으로 최소한 인명안전 수준을 만족해야 한다. 인명안전의 정의는 지진 후 심각한 피해는 발생하지만 인명 피해는 없는 것으로 성능 수준 중 가장 낮은 수준이다. 하중 및 변위 기준은 설계지진력 산출과 층간 상대변위 기준을 통해서 평가가 된다.

### 3. 충전재 실험

실험에 사용된 주요 재료는 무수축 모르타르, 에폭시 수지, 아크릴 수지 세 가지이다. 무수축 모르타르는 일반적으로 건축 시공에 자주 사용되는 재료로서 시공시례가 많고 검증된 재료이다. 에폭시 수지는 굳을 때 수축량이 적고 점성이 뛰어나지만 경화제를 함께 사용하는 재료이

\* 울산대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\* 울산대학교 건축공학과 조교수, 공학박사  
 \*\*\* U1대학교 건축공학과 조교수, 공학박사, 교신저자(gomsam0106@hanmail.net)

다. 아크릴 수지는 수용성으로서 물과 잘 혼합되고 접착제나 유리 대응으로 자주 사용된다. 충전재의 요구사항은 콘크리트 벽체와의 접착성, 압송력, 탄성거동, 경제성, 시공연도이다. 실험 방법은 시멘트 벽돌 2개를 이용하였으며, 7일간 양생시켰다. 벽돌 간의 간격은 공간쌓기를 고려하여 3cm로 하였다.

### 3.1 1차 실험

1차 실험은 에폭시 수지와 모래를 혼합한 E-S 충전재, 모르타르인 M-X 충전재, 모르타르에 메도물을 혼합한 M-M 충전재 총 세 가지를 제작하였다. E-S는 충전재의 탄성능력은 좋으나 점도 너무 높아 시공연도가 좋지 않았다. 또한 다짐이 제대로 되지 않을 경우, 경화제와의 혼합 및 타설 과정에서 발생한 내부 공기가 빠져나가면서 수축량이 커지고 재료분리가 발생하였다. M-X와 M-M은 시공 난이도는 기존 모르타르 작업과 같았으나, 탄성 역할을 제대로 수행하지 못할 것으로 판단되었다.

### 3.2 2차 실험

2차 실험의 경우, 아크릴 수지를 이용한 주재 2가지를 제작하였다. 1차 실험의 문제점이었던 충전재의 점성으로 인한 시공연도, 재료간의 점도의 문제를 해결하고 시공 난이도 낮추기 위해 경화제가 필요 없는 수용성 아크릴 수지를 이용하였다. 하지만 수용성은 물이 휘발되면서 건조수축이 일어나기 때문에 콘크리트 벽체와의 접착성이 문제가 되었다.

### 3.3 3차 실험

3차 실험의 경우, 1차에서 사용하였던 에폭시 수지를 다시 사용하였다. 충전재 화학재료는 에폭시수지와 탄성을 높이기 위한 Rubber, 점도를 감소시키면서 내화성을 높이기 위해 난연재인  $Al(OH)_3$ 를 첨가하였다. 실험체 제작은 에폭시 수지 다른 재료를 혼합하였다. 스티로폼과 혼합한 E-F-X 충전재, 모래와 분말형태의  $Al(OH)_3$ 를 혼합한 E-S-A 충전재, 모래와 혼합한 E-S-X 실험체를 제작하였다. E-F-X의 경우, 양생 과정에서 충전재가 벽돌 틈으로 유출되어 정상적인 양생이 되지 않았고 시공시 전문가가 필요할 것으로 판단되었다. E-F-X는 분말 형태의  $Al(OH)_3$ 를 충전재의 점도를 낮추기 위해 혼합하였으나 벽체와의 접착성도 같이 낮아져 벽돌이 분리되었다. E-S-X는 점도와 접착성이 양호하였으며, 건조수축, 재료분리 같은 하자가 발생하지 않아 앞서 실험한 충전재들 중 가장 적합한 것으로 판단하였다.

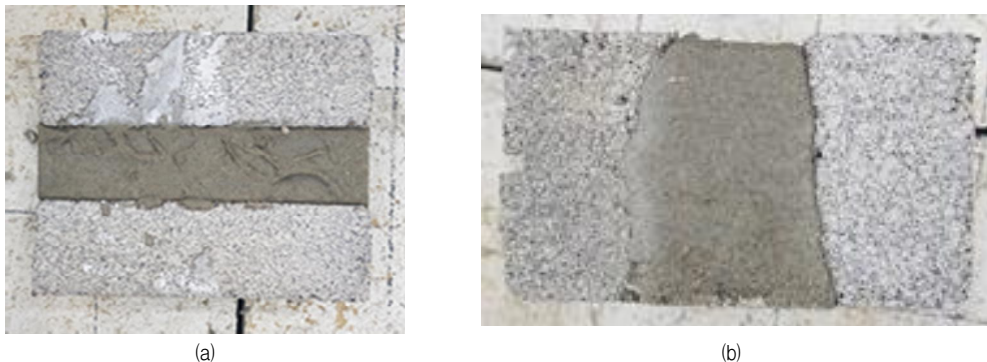


그림 1. E-S-X 충전재 양생 모습

## 4. 결 론

본 연구에서는 모르타르, 에폭시 수지, 아크릴 수지를 이용한 교육시설물의 조적치장벽체 내진보강에 적용 가능한 충전재 실험을 진행하였다. 실험은 3차례에 걸쳐 실시하였으며, 충전재에 혼합되는 재료의 종류와 배합비율을 조절하여 최적의 충전재를 찾고자 하였다. 실험 결과 Epoxy resin, Rubber,  $Al(OH)_3$  성분을 혼합한 주재와 모래를 이용한 E-S-X 실험체가 가장 적합한 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 향후 조적치장벽체 내진보강 공법 개발 및 시제품 제작에 기초연구자료로 활용될 것이다.

## Acknowledgement

This research was supported by (2017R1C1B1003386) from the National Research Foundation of Korea by Ministry of Science, ICT and Future Planning.

## 참 고 문 헌

1. 길정천, 「건축재료의 이해」, 야정문화사, pp.226~227, 2005