

무기발포체의 화재확산 방지용 외장재 적용을 위한 물성평가

Physical Properties of Inorganic Foam Material for Exterior Fire Resistance Material

신현욱* 김지현* 송훈** 추용식** 이종규***
 Shin, Hyeon-Uk Kim, Ji-hyeon Song, Hun Chu, Yong-Sik Lee, Jong-Kyu

Abstract

This study is to development of inorganic insulation material using by-product materials. The organic material is due to toxic gas emission, when a fire occurs. And it has lower water resistance. The inorganic material is heavy and worse thermal performance than organic materials. In this study, cullet and fly ash were used as basic materials in order to secure a recycling technology of by-products which was mostly discarded and reclaimed, and measure of physical properties of light-weight ceramic insulator.

키 워 드 : 무기발포체, 외단열, 플라이애시, 유리분말
 Keywords : inorganic foam material, exterior insulator, fly ash, cullet

1. 서 론

최근 건축물의 에너지 절약기준 강화로 중,소형 건축물의 외단열이 증가되는 추세이다. 하지만 건축물에 사용되는 단열재는 대부분 유기단열재를 사용하며 유기계 단열재는 화재에 취약한 단점이 있다. 특히 외벽화재의 경우 마감재가 있어 초기 발견이 어렵거나 발견되어도 화재의 진압이 어려운 경우가 있으며 화재가 수직으로 확산되어 이로 인해 2차 피해가 발생하는 사례가 많이 있다. 무기섬유계의 경우는 화재에 저항성이 좋으나 수분에 취약하고 이로 인해 부피가 팽창하고 단열성능이 저하되거나 결로가 발생하는 문제가 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 유리분말과 플라이애시를 사용하여 무기발포체를 제조하고 외단열에 적용 가능성을 검토하고자 밀도, 압축강도, 열전도율, 내동해성, 흡수율을 실험하고 화재의 저항성을 알아보기 위해 열방출률 실험을 실시하였다.

2. 실험방법 및 내용

무기 단열재는 산업부산물인 유리분말과 플라이애시를 주 재료로 사용하여 750~780℃에서 소성하여 제작한다. 유리분말은 소성 시 녹아서 조직을 구성하고 플라이애시는 조직을 단단히 해주는 결합재로 사용된다. 발포제는 액상발포제인 물유리를 사용하였고 이는 본체의 재료를 혼합하기 위하여 사용하며 사용량은 30%로 고정하였고, 분말형 발포제는 그라파이트를 사용하였으며 기공의 제어에 직접적인 영향을 주는 발포제로 비율을 조절하여 실험하였다. 소성된 시편은 물성을 측정하기 위하여 실험 목적에 맞게 커팅하여 사용하였다. 재료의 특성을 파악하기 위하여 밀도, 열전도율, 압축강도, 흡수율을 측정하였으며 외단열 적용가능성을 보기위해 내동해성 실험을 실시하였고, 화재성능을 알아보기 위하여 열방출률 실험을 실시하였다. 실험에 사용한 배합비는 표1과 같다.

표 1. 무기발포체 제조 배합비

구분	유리분말	플라이애시	그라파이트	물유리	소성온도	소성시간
A	9.5	0.5	0.5~1 %	30 %	750~780 °C	2h 30min
B	9	1				
C	8.5	1.5				

* 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 연구원
 ** 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 책임연구원
 *** 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 수석연구원

3. 실험결과 및 고찰

표 2. 물성측정결과

구분	밀도(g/cm ³)	압축강도(MPa)	열전도율(W/mK)	흡수율(%)
A	0.18	1.2	0.062	6.08
B	0.25	1.5	0.071	6.19
C	0.31	2.7	0.078	6.53

표 3. 열방출률 실험결과

열방출률실험	준불연성능 판정	A	B	C
총열방출량(MJ/m ²)	8 MJ/m ² 이하	0.0	0.2	0.3
200kW/m ² 를 초과하는 시간	10s 이상 연속으로 초과하지 않을 것	0	0	0
균열 구멍 및 용융	없을 것	없음	없음	없음

표 4. 내동해성 측정결과(12싸이클)

구분	질량변화 (%)	두께변화 (%)	길이변화 (%)
A	-2.1	0.5	-0.2
B	-3.6	0.7	-0.01
C	-3.3	0.6	-0.04

물성측정결과는 표 2와 같다. 압축강도 및 밀도 열전도율은 플라이애시의 함량에 따라 비례하였다. 유리가 많이 함유될수록 조직이 치밀해져 흡수율이 낮아졌으나 큰 차이는 없었다. 화재성능을 알아보기 위하여 실시한 열방출률 실험에서는 배합에 따른 차이가 거의 발생하지 않았으며 결과는 표3에 나타내었으며 준불연성능을 확인 할 수 있었다.

내동해성 실험결과는 표4에 나타내었고 동결융해시험기에 12싸이클로 실험한 결과이다. 질량변화는 소량 감소하였는데 이는 동결융해과정에서 약간의 부스러기가 발생한 정도이다. 그 외 두께 및 길이변화는 0.1~0.3mm 수준으로 거의 변화가 없었다. 소성으로 만들어진 무기발포체의 유리질성분이 수분에 저항성이 좋아 흡수율 및 내동해성 성능이 만족할 만한 수준으로 나타난 것으로 판단된다.



(a) 내동해성 시험 시편

(b) A 배합

(c) B 배합

(d) C 배합

그림 1. 제조된 무기발포체 시편

4. 결 론

화재확산 방지용 무기발포체의 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 외벽 적용을 위한 무기발포체의 물성측정결과 압축강도 1.2 MPa 이상으로 시공성에 지장이 없을 것으로 판단되며 흡수율이 낮으며 내동해성 저항성이 좋아 수분에 취약하지 않아 외장재로 적용이 가능할 것으로 판단된다.

2) 화재의 저항성을 알아보기 위한 열방출률 실험결과 열방출량이 거의 없으며 준불연성능을 만족하는 수준으로 화재에 저항성이 좋은 것으로 나타나 화재확산 방지재로 사용 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2015년 국토교통부 국토교통기술사업화 지원사업의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 신현욱, 김지현, 송훈, 이종규, 폐유리분말의 종류에 따른 무기발포체의 물리적 특성, 한국건축사공학회 학술.기술논문발표회 논문집, 제15권 제2호, pp.5~6, 2015