

경량 무기 발포패널을 적용한 커튼월의 성능평가

Performance Evaluation of Curtain-Wall Applying Light-weight Inorganic Foam Panel

신 현 옥* **송 훈**** **추 용 식**** **이 종 규****
 Shin, Hyeon-Uk Song, Hun Chu, Yong-Sik Lee, Jong-Kyu

Abstract

To prevent energy waste in buildings used heat insulator. Heat insulator materials can be classified inorganic and organic. 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. Technologies on energy saving and materials used in curtain walls have progressed with increase of high-rise and large buildings. However, there is little study to explain fire resistance performance of the curtain walls. This study focused on evaluation of the physical properties of light-weight inorganic foam panel for using industrial by-products materials and performance evaluation by mock up test.

키 워 드 : 내화성, 경량, 커튼월, 무기패널
 Keywords : Fire resistance, Light-weight, Curtain wall, Inorganic foam panel

1. 서 론

국내 건축물의 고층화대형화에 따라 알루미늄을 소재로 한 경량 커튼월 시스템이 주로 사용되고 있다. 하지만 기존의 커튼월 소재인 알루미늄과 단열재로 적용되는 그라스울은 화재에 취약하여 층간화재 전파를 막기에 한계가 있다. 특히 고층빌딩의 화재전파에서 보듯이 층사이로 화재가 전파되어 상층부로 이동하므로 커튼월 구획간의 연소 확대를 방지하기 위한 조치가 필요하다.

커튼월 소재인 알루미늄 복합패널은 단열성이 취약하기 때문에 패널 내부에 단열재로 그라스울 등의 재료를 사용한다. 그라스울은 무기계 제품이라는 하나 형태를 만들기 위해 고분자계 접착제를 사용하고 또한 섬유상의 적층재의 형태를 띠므로 수분에 취약하여 뭉침 및 처짐 현상 등이 발생하여 단열효과가 저감된다. 또한 유기계는 단열성능은 우수하나 화재에 대한 취약한 단점을 갖는다. 따라서 이 두 재료의 단점을 제거할 수 있는 재료의 개발이 필요하며 커튼월의 단열성 및 층간전파 화재를 차단하기 위한 시스템의 개발이 필요하다. 본 연구는 경량 무기계 소재를 적용한 커튼월의 성능 및 적용가능성에 대해 평가하고자 한다.

2. 실험방법

경량 무기 발포패널은 산업부산물인 유리분말과 플라이애시를 기본으로 소성하여 제작한다. 기본원료의 주요성분은 표 1과 같으며 소성온도는 열분석(TG-DSC)에 의하여 결정하였다. 경량 무기 발포패널의 물리적 성질을 알기 위하여 압축강도, 밀도, 휨강도, 전단강도, 인장강도, 열전도율을 측정하였고 화재성능평가를 위하여 불연시험(KS F ISO 1182)과 난연시험(KS F ISO 5660-1, KS F 2271)을 통해 성능을 평가하였다. 또한 Mock-up 테스트를 통해 커튼월에 적용하여 성능을 확인하였다.

표 1. 기본원료의 주요성분

구분	주요성분	함량(%)
유리분말	SiO ₂	71.9
	Na ₂ O	15.2
	CaO	7.44
	MgO	3.42
	Al ₂ O ₃	0.9
	Fe ₂ O ₃	0.36
플라이애시	SiO ₂	59.5
	Al ₂ O ₃	23.8
	Fe ₂ O ₃	5.54
	CaO	3.75
	C	1.56
	K ₂ O	1.5

* 정희원, 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 연구원, 교신저자(vexguy@naver.com)
 ** 정희원, 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 책임연구원
 *** 정희원, 한국세라믹기술원 에너지환경소재본부 수석연구원

3. 실험결과

경량 무기 발포패널의 강도 및 밀도, 열전도율의 값은 표 2에 나타내었다. 밀도 0.22 g/cm³의 경우 열전도율이 가장 좋았으며 밀도 0.55 g/cm³의 경우 강도가 가장 우수했다. Mock-up 테스트에는 밀도 0.55 g/cm³의 시험체를 사용하였다.

패널의 화재성능을 평가하기 위해 불연 및 난연성능 시험을 실시하였고 결과는 표 3과 같다. 구성물질이 불에 타지 않는 무기물이므로 제조된 경량 발포패널은 유기계 단열재에 대해 현저하기 성능이 우수하고 또한 불연성능을 확보하였다. Mock-up 테스트 결과는 표 4와 같다.

또한 열순환시험과 기밀시험은 기준에 만족하였으나 수밀 및 구조성능 시험에서 누수가 발생 시험에서 누수 및 크랙이 발생하였다. 그 원인으로는 수밀시험에서 실란트 접합부분에서 누수가 발생하였고 구조성능시험에서는 커튼월 멀리언의 조인트 부분이 변위가 생겨 균열이 발생하였다. 균열 발생은 정압 100% 일 때이고 정압 150%에서 추가 균열이 발생하였다. 이와 같은 결과는 무기 발포패널을 외부에 마감재로서 적용하는 경우를 상정했던 결과로 실제 커튼월의 내부에 적용되는 경우 이와 같은 문제를 해결할 수 있다.

표 2. 경량 무기 발포패널의 물성

밀도 (g/cm ³)	압축강도 (MPa)	휨강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	전단강도 (MPa)	열전도율 (W/mK)
0.22	3.0	1.4	0.3	0.5	0.06
0.46	6.0	1.9	-	-	0.09
0.58	11.6	2.2	1.3	0.8	0.11

표 3. 화재성능평가

항목		1	2	3	기준
준불연	총방출열량	0.1	0.2	0.4	8 MJ/m ² 이하
	200kw를 초과하는 시간	0	0	0	10s 이상 초과하지 않을 것
	균열, 구멍 등	없음	없음	없음	없을 것
불연성	평형온도차(K)	1.9	4.3	1.1	20 이하
	질량감소율(%)	0.5	0.4	0.4	30 이하
가스 유해성	취의 평균행동 정지시간(m:s)	13:12	14:58	-	9min 이상

표 4. Mock-up test 결과

구분	시험방법	시험결과	
열순환시험	AAMA 501,5	이상없음	
기밀시험	ASTM E 282	4,2 cfm < 19,9 cfm	
수밀시험	정압	ASTM E 331	누수발생
	동압	AAMA 501,1	누수발생
구조성능시험	ASTM E 330	크랙발생	



그림 1. Mock-up test

4. 결 론

Mock-up 테스트에 사용된 밀도 0.58 g/cm³ 인 경량 무기 발포패널의 물성은 발포패널의 초기 밀도인 0.46 g/cm³ 보다 향상되었고 열순환시험 및 기밀시험에서 만족스러운 결과를 얻었다. 또한 일부 누수 및 크랙이 발생하여 패널의 강도 및 접합 방법에 대한 개선이 필요하다.

감사의 글

이 연구는 국토해양부의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다. 과제번호 - 10첨단도시C04

참 고 문 헌

1. 신현욱 외 3명, 유리분말과 플라이애시를 사용한 내화성 경량 무기발포 소재 연구, 한국건축시공학회발표논문집 제11권 2호, 2011
2. 임태영 외 4명, 석탄 폐석을 이용한 발포유리의 제조 및 물리적 특성 연구, 한국결정성장학회논문지 제21권 제6호, 2011