

# EPS Bead와 유리섬유를 혼입한 샌드위치 패널 심재의 단열 특성

## Thermal Insulation Properties of Sandwich Panel Core with EPS Bead and Glass Wool

전은영<sup>1</sup> · 이창우<sup>2</sup> · 황우준<sup>2</sup> · 이상수<sup>3\*\*</sup>

Jeon, Eun-Yeong<sup>1</sup> · Lee, Chang- Woo<sup>2</sup> · Hwang, Woo-Jun<sup>2</sup> · Lee, Sang-Soo<sup>3\*</sup>

**Abstract** : To improve the fire vulnerability of the organic insulation sandwich panel core, which is the main culprit of the large-scale fire disaster, an experiment was conducted to examine the thermal conductivity properties of the core material mixed with the organic insulation material EPS Bead and the inorganic insulation material glass wool. As the Additional ratio of glass wool increased, the thermal conductivity decreased, and it was determined that the replacement of glass wool of 3% or more had little effect on the decrease in thermal conductivity. In addition, it can be seen that the most ideal thermal conductivity is exhibited when 1% Replacement ratio of EPS and 3% glass wool are added. The core material of such organic and inorganic insulation materials is judged to be a core material that can compensate for the fire vulnerability of existing insulation materials. Therefore, in order to determine whether it is used as a core material for sandwich panels, additional studies such as fire resistance experiments and sound absorption experiments are needed in the future.

**키워드** : 발포폴리스티렌, 유리섬유, 샌드위치 패널, 열전도율, 단열

**Keywords** : expandable polystyrene, glass wool, sandwich panel, thermal conductivity, insulation

### 1. 서론

샌드위치 패널로 시공된 구조물의 대형참사는 2008년 1월 이천 냉동창고 화재사고와 2013년 5월 광주 평동공단 화재, 2020년 경기도 이천 물류창고 화재와 같이 지속적으로 발생하고 있다[1]. 이에 패널 화재사고를 예방하기 위한 수단으로 샌드위치 패널 사이에 불이 잘 붙지 않는 단열재인 유리섬유를 채워 넣어 화재예방 효과를 높일 수 있도록 시도하고 있는 상황이지만, 단열기능이 크게 떨어지는 경향을 보인다. 또한 기존의 유기단열재인 우레탄폼 샌드위치 패널과 비슷한 단열효과를 내기 위해서는 유리섬유 두께를 약 1.75배 늘려야지만, 심재 밀도와 두께의 증가는 시공성 및 제품의 경제성을 저하하는 주된 원인으로 지적되고 있는 실정이다[2]. 따라서 본 연구는 유기단열재인 발포폴리스티렌(EPS Bead)과 무기단열재인 유리섬유(Glass Wool)를 동시에 사용함으로써 각 단열재의 뛰어난 화재안전성과 단열성능을 통해 무기단열재의 단열성능과 유기단열재의 화재 취약성을 개선할 수 있는 샌드위치 패널 심재를 제작하는 것을 목표로 하며, 제작한 심재의 열전도율을 분석하여 샌드위치 패널 심재의 단열 특성을 검토하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 실험은 유리섬유 혼입율에 따른 단열 특성을 알아보기 위해 진행하였다. 기존의 선행실험에서 EPS Bead의 치환율은 0~5(%) 범위 내 1% 별로 실험을 진행하였지만, 5%부터 심재의 형상 유지가 불가능하여 열전도율이 측정되지 않아 실험이 불가하였다. 이후 EPS Bead 최대 첨가율은 4%까지 실험하였으며, 패널 심재의 강도 개선을 위해 시멘트 혼합물에 폴리머를 치환하여 폴리머 치환율을 0.5%, W/B를 48%로 고정하였다. 최종적으로 각각의 선행실험에서 이상적인 기능성을 보인 EPS Bead 1% 치환과 유리섬유 6mm를 0~4(%) 범위 내 1% 별로 첨가하여 열전도율 실험을 진행하였다. 열전도율 시험은 'ISO 22007'의 기준에 준하여 TPS 방법의 측정법을 사용하는 Hot Disk M1을 사용하였으며, 이에 따른 실험요인 및 수준은 표 1과 같다.

1) 한밭대학교, 건설환경조경대학 건축공학과 학사과정  
2) 한밭대학교, 건설환경조경대학 건축공학과 석사과정  
3) 한밭대학교, 건설환경조경대학 건축공학과 교수, 교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)

표 1. 실험요인 및 수준

Experimental factor	Experimental level	Remarks
Binder	Ordinary portland cement, Polymer	2
W/B	48%	1
Replacement ratio of Polymer	0.5%	1
Replacement ratio of EPS Bead	1%	1
Additional ratio of glass wool	0, 1, 2, 3, 4 (%)	5
Curing condition	Temperature (20±2)°C, Humidity (60±5)%	1
Experiment items	Air content, Thermal conductivity	2

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 EPS Bead 1% 치환 시, 유리섬유 첨가율에 따른 공기량 실험 결과이다. 유리섬유의 첨가율이 증가할수록 공기량이 증가하는 경향을 보인다. 이는 유리섬유의 뭉침으로 섬유 간의 공극이 발생하여 첨가율이 증가할수록 공기량이 증가한다고 판단된다. 그림 2는 EPS Bead 1% 치환 시, 유리섬유 첨가율에 따른 열전도율 실험 결과이다. 유리섬유의 첨가율이 증가할수록 열전도율이 감소하는 경향을 보인다. 이는 기존의 낮은 열전도율을 지닌 유기단열재 EPS Bead의 1% 치환에 더해진 무기단열재인 유리섬유의 혼입으로 열전도율 감소에 영향을 주었다고 사료된다. 또한 열전도율의 감소폭은 일정수준(3%)에 도달한 후 미비한 감소형태를 보여 3% 이상의 유리섬유 치환은 열전도율 감소에 큰 영향이 없다고 판단된다.

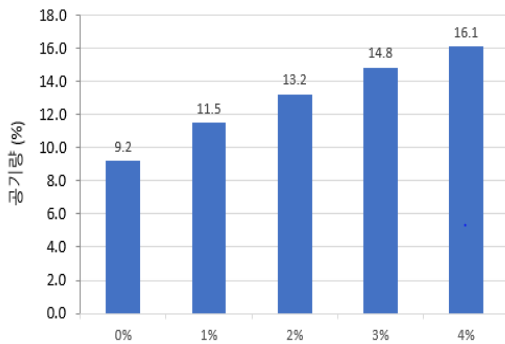


그림 1. 유리섬유 첨가율에 따른 공기량

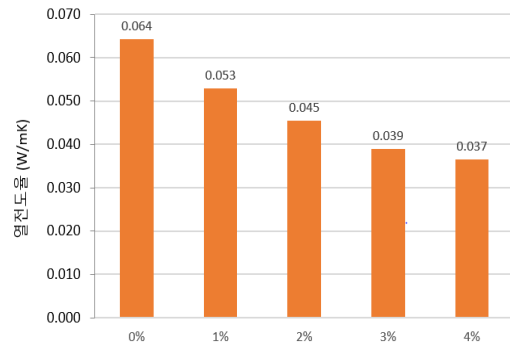


그림 2. 유리섬유 첨가율에 따른 열전도율

### 4. 결론

본 연구는 유기단열재와 무기단열재를 사용한 샌드위치 패널 심재의 열전도율 특성을 검토하였다. EPS Bead 1% 치환 시, 6mm 유리섬유를 첨가한 시험체의 열전도율은 전반적으로 약 0.03~0.05W/mK를 상회한다. 이는 EPS 첨가율에 따른 열전도율인 KS M ISO 4898(경질 발포 플라스틱)규격 범주Ⅲ-C 열전도율 0.039W/mK와 유리섬유 첨가율에 따른 열전도율인 KS L 9102(인조 광물섬유 단열재)규격 유리섬유 열전도율 0.042W/mK에 유리섬유 첨가율 3, 4 (%) 일 때 목표치에 모두 도달하였다. 따라서 EPS Bead와 유리섬유를 혼입함에 따라 각 단열재의 상호보완이 가능한 심재로서 활용 가능성 있다고 판단된다. 이에 샌드위치 패널의 심재로서 활용여부를 판단하기 위해 향후 내화실험, 흡음실험 등 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

### 참고문헌

1. 이수각 외 2명. 샌드위치 패널에 대한 소화시스템을 적용한 내화성능 확인 연구. 대한설비공학회 하계학술발표대회. 2015. p. 949-951.
2. 안재홍 외 3명. 그라스울 샌드위치패널의 내화성능 개선 연구. 대한건축학회 학술발표대회 논문집. 2009. p. 559-562.