



화재성능이 확보된 재생 폐자원 단열재의 활용 연구

박계원 · 정재군 · 김학용*
방재시험연구원 · 에스와이패널(주)*

Study on application of recycled insulation-panel with fire-safety performance

Kye-Won Park · Jae-Gun Jeong · Hak-Yong Kim*
FILK (Fire Insurers Laboratories of Korea), SY Co.Ltd*

ABSTRACT

This study is aiming at analyzing correlation between flashover's time and maximum smoke production rate's time on sandwich panel specimens. For this analysis, KS F ISO 137481-1 has been performed for 23 kinds of sandwich panels which mainly consist of EPS, PIR, PUR, Glass wool and so on. KS F ISO 13784-1 represents real scale reaction-to-fire test and focuses on measuring flashover phenomenon rather than other tests as like ISO 5660-1 and SBI.

1. 서 론

1.1 연구 개요

건축용 단열재중, 현재 폐기되는 폐글라스울/미네랄울은 연간 12,600톤으로, 대부분 매립방식의 폐기처분을 할 수 밖에 없어 과다한 탄소 발생 및 토양오염, 침출수에 따른 수질오염 등의 심각한 환경 오염을 유발시키고 있는데 이러한 매립 폐기의 환경 유해성을 방지하고, 폐자원의 재활용을 통한 저탄소 제품의 개발을 위해 폐자원을 사용한 재생기술의 확립과 구축이 관련업계의 시급한 이슈로 대두되고 있는 실정이다. 폐자원을 재활용할 수 있다면 단열재 제조 원가를 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 글로벌 이슈인 저탄소 녹색성장에도 절대적인 기여를 할 수 있게 되는데, 본 연구에서는 이러한 폐제품을 재생한 단열재의 기초 성능을 평가하고 향후 활용가능성에 대해서 연구하고자 한다. 본 연구의 시제품은 무기물(글라스울, 미네랄울)의 강점인 화재안전성과 유기물(스티로폼)의 강

25hyun@daum.net

점인 단열성을 극대화시키도록 혼합한 제품으로서, 시제품에 대해 기 실시된 단열성 및 난연성의 데이터를 통해 탐색적인 기초성능 분석을 실시하였다.

1.2 단열성 시험 개요

단열성은 열의 복사, 전도, 대류 등을 총괄적으로 측정하는 Mockup 시험방법인 열관류율(Thermal Transmittance)로 산출하였으며, KS F 2273:2009 (조립용 판 및 그 구조부분의 성능 시험 방법)에서 규정한 방법에 의하여 가열상자와 저온실 사이에 시험체를 설치, 규정된 온도조건에서 정상상태에 도달한 후 가열상자 및 저온실의 공기온도, 가열상자 공급열량 등을 측정하여 산출하였다. 열관류율은 정상상태가 된 후, 1시간 간격으로 측정한 3회의 측정결과를 이용하여 다음 식에 따라 각각 구하여 평균을 산출하게 된다.

Table 1. Thermal Transmittance value calculation

$$K = \frac{1}{R} = \frac{Q}{(\Theta_{Ha} - \Theta_{Ca}) \cdot A}$$

K	열관류율 [W/(m ² · K)]	Θ_{Ha}	가열상자의 공기 온도[°C]
R	열관류 저항 [(m ² · K)/W]	Θ_{Ca}	저온실의 공기 온도[°C]
Q	가열상자의 공급열량 [W]	A	시험체 전열면적[m ²]

1.2 난연성 시험 개요

난연성은 국토해양부고시에서 활용하고 있는 KS F ISO 5660-1로 측정하였으며, 주 측정 항목은 열방출율이 된다. 열방출율은 재료의 연소에 필요한 산소의 양에 비례(연소시 산소 1 kg이 소비되면 약 13.1 MJ의 열이 방출)하는 원리를 이용하여 측정되며, 본 연구에서는 시료를 콘칼로리미터에 수평방향으로 설치하고 외부 점화장치를 부착한 상태로 50 kW/m²의 복사 열에 10분 동안 노출시켜 착화되는 시간과 착화된 시료로부터 착화시간과 열방출율을 측정하였다.

2. 연구 결과요약

2.1 단열성 시험 결과요약

페EPS와 페Glass wool의 입자를 혼합하여 압축한 보드에 철관을 접착한 샌드위치패널에 대한 시제품을 KS F 2273에 따른 단열성 시험결과를 분석해보면 0.29 W/(m² · K)의 값을 나타냈다. 이를 [건축물의 설비기준 등에 관한 규칙]의 ‘지역별 건축물부위의 열관류율표’를 바탕으로 분류해볼 때 ‘중부지역에서 외기에 직접 면하며 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕’에 적용시킬 수 있는 수치로 가급 단열재(110 mm)와 동급의 성능을 나타냄을 알 수 있다.

Table 2. Result of KS F 2273 Thermal transmittance value (K)

측정결과	횟수	공급열량 Q (W)	가열상자 공기온도 θ_{Ho} (°C)	저온실 공기온도 θ_{Ca} (°C)	방온실 공기온도 θ_{Ca} (°C)	열관류율 K [W/(m²·K)]
	1	12.96	19.98	0.04	19.96	0.29
	2	13.02	19.99	0.00	19.98	0.29
	3	12.90	20.03	0.01	20.00	0.29

구성 : 철판 0.4 mm + 심재 70K(EPS+Glass wool) 99.2 mm + 철판 0.4 mm

2.2 난연성 시험 결과요약

KS F ISO 5660-1의 시험결과, 열방출율(HRR, Heat Release Rate)은 9.09 kW/m²의 최대 열방출을 값을 보였으며, 총열방출율(THR, Total Heat Release)는 1.01 MJ/m²를 나타내었다. 이는 현재 국토해양부고시에서 요구(Table 3)의 난연등급인 HRR 200 kW/m² 이하, THR 8 MJ/m²를 충족시키는 것으로서 난연재에 해당되는 것으로 분석되었다.

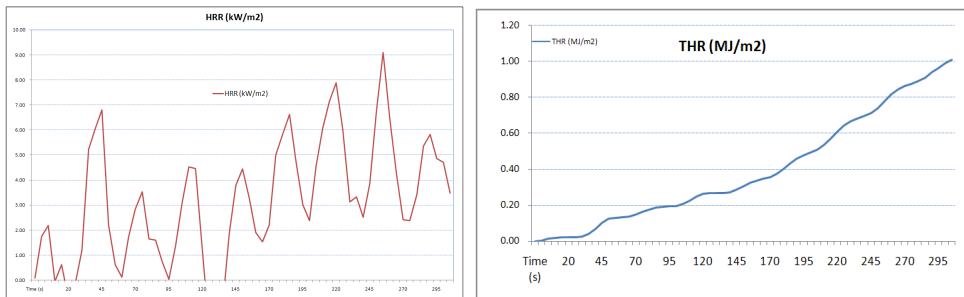


Figure 1. HRR (left) & THR (right) to time's graph

Table 3. Classification for fire retardant materials

Class	Heating condition	Heating time	Criterion
Fire retardancy class 1 (non-combustible)	50 kW/m²	20 min	<ul style="list-style-type: none"> ▫ $THR \leq 8 \text{ MJ/m}^2$ ▫ $PHRR < 200 \text{ kW/m}^2$ during 10 secs ▫ No through holes & cracks, which are harmful for the performance of fire protection, are allowed.
Fire retardancy class 2 (Limited combustible)		10 min	
Fire retardancy class 3 (fire retardant)		5 min	

3. 결 론

- (1) 본 연구는 건축용 재생 패널에 대해 기 실시된 단열성과 난연성 시험 데이터에 대한 탐색적 분석을 실시한 것으로, 생산전의 초기 시제품에 대한 1회성 검증이라는 한계를 가지고 있다. 본 탐색적 연구 분석을 통한 요약 결과를 살펴보면, 1급단열재 수준과 동등이상의 단열성을 나타냈을 뿐만 아니라, 난연재료로서의 연소성을 보유하고 있음을 알 수 있는데 이를 통해 향후 본격적인 제품 개발로서의 연구 가치 가능성이 있음을 보여주고 있다. 본격 연구를 위해서는 시제품에 대한 화학적 물리적 구성 사양 및 성능 시험에 대한 다양한 재현성 검증이 요구될 것으로 판단된다.
- (2) 건축용 철강재 벽판으로 활용되기 위해 KS표준(KS F 4724)에서 요구하는 성능에는 단열성과 연소성 이외에도, 차음성·방청성 및 강도류의 시험(면내전단강도, 축방향 압축강도, 충격강도, 분포압강도) 등이 있다. 본 연구는 패널이 보유해야 할 대표적 성능인 단열성과 연소성에 대한 탐색적 실험 연구로서의 의미를 지니며, 향후 보완된 시제품에 대해서 기타 성능 시험과 더불어 본격적인 성능위주의 연구를 통해 광범위한 분석의 수행이 필요로 되어진다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청 첨단장비활용기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. KS F ISO 5660-1, “연소성능 시험-열방출, 연기발생, 질량감소율-제1부 : 열방출률(콘칼로리미터법)”, 2008
2. KS F 4724, “건축용 철강재 벽판”, 2009
3. KS F 2273, “조립용 판의 성능시험 방법”, 2009
4. “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙”, 별표 4 ‘지역별 건축물부위의 열관류율표’
5. V. Babrauskas, “Heat release rate in fires”, Chapter 4, V. Babrauskas and S. J. Grayson Eds., Elsevier Applied Science, New York(1992)