

실물화재 실험을 통한 난연 EPS샌드위치패널의 난연성능 평가

최기영 · 김병선 · 오재훈 · 박선영 · 박효석 · 문종욱
한국국제대학교 소방방재공학과

The Study on Brilliant Performance Appraisal of The EPS Sandwich Pannel Leads an Actual Fire Test

Choi, Ki Young · Kim, Byeong Sun · Oh, Jae Hoon · Park, Seon Yeong
· Park, Hyo Seok · Moon, Jong Wook
Fire & Disaster Protection Engineering of IUK

요 약

EPS패널의 열방출율과 가스유해성에 대한 연구는 꾸준히 진행되어왔다. 그러나 그 동안의 시험 결과는 KSF ISO 5660-1(콘칼로리미터) 시험규정에 의한 소형시험편을 이용한 것으로 난연제의 과다투입 또는 심재의 변형이 쉬워 결과를 신뢰하기 힘들고 실제 생산되는 크기의 샌드위치패널의 난연성능을 판단하기 힘들다. 따라서, 보다 정확한 실물화재시험의 필요성이 요구되고 있다. 난연 EPS샌드위치패널과 일반EPS샌드위치패널의 실물화재 실험결과 난연EPS샌드위치패널은 기타재료의 샌드위치패널과 열방출율, 연기발생율, 부분별 온도분포, 플래시오버등과 같은 난연성능이 EPS샌드위치패널과 우레탄폼패널보다 우수하며, 글라스울과 비슷한 성능을 나타내는 것을 확인 할 수 있다. 그래서 시공성, 경제성 등의 EPS 샌드위치패널의 장점을 그대로 유지하며 난연제의 코팅법을 통해 우수한 난연성능을 확보하였다.

1. 서 론

샌드위치패널에 대한 난연성능은 오래전부터 여러 화재사고사례를 통해 중요시 되어왔다. 샌드위치패널은 특성상 열이 가해지면 철판 사이의 심재에 쉽게 불이 붙는다. 철판이 연통역할을 하면서 불길이 매우 빨리 번지게되고 바깥 면에 물을 뿌려도 안으로 침투가 되지 않아 진압하는데 큰 어려움이 있다. 또한 다량의 유독가스를 배출하기 때문에 사람의 피난을 방해하며 심지어 목숨을 빼앗아 갈 가능성이 높다.

표 1. 화재시험 규모별 비교

시험 규모	KSF ISO 5660-1	ISO 13784
	소규모	실대규모
적용대상	건축용 내장재료	샌드위치패널 구조로 구축된 실
시험체(m)	0.1 x 0.1	2.4 x 3.6 x 2.4
측정요소	<ul style="list-style-type: none"> ● 열방출율 ● 연기발생율 ● 질량감소율 ● O₂, CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 심재, 강판의 온도측정 ● 복사열량 ● 열방출율, 연기방생율 ● Flash over ● O₂, CO, CO₂

현재 값이 싸고 가짜 난연제가 유통되면서 난연시험을 통과한 샌드위치패널을 사용하도록 서서히 규정이 강화되고는 있으나 난연등급 시험은 작은 소형시험에 의한 것으로 실제 화재시에는 그 결과를 신뢰하기가 매우 힘들다. 밑의 표 1.에서 보는 것처럼 시험체의 크기에서부터 측정하는 요소까지 많은 차이가 있음을 알 수 있다.

2년여의 난연제개발을 통해 난연시험에서 준불연등급까지 확보하였으나 공장에서 실제 생산되는 크기의 샌드위치패널에서는 코팅과 성형에서 소형시험과 차이가 있을 것으로 판단하였다. 따라서 실제화재시의 난연능력이 어떠한지 알아보기 위해 한국건설기술연구원에 시험을 의뢰하여 실물화재시험을 의뢰하였다.

2. 실험과정

2.1 난연제 최적 배합비 실험

소형시험을 이용하는 콘칼로리미터 시험에서 준불연등급을 확보해야 실물화재시험에서 우수한 성능을 확보할 수 있다고 판단하여 난연제를 실제 생산하는 B:S비(비드와 난연제의 비율)의 1:0.6~0.8부터 시작하여 1:5까지 다양한 실험을 진행하였다. 실험과정에 난연제의 투입량이 많아질수록 당연히 난연성능은 향상되었으나 300x300x150mm의 소형시험에서도 성형이 잘 되지 않았다. 난연제가 비드 많이 코팅될수록 스팀의 열을 막아 심재 안으로 열이 잘 전달되지 않고, 난연제가 비드끼리의 결합을 방해시키는 확률이 높아지며, 스팀의 양을 올릴 경우 난연제가 씻겨 내려가는 기술적인 문제가 발생하였다. 실제 소형시험은 만들 수 있으나 공장에서 실제 생산되는 설비에서 난연제가 과다로 투입되면 설비를 고장을 유발할 수 있고, 실제 코팅되는 양보다 밑에 떨어지는 양이 더 많아졌다. 또한 난연제 투입량에 비례해 가격도 올라가기 때문에 과다 투입되지 않는 범위에서 적절한 배합비를 찾는 실험은 계속 되었다. 그 결과 난연제의 조성비를 조절하여 난연성과 경제성, 생산성을 동시에 만족하도록 실험을 하였다. 그 결과 1:2에서 콘칼로리미터 시험에서 준불연등급을 만족하는 우수한 난연제 조성비를 개발하였다.

2.2 시험체 설치 및 시험과정

그림 1은 RCT 시험체를 Room Corner Test에 설치한 사진이다. 시험체는 실제 개발한 난연제를 사용하여 실제공장에서 생산되는 난연제가 아닌 새로운 조성비의 난연제를 코팅한 EPS샌드위치 패널을 사용하였다.

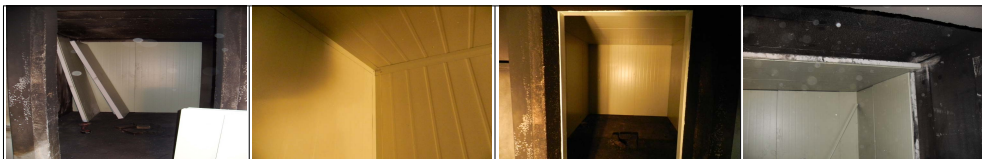


그림 1. RCT 시험체 설치사진



그림 2. 개발난연EPS패널과 일반 EPS패널의 비교사진

그림 2.에서 보는 것처럼 시험 6분에 EPS샌드위치패널은 상부가 연기로 가득차 천정부의 불꽃이 보이지 않으며, 10분에는 난연EPS샌드위치패널은 천정에 불꽃의 빛이 반사되는 것이 보일 정도로 유독가스가 적게 발생되었으며 일반EPS샌드위치패널은 이미 실의 반 이상이 연기로 가득차 있는 것을 확인할 수 있다.

2.3 시험결과

실물화재 실험결과 일반EPS패널의 경우 실험중에 다량의 유독가스와 화염을 보이고 열방출율이 급격하게 상승하여 12분 30초 경과 후 F.O(Flash Over)가 발생, 15분을 넘기지 못하고 강제종료 되었다.

표 2. 실물화재시험 결과요약

Tme(sec)	O2 (%)	CO2(%)	CO(%)	HRR (열발생량)	SPR (연기발생량)
0	20.94	0.03	0.00	1.41	0.12
291	20.82	0.09	0.00	75.03	0.41
582	20.82	0.09	0.00	115.74	1.57
870	20.03	0.64	0.26	559.11	4.24
1161	20.21	0.52	0.00	467.55	2.03
1452	20.24	0.45	247.17	402.01	4.74

반면, 개발난연EPS패널은 약 12분까지는 HRR값이 120을 넘기지 않고 심재가 절반 이상 녹아 없어 질 때까지 열이 계속 방출되어 약 26분 가량 실험을 계속 진행하였으며 타는 물질이 다 녹아 더 이상 탈 물질이 없는 것으로 판단되었다. 여기서 열방출율은 난연EPS패널과 글라스울이나 난연우레탄과 비슷한 결과를 유지해 나가지만 CO2발생량, 연기발생률은 현저히 낮음을 알 수 있다. 이는 화재시 피난자들에게 미치는 독성가스가 적다는 것을 의미한다.

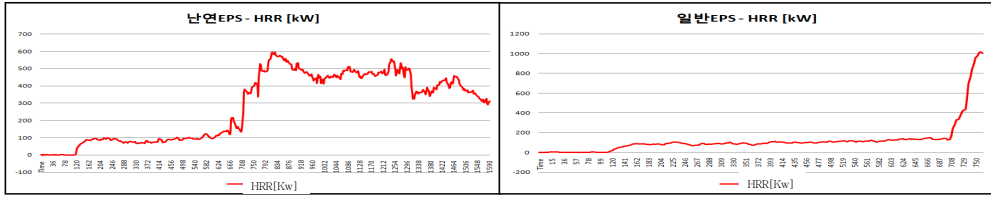


그림 3 개발난연EPS패널과 일반EPS패널의 열방출율 그래프

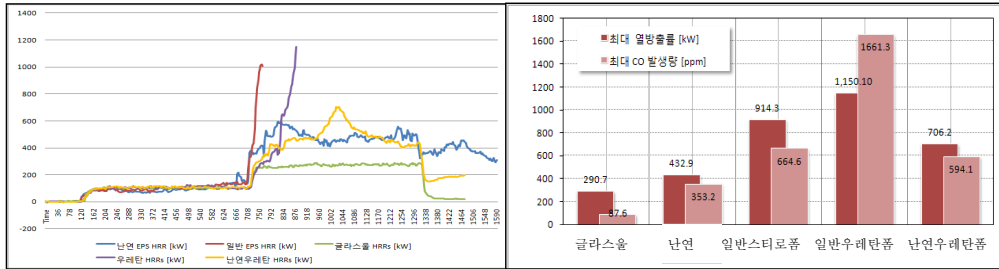


그림 4. 패널별 열방출 그래프와 CO2발생량 비교

3. 결론

샌드위치패널은 우리나라의 급속한 경제성장기에 경제성, 시공성에 있어 중요한 산업재의 역할을 해왔다. 그러나 화재시 가연성 단열재로 인한 인명 및 재산 손실에 따라 사용규제 및 제도적 보완이 반복되어 온 것이 사실이다.

본 연구에서는 기존EPS샌드위치패널의 장점인 우수한 경쟁성, 시공성, 단열성을 그대로 유지시키고, 가장 간단하고 경쟁력있는 난연화 방법인 코팅법으로 화재안전성을 확보 하였다. 그 검증과정에 있어 일반적인 콘칼로리미터시험에 의한 방법이 아닌 실물화재시험을 통해 실제화재시에도 화재안전성이 우수함을 검증했다는데 큰 의미가 있다.

난연EPS샌드위치패널의 실물화재시험을 통해 주요 화재위험요소인 플래시오버와 열방출율의 급격한 변화 등 실제 화재현상에 대한 합리적인 평가를 하고 기존의 장점을 살리는 선에서 더 널리 활용되기를 바란다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 기술표준원 제품안전기술기반조성사업 ‘화재안전성이 확보된 난연 샌드위치패널 개발’ 2차년도 사업으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 권오상(2009). “스치로폼 패널의 화재 안전성 연구” 2009화재소방학회 춘계학술논문발표회
2. 박수영(2006). “콘칼로리미터를 사용한 샌드위치패널 연소특성에 대한 실험적 연구” 한국화재소방학회 논문지. 제 20권 제 4호
3. 박혜진(2010). “공장용 샌드위치 패널의 난연 성능 개선에 관한 연구” 한국국제대학교 학위논문