

# ISO 13784 샌드위치 패널 화재 시험 방법

박상규, 김운형, 임홍순, 박수영\*  
경민대학 소방안전관리과, 방재시험연구원\*

## ISO 13784 Fire Test Method for Sandwich Panel

Sang-Gyu Park, Woon-Hyung Kim, Hong-Sun Im, Soo-Young Park\*  
Dept.of Fire Safety Kyungmin College, Fire Insurers Laboratories of Korea\*

### 1. 서 론

샌드위치패널은 단열성과 내구성이 우수한 자재로서 1970년대 국내에 도입된 이후 공장 창고 이외에도 최근에는 상업용, 주거용에 이르기까지 다양한 용도에 걸쳐 전국적으로 널리 보급되고 있는 대표적인 건축재료 중 하나로 인식되고 있다. 그러나 최근 발생한 일련의 화재사례를 통하여 샌드위치패널의 화재성능확보방안이 인명 및 재산보호측면에서 매우 시급한 과제임을 시사하고 있다. 따라서 본 연구에서는 샌드위치 패널과 같은 복합자재에 대한 국제규격인 ISO 13784 화재시험방법의 검토를 통하여 국내적용의 가능성 및 기초 자료를 제시하고자 한다. 본 연구는 ISO 13784 화재시험 방법의 기술적인 검토와 국제규격 제정 이후의 각국의 현황 및 화재 모델링 분석을 수행하였다.

### 2. 샌드위치패널의 화재성능시험 방법

샌드위치 패널은 표면재와 심재로 구성된 복합재료로서 불연성 금속판은 화재 시에도 일정수준의 내화성이 예상되지만 화재상황에 따라서는 표면의 균열 및 노출로 인한 심재의 연소가 불가피하게 된다. 따라서 표면재 및 심재를 동시에 고려한 복합재의 화재성능평가는 일반적인 화재시험방법의 적용상 한계가 있으며 특히 현장에서의 구조 및 접합부의 상태에 의한 화재 시 거동이 변화하므로 실제성능평가가 매우 어렵다.

유럽의 경우, 샌드위치패널에 적용하고 있는 화재시험방법은 대표적으로 ISO 5660 Cone Calorimeter Test, EN 13823 Single Burning Item Test(SBI)와 ISO 9705 Room Corner Test(RCT)가 포함된다. 현재 유럽에서 적용하고 있는 대부분의 소규모시험은 샌드위치 패널 건물에서의 접합부와 긴결재의 중요성을 반영하기가 어렵다. 실대 화재 시험의 필요성에 따라 ISO 9705 시험이 대안으로 시행되었으나 현장에서의 사용 조건에 부합하는 시험방법인가에 대한 논의가 제기되고 있다. 이러한 배경에서 ISO 13784 - Part

1, Part 2가 새로운 샌드위치패널 화재시험방법으로 제정되었다.

### 2.1 ISO 5660 (Cone Calorimeter Test)

Cone Calorimeter Test는 재료의 열방출 특성을 연소생성물 흐름 속의 산소농도와 유속으로부터 유도된 산소소비량을 측정하여 평가하는 시험이다. 이 시험은 재료 및 제품의 열방출비율(Heat Release Rate), 유효연소열(Effective Heat of Combustion), 질량감소율(Mass Loss Rate)등과 같은 항목들을 측정할 수 있다.

### 2.2 EN 13823 Single Burning Item (SBI) Test

EN 13823 SBI 시험은 마감재의 등급분류를 위한 대표적인 시험으로 제품의 인접한 공간 구석에 위치한 단일 연소물의 연소조건에서 제품의 화재성장 기여도를 측정하는 것이다. 이 시험을 통하여 발화시간, 화염확산, 화염 용융 / 입자가 측정된다. ISO 9705와 동일하게 화재성장과 연기에 의한 감쇠도가 주요 시험결과가 되며 시간경과에 따른 열방출율 (HRR), 연기생성비율(SPR), CO<sub>2</sub> 생성비율, 산소소비비율의 변수가 측정된다.

표 1. EN 13823 SBI 시험 내용

시편	3번의 시험을 위한 시편. 각 시험마다 크기가 다른 2개의 시편 시편 0.5m × 1.5m, 시편 1.0m × 1.5m 이 필요하다. 시험공간은 3.0m × 3.0m × 2.4m (길이 × 폭 × 높이)
시편 설치	수직으로 구석에 설치된다.
화원	공간 구석에 위치한 30kW 가스버너 사용
시험 시간	20분
비고	등급분류는 FIGRA, THR <sub>600s</sub> , 최대 화염확산을 기준하여 결정된다. 부가적인 등급분류기준으로 SMOGRA, TSP <sub>600s</sub> , 용융 / 입자가 적용된다.

표 2. EN 13823 SBI 시험에 의한 유로등급

등급	등급분류기준	부가 등급분류기준
A2	FIGRA ≤ 120W.s <sup>-1</sup> LFS < 시편의 단부 THR <sub>600s</sub> ≤ 7.5MJ	연기량에 의한 분류 <sup>*1)</sup> 불꽃 적하물에 의한 분류 <sup>*2)</sup>
B	FIGRA ≤ 120W.s <sup>-1</sup> LFS < 시편의 단부 THR <sub>600s</sub> ≤ 7.5MJ	
C	FIGRA ≤ 250W.s <sup>-1</sup> LFS < 시편의 단부 THR <sub>600s</sub> ≤ 15MJ	
D	FIGRA ≤ 750W.s <sup>-1</sup>	

약어)

FIGRA = 화재성장율  
THR<sub>600s</sub> = 최초 600초까지의 총열방출량  
LFS = 수평화염확산  
SMOGRA = 연기발생비율

주1) s1 = SMOGRA ≤ 30 m<sup>3</sup>.s<sup>-2</sup> TSP<sub>600s</sub> ≤ 50 m<sup>3</sup>  
s2 = SMOGRA ≤ 180 m<sup>3</sup>.s<sup>-2</sup> TSP<sub>600s</sub> ≤ 200 m<sup>3</sup>

s3 = s1, s2 가 아닌 경우  
주2) d0 = 최초 600초 이내에 불꽃 적하물이 발생하지 않는 경우  
d1 = 최초 600초 이내에 불꽃 적하물이 10초 미만 발생하는 경우  
d2 = d0, d1 이 아닌 경우.

### 2.3 ISO 9705 Room-Corner Test

A Room-Corner Test는 공간의 건축제품(마감재)의 연소 성상을 측정하는 대규모 시험 방법이다. 주요소는 플래시오버의 발생여부 및 도달시간이다. 시험결과에는 시간경과에 따른 화재성장의 직접 측정값인 열방출율(HRR)과 연기에 의한 감쇠도(연기 발생율, SPR) 등이 포함된다.

### 2.4. ISO 13784-1(Small room test), ISO 13784-2(Large room test)

Room Corner Test 시나리오를 가지는 ISO 9705에 근거하여 최근 ISO SC1 WG7 분과에서 제정된 건축용 샌드위치패널 화재시험방법이다. ISO 9705 시험을 샌드위치패널에

적용하는 경우 예상되는 문제점은 다음과 같다.

- 시험공간의 규격이 일정하므로 사용하는 패널의 두께에 따라 내부 공간이 다르게 된다. 예로서 냉동 창고의 경우에 두께가 30cm 이상차이가 나므로 실내용적이 크게 감소하게 된다.
- 실내에 설치하는 경우에 실내 구석 외벽으로 인하여 패널 뒷면의 접합부 설치가 불가능하게 되므로 시험체의 접합방법이 현장사용조건과 다르게 된다.
- ISO 9705 내부의 시험패널은 외부에서화염 및 변형 등의 관찰이 불가능하다.

이러한 이유를 중심으로 ISO 9705 시험방법의 한계를 개선한 ISO 13784 - Part 1, Part 2가 새로운 샌드위치패널 화재시험방법으로 제정되었다. 이 시험은 샌드위치 패널 시험체가 실내 한 구석에서 직접 불꽃에 노출된 조건에서의 화재성능을 평가한다. 화재확산은 샌드위치 패널의 내부 심재와 표면부분, 결합부분 등에서의 가연성가스, 파편, 용융적하물의 착화에 의해 진행되며 이를 통하여 플래시오버까지의 화재성장예에 대한 기여도와 외부 공간 또는 인접 건물로 확산될 수 있는 가능성, 구조물 붕괴 여부 그리고 시험공간에서의 연기의 발생 등을 판단한다.

표 3. ISO 13784-1(Small room test), 2(Large room test) 시험 내용

시 험 체	Part-1	시험공간의 크기는 36 m x 24 m x 24 m, 개구부 크기는 0.8 m x 2.0 m 시험공간은 불연성 바닥 표면위에 수직으로 설치한 네 개의 벽과 천장으로 구성.
	Part-2	시험공간의 크기는 48 m x 40 m x 48 m, 개구부 크기는 4.8 m x 2.8 m 시험공간은 불연성 바닥 표면위에 수직으로 설치한 네 개의 벽과 천장으로 구성.
시 편 의 지	Part-1	실내의 마감재로 부착됨
	Part-2	
화 원	Part-1	점화원으로 프로판 가스버너가 개구부가 있는 벽 반대편 구석에 설치됨. 버너의 출력은 최초 10분간은 100KW, 이후 10분간은 300KW
	Part-2	점화원으로 프로판 가스버너가 개구부가 있는 벽 반대편 구석에 설치됨. 버너의 출력은 최초 5분간은 100KW, 이후 5분간은 300KW
시험시간	Part-1	30분 또는 플래시오버 발생시점까지
	Part-2	

### 3. 시험 및 시뮬레이션 결과 비교

샌드위치패널의 소형 및 중형 규모의 실대 화재시험 결과를 반영하여 실대화재시험 결과를 예측하기 위한 가능성을 검토하기 위한 모델링을 수행하였다. 이를 위하여 미국 Univ. of Maryland에서 수행한 ISO 5660 Cone Test에 의한 측정결과를 이용하여 스웨덴 SP 연구소의 Conetools 프로그램으로 SBI Test와 Room Corner Test의 결과 및 유로등급(Euroclass)을 예측하였으며 방재시험연구원의 ISO 13784 시험결과를 검토하였다. F.R.EPS(Fire Retarded Expanded Polystyrene Board) 40mm와 80mm의 두 가지 종류에 대하여

Cone Test를 수행하여 H.R.R.을 측정하고, ISO 9705 Test를 수행하였다. 두 종류에 대한 실제 Room Corner Test 수행 결과, 플래시오버 (H.R.R= 1MW)에 도달하는 시간은 40mm가 84초, 80mm가 107초인 것으로 나타났다. 한편 Cone Test의 결과를 이용한 Conetools의 Room Corner Test의 플래시오버 시간은 40mm가 47초, 80mm가 50초로 예측되었다.

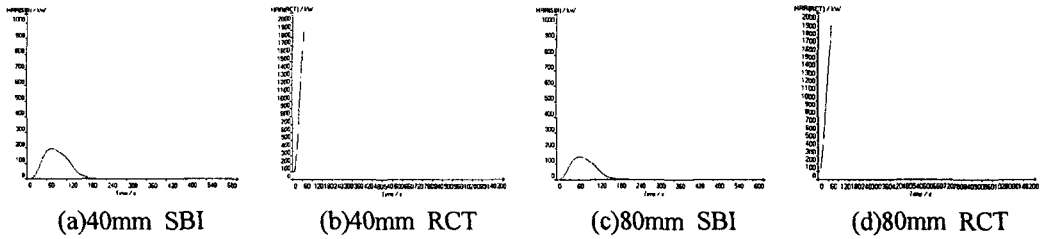


그림 1. Conetools에 의한 FR-EPS의 SBI, RCT 예측 결과

한편 방재시험연구원의 ESP 샌드위치 패널시험에 대한 ISO 13784-1의 실험에서는 플래시오버 도달 시간이 골조형의 경우 589초, 자립형의 경우 450초로 측정되어 복합재료의 열적 특성해석을 위한 지속적인 실험 자료의 축적과 패널의 설계 및 현장시공법에 대한 보완이 필수적임을 시사하고 있다.

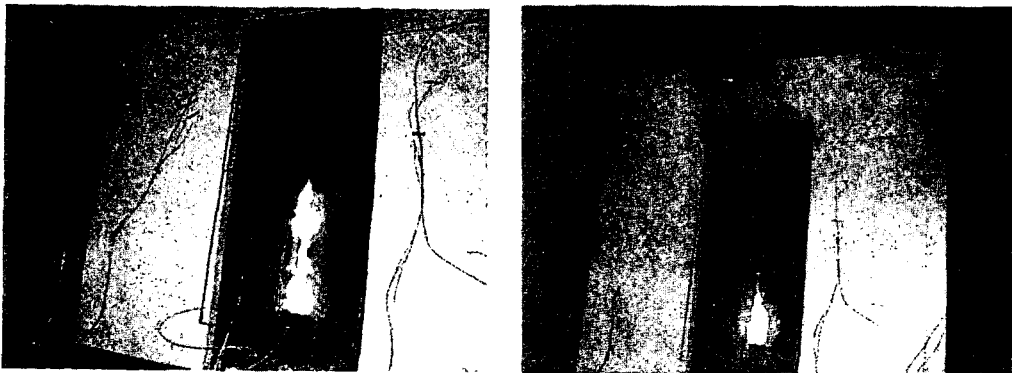


그림 2. ISO 13784-1 시험 진행

#### 4. 맺음 말

샌드위치 패널에 적용할 수 있는 화재 시험방법은 현재 ISO 5660 콘 칼로리미터 시험, ISO 13823 SBI 시험, ISO 13784 실대 규모 화재시험 등이 있으며 이러한 시험방법은 선진국에서 관련연구와 실험을 통해 최근 제시된 것이다. 한편 국내에서도 샌드위치패널의 사용실태를 고려한 화재안전 성능확보를 위하여 ISO 5660 및 ISO 13784 시험방법을 근거한 화재시험방법의 제정과 등급분류를 위한 제도적 대안을 마련하고 있다. 그러나 샌드위치패널의 생산 및 보급현황 그리고 기술적인 우수성을 고려할 때 국내 현장사용조

건이 충분히 반영된 새로운 시험방법의 연구가 필요하며 유독성 평가가 포함되어야 한다. 아울러 등급분류를 위한 평가기준의 제시와 화재성능제고를 위한 시스템 및 구법 개선이 수반되어야 한다.

## 참고문헌

1. 김운형, Patrick Van Hees , 샌드위치 패널의 화재시험방법, 한국화재소방학회 추계 학술논문발표, (2004)
2. S.E Dillion, J. G. Quintiere, ,Woon Hyung Kim, Discussions of a Model and Correlation for the ISO 9705 Room-Corner Test, 6th International Symposium on Fire Safety Science, France, (1999)
3. B. Sundstrom, P. van Hees, P. Thureson, Results and Analysis from Fire Tests of Building Products in ISO 9705, the Room/Corner Test, The SBI Research Programme, SP REPORT, (1998)
4. ISO TC 92/SC 1, Reaction to fire test for sandwich panel building systems- Part 1: Small room test.