

A-17

## 실대 화재시험의 화재성능 등급분류에 관한 연구

박계원 · 임홍순 · 정재군

방재시험연구원

### Study on the combustion performance's classification system for large scale fire tests

Kye-Won Park · Hong-Soon Im · Jae-Gun Jeong

FILK (Fire Insurers Laboratories of Korea)

#### ABSTRACT

The combustion properties of sandwich panels were tested and analyzed according to ISO 13784-1(Room Corner Test for Sandwich panel building systems) test method for the purpose of establishing the classification of reaction to fire performance. Several variables including heat release rate, smoke production rate, FIGRA, SMOGRA, and so on, were analyzed for specific four materials about sandwich panel systems on each 5 times, totally 20 times. Finally, elements for Classification system were suggested and evaluations for those elements were made.

#### 1. 서 론

본 연구에서는 ISO 13784-1 (Room Corner Test for Sandwich panel building systems) 시험방법을 적용하여 샌드위치 패널 구조의 화재시 연소성능(Reaction to fire)을 분석하였으며, 이에 대한 등급분류의 기준을 제시하였다. 이를 위해 4종의 샌드위치 패널을 시험체로 선택하여, 총 20 case의 방대한 시험을 실시하였으며, 최종적으로 도출된 결과값인 Heat release rate, Smoke Production rate, FIGRA, SMOGRA을 분석하여 등급분류를 위한 Evaluation을 구축하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 시험 개요

ISO 13784-1 샌드위치 패널 화재시험은 ISO 9705 시험방법을 모태로 하며, 샌드위치



총 20개 case의 시험 실시 결과를 FIGRA, SMOGRA 및 Flashover 발생여부 등을 기준으로 정리하면 Table 1과 같다.

Table 1. 재료에 따른 Case별 ISO 13784-1 시험결과

재료	ID	FIGRA (kW/s)	SMOGRA (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	Flashover 발생여부
E	E1 자립형	1.60	70.37	O
	E1 골조형	1.53	127.63	O
	E2 자립형	2.31	63.55	O
	E2 골조형	0.89	26.56	O
	E3 자립형	2.00	53.20	O
G	G1 자립형	0.02	1.12	X
	G1 골조형	0.09	0.99	X
	G2 자립형	0.02	1.13	X
	G2 골조형	0.01	2.06	X
	G3 자립형	0.03	2.26	X
I	I1 자립형	0.12	10.97	X
	I1 골조형	0.28	6.95	X
	I2 자립형	0.29	31.13	X
	I2 골조형	0.06	1.67	X
	I3 자립형	0.14	31.29	X
U	U1 자립형	0.80	66.95	O
	U1 골조형	0.86	100.61	O
	U2 자립형	0.89	103.85	O
	U2 골조형	0.61	31.07	O
	U3 자립형	0.52	49.92	(Early terminated)

주목할 만한 결과는 E, G, I, U의 4가지 재료에 있어, 플래쉬오버 발생경향이 재료간에 뚜렷히 차별화 되어 나타난 점이다. (참고, 'U3 자립형'은 시험초기 조기 붕괴로 인해 유효 데이터 그룹에서 제외시킴)

플래쉬오버는 초기 피난시의 인명안전에 매우 중요한 척도가 되는데, 본 연구의 ISO 13784-1에서 다루는 연소성능이란 'Reaction to fire'로서, 이는 초기 피난까지 (20분 이내)의 화재 연소성장(열방출율, 연기발생율, 화염전파거리, 용융적하물 등)을 다루는 것으로, 화재 성장기 직후 급격히 순간적으로 실내 가연물을 연소시키는 현상인 플래쉬오버(flashover)의 발생시점을 판단 및 예측하는 것이 중요 측정 요소의 하나이다. 구획된 실의 환기 지배형 화재에서 플래쉬오버의 예측 및 억제를 위해서는 이와 같은 화재역학적 연구가 계속 진행되어야 하며, 샌드위치 패널의 등급분류 시스템에 있어서도 플래쉬오버는 중소규모 화재시험으로는 반영할 수 없는 중요 인자이다.

### 3. 등급분류 시스템 도출

#### 3.1 FIGRA를 통한 화재성능 등급분류 시스템의 도출

Table 1의 case들을 FIGRA의 서열 순서대로 나열('U3 자립형'은 시험초기 조기붕괴로 결측처리)한 결과, Figure 3과 같이 도식화된다.

19개의 시험체들이 몇몇 무리(group)로 군집되어졌음을 알 수 있으며, 특히 플래쉬오버가 발생한 시험체들은 0.6 kW/s 이상에서 무리가 형성되어졌다.

시험체별로 분석해보면, G와 I 시험체들은 자립형 및 골조형 모두 0.3 kW/s 이하에서 서열이 형성되어졌으며, 모든 U 시험체의 자립형과 골조형 시험체, E3 골조형 시험체는 0.6 kW/s에서 0.9 kW/s 사이에 무리 지어졌고, 나머지 모든 E 시험체는 1.5 kW/s 이상에서 무리지어졌음.

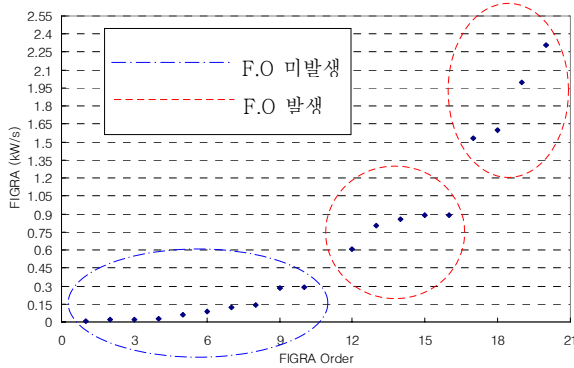


Figure 3. 시험체별 FIGRA에 대한 서열척도 그래프

이를 Euro Class의 분류기준( $0 \leq A1 \text{ or } A2 \leq 0.16 \text{ kW/s}$ ,  $0.16 \text{ kW/s} < B \leq 0.6 \text{ kW/s}$ ,  $0.6 \text{ kW/s} < C \leq 1.5 \text{ kW/s}$ ,  $1.5 \text{ kW/s} < D \leq 7.5 \text{ kW/s}$ ,  $E > 7.5 \text{ kW/s}$ )으로 경계라인을 그리면 Figure 4와 같으며, 본 연구에서 시험한 재료들은 A1 or A2, B, C, D 등급에 모두 포함되어졌다.

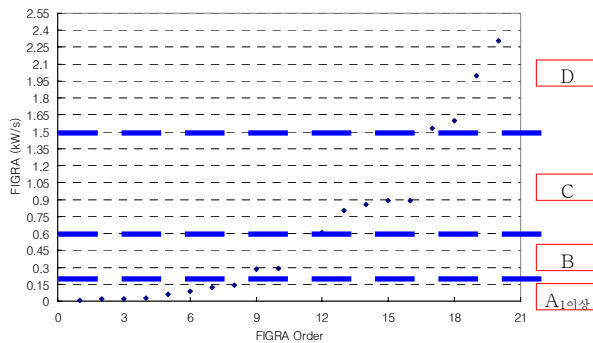


Figure 4. FIGRA 서열에 대한 등급구간

A2이상 등급에는 모든 G 시험체, I 자립형 및 골조형 모두가 소속되었고, B 등급에는 12 자립형 및 골조형 시험체가 포함됨. 즉, G 시험체와 I 시험체는 모두 B이상의 등급으로 분류되었으며, 따라서, 플래쉬오버가 발생하지 않는 시험체임이 결정되어졌다.

C등급에는 모든 U 시험체 및 E3 골조형이 포함되었으며, 나머지 모든 E 시험체들은 D 등급으로 분류되어졌다.

### 3.2 SMOGRA를 통한 화재성능 등급분류 시스템의 도출

FIGRA와 달리, SMOGRA는 플래쉬오버가 발생한 재료의 무리가 이뤄지지 않았으며, 플래쉬오버와 SMOGRA 사이의 발생 경계를 보여주는 특이점이 나타나지 않았다.

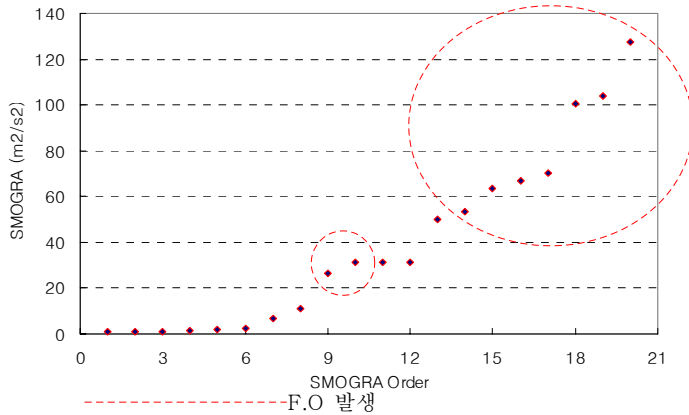


Figure 5. 시험체별 SMOGRA에 대한 서열척도 그래프

시험체에서 연소되어 나오는 연기발생인자의 하나인 SMOGRA는 각 시험체 별로 편차가 크고 일정하지 않음을 알 수 있는데, 따라서 연기발생에 대한 등급분류 기준은 범위를 넓게 하여, 포괄적인 등급분류를 시도함이 바람직하다고 판단된다.

플래쉬오버가 일어난 시험체들을 한 무리로 분류하기 위해 SMOGRA를  $25 \text{ m}^2/\text{s}^2$  이상 및 이하와 같이 포괄적으로 분류하는 것이 연기라는 낮은 재현성을 보이는 물성에 적합할 것으로 판단되었으며, 실제로 EN 13501-1에서는 중규모화재시험방법(SBI)의 연기발생량 등급분류를 위해 “S1 등급  $\leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$ , S2 등급  $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ , S3는 기타”와 같이 포괄적인 분류를 사용하고 있다. 본 연구에서는 20개 case의 데이터를 가지고 연기발생량에 대한 부가 기준을 제시하였으며, 이는 구간의 폭이 EN 13501-1의 기준보다 좁아, 좀 더 연기량에 대한 기준을 강화하였다고 볼 수 있다.

## 4. 결 론

앞서 언급한 바와 같이 초기 피난의 안전성을 중요시하는 플래쉬오버의 발생 경향과 시점에 따른 화재 성능의 분류기준을 선정하였으며, 연기량에 대한 통제를 위해 부가 기준을 제시하였다.

Table 2. 샌드위치 패널에 대한 화재 등급분류 기준(안)

분류등급	성능분류 기준	부가 기준
A 등급	FIGRA $\leq$ 0.16 kW/s	S1 : SMOGRA $\leq$ 25 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> S2 : SMOGRA $\leq$ 140 m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> S3 : 기타
B 등급	FIGRA $\leq$ 0.60 kW/s	
C 등급	FIGRA $\leq$ 1.5 kW/s	
D 등급	FIGRA $\leq$ 7.5 kW/s	
E 등급	FIGRA > 7.5 kW/s	

본 연구에서 나온 결과 및 Euro-class를 바탕으로 플래쉬오버와 화재성장지수(FIGRA) 수치를 5가지 등급으로 분류하였으며, 부가 기준은 연기량에 대한 것으로 25 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, 140 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>을 경계값으로 설정하여 각각 S1, S2, S3의 3가지 등급으로 분류하였다.

본 연구에서, 플래쉬오버와 FIGRA 수치 간에는 플래쉬오버 발생 경향을 규정하는 Critical FIGRA point (0.6 kW/s)가 존재함을 본 연구의 시험결과를 통해 확인할 수 있었으며, 본 시험결과로 확인된 무리군간 경계값과 Euro class 의 규정하는 경계값 간에 호환가능한 특정 수치가 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 FIGRA를 기준으로 마련된 Euro class의 등급구간을 국내 케이스에 적용하는 것이 호환가능하다고 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 표준기술력향상사업의 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. ISO 13784-1, Reaction to fire tests for sandwich panel building systems-Part 1:Test method for small rooms, ISO(2002)
2. EN 14390, "Fire Test-Large scale room reference test for surface products", CEN, Brussels(2007)
3. EN 13501-1, "Fire classification of construction products and building elements-Part1: Classification using test data from reaction to fire tests", CEN, Brussels(2002)
4. EN 13823, "Reaction to fire tests for building products-Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item", Brussels, Belgium, 2002
5. V. Babrauskas, "Heat release rate in fires", Chapter 4, V. Babrauskas and S. J. Grayson Eds., Elsevier Applied Science, New York(1992)
6. B. Sundstrom et al., "Results and Analysis from Fire Tests of Building Products in ISO 9705, the Room/Corner Test", SP(1998)
7. B. Sundstrom, "European Classification of Building Products", Proceedings of the 8th International Fire Science & Engineering Conference (Interflam '99), Edinburgh, Scotland(1999)