

# 중소형화재실험을 이용한 외단열 시스템(EIFS) 화재위험성평가에 관한 연구

민세홍\* · 김미숙\*\*

\*경원대학교 공과대학 소방방재공학과 · \*\*경원대학교 환경대학원 소방방재공학과

## A Study on the Fire Risk Assessment of EIFS by Cone Calorimeter Test & Single Burning Item Test

Se-Hong Min\* · Mi-Suk Kim\*\*

\*Dept. of Fire & Disaster Protection Engineering, Kyungwon University

\*\*Dept. of Fire & Disaster Protection Engineering, Kyungwon University Graduate School Environment

### Abstract

Recently, in circumstantial situation it is recommended positively to utilize of EIFS(Exterior Insulating and Finishing System) as energy policy for economizing energy. But internal EPS insulators of EIFS are exterior panel of high fire risk, because of constituting of flammable materials to be fragile in fire.

In this study, fire risk is assessed by experiment Con Calorimeter test and SBI(Single Burning Item) test. As the result of experiment, Con Calorimeter tests do not reach to capability standard of internal incombustible grade, and are assessed as low grade in SBI incombustible grade.

Because EIPS is exterior material in buildings with high fire risk in spite of good efficiency, it is required rapidly to take measures to meet situation through various studies(for instance, adjusting law regulation, etc.) in the future.

Keywords : EIFS(Exterior Insulating and Finishing System), ISO 5660-1 , EN 13823

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

전 세계적으로 에너지 절약을 위해 에너지정책이 시행되고 있다. 우리나라에서도 저탄소녹색성장 정책을 통해 건축법 제 66조 2항 건축물의 에너지 효율등급 인증제를 실시하여 에너지 효율이 좋은 외단열시스템(EIFS, Exterior Insulating and Finishing System) 외장재 사용을 적극 권장하고 있는 추세이다. 그러나 EIFS는 화재에 취약한 안전상의 큰 문제점이 있다는

것을 간과해서는 안 된다.

EIFS는 압축발포 폴리스티로폼(EPS ; Expandable Polystyrene) 등의 단열재, 아크릴수지계의 접착제, 유리섬유, 마감재 등으로 구성된다. 이 중 EPS 단열재는 열에 약한 가연성물질로 벽 전면에 구획없이 설치되어 화재 시 수직외벽을 통해 화염이 급속하게 전파되며 창문 등의 개구부를 통해 내부로 화재가 확산될 위험성이 있다.

이에 본 연구에서는 EIFS의 화재에 대한 정상분석을 수행함으로써 앞으로 이와 관련된 화재에 대한 대책 마련과 더불어 기준의 재정비로 안정성을 확보한 제품의 규격화 등을 이루도록 한다.

\* 본 연구는 2010년도 경원대학교 교내 연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

† 교신저자: 김미숙, 경기도 성남시 수정구 복정동 산 65번지 경원대학교 환경대학원 소방방재공학과  
M · P: 010-7339-7841, E-mail : kmisuk85@hanmail.net

2010년 1월 20일 접수; 2010년 3월 2일 수정본 접수; 2010년 3월 15일 게재확정

## 1.2 연구범위

외부 수직외벽에 설치된 외장재 관련연구는 활발히 진행되고 있다. 민세홍은 고층빌딩에 대해 외장재로 인한 수직 확산 화재를 FDS 모델링으로 구현하였으며 [1], 이석정은 EIFS로 리모델링 시 문제점과 개선방안에 대해 연구하였다[2]. 또한, Christensen G. L.은 다양한 종류의 EIFS를 실물화재실험에 적용하여 연구를 수행하였으며[3], Oleszkiewicz는 EIFS의 연구를 통해 화재 시 개구부의 영향과 구성 재료 역할의 중요성을 언급하였다[4]. 국내에서는 EIFS 화재관련 연구는 아직 초기단계이다.

이에 본 연구는 EIFS의 화재 위험을 평가하기 위하여 기존 내·외장재 연소성능 실험 중 재료의 소형표면 연소측정 방법인 ISO 5660-1을 기준으로 한 콘칼로리미터 연소실험(Cone calorimeter test)과 건축자재의 종합적 화재특성을 측정 가능한 유럽기준 EN 13501-1의 SBI(Single Burning Item, EN 13823)를 통하여 화재위험성을 평가하고자 한다.

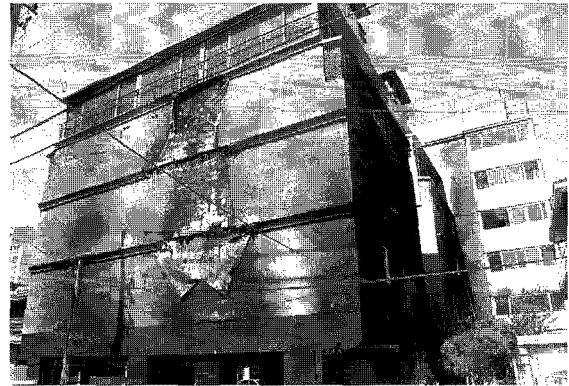
## 2. 화재 사례

2007년과 2008년 소방방재청 화재통계에 의하면 2007년 전체 화재발생건수 47,882건 중 건축구조물의 외벽에서 발생한 화재가 1,629건으로 전체 화재의 3.4%에 해당되었다. 또한, 2008년은 전체 화재발생건수 49,631건 중 외벽에서 1,897건 화재가 발생하여 전체 화재의 3.8%였다. 통계수치에 의하면 외벽에서의 화재가 점차 증가하는 추세를 알 수 있다.[5]

국내사례 중 <Fig. 1>은 2006년도 서울○○아파트에서 발생한 화재로 1층 주차장에서 화재가 발생되어 주차장 내부 전체와 외부 벽면이 소실되었다. 화염은 벽면 EIFS의 내부 EPS 단열재가 연소되면서 화재가 확대되어 건물 외부 피해의 주된 요인이 되었다. 화재 시 발생한 화염 및 유독가스로 인명피해 및 재산피해가 발생하였다.

또한 2008년도 서울○○빌라에서 2층에서 시작된 화재가 창문을 통한 분출화염이 외장재로 빠르게 연소되어 순식간에 5층까지 확산됨으로서 화재로 인해 큰 피해를 입었다.

해외사례로는 <Fig. 2>에 나타난 바와 같이 2008년 미국 라스베이거스에 있는 ○○호텔에서 EIFS 외벽에서 화재가 발생하였다. 32개 층 3,000개의 객실로 된 호텔은 상부 층에서 불이 시작되어 외벽으로 빠르게 화염이 전파되어 17명의 인명피해가 발생하고 110만 달러의 재산피해를 입었다.



<Fig. 1> 외단열시스템 국내 화재사례



<Fig. 2> 외단열시스템 해외 화재사례[6]

## 3. 국내·외 내·외장재 관련 시험 규정

### 3.1 국내 내·외장재 규정

국내에서 운영 중인 건축 재료에 대한 화재안전규제는 건축법에서 정하는 실내마감 재료의 난연성능에 대한 기준이 있다. 국토해양부 고시 제 2009-866호에서는 <Table 1>과 같이 등급을 분류하여 해당면적, 용도 등을 고려하여 규제하고 있다. <Table 1>은 등급별 연소성능 실험종류와 기준에 대하여 정리하였다. 난연 등급별 적용되는 실험 중 일반 내·외장재에서 연소성능실험에 많이 시행되는 콘칼로리미터 연소실험으로 진행하였다.

### 3.2 국외 내·외장재 규정

유럽 건축자재 성능등급 평가 Euro-class로 명명되는 등급별 화재성능 기준으로 EN 13501-1에서 규정하고 있다. 이 기준에 따라 실제 시공되는 제품은 A1, A2, B, C, D, E, F 등급으로 화재성능이 나뉘지며, 본 연구에서는 전체등급 중 A2, B, C, D 등급 분류에 사

용되는 SBI로 실험하였다. <Table 2>에 EN 13501-1 중 EN 13823 등급기준인 SBI 난연성능등급 기준에 대해 나타내었다.

<Table 1> 건축물 실내마감재료 난연성능평가[7]

등급	시험 방법	성능 기준
불연 재료	KS F ISO 1182 (불연성시험)	- 가열시험 개시 후 20분간 가열로 내의 최고온도가 최종평형온도를 20 K 이상 초과하지 않을 것.(단, 20분 동안 평형에 도달하지 않으면 최종 1분간 평균온도를 최종평형온도로 한다) - 질량감소율이 30 % 이하 일 것.
	KS F 2271 (가스유해성시험)	- (가스유해성) 평균행동정지시간 9분 이상일 것.
준불연 재료	KS F ISO 5660-1 (열방출 시험)	- 가열 개시 후 10분간 총방출열량이 8 MJ/m <sup>2</sup> 이하이며, 10분간 최대 열방출율이 10초 이상 연속으로 200 KW/m <sup>2</sup> 를 초과하지 말 것. - 10분간 가열 후 시험체를 관통하는 균열, 구멍 및 용융(복합자재의 경우 심재의 전부 용융, 소멸 포함) 등이 없을 것.
	KS F 2271 (가스유해성시험)	- (가스유해성) 평균행동정지시간 9분이상일 것.
난연 재료	KS F ISO 5660-1 (열방출 시험)	- 가열 개시 후 5분간 총방출열량이 8MJ/m <sup>2</sup> 이하이며, 5분간 최대 열방출율이 10초 이상 연속으로 200KW/m <sup>2</sup> 를 초과하지 말 것. - 5분간 가열 후 시험체를 관통하는 균열, 구멍 및 용융(복합자재의 경우 심재의 전부 용융, 소멸 포함) 등이 없을 것.
	KS F 2271 (가스유해성시험)	- (가스유해성) 평균행동정지시간 9분 이상일 것.

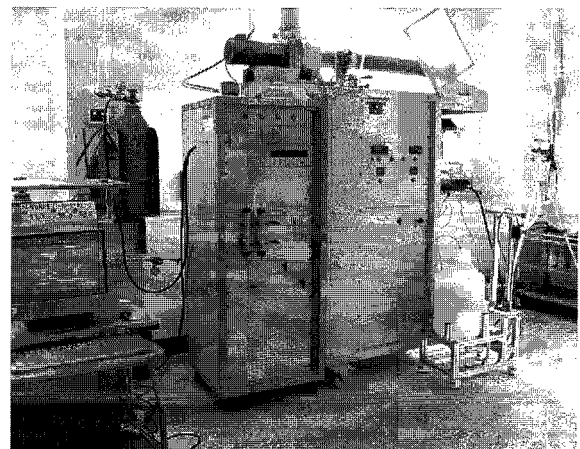
<Table 2> EN 13501-1 중 EN 13823 등급기준[8]

난연등급	성능분류기준
A1	해당 없음
A2	FIGRA ≤ 120 W/s
B	LFS <끝단전과거리
	THR600s ≤ 7.5 MJ
C	FIGRA ≤ 250 W/s
D	LFS <끝단전과거리
	THR600s ≤ 15 MJ
E	FIGRA ≤ 750 W/s
F	해당 없음
부가항목 A2,B,C,D,E, F 만 해당	주) 연기량에 따른 분류 S1 = SMOGRA ≤ 30 m <sup>2</sup> /S2 및 TSP600s ≤ 50 m <sup>2</sup> S2 = SMOGRA ≤ 180 m <sup>2</sup> /S2 및 TSP600s ≤ 200 m <sup>2</sup> S3 = 기타 주) 불꽃 적하물에 의한 분류 d0 = 최초600 초 동안 불꽃적하물 발생이 없을 것 d1 = 최초600 초 동안 10 초 이상 지속되는 불꽃 적하물 발생이 없을 것 d2 = 기타

#### 4. Cone Calorimeter(ISO 5660-1)

##### 4.1 실험 방법

<Fig. 3>에 나타낸 바와 같이 ISO 5660-1을 국내 표준규격 KS F ISO 5660-1 콘칼로리미터법 연소성능 시험을 제정하여 제작된 건자재시험연구소 장치로 실험을 진행하였다.



<Fig. 3> ISO 5660-1 실험장치

본 실험장치는 콘형태의 복사 전기히터, 시편의 질량 측정을 위한 무게측정장치, 시편홀더, 산소분석장치, 유량측정장치를 부착한 배출시스템, 스파크점화회로, heat flux meter, 교정용버너 및 데이터 수집을 위한 분석시스템으로 구성된다.

실험 시간은 시편에 지속적인 불꽃연소가 시작될 때 부터 시험시간 30분에 추가데이터 기록시간 2분을 합하여 32분간 기록되었다. 복사강도(Heat flux)는 EIFS 연소실험에 적용되는 기준이 없어 그 외 외장재들의 연소 성능시험에 적용된 복사강도 50 kW/m<sup>2</sup>로 실험하였다.

콘칼로리미터 연소실험은 재료가 화재조건에 노출되는 시간동안 착화시간(TTI, Time to ignition), 열방출률(HRR, Heat release rate), 질량감소율(MLR, Mass loss rate), CO, CO<sub>2</sub>생성량 등을 효과적으로 측정하였다. 시편은 (가로 100 mm) × (세로 100 mm) × (두께 50 mm) 크기로 시편방향은 수평으로 하여 총 3회(C1, C2, C3) 실험을 진행하였다.

4.2 실험 결과

실험 결과 데이터 중 착화시간(Time to ignition), 총 방출열량(Total heat release), 열방출률(Heat release rate), 질량감소율(Mass loss rate)을 정리하여 <Table 3>에 나타내었다.

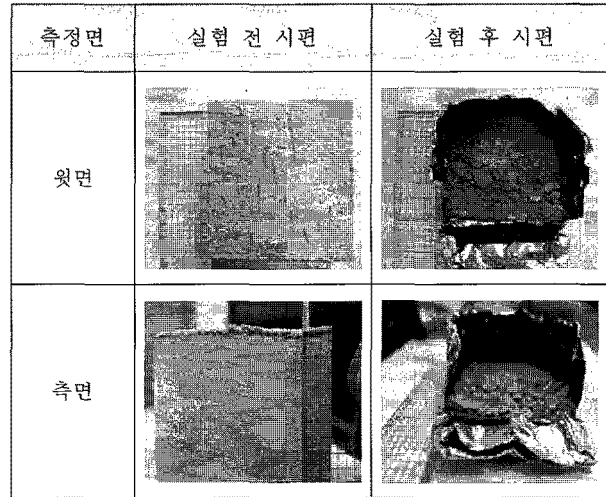
4.2.1 착화시간 및 실험관찰사항

실험이 시작된 후 EPS 단열재가 연소가스를 발생하며 약 30초 후 표면에 착화되고 시편홀더를 둘러쌀 정도의 화염이 발생하였다. 화염의 높이는 약 150 mm로 콘히터 내부까지 화염이 치솟으며 300초 가량 연소가 지속되었다.

<Fig. 4>에서 나타낸 바와 같이 실험 종료 후, EPS는 모두 용융하여 전소되고 외부 유리섬유, 마감재 부분만 타지 않고 부서진 형태로 남았다.

<Table 3> 실험 결과 데이터

No.	TTI (sec.)	THR (MJ/m <sup>2</sup> )	HRR(kW/m <sup>2</sup> )		MLR(g/s)	
			Peak	Mean	Peak	Mean
C1	35	29.5	236.37	33.34	0.082	0.009
C2	28	63.2	234.66	35.05	0.077	0.005
C3	32	67.4	217.83	37.32	0.075	0.005
average	32	53.36	229.62	35.24	0.078	0.006



<Fig. 4> 시편 실험 전 후

4.2.2 열방출률(HRR, Heat release rate)

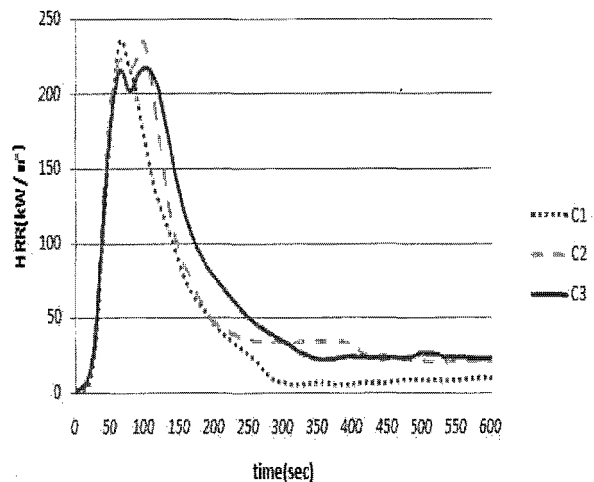
열방출률은 화재모델링이나 화재유해성 평가에서 중요한 지표로 작용된다.

<Fig. 5>에 시간대별로 열방출률의 변화를 그래프로 나타내었다.

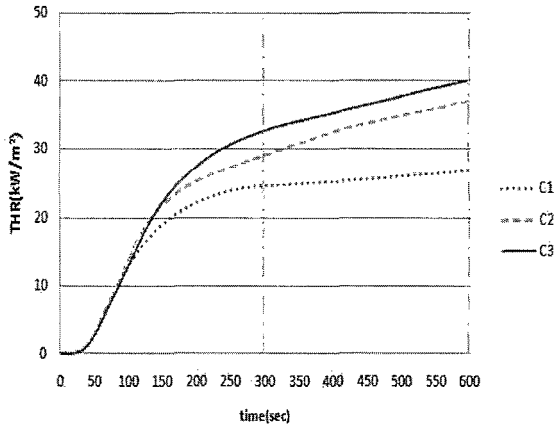
3회 시편 모두 초기 착화된 후 최대열방출률(PHRR, Peak heat release rate)까지 비슷한 연소패턴을 보였다.

PHRR까지 도달한 시간을 보면 C1은 65초에 236.37 kW/m<sup>2</sup>, C2은 95초에 234.66 kW/m<sup>2</sup> C3은 100초에 217.83 kW/m<sup>2</sup>로 착화 후 70초 이내에 PHRR에 도달했으며, 특히 C1은 착화 후 30초 이내에 PHRR에 도달하여 빠른 시간 내에 높은 열방출률로 연소함을 알 수 있었다.

아래 <Fig. 6>은 시간 변화에 의한 총 방출열량 (THR)의 변화를 나타내었다.



<Fig. 5> 열방출율(HRR: kW/m<sup>2</sup>) 그래프



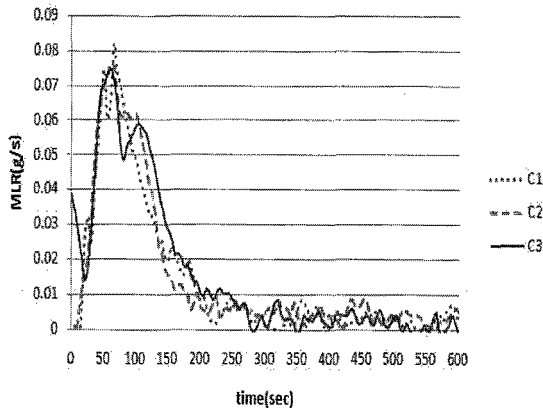
<Fig. 6> 총방출열량(THR; kW/m<sup>2</sup>) 그래프

건축물 실내마감 재료의 난연성능평가 기준 중 준불연성과 난연성 판단기준 시간인 10분과 5분에 대해 각각 비교하면, 준불연성 기준인 10분까지 실험 C1은 24.79 MJ/m<sup>2</sup>, 실험 C2는 29.09 MJ/m<sup>2</sup>, 실험 C3는 32.73 MJ/m<sup>2</sup>로 이미 75초에 THR값 8 MJ/m<sup>2</sup>을 현격히 초과하였음을 알 수 있었다.

4.2.2 질량감소율(MLR; Mass loss rate)

<Fig. 7>의 질량 감소율(MLR) 그래프에서 최대질량 감소율을 순서대로 나열하면 C1(0.082 g/s) > C2(0.077 g/s) > C3(0.075 g/s)로 착화된 후 약 60초에 가장 높게 나타났다. 이는 시편질량의 대부분을 차지하는 EPS가 초기의 높은 열방출률로 인해 급격한 연소가 진행되면서 나온 현상으로 열방출을 그래프와 연관됨을 볼 수 있다. 60초 이후 초기보다 질량감소율이 낮아지면서 약 200초 정도에 EPS는 거의 전소되었다.

초기 25초까지 C3가 C1, C2 데이터 값과 형태가 상이한 이유는 실험장치의 노이즈에 의한 것이다.



<Fig. 7> 질량감소율(MLR; g/s) 그래프

5. Single Burning Item(EN 13823)

5.1 실험 방법

SBI(Single burning item)는 유럽 EN 13823 실험기 준으로 <Fig. 8>의 전자제시험연구소의 실험장치로 진행하였다.

SBI 실험장치는 실험실, 실험장치(시편설치대, 프레임, 버너, 후드, 연기포집기 및 덕트), 연기배기시스템, 주 측정시스템으로 구성된다.

SBI는 콘칼로리미터 실험과 같은 산소소비원리를 이용한 방식으로 서로 직각을 이루는 2개의 시편으로 ‘ㄱ’ 형태의 시편코너 바닥에 설치하고, 프로판 가스를 이용한 방출열량 30 kW를 가하여 20분 동안 시편의 성능평가가 실시된다. 300초 후 메인버너가 점화되고 1500 초까지 실험에 의한 데이터가 기록된다. 실험 종료 후 60 초 동안 잔연소화를 추가로 기록하면 실험은 종료된다.

규정상 실험 중간의 조기 종료되는 경우가 3가지가 있다.

- 1) 한순간이라도 시편으로부터 방출되는 열방출률이 350 kW를 초과하는 경우 또는 30초 동안의 평균값이 280 kW를 초과하는 경우.
- 2) 배기덕트온도가 400 °C를 초과하거나 30초 동안의 평균값이 300 °C를 초과하는 경우.
- 3) 버너의 모래층에 떨어진 물질이 버너의 불꽃에 많은 영향을 미치거나 버너를 소화시킨 경우.

위 3가지 중 하나라도 해당되면 버너의 가스공급을 중단하고 실험을 종료시킨다.



<Fig. 8> SBI 실험장치

<Fig. 9> SBI 실험장치

성능평가의 요소는 화재확산지수(FIGRA, Fire growth rate), 총방출열량(THR, Total heat release), 측면화염전파 여부(LFS, Lateral flame spread), 연기성장률(SMOGRA, Smoke growth rate), 총연기생성량(TSP, Total smoke production) 등을 측정한다.

시편의 크기는 단시편부 (가로 495±5 mm) × (세로 1,500±5 mm) × (두께 110 mm)이고 장시편부는 (가로 1,000±5 mm) × (세로 1,500±5 mm) × (두께 110 mm)로 실제 시공 상태와 동일하게 시편을 만들어 내부 EPS 단열재가 화염에 직접적으로 접촉하지 않게 EIFS로 4면을 감싸도록 제작하였다. <Fig. 9>는 시편 상세도를 나타내었다. 실험은 S1, S2, S3로 총 3회 시행하였다.

### 5.2 실험 결과

실험 결과 데이터 중 화재확산지수(FIGRA), 600초 동안의 총 방출열량(THR<sub>600s</sub>), 열방출률(RHR<sub>300s</sub>), 600초 동안 총 연기생성률(TSP<sub>600s</sub>), 연기발생지수(SMOGA)를 정리하여 <Table 5>에 나타내었다.

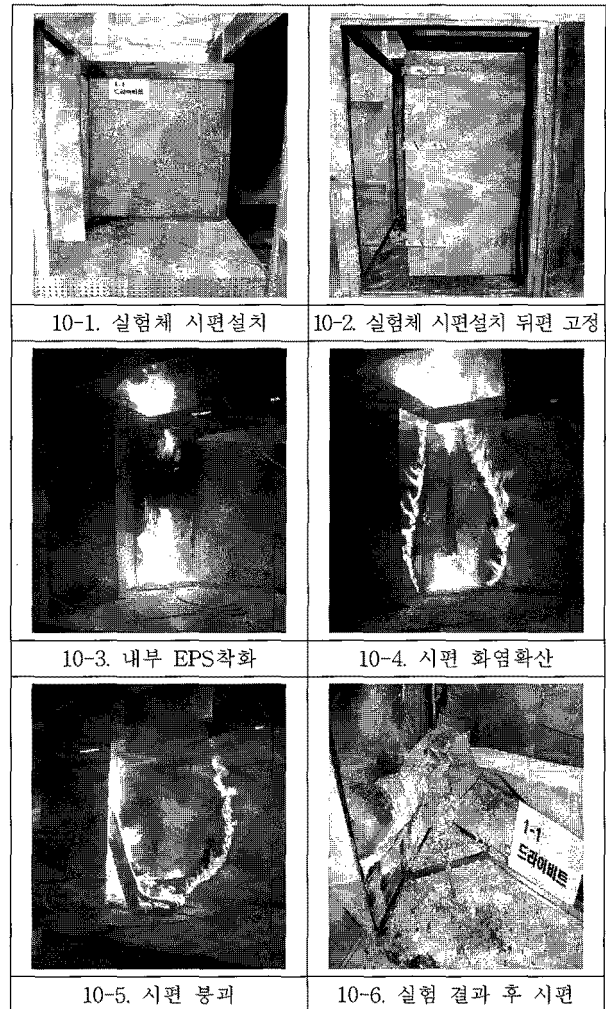
<Table 5> 실험결과 데이터

NO	FIGRA	THR <sub>600s</sub>	RHR <sub>300s</sub>		TSP <sub>600s</sub>	SMOGRA
	(W/s)	(MJ)	Peak	Mean	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
S1	385	5.9	379.0	26.0	32.7	20
S2	571	5.8	320.3	44.1	35.3	35
S3	1415	6.9	521.1	31.3	38.6	46
average	790	6.2	406.8	33.8	35.5	33.6

### 5.2.1 실험관찰사항

<Fig. 10>은 SBI 실험연소과정을 그림으로 나타내었으며, 연소과정 중 육안으로 관찰한 내부 EPS 착화시간(10-3), 시편 화염확산시간(10-4), 시편 붕괴시간(10-5) 항목에 대해 시간별로 <Table 6>에 정리하였다.

장시편부와 단시편부를 시편코너에 'ㄱ'형태 설치 후, 실험체의 뒷부분을 철재 결속구로 고정하였다. <Fig. 10>의 실험체 시편설치에 나타나있다.



<Fig. 10> SBI 실험 연소과정

<Table 6> 실험결과 데이터

항목	EPS착화시간 (sec)	화염확산시간 (sec)	시편붕괴시간 (sec)
Fig.10	10-3	10-4	10-5
S1	430	1,150	1,317
S2	460	560	900
S3	460	580	660

시편 외부가 버너에 의하여 마감재표면이 그을리면서 내부 EPS(통상적 명칭: 스티로폼) 단열재에 화염이 착화되었다(10-3). 착화시간은 메인버너 점화시간 300초 이후부터 약 150초 지난 후 빠른 시간 내에 착화됨을 알 수 있다. 착화 후 화염확산시간은 실험마다 편차가 있지만 S2, S3 실험에서 약 100초 후 EPS 내부 전체로 침투된 열이 시편 전체로 급속히 전파되면서 높은 화염과 검은 연기를 동반하며 연소하였다(10-4).

표면 마감재는 화약이 점화하는 듯한 소리를 내며 표면이 균열되는 형태를 보였다. 실험 후반부에는 내부 EPS 단열재가 용융된 액상잔존물이 바닥에서 지속적으로 연소하였다. 실험이 끝난 후 시편은 초기형태의 2/3만 남았다(10-6).

S1, S2, S3 실험 모두 실험조기 종료되는 1항과 3항에 포함되어 규정상 실험시간 이전에 실험을 종료하였다(10-5).

### 5.2.2 열방출률

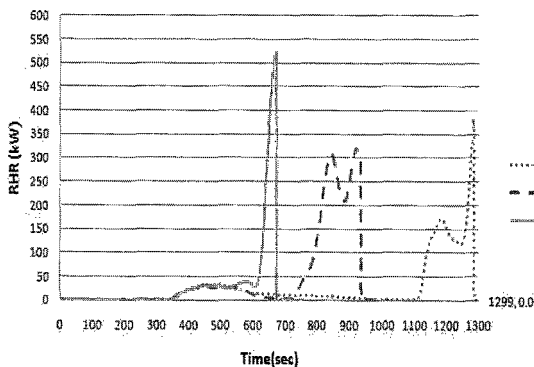
EIFS의 특성상 실험 진행에서 버너의 화염이 시편의 겉표면을 녹이고 내부로 유입되면서 시편이 붕괴됨으로써 데이터 결과 값의 편차가 크게 나타났다. <Fig. 11>에 시간 변화에 따른 열방출률을 그래프로 나타내었다.

열방출률은 초기 550초까지 연소패턴은 유사하였다.

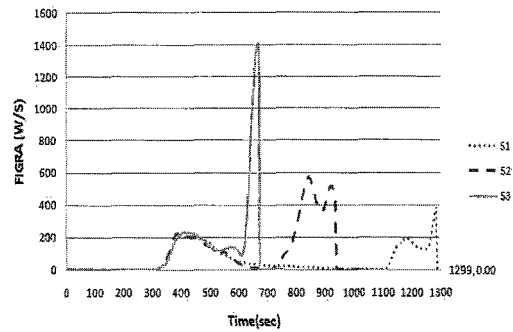
붕괴시점에 따라 최대열방출률이 C1은 1284초에 379 kW, C2는 921초에 320 kW, C3은 669초에 521 kW로 측정되었다. 붕괴 시 가연물의 공기접촉 면적이 증가하면서 화염이 높아지고, 이 순간 최대열방출률 값이 측정된 것으로 보인다.

### 5.2.3 화재 확산지수

시간에 따른 열방출률의 순간 가속도인 화재확산지수는 화재확산속도를 알 수 있다. <Fig. 12>는 화재확산지수 그래프를 나타내었다.



<Fig. 11> 열방출률 그래프(HRR; kW)



<Fig. 12> 화재확산지수(FIGRA; W/s)

화재확산지수 값이 600 W/s 초과하면 플래쉬 오버(Flash over)가 발생한다는 연구결과가 있다[14]. 실험 결과, S1에서의 최대 화재확산지수는 385 W/s, S2는 571 W/s의 값을 나타내어 플래쉬 오버가 발생할 600 W/s는 초과하지 않았다. 그러나 S3은 1,415 W/s로 플래쉬 오버 위험수위를 훨씬 초과하였다.

레이터의 편차는 시공자의 숙련도에 의존한 EIFS의 시공특성상 불가항력적인 재료의 편차에 의한 것으로 판단된다.

## 6. 결과 및 고찰

### 6.1 콘칼로리미터 실험

국내 난연성등급의 콘칼로리미터 실험기준과 비교하여 <Table 7>에 나타내었다.

<Table 7>에 나타낸 바와 같이 건축법의 내부마감재 난연성 기준 등급과 비교하여 준불연성(10분), 난연성(5분) 기준 값인 총방출열량 8 MJ/m<sup>2</sup>을 훨씬 초과함을 알 수 있다. 이는 급격한 연소성상에 의해 상층으로 연소확대와 인접 건축물의 연소확대로 이어져 큰 인명피해와 재산피해가 매우 우려된다.

<Table 7> 실험결과 데이터

NO	성능등급	연소 시간 (min)	총방출열량 8 MJ/m <sup>2</sup>	10초 동안 최대열방출률 <200kW/m <sup>2</sup> 여부	균열 및 용융여부
C1	준불연성	10	24.79	Yes	Yes
C2			29.09	Yes	Yes
C3			32.73	Yes	Yes
C1	난연성	5	27.10	Yes	Yes
C2			37.05	Yes	Yes
C3			40.08	Yes	Yes

<Table 8> 실험결과 데이터

평가항목	S1	S2	S3
FIGRA [W/s]	385	571	1415
THR <sub>600</sub> [MJ]	5.9	5.8	6.9
SMOGRA[m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]	20	35	46
TSP <sub>600</sub> [m <sup>2</sup> ]	32.7	35.3	38.6
LFS	알 수 없음	알 수 없음	알 수 없음
Euro-class	DS1d2	DS1d2	ES1D2

### 6.2 SBI(single burning item, EN13823)실험

EN 13823 Euro-class 기준과 비교하여 <Table 8>에 나타내었다. 규정상에는 실험이 끝나기 전에 종료되었기 때문에 등급기준에 적용 될 수 없지만 위험성 등급을 알아보기 위해 임의적으로 등급을 규정하였다.

EIFS는 건축재료 등급 규정상 D등급 또는 E등급에 속하였다. 이는 급격한 화염확산의 연소성상을 확인할 수 있었다.

### 7. 결 론

EIFS 외장재의 화재위험성평가를 위해 콘칼로리미터 실험과 SBI실험을 한 결과, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 콘칼로리미터 실험 결과, 시편은 약 30초 정도 급격히 빠른 시간 내에 착화되고, 최대열방출률은 평균 229.62 kW/m<sup>2</sup>, 총 방출열량은 평균 53.36 MJ/m<sup>2</sup>의 열량이 방출되었다. 또한 건축법의 내부마감재료 난연성 기준 등급과 비교하여 준불연성(10분), 난연성(5분) 기준 값인 총 방출열량 8 MJ/m<sup>2</sup>을 훨씬 초과함을 알 수 있다.

2) SBI 실험 결과, 실험 시작 후 150초 이내에 결표면을 녹이고 내부 EPS 단열재(스티로폼)로 착화되면서 300초 후 시편 전체로 검은 연기와 함께 화염이 급격히 확산되는 연소성상을 보였다. 최대열방출률은 평균 406.8 kW, 총 방출열량은 6.2 MJ로 측정되었다.

3) 본 실험으로 EIFS의 화재 시 급격한 연소성상으로 인해 심각한 인명피해가 우려되며, 화재에 매우 취약한 것으로 판단된다. 이에 제품의 안전성 확보와 제도 마련이 시급히 마련되어야 할 것이다.

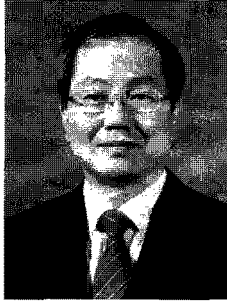
### 8. 참 고 문 헌

- [1] 민세홍, 윤정은, "FDS를 이용한 외장재의 수직확산 화재의 모델링에 관한 연구", 대한안전경영과학회지 논문지 Vol. 11, NO. 2, (2009) : 70-85.
- [2] 이석정, "건축리모델링의 외부마감개선방안(외단열 공법 중심으로)", 동국대학교, 석사학위논문,(2003).
- [3] Christensen, G.L.'Full scale Fire Test of Various Exterior Wall System Development, Use and Performance of Exterior Insulation & Finish System (EIFS), ASTM STP1187, Mark F. Williams and Richard G Lampo, Eds, American Society for Testing and Materials, Philadelphia (1995).
- [4] Oleszkiewicz, "Fire Testing and Real Fire Experience with EIFS in Canada", In ASTM1187. American Society for Testing and Materials, Philadelphia. (1995).
- [5] 2007년·2008년 화재통계연감, 소방방재청 홈페이지 자료실, (2010).
- [6] 몬테칼리오 호텔 화재 이미지, <http://www.lasvegassun.com/photos/2008/jan/25/442/>, (2010).
- [7] 국토해양부 고시 제2009-866호, "건축물 내부마감재료의 난연성능 기준", 국토해양부, (2009).
- [8] 박계원, 임홍순, 정재균, 김운형, "중소형 화재시험을 이용한 샌드위치패널의 연소성능분석", 한국 화재소방학회 Vol. 23, NO. 1, (2009) : 33-39.
- [9] EN 13501-1, "Fire classification of construction products and building elements-Part1 : Classification using data from reaction to fire tests", CEN, (2007).
- [10] 이두형, "산소소비열량계(콘칼로리미터)에 의한 건축재료의 연소특성평가, 방재기술 제 26호, (1999) : 18-21.
- [11] KS F ISO 5660-1 연소 성능 시험(콘칼로리미터법), 한국표준협회, (2009).
- [12] 유용호, 김홍열, 신현준, "실대형화재평가장치의 개발 및 안정화에 관한 연구", 화재소방학회 논문지 Vol. 22, NO. 1, (2008) : 37-44.
- [13] 김상철, 이승한, "Single Burning Item을 이용한 샌드위치패널의 화재성능평가", 인천대 소방 방재 연구센터, 동계학술대회논문집, (2009) : 65-71.
- [14] 박계원, 임홍순, 정재균, 이길용, 김정욱, 정정호, 이우석, 김운형, "실대규모화재시험(ISO13784-1)을 적용한 샌드위치패널시스템의 연소성능분류, 한국화재소방학회지, 제23권 2호, (2009) : 20-26.



### 저 자 소 개

민 세 흥



현재 경원대학교 공과대학 소방방재 공학과 교수로 재직 중이며, 단국대학교에서 학사, 석사, 박사 학위를 취득하였다. 주요 관심분야는 화재모 델링, 소방성능설계, 화재위험성평가 등이며, 각 시도의 소방설계 지문위원과 국가자격시험 출제·채점·면 접 위원 등의 활동을 하고 있다.

주소: 경기도 성남시 수정구 복정동 산 65번지 경원대학교 공과대학 소방방재공학과

김 미 숙



현재 경원대학교 환경대학원 소방 방재공학과 석사과정에 재학하고 있으며, (주)한림이에스에서 소방 엔지니어로 활동 중이다. 주요 관 심분야는 연소이론, 건축방재, 소 방성능설계 등이다.

주소: 경기도 성남시 수정구 복정동 산 65번지 경원대학교 환경대학원 소방방재공학과