

건물내장재(석고보드, 합판)의 화재성능평가 The Evaluation of Fire Safety Performance on Interior Finish Materials (Gypsum Board, Plywood)

김충환[†] · 김종훈 · 김운형 · 하동명* · 이수경**

Chung-Hwan Kim[†] · Jong-Hoon Kim · Woon-Hyung Kim
Dong-Myung Ha* · Su-Kyung Lee**

경민대학 소방안전관리과
*세명대학교 산업안전공학과
**서울산업대학교 안전공학과
(2001. 08. 18 접수/2001. 09. 04 채택)

요 약

본 연구는 국내와 외국의 건물 내장재 화재성능평가방법을 고찰하고 국내에는 도입되지 않은 실대 화재 실험인 Room Corner Test를 국내 내장재중 석고보드와 합판을 대상으로 그 적용성을 위한 실험을 진행하였다. 현재 국내 내장재의 평가규정은 Bench-Scale Test에 의존하고 있으나, 미국, 일본 유럽등에서는 Room Corner Test를 적용한 실질적인 재료의 화재성능평가를 시행하고 있다. 실험 결과, NFPA 265에 의한 석고보드 및 ISO 9705에 의한 합판의 성능은 양호한 것으로 판단되었다. 현재 국내 내장재에 적용되는 등급분류의 평가방법은 재료의 실제 화재성능 평가에 한계가 있으므로 향후 Room Corner Test의 적용과 더불어 Bench-Scale Test 결과를 토대로 화재성능을 예측하는 화재모델을 이용하는 평가 방법의 도입이 필요하다.

ABSTRACT

The fire performance evaluation methods in Korea and overseas for interior finish materials were analysed and tested with gypsum board and plywood by using room corner test not adopted by domestic code until now. The results of gypsum board (thickness:8 mm) and plywood (thickness:4 mm) applying NFPA 265 and ISO 9705 test respectively are satisfied the assessment criteria. To assess a actual fire performance and classify fire hazard levels for interior finish materials, room-corner test and flame spread models should be adopted in building code and fire code to overcome limitations of current bench-scale test method.

Keywords : Fire performance evaluation, Room corner test, Gypsum board, Plywood

1. 서 론

건축물의 내장 재료는 건물의 화재하중을 증대시키며, 화재 발생 시 생성되는 연기와 유독성가스로 인해 인명피해의 주 원인이 된다. 또한 플래시오버의 발생과 시간을 좌우하는 요소로서 건물의 화재안전상 매우 중요하다. 따라서 건물 내장재의 화재성능을 평가하는 것은 내장재의 사용 및 용도 등을 설정하는 데에 매우 중요하다고 할 수 있다. 최근 외국에서는 실대 화재 성

능을 예측하기 위한 평가방법에 관한 연구와 Cone calorimeter 실험결과를 이용하여 평가기준을 설정하려는 새로운 방법에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 미국과 유럽은 공간 내 열 방출 비율과 플래시오버 도달시간을 기준으로 내장재의 화재위험성을 평가하는 Room Corner Test를 적용한 내장재의 화재위험성 평가 및 분류 기준을 도입하여 미국은 NFPA 265, 유럽은 ISO 9705 Room Corner Test를 규정하고 있다. 이러한 배경에서 본 연구에서는 국내와 외국의 건물 내장재의 화재성능평가에 대하여 분석하고 국내 내장재중 석고보드와 합판을 대상으로 국내에는 도입되

[†] E-mail: kimwoon@netsgo.com

지 않은 실대 화재 실험인 Room Corner Test의 적용성과 실험방법의 필요성을 제시하고자 한다.

2. 국내 내장재분류 및 시험

현재 국내의 경우는 용도 및 규모에 따라서 건축물에 사용되는 재료의 시험법에 대하여 건축법, 소방법에서 규제하고 있다. 평가 방법으로 건축물 벽과 천장에 사용되는 실내 내장재감재에 대하여서는 한국산업규격에 따른 재료의 연소성, 발연성, 연소유독가스의 시험방법에 따라 평가하고 있다. 현재 국내의 평가방법은 Bench-Scale Test만 있으며, 재료의 실제 화재시 성능예측을 위한 실대 화재시험(Full-Scale Test)은 도입되지 않고 있다.

건축물의 초기화재에 대한 법 규제는 표 1과 같다.

3. 해외 내장재 분류 및 시험

3.1 미국의 내장재분류

미국의 내장재 규정은 NFPA에서 제정한 National Fire Code(NFC)을 기본으로 한다. 또한 최근 제정된 International Building Code(IBC) 또는 International Fire Code(IFC)를 적용하며 주 정부에 의하여 규제된다.²⁾

3.1.1 NFPA 101에서는 내부 벽과 천장 내장재는 NFPA 255시험방법에 의하여 화염확산과 연기 발생에 따라서 다음의 등급으로 구분된다.

- (1) Class A : 화염확산 0~25, 연기발생 0~450
- (2) Class B : 화염확산 26~75, 연기발생 0~450
- (3) Class C : 화염확산 76~200, 연기발생 0~450

3.1.2. 바닥 내장재에 대하여는 NFPA 253의 시험방법에 의한 결과에 따라 복사 열 플럭스 비율(Radiant Flux Rating)에 따라 다음 등급으로 나눈다.

- (1) Class I : 최소 0.45 W/cm²
- (2) Class II : 최소 0.22 W/cm²

3.1.3. 주요 적용기준은 다음과 같으며, Bench-Scale Test와 함께, NFPA 265와 같은 Full-Scale Test를 적용한다.

- NFPA 101, NFPA 255, NFPA 265, NFPA 703, NFPA 701, NFPA 258, ASTM E84, ASTM 162, ASTM E 603, UL 1975, UL 723

3.2 유럽의 내장재분류

일반적으로 유럽에서 사용하는 표준은 ISO의 규격과 유사하다. 이것은 1991년에 합의되었고 Vienna agreement로 알려져 있다. 한편 제품의 등급에 대한 기초는 Fire Growth Rate (FIGRA)지수이다.³⁾

이는 A1과 A2로 나누어진 A등급을 비롯하여 F등급

표 1. 건축물의 초기화재에 따른 내장재의 분류와 규제¹⁾

화재	항목	대상	종류 · 급별	관련법규	시험방법
초기화재		실내내장재감재	불연재료(난연1급) 준불연재료(난연2급) 난연재료(난연3급)	건축법 제43조 건축법시행령제61조 건설교통부령제241호	KSF 2271 - 기재시험 - 표면시험 - 부가시험 - 가스유해성시험

표 2. Comparison of Euro and FIGRA

Euro class	Limit value in Room/Corner test FIGRA(RA)	Burning behavior in reference scenario
A1	존재하지 않음 불연재이고 최고등급임	-
A2	≤0.16 (plaster board)	HRR 최고 약 100 kW Flashover 무 - 플래스티 보드 또는 그 이상
B	≤0.5	Flashover 무
C	≤1.5	100 kW에서 Flashover 없고 10분 후 (300 kW)에서 Flashover발생
D	≤7.5 (solid wood)	2분전(100 kW)에 Flashover 없음
E	≥7.5	2분전에 Flashover있음
F	상기 이외의 가연재	

까지 분류되고 불연성 시험, 발화성 시험 및 총열량시험과 단일 연소 시험(single burning item test) 등의 4가지 시험을 통하여 등급화 하였다(표 2).

화재 시나리오는 Room Corner Test(ISO 9705)이나 사용할 주 실험 과정은 단일연소물질 실험이라는 것을 합의하였다. 유럽도 Bench-Scale Test도 있으나 Full-Scale Test인 ISO 9705시험이 도입되어 있다.

3.3 일본의 내장재 분류

일본은 2000년 건축기준법을 대폭적으로 개정하며 성능기준을 도입하였다, 이중에서는 분류의 기준은 종전과 같은 불연재료, 준불연재료, 난연재료로 구분하였으나, 성능요건과 기준을 명확히 하고 그 개념을 하위가 상위를 포함하는 개념으로 수정하였다.

방화재료의 시험방법에는 Cone Calorimeter를 이용한 발열성 시험과 연기유독성 시험을 추가하였다.¹⁾

4. 내장재의 위험도평가시험방법

4.1 Bench-Scale Test⁴⁻⁶⁾

4.1.1 불연성 시험(PrENISO1182)

재료의 연소성능을 결정하기 위한 벤치규모의 실험 방법이며 재료가 칠, 코팅 또는 박판으로 씌운 경우의 실험은 실행할 수 없다. 실험기구는 노, 큰 모양의 공기흐름 조절기, 방풍 판, 시료 고정기, 삽입도구와 노 내에 설치하는 열전대 온도계로 구성되어 있다. 노는 가열코일로 둘러싸인 내화성튜브와 단열재로 구성된다. 실험결과는 실험시료의 질량손실(%), 테스트 기간 동안에 노 온도의 증가(°C)(최대온도-최종온도), 지속된 화염시간(초)등이 있으며 동일한 재료로부터 5개의 실험을 평균하여 결과를 낸다.

4.1.2 The Gross Caloric Value Test(PrENISO 1716)

PrENISO 1716은 건물에 대한 일정한 용적에서 총 열량 잠재성을 결정하는 방법을 규정한 표준이다. 실험기구는 원칙적으로 열량을 재는 붐베, 열량계(재킷, 용기 및 교반기), 발화원과 온도측정도구로 구성되어 있다. 재킷은 열적으로 단열되어 있고 또한 물로 채워져 있어야 한다. 총 잠재적 열량은 실험결과로 예측되거나 공식을 사용하여 관찰된 온도상승에 근거하여 계산될 수 있다. 총 잠재적 열량은 3번 실험의 평균값으로 한다.

4.1.3 인화성 시험(PrENISO 119225-2)

PrENISO 11925-2는 시편이 수직이 되도록 한 낙하위에 작은 화염을 접촉시켜서 건물재료의 인화성을 결정하는 방법을 규정하는 표준이다. 화염은 표면중심의

바닥 구석위에 40 mm, 또는 아래쪽 중앙에 적용한다.

4.1.4 Cone-Calorimeter Test실험(ISO 5660)

건축 내장재의 화재성능을 예측하기 위한 벤치규모의 실험이다. 실험기구는 기본적으로 전기히터, 발화원과 가스수집 시스템으로 구성된다. 실험 시 시료는 낮은 열손실의 단열 세라믹 재료 위에 수평으로 설치된다. 실험시료를 설치하고 전기히터로부터 열 플럭스에 노출시킨다. 가열기의 열원은 0~100 kW/m를 선택할 수 있으며 통상 25~75 kW/m 범위가 된다. 실험시료 위에 가스혼합물이 연소하한보다 높을 때는 전기히터에 의하여 발화된다. 실험지속시간은 보통 10분이나 고정된 것은 아니며 재료에 따라서 변경할 수 있다. 실험결과는 발화시간, 질량 손실을, 열방출율 등이며, 가스분석기가 부착된 경우 연기생성량을 통한 유독가스를 측정할 수 있다.

4.1.5 The Radiant Panel Test

25 ft(7.6 m)길이의 터널시험을 대체할 수 있는 더 작은 시험방법으로 보다 작은 공간에서 적은 시료로 경비가 절감된다. 복사패널시험은 NIST에서 개발되었다. 아주 작은 6인치 8인치 시료를 사용하고 발화 후에 화염확산과 열 방출 율을 측정한다. 시료는 다공성이고 수직인 패널 전면에 수직에 대하여 30도 각도로 위치시킨다. 상부 쪽에 복사 패널을 향하여 경사지게 하고 그 위치에서 작은 발화화염이 시료의 표면으로부터 방출되는 인화성가스를 발화한다. 연기생성량은 굴뚝에 위치한 필터의 퇴적물을 계량하여 측정할 수 있다. 실험은 15분간 또는 표면화염이 시료의 낮은 모서리에 도달할 때까지 계속되어진다. 복사패널에서 공기흐름은 화염경로 방향에 대하여 반대이거나 교차된다.

4.2 Full-Scale Test

4.2.1 ISO 9705 Test³⁻⁶⁾

Room Corner Test는 건물에 사용되는 표면내장재의 연소성능을 측정하기 위한 실험 규모 실험방법이다. 실험기구는 단일 문을 가진 작은 구획실과 화재가스 성분을 측정하기 위한 가스 수집 장치로 구성된다. 3개의 벽체와 천정에 설치한 내장재는 구석에 위치한 화재에 노출되어 있다. 구획은 2.4 m×2.4 m×3.6 m 높이고 개구부는 0.8 m 폭에 2 m 높이이다. 천장, 바닥과 벽체는 불연 재료이다. 프로판 버너는 발화 원으로 사용하고 최초 5분간동안에 40 kW, 이후 10분 동안에 160 kW로 증가한다. 실험은 플래시오버가 발생할 때까지 계속되거나 20분이 경과할 때까지 지속된다. 열방출율이 1,000 kW에 도달하면 플래시오버로 판정한다.

4.2.2 NFPA 265⁵⁾

미국은 Model building code와 NFPA 101에서 특정 내장재료에 대하여 Room-Corner 실험의 사용을 명시하고 있다. 예를 들면 직물 벽체 마감재 평가를 위하여 NFPA 101에서는 NFPA 265 ; Standard Method of Fire Tests for Evaluating Room Fire Growth Contribution of Textile Wall Covering의 사용을 요구한다. NFPA 265에서는 1개의 개구 문을 가진 2.4 m (8 ft)×3.6 m(12 ft)×2.4 m(8 ft) 높이 실로 구성되어 있다. 재료는 코너를 형성하는 오른쪽 각도에서 합쳐진 2개의 벽체에 설치된다. 버너는 실의 구석에 위치하여 필요한 열원을 제공한다. 실의 연기는 열방출율(산소 감소량 기준)과 연기의 광학적 밀도를 결정하기 위한 후드와 닥트에서 수집되어 예측장치로 분석된다. 열 플럭스와 온도 역시 측정된다. NFPA 265에서 화원은 가스버너를 사용하며 최초 5분간 40 kW, 이후 10분간 150 kW 제공되며 300 kW의 버너 출력은 Room-Corner Test에 사용된다. 초기화원 40 kW는 쓰레기통 화재크기의 조건을 시험한다. 화염이 주변의 다른 가까운 목표물을 발화하여 작은 화재에서 확대되는 가를 결정한다. 5분경과 시 벽체마감재가 최성기 또는 플래시오버에 도달할 정도의 충분한 에너지를 방출하는지를 결정하기 위하여 화원은 150 kW로 증가된다. 150 kW 노출에서 버너로부터의 화염은 2.4 m(8 ft) 높이의 천장에 도달할 수 있다. 천장에 대한 직접적인 화염 노출은 가연성 마감재의 성능을 적합하게 평가하는데 필요하다. 그러므로 Room Corner Test의 결과는 NFPA 255와 같은 표준화된 실험보다도 실제 화재성능에 보다 직접적인 결과를 예측한다고 볼 수 있다. NFPA 265의 플래시오버판정은 다음과 같다.

- (1) 열방출율(Heat Release Rate)가 1 MW를 초과
- (2) 바닥에서의 복사열플럭스가 20 kW/m²를 초과
- (3) 상부층의 평균온도가 600°C를 초과
- (4) 개구부 밖으로 화염이 분출
- (5) 바닥 하부의 종이 발화할 경우

4.3 Fire Model⁵⁾

Bench-Scale Test에 비하여 Full-Scale Test는 많은 비용과 시간을 요구한다. 그러므로 Bench-Scale Test의 결과를 토대로 실대 화재성능을 예측하는 화재모델의 개발과 연구가 활발하게 진행되고 있다. 연소확대 모델을 기반으로 하는 Karlsson과 Quintiere의 화재성장 및 화염 확산모델이 대표적이며 이를 공간화재모델에 도입한 BRANZFIRE가 개발되어있다.

5. 실대 화재 실험

5.1 국내 석고보드에 대한 NFPA 265 적용실험

5.1.1 실험의 개요

본 실험에서는 난연성 석고보드(두께 8 mm)를 이용하여 Room Corner Test를 실시하였다. 실험에서는 공간의 화재성장 과정과 열방출율, 플래시오버의 유무와 발생시간, 화염이 개구부로 유출되는 시간 등을 측정하였다. 화재실은 NFPA 265를 적용하여, 2.4 m×3.6 m×2.4 m(H)의 공간이며, 내화벽돌과 케스타블로 되어 있는 벽 위에 시료를 부착하였다. 실험에 사용하는 화원은 0.3 m×0.3 m의 정사각형 가스버너가 사용하였고, 사용되는 가스는 일반적으로 사용하는 LPG이고 NFPA 265에 준하여 설계되었다. 화재실 문 바로 위에 후드를 설치하였다. 후드의 바닥은 실 상부 표면과 수

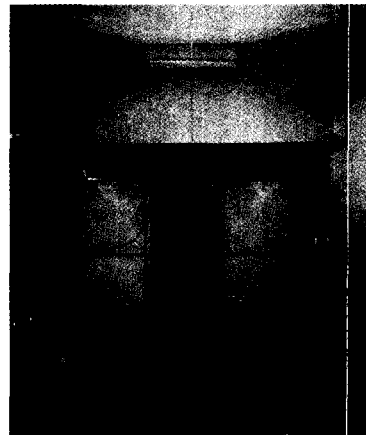
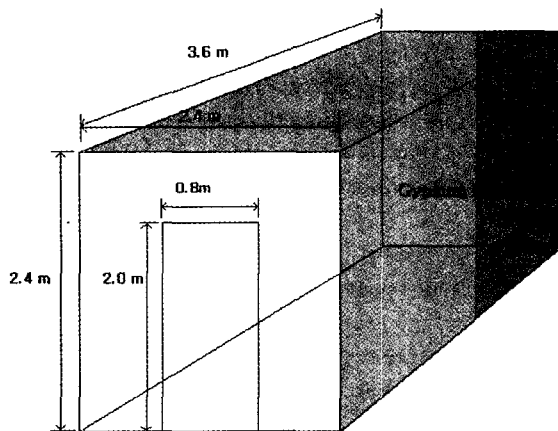


그림 1. 화재실과 후드 설치모습

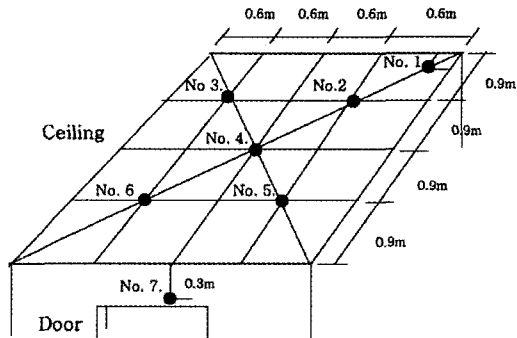
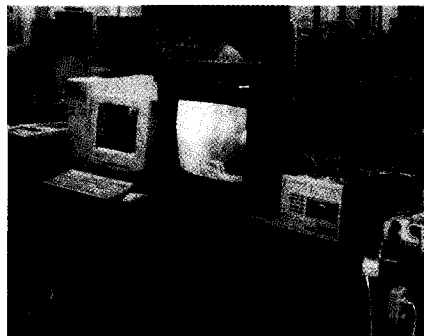


그림 2. 실험장비와 열전대의 설치 위치

평이다. 실험 재료는 국내 K사 석고보드(8 mm, 난연1급)이며, 계측장비로는 Data logger, CC-TV, VIDEO CAMERA, 열전대 K-Type등이 동원되었다.

5.1.2 실험진행 및 결과

실험은 대기온도 19°C, 습도 60%인 조건에서 수행되었으며, 실험에 사용되는 재료는 석고보드(난연1급)와 합판을 사용하였다. NFPA 265의 조건에 따라 점화 후 처음 5분간동안 40 kW의 열량을 버너에서 유지하고 이후 15분까지 150 kW의 열량을 유지시켰다.

실험에서는 연기의 생성은 약 2분 30초정도에 미약하지만 육안으로 관찰이 가능하였고 약 2분 5초경에 석고보드의 오른쪽이 그을기 시작하였다. 2분 30초 정도에는 화염의 높이가 화재실의 중간까지 도달하였고 5분 이후 150 kW로 증가시킨 이후에는 그 높이가 간헐적으로 천장에 달하였다. 약 6분 30초경에는 그을음

의 면적이 모서리를 중심으로 좌우 대칭적으로 나타났으며 연기층은 약 7분 이후에 일정한 높이를 유지하였다.

화재실 버너의 직상부에 위치한 1번 열전대의 온도 분포는 약 400°C에 다다르며, 거의 일정한 형태를 보여주고 있다. 약 315초경에 온도분포가 갑자기 상승한 이유는 화원이 40 kW에서 150 kW로 상승되었기 때문이다. 이후 약간의 증가를 보이지만 거의 선형적인 온도분포를 이루었다는 것을 알 수 있었다. 화재실의 열전대에서 측정된(1번~6번 천정에만 설치된 열전대의 평균) 온도 값의 평균을 나타낸 것이다. 이 그래프에서 40 kW의 열량을 유지하였을 때에는 온도의 평균이 약 150°C를 나타내고 150 kW(실험시작후 5분이후)에는 온도평균이 230°C를 나타내는 것을 볼 수 있다. 그리고 7번과 8번 열전대는 개구부(문) 바로 위에 설치



그림 3. 실험의 진행모습과 결과

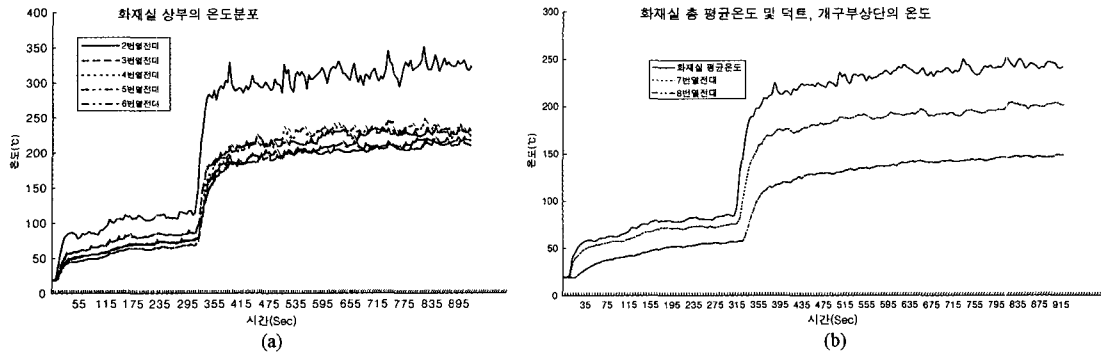


그림 4. 2,3,4,5,6번열전대의 온도변화(a), 화재실의 평균 및 개구부상단, 덕트의 온도(b)

된 열전대와 연통 속에 설치된 열전대의 온도를 나타낸 것이다. 이로 보아 연기의 온도도 약 150°C(5분 이후 경우)라는 것을 알 수 있었다.

5.2 합판에 대한 ISO 9705 적용실험

5.2.1 실험의 개요

본 실험에서는 합판(두께 4 mm)를 이용하여 ISO 9705 Room Corner Test를 실시하였다. 실험을 통하여 화재성장 과정과 실험실 내에서의 열방출율, 플래시오버의 유무와 발생시간, 화염이 개구부로 유출되는 시간 등의 자료를 측정하였다.

화재실은 NFPA 265와 같은, 2.4 m×3.6 m×2.4 m(H)의 공간이며, 내화벽돌과 케스타블로 되어있는 벽 위에 시료를 부착하였다. 실험에 사용하는 화원은 0.3 m×0.3 m의 정사각형 가스버너가 사용하였고, ISO 9705에 준하여 설계되었다. 열전대의 부착위치 또한 ISO 9705에 준하여 설치되었으며, 설치위치와 설치모습은 아래와 같다.

5.2.2 실험진행 및 결과

실험 시작 후 약 48초경에는 가연성 연기가 육안으

로 관찰되기 시작하여 개구부 쪽으로 나오기 시작하였다. 시간이 지남에 따라 연기층의 두께도 점점 두꺼워져 약 2분 40초경에는 일정한 높이를 유지하였다. 3분 10초경에는 화염이 개구부 쪽으로 방출되는 현상이 관찰되었고 40 kW의 열량을 유지하는 시간동안 플래시오버라고 생각되는 구간이 측정되어 실험을 더 이상 진행하지 않았다. 1번 열전대의 위치는 화원 바로 상부에 설치되어 있었다. 그림 5에서와 같이 약 120초 후 온도가 급격히 상승하고 있는 모습을 볼 수 있었다. 이는 40 kW의 일정한 열량에서 합판이 급속한 연소로 보이고 있음을 알 수 있다. 온도는 약 900°C를 가리키고 있다. 3, 4, 5번 열전대에서도 마찬가지로 약 150초대에서 온도의 급격한 상승과 더불어 플래시오버를 관찰할 수 있었다.

그림 5에서 알 수 있듯이 약 120초후 많은 연소가스가 화재실 상층에 위치하여 약 150초에 연소가스의 급격한 연소가 플래시오버를 일으키는데 기여한 것으로 보인다.

1~6번 열전대의 평균 온도는 약 295°C이지만 온도가 급격히 올라간 2분이후의 평균은 513°C를 나타

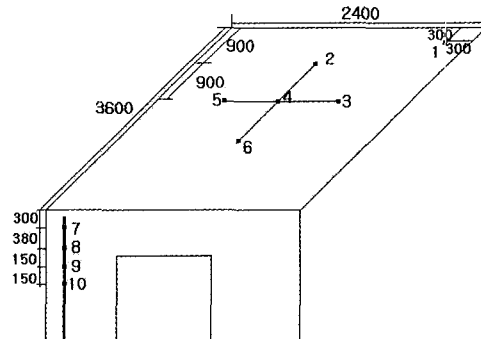
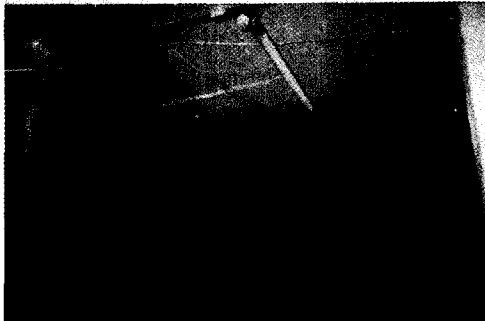


그림 5. 합판의 ISO 9705 시험을 위한 열전대의 설치모습과 위치

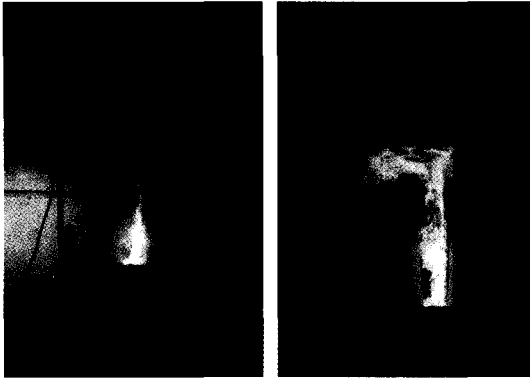


그림 6. 실험 초기와 화재가 확산되는 모습

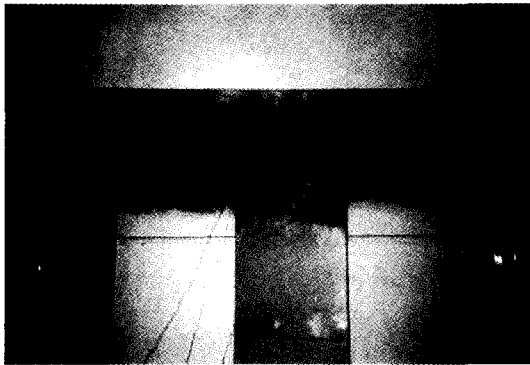


그림 7. 화염이 문밖으로 분출되는 모습

내어 시간이 얼마 지나지 않은 시간에도 약 500°C 높은 온도분포를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 또한 개구부 좌측 모퉁이에 ISO 9705의 시험기준에 따라 설치된 7, 8, 9, 10번 열전대는 완만한 온도분포를 나타냈다. 약 210초 이후 플래시오버로 인한 화재의 실험실 확산을 막기 위해 진화작업을 실시하였다. 실험

진행과정에 일어난 모든 연기의 평균 온도는 139.9°C를 나타내었지만, 이번에도 약 2분 이후의 온도는 약 227°C를 나타내어 비교적 높은 온도의 곡선을 보여 주었다.

6. 결 론

본 연구는 국내와 외국의 건물 내장재의 화재성능 평가에 대하여 고찰해보고, 국내에는 도입되지 않은 실대 화재 실험인 Room Corner Test를 국내 내장재 중 석고보드와 합판을 대상으로 그 적용성을 알아보기 위한 실험을 진행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 국내 규정에 의한 내장재의 화재성능평가는 Bench-Scale Test에 의존하고 있으나, 외국의 규정들은 Bench-Scale Test 뿐만 아니라 Full-Scale Test도 도입하여 실질적인 재료의 화재성능평가를 하기위한 방안을 마련하고 있다.

(2) NFPA 265를 적용한 석고보드(8 mm) 실험에서 평균 유지온도가 약 230°C를 나타내고 있다. 실험 결과 플래시오버라고 판단되는 기준인 500°C의 실내 온도나 기타 징후가 보이지 않았다. 한편 ISO 9705를 적용한 합판(4 mm)의 실제 실험에서는 160초경에 약 535°C가 되었고 약 120초부터 온도가 급격히 상승하는 것으로 보아 이후 이 시간부터 플래시오버가 발생했다고 판단된다. 열전대의 최고 온도는 1번 열전대에서 약 900°C에 도달하였다.

(3) 현재 국내 내장재에 적용되는 등급분류 기준과 평가방법은 재료의 화재시 성능을 평가하는데 한계가 있다. 따라서 Room Corner Test와 같은 실대 화재 성능 평가방법의 다양화와 더불어 Bench-Scale Test 결과를 토대로 화재성능을 예측하는 화재 모델링 평가 방법의 도입이 필요하다고 본다.

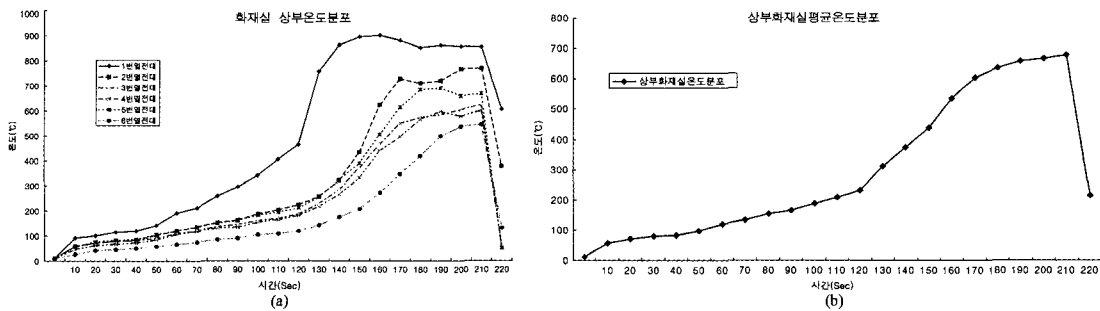


그림 8. 화재실 상부의 온도분포(a)와 평균온도(b)

참고문헌

1. 김충환, 김종훈, 이수경, 김운형, 하동명, “석고보드의 화재성능평가”, 한국화재소방학회 1999년도 추계 학술대회논문초록집, pp. 137-142(1999).
2. W. H. Kim, Quintiere, J. G., Application of a Model to Compare a Flame Spread and Heat Release Properties of Interior Finish Materials in a Compartment, International Symposium on Fire Science and Technology, Seoul, Korea(1997).
3. Thureson, Per, “Fire Tests of Linings According to Room/Corner Test, ISO 9705”, Swedish National Testing and Research Institute, Fire Technology, Report 95R22049(1996).
4. W. H. Kim., S. E. Dillon, Quintiere, J. G., Discussions of a Model and Correlation for the ISO 9705 Room-Corner Test, Annual Conference on Fire Research, National Institute of Standard and Technology, MD, U.S.(1998).
5. 김운형, Quintiere, J. G., “건물 내장재의 화재위험성 평가방법”, 한국화재소방학회지, 12권 2호(1998).
6. S. E. Dillon, J. G. Quintiere, and W. H. Kim., “Discussion of a Model and Correlation for the ISO 9705 Room-Corner Test”, 6th International Symposium on Fire Safety Science, IAFSS, France(1999).