

1. 머리말

우리 나라는 급속한 경제성장과 더불어 건축물이 대형화·고층화되고, 용도 및 기능이 다양화·복합화됨에 따라 화재로 인한 인명 및 재산상의 피해가 증가하고 있다. 2001년의 경우 3만 6천 여건의 화재가 발생하여 2,476명의 인명피해 및 1,700억원의 재산피해를 초래하였으며, 지난 10년간의 화재발생 건수는 연평균 8.6%, 재산피해는 연평균 20.9%의 증가율을 나타내고 있어 화재로 인한 사회적 손실이 매년 증가함을 알 수 있다.

건축내장재 화재위험성 평가방법의



윤희상 | 협회 경영기획부
기획팀장,
소방기술사

통상 화재는 초기단계에서 발화원을 중심으로 부근의 가연성 불품 및 내장재로의 연소확대 과정을 거치게 되므로 대형화재로의 발전을 막기 위해서는 불연성 내장재의 설치가 화재안전의 중요한 요소 중 하나이다. 따라서 건물 규모나 용도를 기준으로 불연성 내장재를 의무적으로 설치하도록 규제하고 있는 것은 국·내외를 막론하고 일반적인 현상이다. 우리나라도 일정 용도 및 규모이상의 건축물에 설치되는 내장재는 화재안전 성능을 확보한 재료로 설치하도록 건축법에서 규정하고 있다.

건축물 내장재는 난연성능 정도에 따라 몇 개의 등급으로 나누어 이를 화재위험 정도에 따라 구분하여 설치하게 되는데, 건축 내장재의 난연성은 금속, 석재, 콘크리트, 유리 등 일부 재료를 제외하고는 시험을 통해 평가된다. 현재 우리나라의 내장재 난연성 등급은 KS F 2271(건축물 내장재료 및 구조의 난연성 시험방법)에 의한 기재시험, 표면시험, 부가시험, 가스유해성 시험 등을 통해서만 불연재료, 준불연재료, 난연재료로 분류하고 있다.

그러나 선진 외국의 경우 화재시 내장재의 화재위험성을 보다 공학적·정량적으로 평가하기 위해 다양한 평가방법을 개발하여 사용하고 있다. 특히 WTO 출범이후 국가간의 무역활동은 관세를 통한 상호견제에서 기술적 무역장벽(TBT : Technical Barriers to Trade)으로 대체되어 세계가 하나의 표준으로 통용되는 Global Standard의 출현을 초래, 국제표준화기구(ISO)

를 중심으로 국제적으로 통용되는 기준의 제정작업이 활발히 진행되고 있다. 우리 나라도 정부에서 추진중인 '국가표준화사업'의 일환으로 국내 산업규격(KS)에 대한 국제규격과의 부합화 작업이 진행되고 있으며, 내장재료의 화재안전성 평가방법도 국제기준으로의 전환이 추진 중에 있다.

이와 관련하여 본 고에서는 국제적으로 추진되고 있는 건축내장재에 대한 화재위험성 평가방법의 종류 및 내용을 소개하고자 한다.

2. 내장재 화재위험성 평가방법

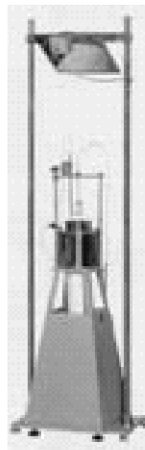
국제 동향

가. 불연성 시험방법(Non combustibility test)

ISO 1182(Reaction to fire test for building products - Non combustibility test)는 대상 시험체가 일정한 가열온도(750℃)에서 어느 정도 발열하는가를 온도로 측정하는 시험으로

우리 나라에서 난연1급 판정시 사용되는 가재시험 내용과 거의 동일한 시험방법이다. 이는 ISO 1182 나 기재시험 모두 영국기준(BS)안을 원형으로 탄생한 것에 기인하며, 주요 시험내용과 시험기기는 <표 1>, [그림 1]과 같다. 이 시험규격은 유럽, 일본 등에서 내장재 불연성 평가방법으로 채택하고 있으며, 국제해사기구(IMO)에서도 선박에 사용되는 내장재, 단열재 등 불연성을 요구하는 재료에 대한 성능평가방법으로 활용하고 있다.

<표 1> 불연성 시험 조건



[그림 1] 불연성 시험기

항 목	시 험 조 건
시험체규격	<ul style="list-style-type: none"> • 원기둥형(직경 45mm+0, -2. 높이 50±3mm) • 수량 : 5개
온도측정	<ul style="list-style-type: none"> • 로내 온도 • 시험체 표면온도 • 시험체 중심온도
로내 온도안정	<ul style="list-style-type: none"> • 75±5℃ 상태에서 10분간 안정 • 10분간 최대편차 10℃ 이하
시험시간	<ul style="list-style-type: none"> • 시험체 설치 후 30분 또는 온도안정 시점
결과표현	<ul style="list-style-type: none"> • 온도상승 : 최고온도 - 최종 1분간 평균온도 • 잔열시간(초) • 중량 감소율(%)

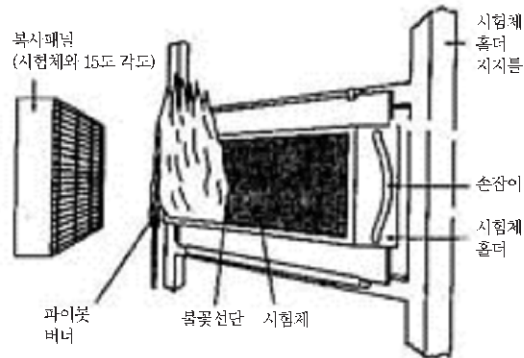
나. 화염 전파성 시험

화재에 노출된 내장재의 화염확산의 정도를 평가하는 시험으로 통상 수직 방향으로 설치된 시험체를 가스 연소식 복사 패널에 의해 공급되는 복사열에 노출시켜 착화열, 평균연소지속열, 소화시 임계열류량, 총방출열, 최대 열방출율 등을 측정하게 된다.

ISO 5658-2(Reaction to fire tests-Spread of flame-Part 2 : Lateral spread on building products in vertical configuration), ASTM E 1317(Standard Test Method for Flammability of Marine Surface Finishes), IMO Res. A.653(16) (Recommendation on Improved Fire Test Procedures for Surface Flammability of Bulkhead, Ceiling and Deck Finish Materials) 등에서 화염전파성 시험방법을 규정하고 있으며 시험장치의 규격이나 시험체 조건 등이 유사한 것을 알 수 있다. 최근 우리나라도 ISO 5658-2를 근간으로 한 ‘건축재료의 화염전파시험’ 규격(KS F 2844)을 2002년 7월에 제정하였다.

〈표 2〉 화염전파시험 조건

항 목	시험 조건
가열로	가스복사로 : 300×500(mm)
복사강도	0.2~50kW/m ²
시험체 규격	155×800(mm)
시험체 수	5개
시험시간	<ul style="list-style-type: none"> • 미착화시 10분 • 불꽃 소멸 후 3분 • 전체화염전파시



〔그림 2〕 화염전파 시험장치

다. 바닥재 화재시험

화재 초기 단계에서 바닥재가 화재 확산에 미치는 영향은 천장 및 벽체에 비해 상대적으로 적은 것으로 알려져 있으나 복도와 같은 피난통로의 경우 바닥재에 의한 화재확산이 인명피해의 요인이 될 수 있다는 연구결과 사례가 나와 있다. 바닥재의 화재안전성 평가는 고온 복사열 조건하에서 화염전파거리에 의한 임계복사량 및 연기발생량 측정을 통해 평가하게 된다. 이 시험방법은 미국에서 ASTM E 648, NFPA 253, UL 992 등으로 규정하고 있으며 ISO에서는 2002년에 ISO 9239-1(Reaction to fire tests for

floorings – Part 1 : Determination of the burning behavior using a radiant heat source) 및 ISO 9239-2(Reaction to fire tests for floorings – Part 2 : Determination of flame spread at a heat flux level of 25kW/m²)를 제정하였다. 우리 나라도 2003년에 ISO 기준과 동일한 KSF ISO 9239-1 및 KSF ISO 9239-2를 제정함으로써 바닥재의 화재안정성평가방법을 도입하였다. 주요 시험조건과 시험장치는 <표 3>, [그림 3]과 같다.



[그림 3] 바닥재 화재시험장치

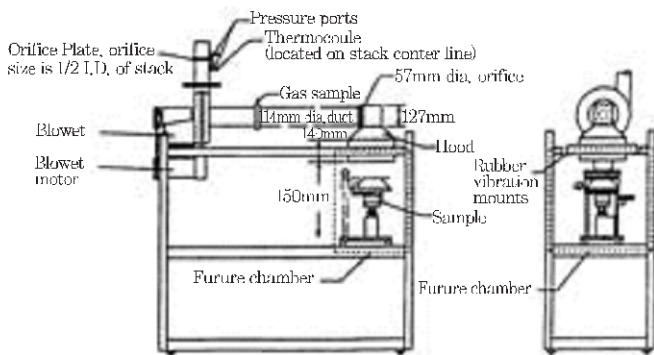
<표 3> 바닥재 화재시험 조건

항 목	시험 조건
가 열 로	복사패널 : 300×450(mm)
시 험 체	1,050×230(mm)
측 정 장 치	열측정장치 : 열류계, 고온계, 열전대 연기측정장치
시 험 시 간	30분
결 과 표 현	임계복사량 : 1.1~10.9/2.6~25.2(kW/m ²) 연기량(광투과율) : 0~100%

라. 콘칼로리미터시험

건축 내장재료의 화재성능을 예측하는 시험방법의 하나로 복사열에 노출된 시험체의 열방출 특성을 연소생성물 흐름 속의 산소농도와 유속으로부터 유도된 산소소비량을 측정하여 평가하는 방법으로 미국 NIST에서 개발한 콘칼로리미터를 이용한 시험이다. 이 시험으로 측정이 가능한 내장재의 연소특성은 열방출율, 최대열방출속도, 총방출열량, 유효연소열, 발화시간, 열기방출율, 질량감소율 등이다.

이 시험방법을 규정한 국제 규격으로는 ISO 5660-1(Reaction to fire test – Heat release, smoke production and mass loss rate – Part 1 : Heat release rate(cone calorimeter method))가 있으며, 미국의 ASTM E 1354, ASTM E 1473, ASTM D 5485, NFPA 264 등이 있다. 주요 시험조건과 시험장치는 <표 4>, [그림 4]와 같다.



[그림 4] 콘칼로리미터 시험장치

<표 4> 콘칼로리미터 시험조건

항 목	시험 조건
가 열 방 식	복사열
가 열 체	콘히터
복 사 강 도	50kW/m ²
가 열 시 간	20분
데 이 터 수 집 기 간	20분
시 험 체 규 격	100×100×50(mm)
배 출 유 량	0.024±0.002m ³ /s

마. 룸코너 화재시험

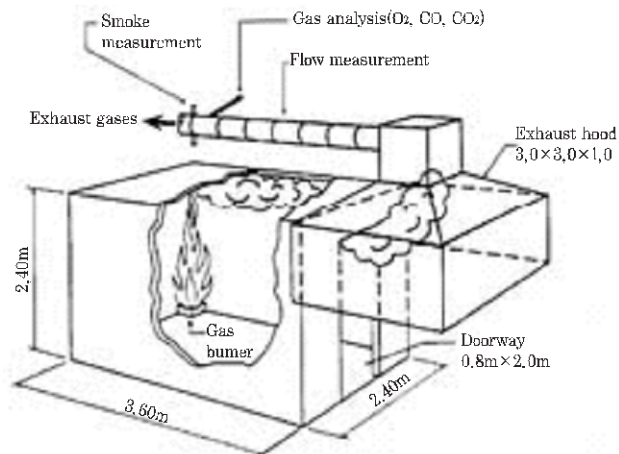
룸코너 시험법은 건축물에 설치되는 내장재의 연소성능을 측정하기 위한 실대 규모 시험방법이다. 이 시험방법을 규정한 국제규격으로는 ISO 9705(Fire test - Full scale room test for surface product) 가 있으며 미국의 NFPA 286, NFPA 265 등이 있다.

〈표 5〉 룸코너 화재시험조건

항 목	시 험 조 건
시험장치	2.4×3.6×2.4(m) 개구부 : 0.8×2(m)
가열원	프로판가스 버너
시험체 설치	벽면 3면 및 천장
가열조건	최초 10(5)분 50(40)kW 이후 10분 300(160)kW
시험시간	20분 또는 flash over
측정항목	<ul style="list-style-type: none"> • flash over 발생시간 • 실내온도 • 열방출률 등

시험장치는 단일 개구부를 가진 구획실과 연소가스 성분을 측정하기 위한 가스수집장치로 구성된다. 3개의 벽체와 천장에 설치한 내장재는 구석에 위치한 화원에 노출되어 있다. 시험은 플래시오버가 발생될 때까지 계속하거나 20분이 경과될 때까지 지속된다. 플래시오버 발생은 열방출률이 1MW에 도달하는 시간으로 한다.

주요 시험조건과 시험장치는 <표 5>, [그림 5]와 같다.



[그림 5] 룸코너 화재시험장치

바. 연기 및 연소가스 유해성시험

가연성 내장재는 화재시 자체 자체연소에 의한 화재확대의 요인이 되는 동시에 내장재 연소시 발생하는 연기 및 연소가스(CO₂, CO, HCl, HCN, NO₂, SO₂ 등)는 인명에 치명적인 위해요인이 될 수 있다. 따라서 내장재의 연기 및 연소가스 발생여부가 화재안전성 평가기준 중 하나의 요소가 된다. 연소가스 유해성에 대한 판정방법은 크게 2종으로 분류할 수 있는데 하나

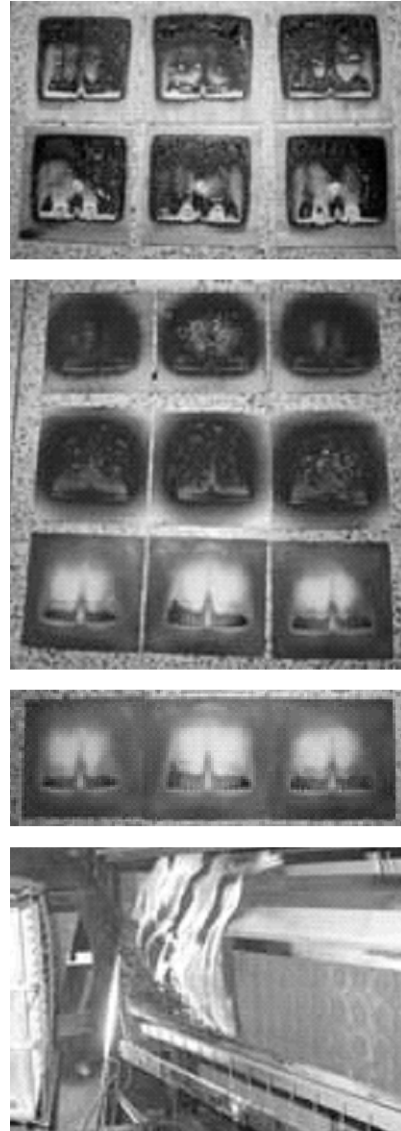
는 시험체 연소시 발생하는 연기 및 연소가스를 동물(마우스 등)에 노출시켜 행동정지 상태를 관찰하는 것이다. KS F 2271에서 규정한 가스유해성시험이나 ASTM E 1678에 의한 시험이 이에 해당된다.

또 다른 한가지 방법은 FTIR, NDIR 등 가스분석장치를 이용하여 연소가스에 포함된 가스 종류별 발생량을 정량적으로 측정하여 인체에 유해성 정도를 판정하는 것이다. ISO에서 현재 FTIR 분석방법의 표준화 작업을 진행하고 있다. (ISO/CD 19702 : Toxicity test of fire effluents - Guide for analysis and vapours in fire effluents using FTIR gas analysis) 또한 ISO/TR 9122에서 연소가스에 대한 위험분석방법 등을 제시하고 있다.

3. 맺음말

화재안전규격의 국제 경향은 사양규격(Prescriptive standard)에서 성능규격(Performance - based standard)으로 전환하는 추세에 있으며, 이러한 변화에 부응하기 위해 우리 나라의 내장재에 대한 화재위험성평가 방법도 국제기준에 부합된 내용으로 변화되고 있다. 그러나 이러한 평가방법이 실제 활용되기 위해서는 건축 관련 법규에서 내장재 등급분류기준 등이 이에 맞게 개정되어야 할 것이다. 일본의 경우 내장재 분류기준이 우리나라와 유사하였으나 분류기준을 국제적으로 통용되는 시험에 의해 판정하도록 건축법규를 개정(2001년)하여 시행하고 있다.

국제 산업환경이 노동·자본 집약적 산업에서 기술·지식 집약적 산업으로 변화됨에 따라 표준이 시장 지배의 도구로 활용될 가능성을 충분히 예상할 수 있으며 화재안전분야도 예외가 될 수 없다. 따라서 우리의 화재안전분야 기준도 성능기준 개념의 도입과 함께 국제기준에 부합될 수 있는 기준으로의 전환을 위해 정부는 물론 민간기관도 함께 노력해야 할 것이다. 🌐



[그림 6] 표면부가 시험장면