

# 개정된 건축물 내부 마감재료의 난연성능 기준 소개

본 고에서는 개정된 난연성능 시험기준에 대한 정확한 해석과 산업분야별로 요구되어지는 화재안전성능의 기준에 대해 살펴보고 타 분야의 성능기준과 혼용하여 발생하는 문제점들을 줄이고자 한다.

김 건 배 / 용도엔지니어링 소방설비설계본부  
(kbkim@ungdo.co.kr)

## 서론

급속한 경제성장과 더불어 건축물이 대형화, 고층화되고 용도 및 기능도 다양하고 복합화됨에 따라 화재로 인한 인명피해 및 재산상의 피해가 증가하고 있으며, 대형 화재로의 발전을 막기 위해 연소 확대를 야기하는 내장재를 지양하고 안전성있는 내장재료로 설치, 사용하도록 법규에서 규제하고 있다.

그러나 현재 “건축자재 난연성능 기준”에 관련 내용들은 객관적인 법(法)적 내용을 각 분야에서 자의적이고 임의적인 해설로 혼돈을 초래하는 부분들이 많았다. 이에 기존의 건축물 내부 마감재료의 난연성능 평가방법(KS F 2271)은 현실성이 없고 화재 안전성을 평가하는데 있어 미흡하여, 국제 규격의 시험방

법을 도입하고 난연성 재료의 평가기준을 실질적인 화재성능시험으로 새로이 제정하여 시행하고 있다.

이에 본 고에서는 개정된 난연성능 시험기준에 대한 정확한 해석과 산업분야별로 요구되어지는 화재 안전성능의 기준에 대해 살펴보고 타 분야의 성능기준과 혼용하여 발생하는 문제점들을 줄이고자 한다.

## 건축물의 난연 성능 시험기준

은폐 또는 노출되는 많은 건축, 설비, 인테리어 등의 마감공정에서 기능을 고려한 안정된 재료 선택의 접근은 매우 신중해야 한다. 특히, 우리가 간과할 수 있는 지하시설물, 천정마감재와 상부 슬래브 사이의 공간, 건축물 수직 샤프트, 공동구, 기계실 등과 같은 공간은 화재발생시 가연성물질들에서 뿜어져 나오는 살인적인 독가스와 화염의 전파 통로가 되는 공간들이기에 보다 광범위한 재료에 대한 열방출을 시험과 연소시 치명적인 가스유해성시험 등을 통한 보다 세부적인 검증이 요구되어져야 할 것이다.

## 성능 기준의 개정

난연성 등급에 관한 명확한 기준이 없는 경우가 있으므로, 불연재료, 준불연재료, 난연재료의 성능에 관한 구체적인 판정기준을 정할 필요가 있으며, 연소시험 결과 질량 감소율, 열방출량 등에 따라 불연재료, 준불연재료, 난연재료를 판정하도록 하는 등



[그림 1] 건축물 화재 현장



내부마감재료의 성능기준을 마련함으로써 사용자들의 혼란이 방지되고 건축물의 화재안전성이 강화되는 기대 목적으로 개정하였다. 개정 내용의 주요 내용은 표 1과 같다.

### 철도차량 화재성능 시험기준

철도용 차량 내장재의 난연성능 기준에서는 주로 독성, 화염전파, 산소지수, 연기밀도와 같은 항목들로 대구참사 이후로 전동차 내장재를 선진국 수준의 품질로 많은 검토를 하였으며, 열거한 시험항목기준에 모두 만족하여야 인정을 받을 수 있다.

#### 시험 항목

##### 가. 열방출율(HRR)

시편의 연소에 의하여 단위면적 및 시간당 방출되는 열에너지의 크기를 말하며 시험방법ISO 5660-1 또는 KS F ISO 5660-1에 따른다.

##### 나. 상온산소지수(LOI)

상온산소지수는 상온에서 규정된 재료의 연소가 지속되기 위하여 필요한 최소한의 산소농도를 말하며 시험방법은 ISO 4589-2 또는 KS M ISO 4589-2에 의한다.

##### 다. 연기밀도(Ds(n))

연기밀도(Ds, Density of smoke)라 함은 시료의 연소시 발생하는 연기의 양을 빛의 투과율 변화를 이용하여 측정된 값으로 시험방법은 ASTM E 662에 의한다.



[그림 2] 철도 차량 화재 현장

<표 1> 성능 시험기준

등급	규격	판정 기준
불연재료 (1급)	KS F ISO 1182 (건축재료의 불연성시험방법)	가열시험 개시 후 20분간 가열로 내의 최고온도가 최종평형 온도를 20K 이상 초과 상승하지 않아야 하며(단, 20분 동안 평형에 도달하지 않으면 최종 1분간 평균온도를 최종평형온도로 한다) 가열종료 후 질량감소율이 30% 이하이어야 한다.
	KS F 2271 (가스유해성시험법)	실험용 쥐의 평균행동 정지시간 9분 이상이어야 한다.
준불연재료 (2급)	KS F ISO 5660-1 (콘칼로리미터법)	가열 개시 후 10분간 총방출열량이 8 MJ/m <sup>2</sup> 이하이며, 10분간 최대 열방출률이 10초 이상 연속으로 200 kW/m <sup>2</sup> 을 초과하지 않으며, 10분간 가열 후 시험체를 관통하는 균열, 구멍 및 용융(복합자재의 경우 심재가 전부 용융, 소멸되는 것을 포함) 등이 없어야 한다.
	KS F 2271 (가스유해성시험법)	실험용 쥐의 평균행동 정지시간 9분 이상이어야 한다.
난연재료 (3급)	KS F ISO 5660-1 (콘칼로리미터법)	가열 개시 후 5분간 총방출열량이 8 MJ/m <sup>2</sup> 이하이며, 5분간 최대 열방출률이 10초 이상 연속으로 200 kW/m <sup>2</sup> 을 초과하지 않으며, 5분간 가열 후 시험체를 관통하는 균열, 구멍 및 용융(복합자재의 경우 심재가 전부 용융, 소멸되는 것을 포함) 등이 없어야 한다.
	KS F 2271 (가스유해성시험법)	실험용 쥐의 평균행동 정지시간 9분 이상이어야 한다.

\* ( )안의 등급은 개정전 난연등급에서 사용되었던 분류 기준이기에 참조바람.

건축물 내부 마감재료의 개정된 난연성능 기준

<표 2> 시험대상 품목별 합격기준

화재성능 요구기준	시험방법 시험규격	시험항목	합격기준					
			위험등급(1)	위험등급(2)	위험등급(3)	위험등급(4)		
내장판	ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥28	≥32	≥35	≥40		
	ISO 5658-2	Qsb(MJ/m <sup>2</sup> )	≥1.2	≥1.2	≥1.5	≥1.5		
	ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥15	≥18	≥20	≥20		
	ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤150	≤100	≤75	≤50		
	ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤300	≤200	≤150	≤100		
	ASTM E 662	Ds(10min)	-	-	≤300	≤200		
	BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.6	≤2.7	≤1.6	≤1.6		
의자	커버	ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥24	≥26	≥28	≥28	
		ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤150	≤125	≤100	≤100	
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤300	≤250	≤200	≤200	
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.2	≤2.7	≤2.3	≤2.0	
	쿠션	ISO 4589-2	산소지수(LOI)	-	≥22	≥24	≥28	
		ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤175	≤175	≤125	≤100	
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤300	≤300	≤200	≤175	
	몸체	BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.6	≤3.6	≤3.2	≤3.2	
		ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥28	≥28	≥32	≥32	
		ASTM E 662	Ds(1.5min)	-	-	-	≤100	
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤300	≤300	≤200	≤200	
	통로 연결막	(A)형	ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥28	≥32	≥35	≥40
			ISO 5658-2	Qsb(MJ/m <sup>2</sup> )	-	≥1.2	≥1.5	≥1.5
ISO 5658-2			CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥15	≥18	≥20	≥20	
ASTM E 662			Ds(1.5min)	≤150	≤100	≤75	≤50	
ASTM E 662			Ds(4.0min)	≤300	≤200	≤150	≤100	
BS 6853 Annex B.2			독성지수(R)	≤3.6	≤2.7	≤1.6	≤1.6	
(B)형		ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥26	≥26	≥28	≥28	
		ISO 5658-2	Qsb(MJ/m <sup>2</sup> )	-	-	≥1.0	≥1.0	
		ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥7	≥7	≥10	≥10	
		ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤200	≤150	≤100	≤100	
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤400	≤300	≤200	≤200	
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.6	≤3.6	≤2.7	≤2.7	
바닥재	ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥24	≥26	≥28	≥28		
	ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥4.5	≥4.5	≥7	≥7		
	ASTM E 662	Ds(1.5min)	-	-	-	≤100		
	ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤400	≤300	≤250	≤200		
	BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤5.0	≤4.0	≤3.0	≤3.0		



화재성능 요구기준		시험방법 시험규격	시험항목	합격기준			
				위험등급(1)	위험등급(2)	위험등급(3)	위험등급(4)
단열재	벽· 천정부· 객실 덕트 내부	ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥24	≥28	≥32	≥35
		ISO 5658-2	CFE(kW/m²)	-	≥7	≥10	≥20
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤350	≤300	≤250	≤100
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.0	≤2.7	≤2.0	≤1.6
	외부 공조기 내부	ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥24	≥24	≥28	≥32
		ISO 5658-2	CFE(kW/m²)	-	-	≥7	≥10
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤400	≤350	≤300	≤250
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤4.0	≤3.0	≤2.7	≤2.0
	바닥부	ISO 4589-2	산소지수(LOI)	≥24	≥24	≥28	≥28
		ISO 5658-2	CFE(kW/m²)	-	-	≥7	≥7
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤400	≤350	≤300	≤250
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤4.0	≤3.0	≤2.7	≤2.7

**라. 독성지수(R : Index of Toxicity)**

독성지수(R)는 규정된 시료의 연소시 발생된 주요 가스(CO<sub>2</sub>, CO, HF, HCl, HBr, HCN, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말하며 시험방법은 BS 6853 Annex B.2 방법에 의한다.

**마. 연소지속열(Qsb)**

연소지속열(Qsb, heat for sustained burning)이라 함은 시료의 연소가 지속되기 위하여 필요한 단위면적당 평균 열에너지를 말하며, 시험방법은 ISO 5658-2 또는 KS F 2844에 의한다.

**바. 소화점 임계열류량(CFE)**

소화점 임계열류량(CFE, critical flux at extinguishment)이라 함은 화염의 전파가 종료되는 소화점에서 단위면적이 시간당 받는 열에너지를 말하며 시험방법은 ISO 5658-2 또는 KS F 2844에 의한다.

**성능평가 시험 방법**

**가. 불연성 시험방법(Non combustibility test)**

ISO 1182 또는 KS F ISO 1182(Reaction to fire test for building productions-Non combustibility test)는 대상 시험체가 일정한 가열온도(750℃)에서 어느 정도 발열하는가를 온도로 측정하는 시험방법이다. 이

시험규격은 유럽, 일본 등에서 내장재 불연성 평가 방법으로 채택하고 있으며, 국제해사기구(IMO)에서도 선박에 사용되는 내장재, 단열재 등 불연성을 요구하는 재료에 대한 성능방법으로 활용하고 있다.

**나. 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 국제규격으로는 ISO 5660-1 또는 국내규격 KS F ISO 5660-1(reaction to fire test - heat release, smoke production and mass loss rate - Part1 : heat release rate (cone calorimeter method))이 있으며, 주요 시험조건과 시험장치는 표 4 및 그림 4와 같다.

**다. 연기 및 연소가스 유해성시험**

내장재의 연기 및 연소가스 발생여부가 화재안전성 평가기준 중 매우 중요한 하나의요소가 된다. 연소가스 유해성에 대한 관정방법은 크게 2가지로 분

건축물 내부 마감재료의 개정된 난연성능 기준

<표 3> 불연성 시험조건

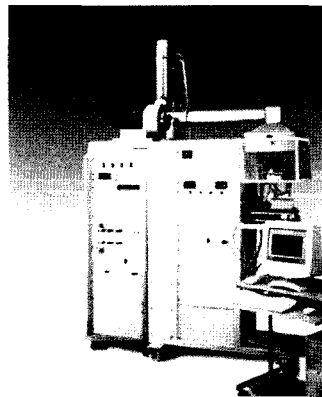
항 목	시험 조건
시험체규격	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원기둥형(직경 45 mm + 0, -2. 높이 50±3 mm)</li> <li>• 수량 : 5개</li> </ul>
온도측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 로내 온도</li> <li>• 시험체 표면온도</li> <li>• 시험체 중심온도</li> </ul>
로내온도안정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 ± 5℃ 상태에서 10분간 안정</li> <li>• 10분간 최대 편차 10℃</li> </ul>
시험시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시험체 설치 후 30분 또는 온도안정 시점</li> </ul>
결과표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도상승 : 최고온도 - 최종1분간 평균온도</li> <li>• 잔열시간(초)</li> <li>• 중량감소(%)</li> </ul>



[그림 3] 불연성 시험기

<표 4> 콘칼로리미터 시험조건

항 목	시험 조건
가열방식	복사열
가열체	콘히터
복사강도	50 kW/m <sup>2</sup>
가열시간	20분
데이터수집시간	20분
시험체 규격	100 × 100 × 50 (mm)
배출 유량	0.024 ± 0.002 m <sup>3</sup> /s



[그림 4] 콘칼로리미터 시험장치



[그림 5] 연소가스 유해성시험

류되는데, 첫 번째는 시험체 연소시 발생하는 연기 및 연소가스를 동물(마우스 등)에 노출시켜 행동정

지 상태를 관찰하는 것이다. KS F 2271에서 규정한 가스유해시험이나 ASTM E 1678에 의한 시험이 이에 해당된다.

두 번째는 FTIR, NDIR 등 가스분석장치를 이용하여 연소가스에 포함된 가스 종류별 발생량을 정량적으로 측정하여 인체에 유해성 정도를 판정하는 것이다. ISO/TR 9122에서 연소가스에 대한 위험분석방법 등을 제시하고 있다.

라. 화염 전파성 시험

화재에 노출된 내장재의 화염확산의 정도를 평가하는 시험으로 통상 수직방향으로 설치된 시험체를 가스 연소식 복사패널에 의해 공급되는 복사열에 노



출시켜 착화열, 평균연소지속열, 소화시 임계열류량, 총방출열, 최대열방출을 등을 측정하게 된다.

ISO 5658-2(reaction to fire test - spread of flame - part 2 : lateral spread on building productions in vertical configuration)에서 화염전파성 시험방법을 규정하고 있다.

#### 마. 바닥재 화재시험

고온 복사열 조건하에서 화염전파거리에 의한 임계복사량 및 연기발생량 측정을 통해 평가하게 되고, 이 시험방법은 ISO 9239-1(reaction to fire test for floorings - part 1 : determination of building behavior using a radiant heat source) 및 ISO 9239-2 (reaction to fire test for floorings - part 2 :

determination of flame spread at a heat flux level of 25 kW/m<sup>2</sup>)에서 규정하고 있다.

#### 바. 룸코너 화재시험

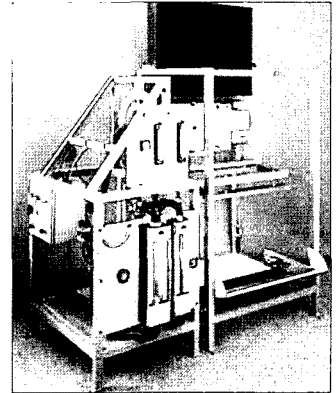
룸코너 시험법은 건축에 설치되는 내장재의 연소성능을 측정하기위한 실내 규모 시험방법이다. 이 시험방법을 규정한 국제규격으로는 ISO 9705(fire test - full scale room test for surface product)가 있다.

#### 건축물 난연 성능 법령기준

건설교통부공고제2005-265호로 2005. 8. 26.에「건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙」일부 개정령이 입법예고되어 건설교통부에서는 2006.

<표 5> 화염전파 시험조건

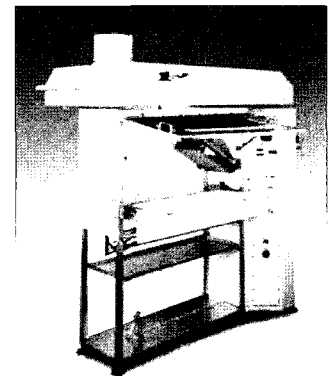
항 목	시험 조건
가열로	가스복사로 : 100 × 500 (mm)
복사강도	0.2~50 kW/m <sup>2</sup>
시험체 규격	155 × 800 (mm)
시험체 수	5개
시험체 시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미착화시 10분</li> <li>• 불꽃 소멸 후 3분</li> <li>• 전체화염전파시</li> </ul>



[그림 6] 화염전파 시험 장치

<표 6> 바닥재 화재 시험조건

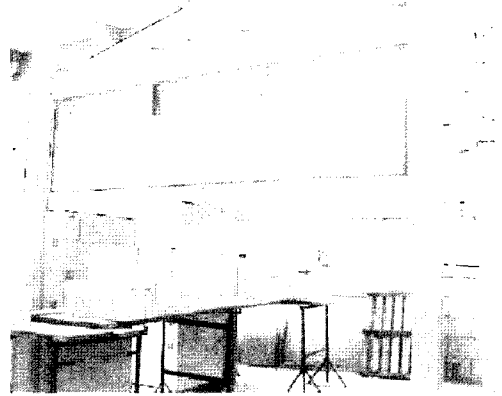
항 목	시험 조건
가열로	복사패널 : 300 × 450 (mm)
시험체	1,050 × 230 (mm)
측정장치	열측정장치: 열유계, 고온계, 열전대 연기측정장치
시험 시간	30분
시험체 시간	임계복사량 : 1.1 ~ 10.9/2.6 ~ 25.2 kW/m <sup>2</sup> 연기량(광투과율) : 0 ~ 100%



[그림 7] 바닥재 화재 시험장치

<표 7> 룸코너 화재 시험조건

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



[그림 8] 룸코너 화재시험장치

11. 8.에 건축물 내부마감재료의 난연성능기준을 고시하였으며, 2006. 12. 30.부로 시행을 하고 있다. 중요사항으로는 기존에 난연성능을 판단하는 등급 기준으로 난연 1급, 2급, 3급으로 구분 하였으나 새로운 기준에서는 불연성, 준불연성, 난연성으로 구분하였다.

난연성능의 하위 항목으로 불연성, 준불연성, 난연성이 있는데 세 번째 성능의 “난연성”과 세가지 성능을 통칭하고 있는 “난연성능”이라는 용어가 중복되어 혼동의 여지가 있고, 혼란을 야기하고 있다. 그리하여 해당 건축재료 전문위원회에서는 이들을 통칭하는 기술적인 용어를 “난연성능”에서 “연소성능”으로 변경하는 것으로 의견들을 모아 소비자를 위한 법적인 용어가 정립될 수 있도록 개정되어 적용하고 있다.

### 결 론

타 분야의 성능기준 중 특정 부분만 발취하여 건설 분야의 난연성능 평가기준으로 준용될 수 있으나, 많은 세심한 검토가 요구되어야 할 것이다. 예를 들어 산소농도와 같은 기준은 누구나 공감하는 기본적인 상식으로, 이러한 중요인자에 대한 분석으로는 국내 건축법에 의한 건축물 내부 마감재료의 난연성능 기준(건설교통부고시)에서 시험방법(KS F ISO 5660-1 콘칼로리미터법, KS F 2271 가스유해성시험법)에 따른 산소농도, 독가스 등 안정성에 관한 전반적인 내용들이 실제 화재성능시험으로 상세히 다루어지고 있다. 다른 분야의 내장재 조건에서 그것도 특정 항목만을 발취하여 건축물의 화재안정성 판단 여부로 기준하기에는 다소 무리가 있다고 판단된다. (☉)