

# 건축재료의 난연성

이 덕 준  
 〈시험소 연구원〉

## 1. 序言

건물을 구성하는 각종재료는 제각기 독특한 성질을 가지고 있다. 이 성질들은 건물을 設計・施工하는 데 중요한 요소가 되고 있으며, 실제로 각 재료의 특성이 충분히 발휘할 수 있도록 適材를 適所에 사용하는 것이 건물의 優劣을 가능하는 하나의 關鍵이 된다. 일반적인 건축재료의 성질과는 달리 난연성은 화재라는 긴박한 상황을 염두에 두고서, 일정한 열과 불꽃 등의 加熱源에 의한 타기 어려운 정도를 상대적으로 비교・평가한 결과로 볼 수 있으므로 대형건물이 증가일로에 있는 현실을 고려할 때 그 중요성은 가중되고 있다고 할 수 있다.

건축재료중 특히 내장재료는 室內火災가 발생할 경우 화재를 확대시키는 주된 원인이 되므로 내장재료의 난연성확보가 범사회적으로 요구되는 추세에 있다.

본고에선 이러한 중요성을 가지고 있는 내장재료의 난연성에 대해 우리나라의 측정시험방법을 위주로 하여 약 2년간의 실무상 느낀점 등을 논술해 보고자 한다.

## 2. 難燃性과 關聯用語

가. 難燃性 : 타기 어려운 성질을 표시하며 용

어자체로선 그 정도를 가늠할 수 없는 추상적 의미로서 等級은 3가지(1급,2급,3급)로 구분한다.

나. 不燃材料 : 타지 않는 재료를 의미하나, 실제론 타더라도 난연성이 1급의 성능이 있을 때 불연으로 하므로 의미상 혼동을 줄 수 있는 용어이다.

다. 準不燃材料 : 타지 않는 정도가 불연재료보다는 더 타고 난연재료보다는 덜 타는 재료로써 그 재료의 난연성이 2급의 성능이 있는 것을 의미한다.

라. 難燃材料 : 타기 어려운 성질을 가진 재료로써 그 재료의 난연성이 3급의 성능이 있는 것으로서 가연재료보다는 우수한 것이다.

## 3. 難燃性 測定

내장재료의 난연성 측정은 KSF 2271(건축물의 내장재료 및 공법의 난연성 시험방법)에 의해 그 등급을 1급, 2급, 3급으로 판정하며, 난연 1급은 표면시험과 기재시험, 난연 2급은 표면시험과 부가시험, 난연 3급은 표면시험을 실시한다. 각 시험항목별로 측정내용은 다음과 같다.

### 가. 表面試驗

시험체의 표면을 가열하여 난연성을 측정하는

화재시험으로써 주어진 일정한 열원에 의해 가열될 때 발생하는 배기온도와 단위면적당 發熱係數(CA)를 자동기록·측정하며, 더불어 가열 종료시 시험체의 殘炎時間, 균열, 용융, 변형 등을 육안 관측한다.

가열조건은 건조양생된 표준판(두께1cm의 0.8 석면시멘트퍼라이트판)을 부착하여 먼저 부열원(LPG중 프로판가스사용, 공급량 약 350cc/min)으로 3분간 가열한 후 추가로 주열원(전력 약1.5kw이용)을 가하여 10분간 태웠을 때 표1에 나타난 배기온도를 20℃이내의 차로 재현할 수 있어야 하며, 이 가열조건으로 재료의 난연성급별에 따라 표2에 제시한 가열시간으로 시험을 한다. 시험체(기본숫자:3개)는 표준크기(☆1참조)로써 기준양생법(☆2참조)으로 양생한 것이어야 한다.

표1

경과시간(분)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
배기온도(℃)	70	80	90	155	205	235	260	275	290	305

표2

난연성급별	처음 부열원만으로 가열시간(분)	부열원 및 주열원에 의한 가열시간(분)	전체가열시간(분)
난연 1급	3	7	10
난연 2급	3	7	10
난연 3급	3	3	6

☆ 1 표준크기: 종횡 각각 220mm, 실제두께로함(두께가 15mm를 초과할 때는 난연성능에 지장을 주지 않는 방법으로 15mm까지 감소할 수 있음)

☆ 2 기준양생법: 온도 35~45℃의 건조기 속에서 24시간이상 건조시킨 후 데시케이터 속에 24시간이상 보관양생함.

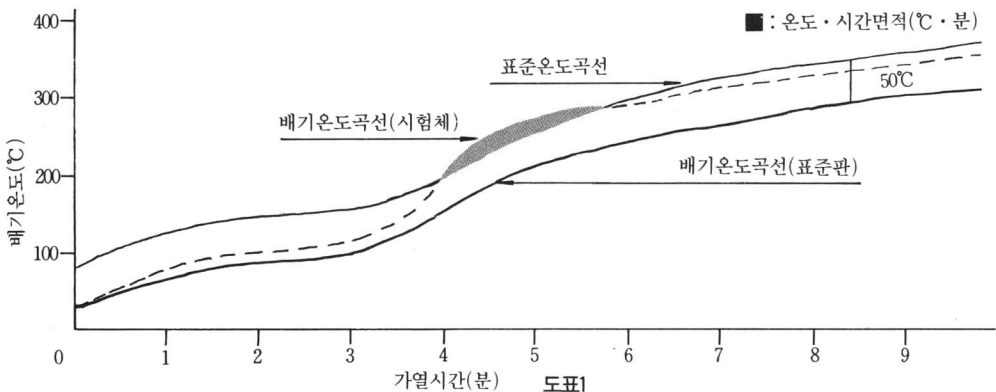
상기의 조건으로 시험한 전량의 결과가 표3의 내용을 벗어나지 않을 때 해당 난연성이 있는 것이다.

표 3

난연성급별	온도·시간 면적(℃×분)		단위면적당 발열계수(CA)	잔열시간(초)	용 용	균 열 폭	방화상 유해한 변형
	가열시간						
	3분이하	3분초과					
난연1급	0	0	30 이하	30초미만	전 두께에 걸쳐 없을 것	뒤틀림 발생 폭이 전두께의 1/10 미만일 것	없을 것
난연2급	0	100 이하	60 이하				
난연3급	0	350 이하	120 이하				

참고) 온도·시간면적이란 배기온도곡선(시험체)이 표준온도곡선(표준판에 의한 배기온도곡

선을 50℃ 상승되게 수평이동시킨 곡선)을 초과하는 부분의 면적을 말한다. (도표1참조)

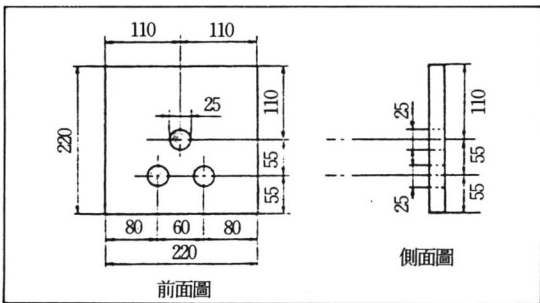


#### 나. 附加시험

난연2급의 성능판정을 요하는 재료에 국한하여 추가로 실시하는 표면시험의 일종으로써 시험체(기본숫자:3개)의 크기 및 양생방법은 표면시험체와 동일하다. 그러나 시험체는 직경 25mm의 구멍을 도면1과 같이 설치하도록 되어 있어, 시험체의 표면뿐만 아니라 裏面까지 태워 보는 화재시험이라고 할 수 있다. 가열시험은 시험체의 뒷면(비가열면)에 표준판을 밀착하고서 10분동안 표면시험의 가열조건으로 실시하며 시험체 3개의 시험결과가 표4의 수치이하가 되어야 한다.

표4

온도·시간면적 ( $^{\circ}\text{C}\times\text{분}$ )	단위면적당 발연계수( $C_A$ )	잔염시간 (초)
150	60	90



도면1 부가시험 試驗體(單位: cm)

#### 다. 기재시험

재료를 구성하는 주원료(주성분)가 일정한 가열온도( $750\pm 10^{\circ}\text{C}$ )에서 어느정도 발열하는가를 온도로 측정해 보는 화재 시험으로써 난연1급의 성능을 필요로 하는 재료에 국한하여 실시하며, 가열은 전열을 이용하여 시험시간은 20분간이다. 시험체의 크기 및 기본숫자는 높이가  $50(\pm 3)\text{mm}$ , 다른 2변은  $40(\pm 2)\text{mm}$ , 3개이고 두께가 얇은 재료는 여러겹을 포개서 형성하며 도장재나 치장마감재는 제거하여 시험할 수 있다. 양생방법은 온도  $35\sim 45^{\circ}\text{C}$ 의 건조기속에서 120시간이상

건조한 후 데시케이터속에 24시간이상 보관양생한다.

가열시험은 건조양생된 시험체를 일정한 온도로 조정된 가열로속에 삽입하고서 20분동안 실시하며 시험시간동안 로내온도의 상승치가  $50^{\circ}\text{C}$ 를 초과하지 않아야 한다.

### 4. 실무상 느낀점

가. 내장재료의 표면난연성을 측정하는 국내 시험방법은 일정시간동안 재료가 탈 때 발생하는 온도, 연기 등을 측정하므로 인해, 가열할 때 재료표면의 연소진행상태를 파악하기는 곤란하다. 특히 표면재가 가연재이고 바탕재가 불연재로 구성된 복합재료에서 (표면재의 두께 및 종류에 따라 달라질 수 있음) 도표 2-①과 같은 측정결과가 나타나고 기타 육안관찰 사항들이 전부 적합할 경우는 난연1급 성능이 있는 것으로 하고 있다.

이러한 배기온도곡선을 그리는 재료는 가열조건으로 태우면 처음부터 재료표면이 미약한 불꽃을 발생하면서 타는 것이 보이며 가연성의 표면재가 전부 타고나선 배기온도곡선이 표준온도곡선보다 훨씬 아래에 위치하게 된다. 이 재료로 내장된 실내에서 화재가 발생한다면 표면재의 역할로 인해 화재가 확대될 위험성이 있을 수 있다. 그러므로 표면재의 연소확대범위 및 속도 등을 측정하는 별도의 화재시험방법이 거론되어야 할 필요가 있다. (참고: ASTM E84의 25ft넬로이용한 화재시험방법)

또한 난연1급성능이 있는 도표 2-②와 같은 측정결과가 나타난 재료는 ①번의 재료와 비교 평가할 때 동일한 난연1급 성능이 있는 것으로 판정되더라도 그 정도의 우수함은 큰 것이다.

추가로 건축법에 규정된 난연성 내장재료의 쓰임새를 살펴보면 불연재료(난연1급성능)와 준불연재료(난연2급성능)는 함께 사용될 수 있으므로(예외: 내화구조의 내화피복재료는 불연재

료에 한함), 육안관찰 사항에 미달되지 않고 도표②-③과 같은 측정결과가 발생하는 재료는 난연2급의 성능이 있는 것으로 된다. 이러한 3종류의 결과를 대조평가해 보면 ①번재료는 화재초기에도 연소확대에 기여할 수 있는 가능성이 있으나 난연1급 성능이 있는 것으로 표시되며, ②번재료는 ①번재료와 동일한 난연등급을 가지고 있지만 화재확대에 조력할 위험성은 없다고 추정된다.

③번재료는 측정결과가 난연1급 성능에는 미달

되지만 난연2급 성능의 허용범위내에 있어 난연2급의 성능이 있는 것으로 된다. 이 재료는 어느 정도 화재가 진행될 경우(약 3분)는 연소확대에 기여할 수 있고 발연량이 ①, ②번재료보다 훨씬 크므로 이로 인한 위험요소는 있을 것이다.

종합해 보면 난연성능이 가장 우수한 ②번재료와 이보다 성능이 떨어지고 위험요소가 있는 ①, ③번재료는 법규상 함께 사용될 수 있으므로 동일등급 또는 차등급의 가치평가에 대해 법규적인 성능제한조치가 있었으면 한다.

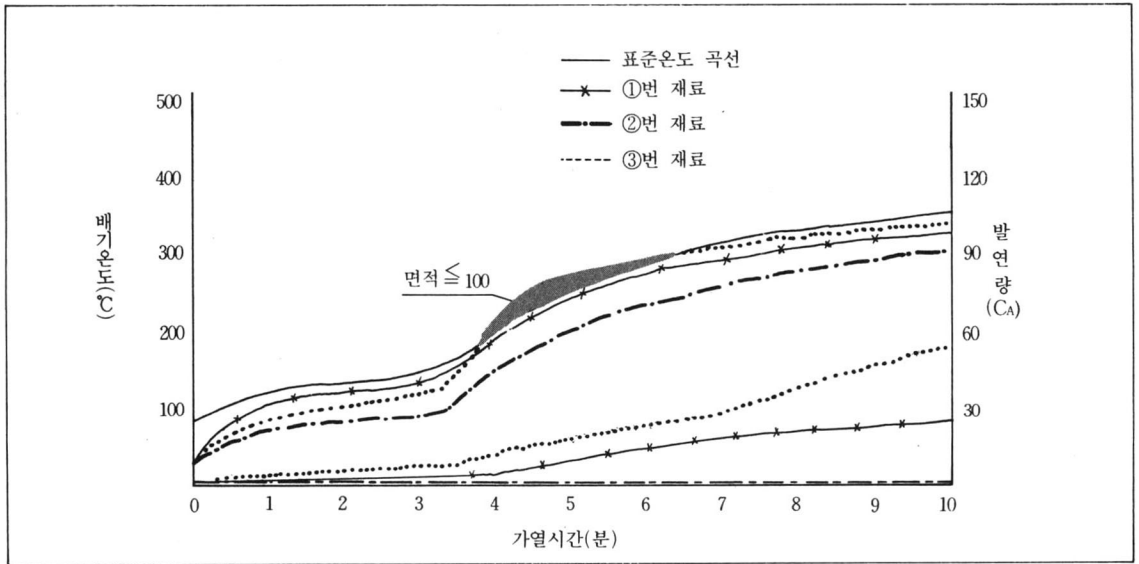


도표 2

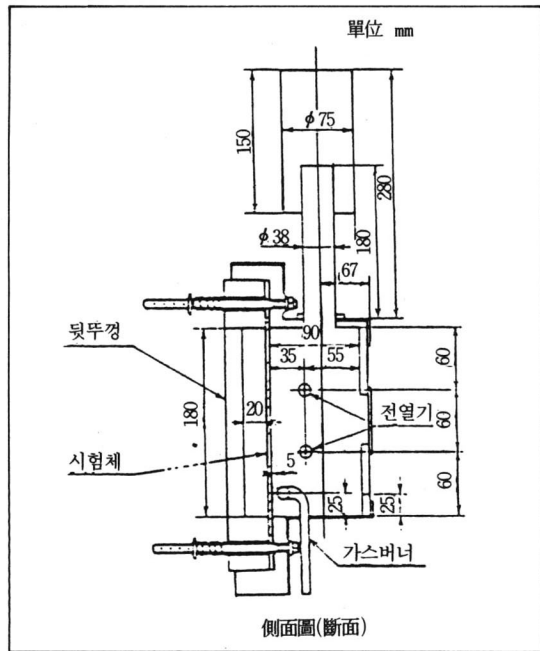
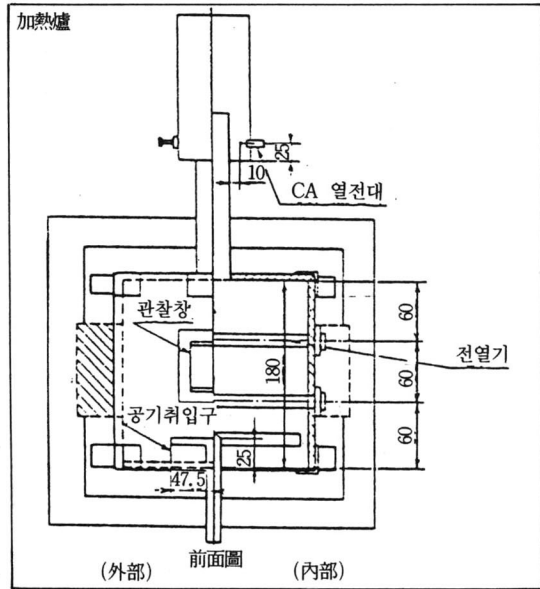
나. 시험종료직후 시험체의 뒷면(비 가열면)에 발생된 균열폭이 시험체두께의 1/10 이상일 때 해당 난연성급별에 적합하지 않은 것으로 된다. 실무를 통해 시험재료의 균열이 발생하는 시점을 파악해 본 결과(단 시험재료의 종류 및 두께에 따라 달라짐). 가열개시후 4분~7분 사이가 가장 많았다. 이 시간범위는 부열원(가스불꽃)으로 3분가열한 후 주열원(전열)이 추가로 공급된 1분~4분경이므로 시험체의 표면가연성 물질은 대부분 타거나 타버린 시점이어서 시험체는 열로 인해 상당히 劣化된 상태이며 열 팽창율이 다른 구성성분으로 인해 주로 발생하는

것으로 추정된다. 만일 시험체가 가열개시후 6분 이내에서 허용치 이상의 균열폭이 발생한다면 난연3급 성능에도 미달되는 것으로 판단하므로 일반적으로 불연재료로 알려진 천연석재, 무기질재료의 경질판 등이 이러한 성질을 나타낼 때는 그 두께에 대하여 언급하는 것이 타당하다고 생각한다.(실제 시험체를 부착하는 가열로의 구조상 별도 보완책이 강구되지 않는 한 시험체의 두께는 15mm정도가 최대치로 보여지며 일반 난연성내장재료의 두께도 대부분 이 범위내에 있음)

예를 들면 두께 15mm의 A천연석재는 허용치

이상의 균열이 발생되어 해당난연성능이 없는 것으로 판정되지만 두께 25mm의 것은 실제로 난연1급의 성능이 있을 수 있어 명확한 판정을 할 수 없다.

다. 고발포성재료로 표면처리 또는 구성된 시험체는 가열시험도중 팽창발포로 인해 도면2의



가열로에 설치된 가스버너의 구멍을 막거나 전기히터(Heater)를 에워싸는 성질이 있으므로 적정한 가열조건으로 시험체를 가열 할 수 없어 측정결과와 확실성이 보장될 수 없다. 그러므로 고팽창 발포하는 재료에 대한 별도의 화재시험방법이 설정되어야 한다. (참고: 일본에선 건설성고시 제1372호에 의해 고분자계열의 발포성 단열재료에 대하여 模型箱시험장치를 이용하여 발열속도 및 전체발열량 등을 측정함)

라. 표면시험에서 용융이나 탈락정도가 심하게 발생하는 재료는 가열시험 도중에 낙하물질을 발생하여 가스버너의 구멍을 막는 경우가 있다. 이 경우 적정한 가열조건으로 가열 될 수 없어 측정결과가 불확실하게 되므로, 이러한 성질을 가진 재료들에 대한 세부적인 시험방법 등이 강구되었으면 한다.

마. 표면가열시험을 하는 도중에 극심한 끄름을 발생하는 재료들은 열전대(배기온도측정)의 끄름부착정도가 심하게 되어 배기온도를 정확히 측정할 수 없다. 이 시험결과는 확실하다고 볼 수 없으므로 이러한 현상을 나타내는 재료에 대해 해결방안이 마련되었으면 한다.

바. 표면시험의 시험체건조양생법은 두께에 관계없이 일률적으로 35~45℃의 건조기속에 24시간이상 건조시킨 후 실내온도의 데시케이터속에 24시간이상 보관양생하도록 되어 있다. 예를 들면 두께 15mm, 5mm의 난연목재 2종류를 시험준비할 경우 건조·양생기간은 동일하게 될 것이므로 시험체의 함수율이 다를 수 있다. 시험체의 건조상태가 화재시험의 측정결과에 커다란 영향을 미침을 고려할 때 시험상의 명확한 세부 지침이 제정되어야 한다.

또한 기재시험의 시험체건조양생법을 보면 35~45℃의 건조기속에 120시간이상 건조시킨 후 실내온도의 데시케이터속에 24시간이상 보관양생하도록 되어 있다.

대부분의 내장재료는 그 두께가 시험체의 규정높이에 훨씬 미달하여 여러장 겹쳐서 시험체

를 구성하므로 각 장별로 표면시험체의 양생기간으로 실시할 수 있는 방안 등을 추가로 보완할 필요를 느끼며, 도장재나 치장마감재를 제거한 재료로써 시험할 수 있다는 단서조항은 도장재나 치장마감재의 전체에 대한 비율이나 두께 등이 상당부분을 차지할 때는 적용상 의문을 가질 수 있으므로 세부시행지침이 정해졌으면 한다.

사. 가열할 때 용융·적하현상을 나타내는 재료는 시험도중 기재시험기속의 공기흐름을 방해하여 측정결과가 부정확하게 될 수 있으므로 시험할 수 없는 재료에 대한 예외규정이 있어야 한다.

아. 低密度(체적에 비해 무게가 가벼운 것)재료들은 기재시험체를 조성할 때 다른재료들과 비교해서 극히 적은 양이 소요되어 중량이 특히 가볍다. 이러한 재료는 가열하면 빠른시간내에 연소·수축하므로 인해, 난연성능이 부족한 본래의 성질에 대한 정확한 측정결과를 구할 수 없고, 경우에 따라선 결과가 좋은 것으로 나타날 가능성이 있으므로 중량감소율에 대한 허용범위를 정했으면 한다.

## 5. 건의 사항

가. 현재의 내장재료에 대한 난연성능 시험방법은 약 20~30년전에 제정되었으므로 그 당시의 널리 사용하는 내장재료를 모델로 하여 고안된 것으로 추정되며, 갱년에 따라 부분적으로 보완·개정된 것이다. 그러나 새로운 재료가 부단히 출현하는 현실과 장래성을 고려하여 각종 내장재료의 난연성능을 측정할 수 있는 시험방법의 보완, 개정 및 육성책이 강구되었으면 한다.

나. 건축법, 소방법 등에 사용된 불연, 준불연, 난연재료들의 용어정의는 법규속에 명확히 기술하여 누구나 쉽게 이해할 수 있도록 해야 하며 건물용도에 따라 사용재료의 난연성등급은

좀더 세분화하고, 나아가선 화재발생확율이 높은 특수한 개소엔 사용재료의 난연성능값이 기재되었으면 한다.

다. 현재의 건조양생법은 재질, 두께 등에 관계없이 동일하게 적용할 가능성이 있으므로 시험소간에 시행상 차이가 나지 않도록 분명한 세부지침으로 개정되기를 바란다. (참고: 영국 BS476 Part 6의 표면 시험체 양생법은 온도 $23(\pm 2)^{\circ}\text{C}$  상대습도  $50(\pm 10)\%$ 에서 恒량이 될 때까지 실시하며, BS476 Part 4의 기재시험체 양생법은 24시간 동안 온도 $60(\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 로 건조한 후 테시케이터속에서 주위온도까지 보관·양생한다)

라. 각종의 화재시험결과를 각 시험기의 특성에 따라 일정하게 정해진 가열원에 의하여 파악된 것이어서 업무상 한계를 가지므로 실제화재시의 성장과는 관련될 수 없다는 내용을 각 시험기준의 적용범위에 삽입하여 시험결과를 이해하는 데 도움이 되었으면 한다.

마. 재료가 탈 때 발생하는 연소가스의 독성은 인명피해를 주는 주된 요인이 되므로, 건설부고시 제242호에 의해 난연2급과 난연3급재료는 연소가스의 유해성시험을 하도록 되어있다. 재료의 난연성이란 협의론 연소가스의 유해성이 제외될 수 있고 광의로는 포함될 수 있다. 본고에선 우리나라에서 적용하는 법(난연성측정의 필수시험이 아니며 별개의 시험임)에 따라 기술하지 않았으나 고분자계열의 석유화학제품 및 복합재료의 대거출현과 인체유해성에 대한 사회적인 인식고양으로 인해 연소가스의 유해성측정은 기본적인 시험으로 적용했으면 한다.

바. 화재시험방법에 대한 관련규격을 살펴보면 동규격의 제정에 대한 역사와 기술이론적인 근거가 없다. 이러한 배경역사와 근거를 언급하여 보다 충실하고 합리적인 내용이 될 때 장래에 발전할 수 있는 계기가 되고 명확한 방향제시가 될 것이다.

아. 재료의 난연성능에 대한 인증제도가 아직까지 없으므로 현재 널리 유통되고 있는 난연성



내장재료들도 일정기간별로 그 성능을 확인하도록 하는 제도가 마련 될 필요가 있으며, 나아가 선 인증업무의 규정이 정립되어 실수요자들이 안심하고 이용 할 수 있도록 해야 한다.

## 6. 結言

以上の 내용으로써 건축재료의 난연성능은 시험재료로 만든 시험체에 대해서 일정한 가열조건으로 태워본 결과이므로 時・處에 따라 발생 정도가 다른 실제 화재시의 상태와는 차이가 클 것이다.

그렇지만 가열시간이나 가열조건이 많은 실험을 통한 자료로써 정해졌음을 생각하면 난연성능의 중요도는 새삼 강조되어야 하고, 건물의

신축이나 대수선 등을 할 때 사용할 난연성내장재료에 대해선 미리 시험성능을 확인하여 위험요소를 사전에 배제하는 것이 합리적인 자세일 것이다. 결과적으로 화재에 대한 건물의 안전도를 높혀 사회적으로 건전한 환경 조성에 기여하게 될 것이다.

## 참고 문헌

- 1) KSF2271(건축물의 내장재료 및 공법의 난연성시험방법)
- 2) 건축법규
- 3) BS 476 Part 4(방출열량시험방법)
- 4) BS 476 Part 6(재료표면의 화재전파시험방법)
- 5) ASTM E 136(750°C 가열시험방법)

