

암면천정판의 난연성

李 德 濬 / 연소시험실장

1. 머릿말

현대건축물에서 쾌적한 실내분위기를 조성하는데 중요한 역할을 하며, 실내 화재가 발생할 경우에는 화재를 확대시키는데 결정적인 인자가 되는 천정재료는 시각적으로 외관 및 질감이 좋아야 하고 성질상으로는 가공성, 내구성, 흡음성, 단열성, 난연성 등이 우수하며 경량(輕量)일 것이 요구된다.

이러한 재성질을 두루 갖춘 천정재로써 가장 적합한 재료중의 하나로 선택할 수 있는 것이 암면천정판이다.

암면천정판은 선진외국에서는 이미 여러 종류의 제품이 개발되어 대형 고층건물의 천정재료로써 널리 사용되고 있으나 우리나라에서는 수년전에 개발되어 일부 사용되고 있는 상황이며, 외국제품과 비교해 볼 때 외관, 질감 등이 조금 뒤떨어지는 편이고 그 종류도 부족한 것이 사실이다.

본고에서는 국내외에서 생산되고 있는 암면천정판의 난연성능에 한하여 국내시험방법에 의한 성능을 평가·분석해 보고자 한다.

2. 내장재료의 난연성시험규격

가. KSF 2271(건축물의 내장재료 및 난연성시험 방법) : 내장재료의 난연성능을 1급, 2급, 3급으로 구분하였으며, 난연1급은 표면시험(10분가열)과 기재시험, 난연2급은 표면시험(10분가열)과 부가시험, 난연3급은 표면시험(6분가열)으로써 그 성능을 판정하도록 하였으며 각 시험방법을 명시하였다.

표면시험 및 부가시험은 연기량 및 배기온도를

주요 측정 항목으로 하며 기재시험에서는 발열량(온도)를 측정하여 판정한다.

나. 건설부고시 제94호(불연, 준불연, 난연재료의 기준) : 난연1급의 성능이 있는 재료가 불연재료, 난연2급의 성능이 있는 재료는 준불연재료, 난연3급의 성능이 있는 재료는 난연재료임을 명기하였으나 건설부고시 제310호(준불연재료 및 난연재료의 지정기준)에 의해 난연2급과 3급 사항은 삭제되었다.

다. 건설부고시 제310호(준불연재료 및 난연재료의 지정기준) : 1988. 6. 28 공고하여 1989.2.24부터 시행한 동 고시는 방화재료(준불연재료 및 난연재료)의 지정을 받고자 하는 절차 및 방법을 규정된 고시이다.

준불연재료의 화재시험 방법은 표면시험(10분가열) 및 부가시험과 연소가스 유해성시험이며, 난연재료의 화재시험 방법은 표면시험(6분가열)과 연소가스 유해성시험임을 명기하였다.

표면시험과 부가시험은 상기의 KSF 2271과 동일하며 연소가스유해성시험에선 판정 기준으로 마우스의 행동 정지시간(9분)을 이용한다.

3. 용어해설

가. 배기온도 : 일정한 가열조건으로 시험체를 태울 때 발생하는 열기는 시험기의 연도 또는 굴뚝을 통하여 외부로 배출되며, 통상 연도와는 굴뚝내의 고정지점에서 측정한 온도를 의미한다.

표면시험 및 부가시험에서 측정한 배기온도는 굴뚝내 온도이다.

나. 온도·시간면적($^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}$): 표면 및 부가시험에서 시험체를 가열했을 때 발생하는 배기온도곡선이 표준온도곡선(두께 10mm의 석면시멘트퍼라이트판을 가열할 때 발생하는 배기온도곡선을 50°C 상승 평행이동시킨 곡선)을 초과하는 부분의 면적을 말한다.

표면시험에선 가열개시 3분 이후의 초과면적을 말하며, 부가시험은 가열개시부터 초과하는 면적을 의미한다.

다. 발연량: 표면 및 부가시험에서 연기의 발생량을 의미하며 단위면적당 발연계수(C_A)로 표현한다. C_A 의 산출공식은 $C_A = 240 \log_{10} \frac{I_0}{I}$ 이다. 단 I_0 : 가열시험개시 때의 빛의 세기(Lux), I : 가열 시험중 빛의 세기 최저치(Lux)임.

4. 난연성 내장재료의 종류

법규상 난연성 내장재료는 불연, 준불연, 난연재료로 구분한다. 이 재료별로 내장재료를 분류하면 다음과 같다.

가. 불연재료: 콘크리트, 벽돌, 기와, 석면판, 유리, 알미늄, 회, 시멘트몰탈, 암면, 세라크올, 퍼라이트, 두께 12mm 이상의 석고판, 석고시멘트판, 석면규산질판 등.

나. 준불연재료: 두께 9mm의 석고판, 석면시멘트판, 퍼라이트몰탈, 암면천정판 등.

다. 난연재료: 두께 7mm의 석고판, 난연목재, 방화도료, 펄프시멘트판 등.

위와같이 분류한 내용중에는 제조업체에서 제시한 난연성능을 그대로 준용한 것도 포함되었으므로 정확한 성능 파악을 위하여서는 시험성적이 필요하다고 본다.

5. 암면천정판의 성분 및 특성

암면천정판의 성분은 제품의 종류에 따라 약간씩 다르지만 표면치장층과 결합제 등 일부를 제외하고는 대부분이 무기질로 구성되어 있다.

그 주성분인 암면은 내열성이 높은 규산칼슘계의 광석을 $1500\sim 1700^{\circ}\text{C}$ 의 고열로 용융한 것을 고속 회전방식으로 섬유로 만든 것으로서 접착제가 처리

되지 아니한 형태가 없는 것이다.

그 화학적성분은 SiO_2 38~41% Al_2O_3 12~18% CaO 27~33% MgO 3~10% FeO 등 1~12%로 구성되어 있다.

내열성은 일반적으로 1000°C 이상으로 알려져 있으나 안전한 사용온도는 900°C 이하이다.

암면천정판은 그 비중의 평균치가 약 0.45 로써 가볍고 단열성, 흡음성이 상당히 우수하여 사무실 용도의 건물에 많이 사용된다.

6. 암면천정판의 난연성능

전체 17종류(외국산 14종류, 국산 3종류)의 암면천정판에 대해 시험성능을 파악하였으며 각 시험 결과는 자동기록계의 측정치를 위주로 작성 하였고 기타 육안 관찰사항들은 별다른 특이한 현상 및 부적합한 성질들이 없었으므로 제외하였다.

참고적으로 각 시험방법의 주요한 판정 기준치를 살펴보면, 기재시험은 시험체 삽입후의 노내온도 상승 폭이 50°C 이하이어야 하고, 표면시험에선 온도×시간면적이 불연재료는 0, 준불연재료는 100 이하, 난연 재료는 350이하이며, 발연량인 C_A 값은 불연재료는 30이하, 준불연재료는 60이하, 난연재료는 120이하이어야 하고, 부가시험(준불연재료에 한하여 실시)에서는 온도×시간면적이 150이하, C_A 값이 60이하이고 연소가스유해성시험(난연재료도 동일)의 마우스행동 정지시간이 9분을 초과하여야 해당난연성능이 있는 것이다.

가. 외국산제품별 난연성능

(1) 로키텍스류(3종류, $M_1\sim M_3$ 로 명명)

(가) M_1 (두께 15mm, 비중 약 0.53)

치장 표면은 평면였으며 불연성시험인 기재 시험에서 노내온도상승폭이 $43\sim 46^{\circ}\text{C}$ 이고 표면시험에선 시험체의 배기온도상승폭이 낮아 표준온도곡선을 초과하지 않았으며(온도·시간면적이 0), 또한 발연량도 C_A 값이 8.5~10.5로 나타나 불연재료의 난연성능이 있는 것으로 판명되었다.

(나) M_2 (두께 9mm, 비중 약 0.33)

치장 표면은 평면였으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도 상승폭이 $59\sim 86^{\circ}\text{C}$ 되어 부적합하

였으며, 준불연재료의 성능시험인 표면시험 및 부가시험에서는 시험체의 배기온도 상승폭이 낮아 표준온도곡선을 초과하지 않았고 발연량도 C_A 값이 3.5~6.5로 나타나 적합하였으며 연소가스 유해성 시험에서도 마우스의 행동정지 시간이 9분을 훨씬 초과하므로 준불연재료의 난연성능은 있는 것으로 판명되었다.

(다) M_3 (두께 9~15mm, 비중 약 0.43)

치장 표면은 요철상태였으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도상승폭이 기준치 보다 약간 초과한 것이 있어 (41~88°C) 부적합 하였으며, 준불연재료의 성능시험인 표면 및 부가시험에서는 시험체의 배기온도 상승폭이 낮아 표준온도 곡선을 초과하지 않았고 발연량도 C_A 값이 6.5~9.5로써 적은 편이었으며 연소가스 유해성 시험의 마우스행동 정지시간도 9분을 훨씬 초과하므로 준불연재료의 난연성능이 있는 것으로 판명되었다.

(2) 솔라텍스류 (3종류, M_4 ~ M_6 로 명명)

(가) M_4 (두께 12mm, 비중 약 0.45)

치장 표면은 평면졌으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도 상승폭이 40~73°C로 부적합하였으며, 준불연재료의 성능시험인 표면 및 부가시험에서는 배기온도의 상승폭이 낮아 표준온도곡선을 초과하지 않았고 발연량도 C_A 값이 6.5~9.5로써 적은 편이며 연소가스 유해성시험의 마우스행동정지시간도 9분을 훨씬 초과하므로 준불연재료의 난연성능이 있는 것으로 판정되었다.

(나) M_5 (두께 15mm, 비중 약 0.54)

치장 표면은 평면졌으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도상승폭이 58~143°C 되어 부적합하였으며, 준불연재료의 성능시험인 표면 및 부가시험에서는 배기온도의 상승폭이 표준온도곡선을 일부 초과하고 (온도·시간면적은 47.5 이하) 발연량도 C_A 값이 4~6.5로써 적은 편이며 연소가스 유해성시험의 마우스행동 정지시간도 9분을 초과하므로 준불연재료의 난연성능이 있는 것으로 판정되었다.

(다) M_6 (두께 9mm, 비중 약 0.34)

치장 표면은 평면졌으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도상승폭이 97~155°C로써 부적합하

였으며, 준불연재료시험인 표면 및 부가시험에서는 시험체의 배기온도곡선이 표준온도곡선을 초과하지 않았고 발연량도 C_A 값이 6~12로써 적은 양이며 연소가스 유해성시험의 마우스행동정지시간도 9분을 초과하므로 준불연재료의 난연성능이 있는 것으로 파악되었다.

(3) 암스트롱류 (5종류, M_7 ~ M_{11} 로 명명)

(가) M_7 (두께 18mm, 비중 약 0.63)

치장 표면은 평면졌으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도상승폭이 57~81°C로 부적합하였으나 준불연재료의 표면 및 부가시험에선 배기온도곡선이 표준온도곡선을 초과한 것이 없었으며 발연량도 C_A 값이 3~6으로써 비교적 적었으며 연소가스 유해성시험의 마우스행동 정지시간도 9분을 훨씬 초과하므로 준불연재료의 성능이 있는 것으로 파악되었다.

(나) M_8 (두께 13mm, 비중 약 0.39)

치장 표면은 평면졌으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도상승폭이 180~183°C 되어 부적합하였으며 표면시험에서도 온도·시간 면적이 117.5~132.5나 되어 준불연재료의 성능에도 미달하였으나 발연량은 C_A 값이 2.5~3으로 적은 편이며 연소가스 유해성시험의 마우스행동정지시간도 9분을 초과하므로 인해 난연재료의 성능이 있는 것으로 파악되었다.

(다) M_9 (두께 15.5mm, 비중 약 0.46)

치장 표면은 평면졌으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도상승폭이 98~191°C 되어 부적합하였고 표면시험에선 배기온도의 상승도가 높은 편으로써 (온도·시간면적이 62.5~97.5) 불연재료의 성능에는 미달하였다.

그러나 발연량은 C_A 값이 2.5~6으로 비교적 적은 편이고 부가시험 및 연소가스 유해성시험에서도 부적합한 성질이 없었으므로 준불연재료의 성능이 있는 것으로 파악되었다.

(라) M_{10} (두께 15mm, 비중 약 0.33)

치장 표면은 평면졌으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도 상승폭이 173~183°C 되었으며 표면시험에서도 배기온도가 상승되어 표준온도곡선을 초과한 것이 있어 불연성능엔 미흡한 것으로 나

타났다. 준불연재료의 표면 및 부가시험에서는 온도·시간면적이 7.5~45, 발연량도 C_A 값이 6~9로써 적합하였고 연소가스유해성시험의 마우스행동정지시간도 9분을 초과하였으므로 준불연재료의 난연성능이 있는 것으로 파악되었다.

(마) M_{11} (두께 15.5mm, 비중 약 0.32)

치장 표면은 평면였으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도 상승폭이 65~148°C 되고 표면시험에서도 배기온도가 많이 상승되어 표준온도곡선을 초과하였으므로 불연성능엔 미흡한 것으로 나타났다.

준불연재료의 표면 및 부가시험에선 온도·시간면적이 5~70, 발연량은 C_A 값이 4.5~6으로 적합하였고 연소가스유해성시험의 마우스행동정지시간도 9분을 초과 하였으므로 준불연재료의 난연성능이 있는 것으로 파악되었다.

(4) 미상(3종류, M_{12} ~ M_{14} 로 명명)

(가) M_{12} (두께 15mm)

치장 표면은 평면였으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도상승폭이 24~36°C 되어 양호하였고 표면시험에서도 배기온도의 상승폭이 낮아 표준온도 곡선을 초과하지 않았으며 발연량도 적어 불연재료의 성능이 있는 것으로 판명되었다.

(나) M_{13} (두께 15mm)

치장 표면은 평면였으며 불연성시험인 기재시험에서 노내온도 상승폭이 207~216°C 되었고 표면시험에서도 배기온도의 상승폭이 매우 커(온도·시간면적이 230~297.5) 준불연재료의 성능에도 미달하였다. 이어서 실시된 난연재료의 표면시험에선 온도·시간면적이 117.5~132.5, C_A 값이 3으로 나타나 난연 3급의 성능은 있는 것으로 판명되었다.

연소가스 유해성시험은 사정상 실시하지 않았으나 발연정도가 경미하여 마우스행동 정지시간이 9분이하로 되지 않을 것으로 고려되므로 동 제품은 난연재료의 성능이 있을 것으로 추정된다.

(다) M_{14} (두께 15mm)

치장 표면은 평면였으며 불연성시험인 기재시험에선 노내온도 상승폭이 기준치를 약간 초과하여(55~66°C) 부적합하였으나 표면 및 부가시험에서는 배기온도의 상승 정도가 낮아 표준온도곡선을

초과하지 않았으며 발연량도 C_A 값이 6~7 되어 난연 2급의 성능은 있는 것으로 판명되었다.

연소가스 유해성시험은 실시하지 않았으나 발연정도가 경미하여 그 결과가 좋을 것으로 고려되므로 준불연재료의 난연성능이 있을 것으로 추정된다.

나. 국산제품별 난연성능

(1) 미상(3종류, M_{15} ~ M_{17})

M_{15} (두께 12mm), M_{16} (두께 15mm), M_{17} (두께 15mm) 제품들은 표면이 평면였으며 불연성시험인 기재시험에서 모두 기준치를 초과하였고(122~180°C), 표면시험에서는 배기온도의 상승이 두드러져 표준온도곡선을 초과하므로(온도·시간면적이 7.5~82.5) 불연재료의 성능엔 부족한 것으로 나타났다.

차열등급인 난연 2급의 표면 및 부가시험에선 온도·시간면적이 2.5~90, 발연량은 C_A 값이 3~5되므로 인해 동 성능은 있는 것으로 판명되었다.

연소가스 유해성시험은 실시하지 못하였으나 발연량이 경미하므로 인해 그 결과가 양호할 것으로 고려되므로 동 제품들은 전부 준불연재료의 성능이 있을 것으로 추정된다.

7. 시험결과 분석

외국산 14종류와 국산 3종류의 암면텍스류에 대한 난연성시험결과는 불연재료의 성능이 있는 것이 2종류, 준불연재료의 성능이 있는 것이 13종류(난연 2급 성능의 4종류 포함), 난연재료의 성능이 있는 것이 2종류(난연 3급 성능의 1종류 포함)로 파악되었다.

국산 3종류는 모두 준불연재료의 성능이 있는 것으로 고려되었으므로 불연재료 및 난연재료의 성능이 있는 종류는 전부 외국산이었다. 그러므로 이들 제품을 사용할 때는 사용처의 필요한 난연성능에 따라 시험성적을 파악할 필요가 있다고 본다.

외국산 제품들의 시험별 측정결과를 보면 불연재료의 성능이 있는 것은 기재시험의 노내온도 상승폭이 24~46°C이고 표면시험의 발연량은 C_A 값이 10.5이하이므로 동 재료들은 연소할 때 발생하는 열량은 적으나 연기량은 조금 있는 재료로 볼 수 있

으며, 준불연재료의 성능이 있는 것은 불연재료의 성능시험인 기재시험에서 노내온도 상승폭이 40~191℃이고, 표면 및 부가시험에선 온도·시간면적의 최대값이 97.5, 발연량도 C_A 값이 최대가 12였으며 연소가스 유해성의 마우스행동정지시간도 9분을 모두 초과하여서, 이 재료들은 연소할 때 발연량 및 발열량을 어느 정도 가지고 있는 재료로 보여지며, 난연재료의 성능이 있는 2종류는 불연성 시험인 기재시험에서 노내온도 상승폭이 180~216℃이고 표면시험에서는 온도·시간면적의 최대값이 297.5, 발연량도 C_A 값의 최대가 3 이하였으며 연소가스유해성시험의 결과도 적합하므로, 이 재료들은 연소할 때 발열량은 크지만 발연량 및 유해가스량은 비교적 적을 것으로 판단된다.

국산제품 3종류에 대한 시험결과는 기재시험의 노내온도 상승폭과 표면시험의 배기온도 상승폭이 기준치를 초과하여 불연재료의 성능엔 미달하는 것으로 판명되었으나 발연량이 적으므로, 이 재료들은 연소할 때 발열성능은 상당량있으나 발연량은 경미할 것으로 고려된다.

이러한 결과들을 종합해 보면 암면텍스류는 최소한 난연재료이상의 난연성능을 지니고 있다고 할 수 있으며, 발열성능보다는 발연량과 연소가스유해성이 적으므로 연기 및 유독성가스에 대한 위험요소는 상대적으로 적을 것으로 생각한다.

또한 시험후 변형, 균열, 잔염 등의 현상이 전혀 일어나지 않았으므로 동 제품들은 열에 의한 변화

가 적은 재료로 구성된 것으로 추정된다. 그러나 가열면의 변색 및 탄화현상은 모든 제품에서 발생하였다.

8. 맺는 말

지금까지 암면천정판의 난연성능에 대한 시험결과는 제공된 시험재료 및 시험체로써 과악한 성능이므로 제품전체에 관한 성능으로 인정할 수는 없지만 동 제품들이 공강완성품들이므로 이에 준하는 성능을 가지고 있다고 볼 수 있다. 시험결과에서 알 수 있는 바와 같이 통상 불연재료의 성능이 있는 것으로 알고 있는 암면천정판도 그 종류에 따라 난연재료의 성능을 가진 것도 있으므로 사용처의 요구된 난연도에 따라 그 성능을 확인하는, 합리적방식으로 재료를 선택하여 사용하여야 할 것이다.

또한 시험도중 및 시험후의 시험체의 상태에 대해 관측을 계속해 본 결과, 국산제품도 외국제품에 비하여 그 성능이 부족하지 않으므로 실수요자측에선 국산품을 많이 애용하길 바라며, 아울러 제조업체측에선 보다 확실하게 난연성능을 보장하는 품질 보증마크를 부착함으로써 실수요자들이 안심하고 선택·사용할 수 있도록 배려하여야 할 것이다.

〈참고문헌〉

- 1) 방화제품 성능시험연구 결과
(1988. 방재시험소 발간)
- 2) 국내업체 제품 카다로그 다수

화재는 한순간 후회는 한평생