

**B-3**

# 방염도료의 특성에 따른 방염성능에 관한 연구

## A Study on the Flame Resistance Performance according to the Characteristic of the Flame-Resistance Paints.

**\*김황진\***, 오규형<sup>†</sup>, 이성은<sup>\*\*</sup>, 전병완<sup>\*\*\*</sup>, 박기상<sup>\*\*\*</sup>, 유가향<sup>\*\*\*</sup>  
**Hwang-Jin Kim\***, Kyu-Hyung Oh, Sung-Eun Lee<sup>\*\*</sup>, Byung -Wan Jun<sup>\*\*\*</sup>  
Ki-Sang Park<sup>\*\*\*</sup>, Ka-Hyang Yoo<sup>\*\*\*</sup>

### 1. 서론

산업발달에 따른 국민생활수준향상과 비례하여 국민의 여가를 충족시키기 위한 공간이 요구되어짐에 따라 다중이용업소는 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 이러한 다중이용업소는 불특정 다수가 이용하는 공간이기 때문에 화재상황과 같은 위급 상황에 대한 대처방안이 미비할 수밖에 없다.

1999. 10.30. 발생한 인천히트노래방 화재사건(사망 56명, 부상81명)을 계기로 다중이용업소에 대한 실내장식물의 방염기준이 강화되기 시작하였으며, 계속되는 다중이용업소 화재에 의한 인명피해로 인하여 2007. 3. 25. ‘다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법’이 제정·시행되면서 방염에 대한 관심이 증가하게 되었다. 방염시공이 의무화되어짐에 따라 노래방, 호프집, 고시원등 다중이용업시설의 방염시공이 현저하게 증가하였으며 이러한 추세에 맞추어 목재 및 합판처리용 방염도료의 종류도 다양화 되어졌다. 방염도료는 크게 주성분에 따라 또는 유광과 무광, 발포성과 비발포성, 유성과 수성형 등으로 구분되어지며 화재발생시 착화지연효과를 위한 방염처리의 성능은 연소실험을 통해 탄화면적, 연소 길이, 잔엽, 잔신 시간을 일정기준이상 만족시켜야만 방염성능을 인정받게 된다.

따라서 본 연구에서는 시중에 유통되어지고 있는 목재 및 합판처리용 방염도료를 제조사 및 특성에 따라 방염 성능의 차이를 연소실험을 통하여 비교 분석해 보고자 하였다.

### 2. 실험장치 및 방법

#### 2.1 시료 제작

<sup>†</sup>정회원 · 호서대학교 소방방재학과 · 교수  
<sup>\*</sup> 학생회원 · 호서대학교 소방방재학과 대학원 · 석사과정 · E-mail:khj2652@empal.com  
<sup>\*\*</sup> 학생회원 · 호서대학교 산업안전기술연구센터 연구원  
<sup>\*\*\*</sup> 학생회원 · 호서대학교 소방방재학과

본 연구에서 방염도료의 종류 및 특성별 성능의 차이를 알아보기 위해 사용된 방염도료의 종류는 총 17가지이다. 연소실험을 시행하기 위해 다중이용업소 내부 마감재로 가장 많이 사용되어지고 있는 MDF(두께 12mm, 9mm, 5mm, 3.6mm)에 각각의 도료를 시방에 따라 방염처리 하였다. 다음 표 1은 실험에 사용한 각 시료의 종류별 특성 이다.

표 1. 실험시료의 주성분 및 특성

시료의 종류	주성분	특성
A	수용성 수지	수성, 발포성, 무광
B	무기염류, 인계화합물	무광, 비발포성
C	아크릴계 수지	수성, 비발포성, 유광
D	아크릴계 수지	수성, 비발포성, 무광백색
E	아크릴계 수지	수성, 발포성, 무광백색
F	아크릴계 수지	수성, 발포성, 무광백색
G	아크릴계 수지	유성, 발포성, 무광백색
H	알키드수지	수성, 발포성, 유광
I	알키드수지	유성, 비발포성, 무광
J	알키드수지	유성, 발포성, 유광
K	알키드수지	유성, 비발포성, 무광백색
L	염화고무수지	유성, 발포성, 유광
M	염화고무수지	유성, 발포성, 유광
N	염화고무수지	유성, 비발포성, 무광
O	염화고무수지	유성, 발포성, 무광
P	염화고무수지	유성, 발포성, 유광
Q	염화고무수지	유성, 비발포성, 무광

다음 그림 1은 표 1에 나타나 있는 17가지 도료를 모재인 MDF의 두께별로 방염처리 한 시료의 사진이다.

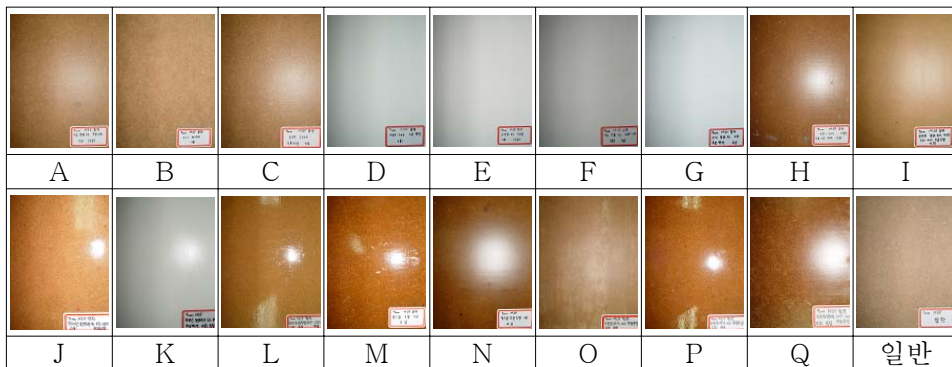


그림 1. MDF 에 방염처리 한 시료

## 2.2 실험장치 및 방법

‘소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률’에 의하여 방염대상물품의 성능기준 시편의 크기는 가로와 세로가 29cm×19cm 크기로 하여 그림 2에서처럼 50±2℃ 항온조 건조기 안에서 24시간동안 건조시키고 안정화시키기 위해 데시케이터 안에 2시간동안 넣어둔 후 실험에 사용하였다. 그림 2는 실험장치들의 사진이다.

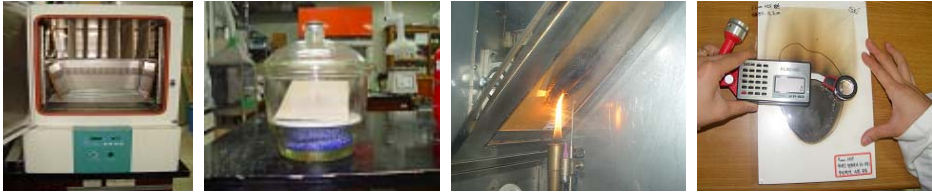


그림 2. 연소시험절차

방염성능은 45도 연소시험장치를 이용해 시료에 2분간 접염 시킨 후 잔염 시간 및 잔진 시간을 측정하고 시료의 연소 길이 및 프라니메타를 이용한 시료의 탄화면적을 측정하여 각 시료의 방염성능을 측정하였다.

방염성능기준 ‘KOFEIS 1001에 따르면 합판 및 목재의 경우 탄화면적 50cm<sup>2</sup>이내, 연소길이 20 cm이내, 잔염시간 10초 이내, 잔진시간 30초 이내를 모두 만족시켜야 만 방염성능이 있다고 평가된다. 본 연구에서는 모든 방염도료를 시방서에 맞게 도포한 후 방염성능을 비교 평가 하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3-1 방염도료의 주성분에 따른 방염성능

연소실험은 MDF의 두께별로 3회씩 실시하여 그 평균값을 나타내었다. 표 2는 방염도료의 주성분별 방염성능 결과를 탄화면적과 탄화길이로서 나타낸 것이다. 본 연구에서 실험한 17가지 도료의 주성분은 염화고무, 알키드, 아크릴, 무기염류 및 인계화합물, 수용성 수지로 나누어진다.

표 2. 도료의 주성분별 방염성능(탄화면적, 탄화길이)

주성분 두께	염화고무수지 (L,M,N,O,P,Q)		알키드수지 (H,I,J,K)		아크릴수지 (C,D,E,F,G)		무기염류 및 인계화합물수지 (B)		수용성수지 (A)	
	탄화길이 (cm)	탄화면적 (cm <sup>2</sup> )	탄화길이 (cm)	탄화면적 (cm <sup>2</sup> )	탄화길이 (cm)	탄화면적 (cm <sup>2</sup> )	탄화길이(c (m)	탄화면적 (cm <sup>2</sup> )	탄화길이 (cm)	탄화면적 (cm <sup>2</sup> )
12mm	7.03	30.54	6.78	27.45	6.07	20.00	4.9	13.3	5.86	18.29
9mm	7.03	29.62	8.48	36.57	6.44	21.55	7.1	26.05	5.93	19.23
5mm	6.27	23.12	6.01	20.78	4.94	14.40	4.33	12.6	5.56	16.07
3.6mm	7.08	31.29	5.67	17.56	5.61	18.10	4.83	12.07	5.43	15.57
평균	6.85	28.64	6.74	21.93	5.77	<b>18.51</b>	5.29	<b>16.01</b>	5.7	<b>17.29</b>

주성분별로 연소시험을 한 결과 무기염류 및 인계화합물수지 와 수용성수지가 탄화면적 및 탄화깊이가 가장 낮게 측정됨으로서 방염성능이 우수한 것으로 나타났다. 그러나 두 가지 시료는 시장에서 많이 유통되고 있지 않기 때문에 현장에서 많이 사용되어지는 도료 중 아크릴계 수지가 가장 방염성능이 우수한 것으로 나타났다.

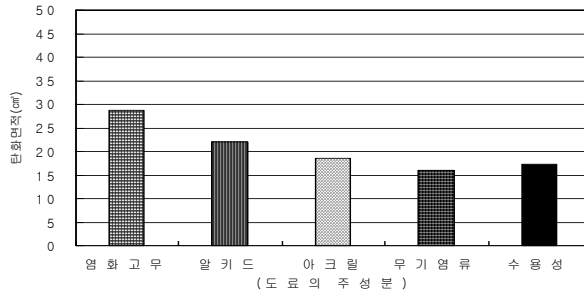


그림. 3 방염도료의 주성분별 탄화면적

그림. 3에서 보이는 바와 같이 방염성능이 우수한 도료와 그렇지 않은 도료와의 탄화면적 차이는 크게는 12cm<sup>2</sup>이상 나타나고 있다. 대형 공간 내에서의 이러한 성능차이는 화재 예방에 중요한 요소가 될 수 있다.

### 3-2 방염도료의 특성에 따른 방염성능

방염도료의 특성 중 도료를 구성하고 있는 주성분의 특성과 수지를 용해하고 있는 성분의 종류에 따라 수성, 유성으로 나뉘어 진다. 따라서 도료를 희석시키는 성분이 유기용제이면 유성, 물에 희석되도록 에멀전 타입으로 되어있으면 수성도료이다

그림 4는 실험에 사용한 17가지 시료를 수성과 유성으로 구분하여 MDF의 두께별 탄화면적의 평균값을 비교한 그래프이다. 보이는 바와 같이 모든 두께의 MDF에서 수성방염도료의 탄화면적이 적게 측정되었다.

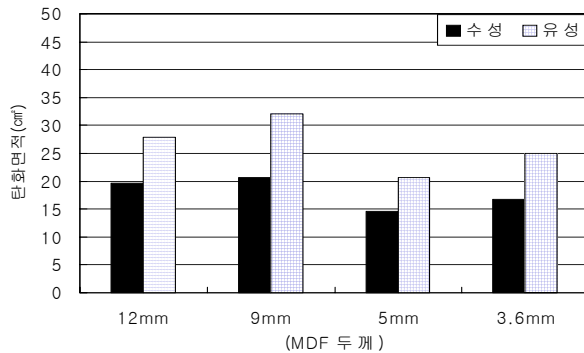


그림. 4 수성, 유성방염도료의 탄화면적차이

그래프로 나타내지는 않았지만 탄화길이 역시 수성방염도료가 짧은 방염성능이 우수한 것으로 나타났다. 그림 5는 방염도료의 특성 중 발포(Intumescent) 및 비발포성(Non-Intumescent)으로 구분지어 비교한 그래프이다.

이론적으로 발포성방염도료의 경우 화염이 표면에 닿을 경우 도막이 발포되어 피막두께에 따라 탄화층을 형성하는 원리로서 방염성능을 갖도록 되어있다.

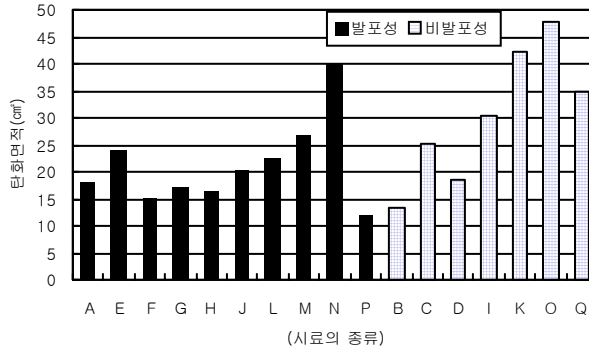


그림. 5 발포성시료 및 비발포성 시료의 탄화면적(12mm MDF)

실험에 사용한 17가지 도료 중 발포성 도료는 10가지였고 나머지 7가지 도료는 비발포성도료였다. 각 시료별 평균탄화면적 및 탄화 길이로는 발포성도료의 방염성능이 우수한 것으로 나타났지만 그래프에서 보이는 것과 같이 시료별로 차이가 많이 발생하였기 때문에 발포특성으로는 방염성능의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다.

그림 6은 무광 및 유광의 차이에 따른 탄화면적을 나타낸 그래프이다. 실험에 사용한 시료 중 주성분 및 다른 특성은 모두 같으나 방염처리 후 광택이 나는지의 여부에 따라 유광, 무광으로 구분되어진 4쌍의 시료의 탄화면적을 비교 하였다.

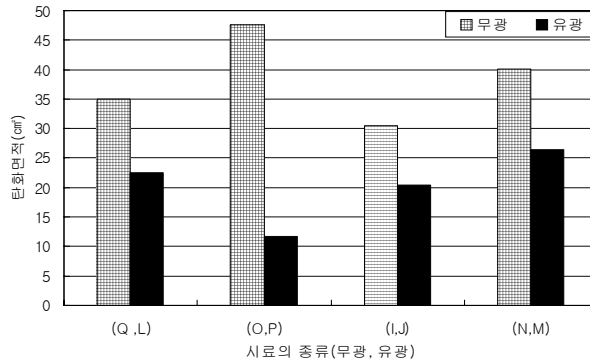


그림. 6 유광 및 무광 시료의 탄화면적 (12mm MDF)

그래프에서 보이는 바와 같이 유광방염도료의 탄화면적이 확실히 작게 나타나고 있다. 염화고무수지가 주성분인 O, P 시료의 경우 방염성능의 차이가 3배 이상 나는 것으로 나타났다. 그림 5의 그래프는 12mm MDF의 경우만 나타나고 있으나 나머지 두께의 MDF에서도 모두 유광방염도료의 성능이 뛰어난 것으로 나타났다.

#### 4. 결 론

1) 방염도료의 주성분에 따른 연소시험결과 무기염류 및 인계화합물 및 수용성 수지를 주성분으로 한 방염도료의 방염성능이 가장 우수하게 평가되었으나 현재 시장에서 유통되는 방염도료 중 이 두 가지 수지를 주성분으로 하는 방염도료는 한 두 종류에 불과하다.

따라서 현재 가장 많이 사용되어지는 도료들 중에는 아크릴 수지를 주성분으로 한 방염도료의 방염성능이 가장 우수한 것으로 평가되어졌다.

2) 수성방염도료와 유성방염도료의 방염성능을 비교한 결과 MDF각 두께별로 모든 시료에서 수성방염도료의 탄화면적이 평균적으로 약 10cm<sup>2</sup> 정도 작게 측정되었으며, 탄화길이 또한 평균 1cm 정도 작게 측정되었다. 모든 시료에서 동일하게 수성방염도료의 방염성능이 우수한 것으로 평가되어졌다.

3) 발포성 방염도료와 비발포성 방염도료의 방염성능을 비교한 결과 평균적으로 발포성 방염도료의 탄화면적이 작게 측정되었으나 일부 발포성 방염도료보다 성능이 우수한 비발포성도료도 있었기 때문에 직접적인 비교평가는 어려웠다.

4) 같은 주성분의 동일제품 중 유광, 무광의 차이를 가진 도료의 방염성능을 비교한 결과 모든 시료에서 유광방염도료의 방염성능이 더 우수한 것으로 평가되었다.

본 연구를 통해 방염도료의 특성이 방염성능에 미치는 영향을 알아본 결과 수성, 발포성, 유광의 특성을 만족시키는 도료의 방염성능이 상대적으로 우수하게 평가되었다. 시험에 사용한 방염도료 중 이 조건을 만족시키는 도료는 H시료였으며 이 시료는 연소시험결과 다른 시료보다 방염성능이 뛰어난 것으로 나타났다.

방염처리가 의무화 되어있는 다중이용업소에서 화재사고가 발생할 때마다 논란이 일고 있는 것이 바로 방염처리의 효율성이다. 단순히 초기착화지연효과만을 판단할 경우 분명 방염도료의 효과는 월등하다. 방염처리를 하지 않은 MDF로 연소시험을 하였을 경우 방염처리를 한 MDF와의 탄화면적 차이는 최소 2배 이상 최대 10배까지 나타났다.

방염성능에 대한 지속적인 연구를 통해 각 시료별 특성에 따른 연기밀도 시험을 수행하여 방염처리의 효율성에 대한 지속적인 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- ‘방염제품의 성능시험 기증기준’ 한국소방검정공사  
‘방염성능의 기준 및 시험세척 KOFES1001’ 한국소방검정공사  
한국소방검정공사 “방염제도에 관한 연구” 2001년 연구보고서  
한국 소방검정공사 “방염업무 개선을 위한연구” 2008년 연구보고서  
소방시설의 설치유지 및 안전관리에 관한 법  
국회제출자료 ( 방염관련현황 ) - 2007  
다중이용업소 화재예방첫걸음 , 인천소방방재본부 - 2007.09