

# 친환경 무독성 난연도료에 대한 연구

도영웅, 권면주<sup>1</sup>, 주현규<sup>2</sup>, 윤재경<sup>2</sup>, 하진욱<sup>†</sup>  
순천향대학교 화학공학·환경공학과  
(주)한일<sup>1</sup>  
한국에너지기술연구원<sup>2</sup>  
e-mail: chejwh@sch.ac.kr

## Development of Nontoxic Flame Retardant Paint

Young-Woong Do, Myeon-Joo Kwon<sup>1</sup>, Hyun-Ku Joo<sup>2</sup>,  
Jae-Kyung Yoon<sup>2</sup>, Jin-Wook Ha<sup>†</sup>

Dept. of Chemical & Environmental Eng., College of Eng.,  
Soonchunhyang Univ., Asan 336-745, Korea  
Hanil co., Ltd., 223-1, Shinheung-ri, Baebang-Myeon, Asan,  
korea<sup>1</sup>  
Greenhouse Gas Research Center, Korea Institute of Energy  
Research, Daejeon, 305-343, Rep. of Korea<sup>2</sup>.

### 요 약

본 연구에서는 EU에서 발효되는 6대 규제유해물질(Pb, Hg, Cd, C<sup>6+</sup>, PBB/PBDE)과 환경부 규제유해물질에 의해 도료의 유해조성물질을 제한하게 됨에 따라 VOC(휘발성유기화합물) 배출이 적고, 브롬계/할로젠계를 탈피하여 인체안전성 확보 및 환경오염을 최소화하며, 방염제 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0201)에 부합하는 수용성 유·무기계 난연도료를 개발하였다. 친환경적인 난연도료 제조에 대한 최적조건으로 Mg(OH)<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 붕산아연을 1:2:2로 혼합한 난연제 그리고 바인더(마이셀 2%)와 물의 비율을 1:1로 제조한 후, 난연제:(바인더+물)을 1:1로 제조한 난연도료 3의 성능이 가장 우수하였다.

### 1. 서론

1960년대 후반부터 선진국을 중심으로 일어난 대 단위 건축붐에 동반하여 건축자재를 화재로부터 보호하기 위하여 난연도료 개발에 관한 연구가 시작되었다. 이 시기의 초창기 연구는 환경오염이나 인체의 유해성을 고려하지 않은 난연성이 우수한 재료개발에 집중되었다.

그러나 최근 환경보호단체의 난연재료 사용에 따른 환경오염의 심각성 및 인체유해성에 대한 자료가 자주 발표됨에 따라 전 세계적으로 난연재료의 사용 범위와 사용규제가 매우 강화되고 있는 실정이다. 이러한 이유로 선진국의 난연도료 개발에 관한 최근 연구는 단순한 난연성만이 아닌 저독성, 저부식성,

저발연성 등 환경적 측면과 인체의 안정성이 강조된 제품 개발에 초점이 맞추어지고 있다. 선진국에 대한 경쟁력을 향상시키기 위하여 국내에서도 이러한 시대적 흐름에 부응할 수 있는 환경친화적이며 인체 안정성을 가진 난연도료 및 난연화 방법에 대한 개발이 필요한 시기이다.

본 연구는 VOC(휘발성유기화합물) 배출이 적고, 전 세계적으로 사용규제가 강화되고 있는 브롬계/할로젠계를 탈피한 유·무기계 난연제 중심의 환경친화적인 난연도료 개발을 목표로 하고 있으며, 다중이용업소 인테리어 합판, 목재, 각종 플라스틱, 전선 등에 사용 가능하며, 광촉매 도료와의 혼합으로 환경개선용으로 응용도 가능할 것으로 예상된다.

## 2. 실험

### 2.1 난연제 및 기타 시약

난연도료의 조성으로는 수산화마그네슘(Mg(OH)<sub>2</sub>), 삼산화안티몬(Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 붕산아연(2ZnO · 3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 3.5H<sub>2</sub>O)로 구성된 난연제를 사용하고, 바인더는 유기바인더인 AW101-50, 수용성 아크릴계 바인더인 폴리졸, 천연유기섬유 바인더인 마이셀을 사용하였으며, 희석제는 지방족 알콜류인 IPA(Isopropyl Alcohol)와 물(H<sub>2</sub>O)을 사용하여 난연도료를 만들었다. 제조한 난연도료에 들어가는 바인더와 희석제 배합은 AW-101-50과 IPA, 폴리졸과 물, 마이셀과 물을 난연제와 일정비율로 배합하여 난연도료를 만들었다.

### 2.2 난연코팅액 제조

제조방법은 수산화마그네슘, 삼산화안티몬, 붕산아연을 1:2:2의 비율로 된 난연제에 AW-101-50, 폴리졸, 마이셀(물에 마이셀2% 녹임)과 IPA, 물을 표 1과 같이 첨가, 배합하여 난연도료를 제조한 후 각각에 대한 난연성을 평가한다.

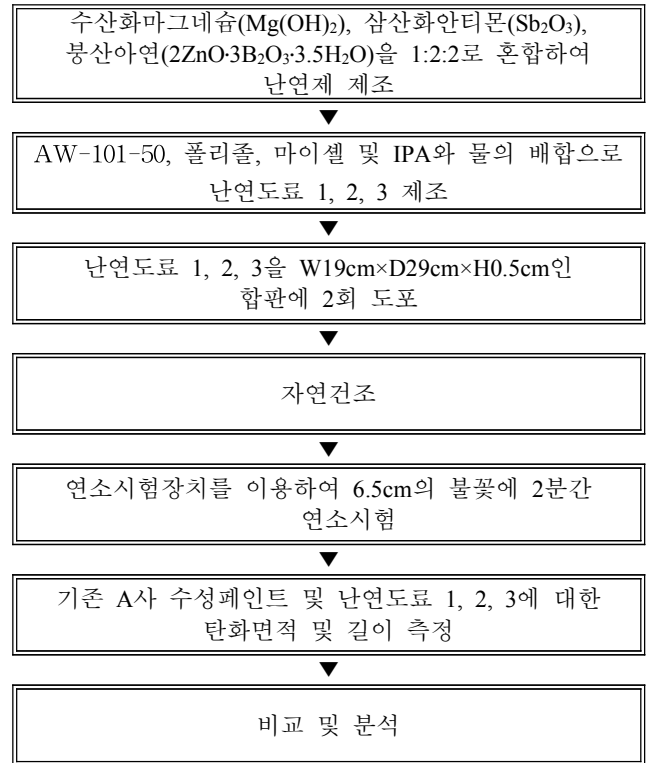
[표 1] 난연도료의 조성

분 류		난연도료 1	난연도료 2	난연도료 3
난 연 제	Mg(OH) <sub>2</sub>	50%	1	1
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2	2
	붕산아연		2	2
바 인 더	AW-101-50	50%	1	-
	폴리졸		-	1
	마이셀 2%		-	-
희 석 제	IPA	1		
	H <sub>2</sub> O	-	1	1
계		100%		

### 2.3 난연코팅 평가

난연도료의 난연성을 평가하기 위한 시험항목에 필요한 시험체는 W19cm × D29cm × H0.5cm인 합판이다. 수산화마그네슘, 삼산화안티몬, 붕산아연의 배합으로 난연제를 만든다. 그리고 AW-101-50, 폴리졸, 마이셀(2%)을 각각 첨가하여 난연도료 1, 2, 3을 W19cm × D29cm × H0.5cm인 합판에 일정한 두께로 2회 도포시킨다. 도포 후 통풍이 잘되는 곳에

서 약 7일간 자연건조를 시켜준다. 그 후 한국소방검정공사 규정(KOFEIS 0201)에 근거하여 난연성 평가를 실시하였다.



[그림 1] 난연도료 제조와 비교분석.

### 2.4 연소시험장치

각 난연 코팅액이 코팅된 합판의 난연성을 평가하기 위해 한국소방검정공사 규정에 의한 45° 마이크로버너 방법을 사용하였다. 난연코팅을 한 합판은 2m<sup>2</sup> 이상의 합판에서 임의로 잘라낸 W19cm × D29cm의 것으로 3개씩 만들어 사용하였다. 또한 연소 시 사용한 가스는 KS M 2150(액화석유가스) 제4호에 적합한 가스를 사용하였으며, 버너의 불꽃 크기는 6.5cm로 실험하였다.

합판의 경우 한국소방검정공사의 방염제형식승인 및 검정기술 기준(KOFEIS 0201)에 의한 실험조건을 규정하고 있으며, 합판, 목재는 6.5cm 불꽃으로 120초 동안 연소시켜 아래의 실험조건에 충족하는 제품에 한하여 형식승인을 한다. 표 2는 한국소방검정공사 방염제형식승인 및 검정기술 기준에 합판, 목재 실험검정기준을 나타내었다.

[표 2] 45°마이크로버너 연소실험 조건(합판, 목재)

실험기준	성능조건
*잔염시간(sec)	10초 이내
**잔진시간(sec)	30초 이내
탄화면적(cm <sup>2</sup> )	50cm <sup>2</sup> 이내
탄화길이(cm)	20cm 이내

### 3. 결과 및 토론

수산화마그네슘, 삼산화안티몬, 붕산아연을 이용하여 만든 난연제에 AW-101-50, 폴리졸, 마이셀 등을 첨가하여 만든 난연도료와 기존 A사 수성페인트의 탄화면적 및 탄화길이를 측정하여 표 3에 나타내었다.

합판, 목재 연소테스트를 한 결과 일반 A사의 수성페인트와 난연도료에 대한 탄화면적 및 탄화길이는 표 3과 같았다. 난연성 측정결과 모두 난연규정에 부합하는 우수한 결과가 나왔으나, 수성페인트에서는 난연도료 1, 2, 3에 비하여 탄화면적 및 탄화길이가 크게 측정되어 난연성이 좋지 않음을 알 수 있었다.

또한 4가지 도료의 중에 마이셀(2%)를 첨가한 난연도료 3의 난연성이 가장 좋았으며, 난연도료 1, 2는 비슷하게 측정되었다.

[표 3] 탄화면적 및 탄화길이

		수성페인트	난연도료 1	난연도료 2	난연도료 3
탄화면적 (cm <sup>2</sup> )	1회	37.2	31.7	31.2	27.5
	2회	36.9	32.0	30.8	27.2
	3회	37.5	31.6	31.1	27.3
	평균	37.2	31.7	31.0	27.3
탄화길이(cm)		9.2	8.3	8.1	8.1

### 4. 결 론

본 연구에서는 EU에서 발효되는 6대 규제유해물질(Pb, Hg, Cd, Cr<sup>6+</sup>, PBB/PBDE)과 2007년 강화된 ‘수도권 대기 환경개선 특별법’에 의해 도료의 유해조성물질들을 제한하게 됨에 따라 기존 브롬계/할로젠계 난연제가 아닌 인계 혹은 비할로젠계 난연제를 사용하고, 용제형이 아닌 수용성 도료로 제조하여

보다 친환경적인 물질로 대체하였으며, 방염제의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0201)에 근거하여 난연성을 평가하였다.

수산화마그네슘, 삼산화안티몬, 붕산아연의 친환경적인 난연제를 AW-101-50, 폴리졸, 마이셀 등의 바인더와 IPA, 물에 의한 배합으로 난연도료를 만들고 W19cm × D29cm인 합판에 2회 도포하여 난연성 실험을 수행한 결과 난연제와 마이셀(2%), 물 베이스인 난연도료 3의 탄화면적이 27.2cm<sup>2</sup>, 탄화길이 8.1cm로 난연성이 우수한 것을 볼 수 있었다. 그에 비하여 바인더로 AW-101-50, 폴리졸을 사용한 난연도료 1, 2은 난연성이 조금 떨어지는 것으로 나타났으나 상용난연등급에는 부합되는 결과를 보였다.

결국 친환경적인 난연도료 제조에 대한 최적조건으로 수산화마그네슘(Mg(OH)<sub>2</sub>), 삼산화안티몬(Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 붕산아연(2ZnO · 3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 3.5H<sub>2</sub>O)의 비할로젠계 난연제의 비율을 1:2:2로 제조하고, 물에 녹인 마이셀(2%)과 물의 비율을 1:1로 제조한 후 난연제:바인더(마이셀 2%)와 물을 1:1로 제조한 난연도료 3의 성능이 가장 우수하였다.

### 참고문헌

- [1] 유럽연합(EU) 심의회, “유해물질 사용제한지침(RoHS)”, 2003.
- [2] 환경부, “수도권 대기환경개선 특별법”, 2005.
- [3] 환경부, “브롬화 난연제의 국제적 규제동향과 대응방안 연구”, 2005.
- [4] 이민수, 김진환, “Recent Developments on the Flame Retardants for Polymers”, *Prospectives of Industrial Chemistry*, Vol.8, No.6, pp. 21-35, 2005.
- [5] 홍선, 김필제, “International Restrictions and Counterplans of Brominated Flame Retardants”, *Prospectives of Industrial Chemistry*, Vol.8, No.6, pp.3-20, 2005.