

**A-08**

## Polyurethane Resin계 이액형 방염우레탄락카 백색도료 개발

권경옥, 최석규\*, 김해형  
한국소방검정공사, 에프엠코리아화공(주)\*

### The Study of Fire Retardant White Paint for Two Phases of Polyurethane Resin Type

**Kyungok Kwon, Seok-Kyu Choi\*, Hae-Hyung Kim**  
KFI Corporation, FM KOREA CO., LTD\*

#### 1. 서론

현대 건축물은 기능이 복합화되고 고층화 되어지고 있으며, 다양한 요구에 맞추어 복잡한 내장재가 사용되고 있으나 대부분의 내장재가 가연성 물질로 이루어져 화재발생시 많은 인명 피해와 재산상의 손실이 발생하고 있는 실정이다. 이러한 구조적 피해를 줄이기 위한 각계의 관심이 고조되고 있어 향후 방염도료와 내화도료 등의 시장의 상황은 한해가 다르게 변화를 거듭해왔고 변화의 움직임은 앞으로도 계속될 전망이다.

건축물의 내장재 목재도장의 특징은 천연고유의 목재가 복잡한 구조와 조직을 갖고 있는 불균일한 재질이어서 도료 자체의 색채, 평활성, 입체감 등의 미관향상과 수분의 팽창과 수축에 따른 대처 등의 기술적인 문제점들이 발생하기 쉬운 측면이 있고, 목재용 방염도료는 불균질한 목재의 표면에 적용되므로 목재와의 접착성 등이 좋아야 하고 또한 목재의 견고성과 내구성을 증대시키고 화재발생시에 화재확산을 지연시키는 방염성을 부가하는 방염성능을 필요로 하고 있다.

최근 이러한 방염도료로 염화고무(일액형 염화고무, Chlorinated Rubber) 락카백색도료가 많이 사용되고 있는데 이는 탄화시 검은 연기가 많이 발생되고 표면강도와 접착력등이 미흡한 단점이 있어 이러한점 등을 고려한 Polyurethane Resin계(Alkyd Resin) 이액형 방염우레탄락카백색도료를 개발하여 표면강도, 접착력, 내구성, 내크랙성, 긁힘 견고성(Scratch hardness)이 보다 향상된 제품을 건축물의 내장재에 사용함으로써 화재로부터 안전성을 확보할 필요가 있다.

따라서 본연구는 일반 백색도료의 목재도장으로서 목재와의 친화력이 있어 사용하기 쉽고 샌딩실러와 상도의 역할을 한 시스템으로 할 수 있는 Polyurethane Resin계 저연기발생 제품개발을 목표로 한다.

## 2. 실험

### 2.1 시료제작

Polyurethane Resin계 이액형, 방염우레탄락카, 백색도료의 준비를 위하여 백색 안료가 첨가된다. 백색안료는 분쇄기를 사용하였다. 안료는 유화시켜 분산되도록 하고 분산제로서는 계면활성제를 소량 첨가한다. 한달이상 실온에서 보관한 결과 백탁이 형성되지 않음을 확인하였다. 그림1의 장치를 이용하여 교반기에 용제와 파우더를 넣고 섞은 후 샌드밀로 보내어 시험체 도료를 제작하였고, 그림 2는 본 실험에서 제작한 시험체 도료이다. 백색안료의 첨가량이 0.5%이하에서는 투명하고 1%이상부터는 불투명한 백색도료가 형성되었다.

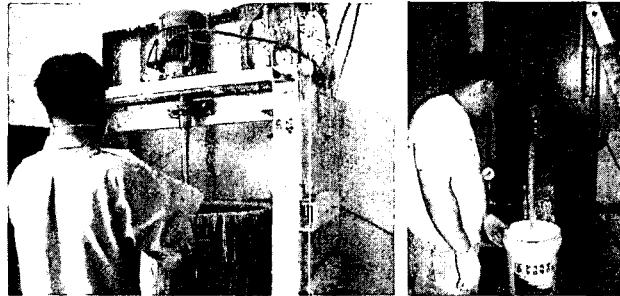


그림 1. 교반기와 Sand mill 장치

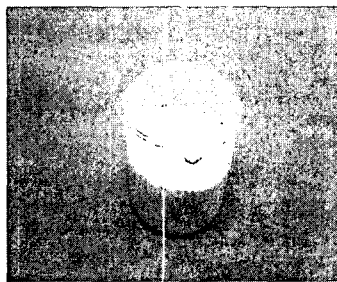


그림 2. 제작한 백색도료

시험체의 도료조성은 표 1과 같고 경화제는 표 2와 같이하여 Polyurethane Resin계 이액형, 방염우레탄락카 백색도료를 제작하였으며, 방염대상물은 합판, 목재, KSF3101(보통합판)2급, MDF용으로 하였다.

표 1. 시험체 Polyurethane Resin계 도료 조성

화학물명	CAS. No	함유량(%)	비고
알키드수지(Alkyd Resin)	-	23	
백색안료(C.I. pigment white 6)	13463-67-7	21	
Xylene	1330-20-7	15	
n-Butyl Acetate	123-20-7	12.5	
Cellosolve Acetate	111-15-9	6.5	
Toluene	108-88-3	4	
Di-pentaerthritol	126-58-9	8	
Polyphosphate	68333-79-9	11	
Ammonium Octamolybdate	12411-64-2	1	

표 2. 경화제 조성

화학물명	CAS. No	함유량(%)	비고
Isocyanate Prepolymer	-	41	
Ethyl Acetate	141-78-6	8	
n-Butyl Acetate	123-86-4	25	
M.E.K	78-93-3	18	
Toluene	108-88-3	8	

## 2.2 방염성능검사

그림 3과 같이 제작된 시험체를 38℃~42℃인 항온 건조기 안에서 24시간 건조한 후 실리카겔을 넣은 데시케이터 안에 2시간 동안 놓아둔다. 두께는 0.15mm이상으로 하였고 도포량은 4ml/l로 하였으며, 방염성능의 기준(KOFEIS 1001)에 의하여 시험하였다. 방염성능기준은 잔염시간 10초이내, 잔신시간 30초이내, 탄화면적 50cm<sup>2</sup>이내, 탄화길이 20cm이내이어야 한다.

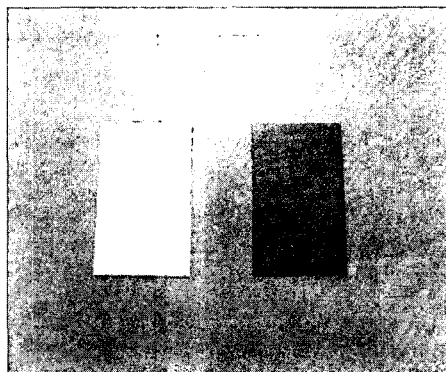


그림 3. 제작한 도료를 도포한 시험체

### 2.3 연기농도 측정(ISO 5659)

연기농도 측정을 위해 그림 5와 같이 시료를 제작하였고, KS M 5000 중 시험방법 2511[도료의 건조시간 시험방법(바니쉬, 락카, 에나멜 및 수성도료)]과 시험방법 2512[도료의 건조시간 시험방법(유성도료)]에 의거 7일간 건조시켰으며 그림 6의 기기를 이용하여 연기농도를 측정였다.

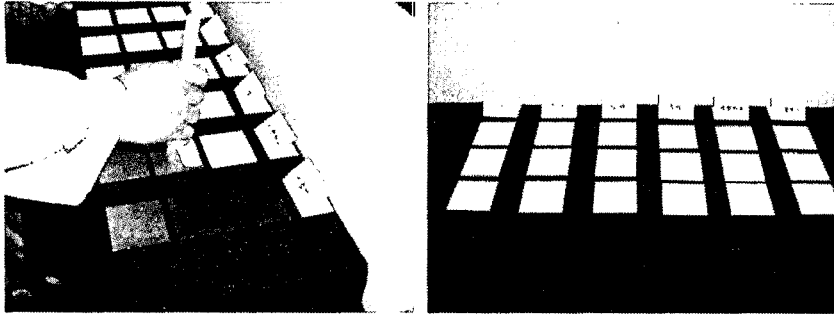


그림 4. 시료제작(가로:7.5cm, 세로:7.5cm, 철판)

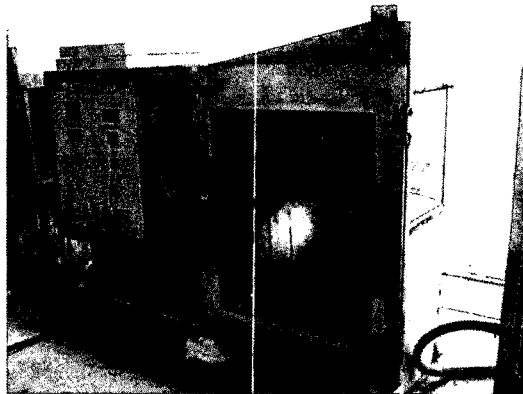


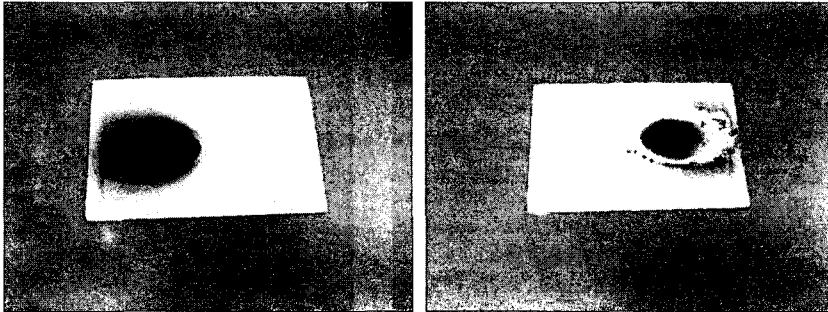
그림 5. ISO 5659 연기농도 측정기

### 3. 실험결과

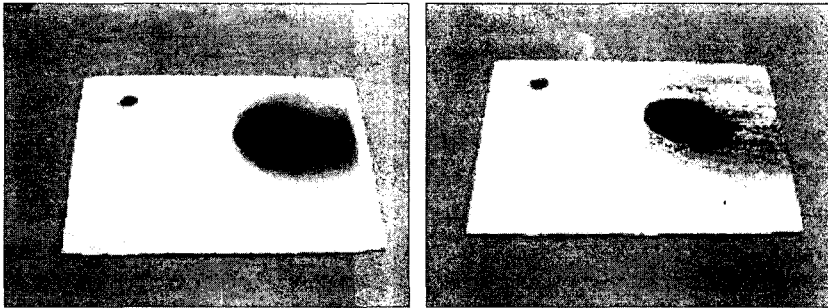
본 실험에서 제작한 도료의 물성값을 표 3에 나타내었으며, 그림 6과 표 4는 시험체의 연소시험결과를 나타내었고, 표 5에는 연필경도 시험결과를 나타냈다. 잔염시간과 잔신시간은 잔염과 잔신이 관찰되지 않은 관계로 측정되지 않았다. 탄화면적과 탄화길이는 검정 기술기준을 만족하는 것으로 나타났다.

표 3. 제작한 도료의 물성값

성상류	측정값
외관	백색액체
비중	1.56
수소이온농도	-
점도	56 K.U.
독성	-



1) 시험체 1



2) 시험체 2

그림 6. 45도 연소시험결과

표 4. 시험체 1과 2의 45도 연소시험결과표

시험명	시험 횟수	잔염시간 (sec)	잔진시간 (sec)	탄화길이 (cm)	탄화면적 (cm <sup>2</sup> )	비고
시험체 1	1	0.0	0.0	5.9	35.6	
	2	0.0	0.0	7.4	37.9	
	3	0.0	0.0	6.1	36.9	
	평균	0.0	0.0	6.5	36.8	
시험체 2	1	0.0	0.0	6.1	36.6	
	2	0.0	0.0	6.9	37.8	
	3	0.0	0.0	8.1	39.6	
	평균	0.0	0.0	7.03	38	

표 5. 연필경도 측정

시험 항목		결과	시험 방법
연필경도	시험체 1	H	ASTM D 3363-74
	시험체 2	H	

※ 범위 : 6B - 1B, F, 1H - 9H

그림 7과 표 6은 시험체 1의 연기농도시험 결과로 연기밀도를 나타내며, 최대연기밀도는 63.8을 나타내고 있다.

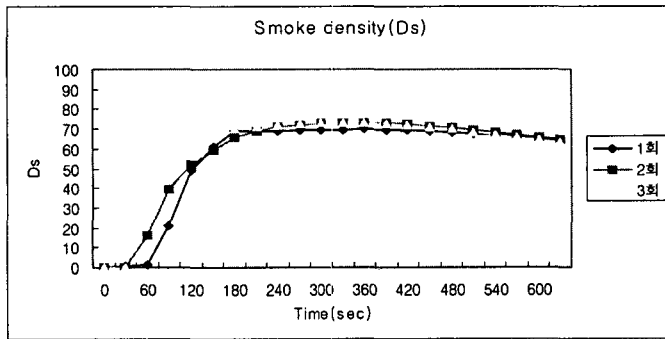


그림 7. Polyurethane Resin계 시험체 1의 연기밀도

표 6. Polyurethane Resin계 시험체 1의 연기밀도값

시험항목		결과				시험방법
		1	2	3	평균	
Smoke density (Ds)	Maximum specific optical density	70.0	73.6	73.4	72.3	ISO 5659-2-'94 (25kW/m <sup>2</sup> , Flaming)
	Time to maximum specific optical density(sec)	201	324	320	282	
	Clear beam transmission(%)	82.9	87.5	88.2	86.2	
	Clear beam specific optical density	10.8	7.6	7.2	8.5	
	Corrected maximum specific optical density	59.3	65.9	66.2	63.8	
	Specific optical density at 1.5minutes	21.2	39.7	52.7	37.9	
	Specific optical density at 4minutes	69.0	71.2	72.0	70.7	
Specific optical density at 10minutes	65.2	65.8	64.8	65.3		

그림 8과 표 7은 시험체 2의 연기밀도를 나타내며, 연기부산물이 검고 부유물이 시험체 1에 비하여 많이 생성된 것을 보여주고 있다. 최대연기밀도는 85.2로서 시험체 1 보다 높은 값을 나타내고 있다.

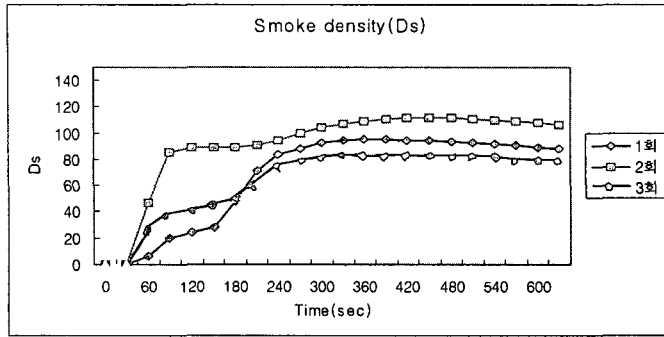


그림 8. 시험체 2 연기밀도

표 7. 시험체 2 연기밀도값

시험항목		결과				시험방법
		1	2	3	평균	
Smoke density (Ds)	Maximum specific optical density	95.3	111.4	83.7	96.8	ISO 5659-2-'94 (25kW/m <sup>2</sup> , Flaming)
	Time to maximum specific optical density(sec)	373	454	411	413	
	Clear beam transmission(%)	87.5	73.9	84.2	81.9	
	Clear beam specific optical density	7.7	17.3	9.9	11.6	
	Corrected maximum specific optical density	87.6	94.1	73.8	85.2	
	Specific optical density at 1.5minutes	19.7	85.6	40.5	48.6	
	Specific optical density at 4minutes	83.5	94.3	75.9	84.6	
	Specific optical density at 10minutes	89.1	107.6	79.3	92.0	

시험체 1과 2는 방염제가 다른 것이 첨가 된 것이다. 그림9는 방염제의 성질에 따라 탄화흔적이 다른 것을 나타내고 있다.

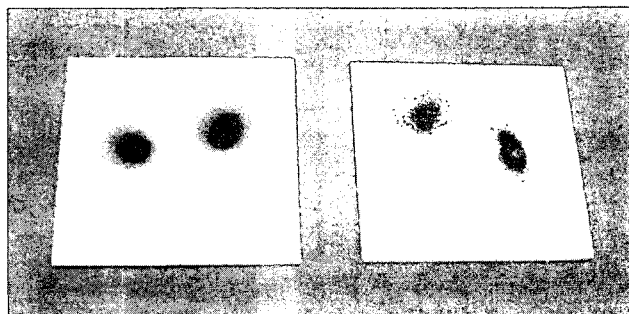


그림 9. 시험체 1과 시험체 2의 탄화결과

#### 4. 결론 및 고찰

본 실험에서 제작한 Polyurethane Resin계 도료는 염화고무계 도료에서 발생하는 목재와의 친화력을 있게하여 작업성은 물론 샌딩실러와 상도를 한 시스템으로 도장할 수 있도록 한 비용절약형 도료이다. 또한 연기의 발생을 억제하도록 하여 기존의 폴리우레탄계열의 연기가 다량 발생하는 단점을 보완하였으며, 연기밀도의 값은 목재와 MDF는 300~500 사이에 있고, 카펫트는 400~800의 범위에 있으며 벽지는 약 100 정도이다. 또한 방염도료의 연기밀도는 100이하의 값을 얻을 수 있었다.

본 연구에서는 염화고무계를 주원료로 하는 Resin을 사용하는 방염도료에서 탈피할 수 있도록 저렴한 Polyurethane Resin을 주원료로 하는 방염도료를 개발하였으며, 개발된 백색도료는 저농도의 연기를 발생하므로 인명피해를 극소화하는데 일조를 할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

1. 권경옥 외 "Study on the thermal stability of impure ammonium nitrate", Fire Science and Technology, Proceedings of the 6th Asia-Oceania Symposium, 2004
2. 권경옥 외 "GFRP의 난연조성 및 공정조건에 따른 연소특성연구", 화재소방학회지 2002
3. 권경옥 외 "Pyrene fluorescence measurements of metastable oil droplets in surfactant-free oil-in water emulsions", Colloids Polymer Sci., 2002
4. ISO 5659 Plastics -- Smoke generation -- Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test
5. Influence of Molybdates on Char Formation and Smoke Suppression in PVC, J.K. Walker, Sherwin-Williams Chemicals 601 Canal Rd. Cleveland, Ohio 44113