

PVC 인테리어 필름 방염처리 방법 및 방염성 평가

하진욱*

순천향대학교 신소재화학공학부
(chejwh@sch.ac.kr*)

The method and Evaluation of Flame Retardancy for PVC Interior Film

Jin-Wook Ha*

Department of Chemical Engineering, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea
(chejwh@sch.ac.kr*)서론

최첨단 정보화 시대로 발전해 가면서 도시는 점차 거대화되고 우리가 생활을 영위하는 집과 빌딩은 보다 기능적인 효율을 높이기 위해 고층화, 집중화되고 있으며 이에 수반하여 건축내·외장재 및 인테리어의 재료로서 합판, 합성섬유, 플라스틱 등의 사용량이 급증하고 있는 반면 이러한 건축내·외장재는 대부분 탄소, 수소, 산소로 구성된 유기물질로써 여러 가지 뛰어난 성능을 가진 것에 비해, 불에 타기 쉽다는 문제점을 가지고 있다.¹⁻² 이런 상황에서 일단 화재가 발생하면 물리적인 피해는 말할 것도 없고 큰 인명 피해도 가져오게 된다. 방염 재료에 대한 관심은 1960년대 후반부터 미국과 유럽의 일부 선진국을 중심으로 단순히 연소하기 어려운 재료 개발에 초점이 집중되었다. 하지만 최근에는 환경문제가 대두되면서 단순히 방염 효과뿐만 아니라, 환경과 인체에 대한 안전성을 고려한 제품개발에 관심이 모아지고 있는 실정이다.³⁻⁵

PVC 인테리어 필름은 건축내·외장재 및 인테리어 제품으로 최근 사용량이 기하급수적으로 증가하고 있으며, 화재에 대한 국민적 인식이 높아지면서 고성능의 방염 필름에 대한 요구가 큰 폭으로 증가하는 추세이다. 기존 방염처리방법은 방염제를 다량으로 사용하여야 하며, 생산시 불량률 또한 높아 여러 가지 요구되는 조건을 만족시키는데 문제점을 가지고 있다.⁶⁻⁸ 본 연구에서 시도하는 방염 코팅 공법은 경제성, 유용성 및 기능성을 다양하게 충족시킬 수 있는 기술로서 사용범위가 급속도로 확대되고 있다. 방염 코팅 기술은 향후 첨단 기술로서 응용가치가 매우 크며, 경제성 및 환경 친화적인 우수한 기술이라 할 수 있다.

본 연구의 목표는 방염처리를 위한 기존 공법의 단점을 보완과 환경 친화적인 난연제를 사용하여 비 방염 PVC 인테리어 필름의 방염처리 방법과 최적의 방염성능을 부여함에 있다.

실험

방염제로는 $Mg(OH)_2$ (Magnesium Hydroxide, KYOWA Chemical Ind.), $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$ (Zinc Borate Hydrate, U.S. BORAX Inc.), Sb_2O_3 (Antimony Trioxide, 일성안티몬)를

사용하였고, 수지성분은 애경화학의 불포화폴리에스테르계 수지, 습윤 분산제로는 Disperbyk-161, 110 등을 사용하였으며, 불포화폴리에스테르계 수지의 용매로는 MEK(methyl ethyl ketone, 덕산화학) 등을 사용하였다.

선행 연구결과의 최적 배합비율인 $[Mg(OH)_2]/[2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O] = 1:2$ 를 고정하고 $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$ 함량 대비 Sb_2O_3 함량을 20, 40, 60, 80, 100 wt%로 변화시켜 방염 성능을 측정하였다. 위의 방염제 조건에 수지(전체 20 ~ 50 part), MEK(전체 10 ~ 30 part), 습윤 분산제 등을 사용하여 방염성 코팅액을 제조하였다. 제조된 코팅액을 비방염 PVC 인테리어 필름에 코팅하여 한국소방검정공사에서 제정한 방염제형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0201)에 의거하여 방염시험함(45°마이크로버너, 불꽃길이 45mm)을 사용하여 방염성능(탄화면적, 탄화길이, 잔염시간, 잔진시간) 등을 측정하였다.

Table 1. Composition of Flame Retardant coating agent

Chemical	Amount
Flame Retardant	20 ~ 40 parts
Binder	20 ~ 50 parts
Dispersing agent	1 ~ 5 parts
Solvent	10 ~ 30 parts
Total	100 parts

결과 및 고찰

$[Mg(OH)_2]/[2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O]$ 의 무게비(wt%)에 따라 배합된 방염 코팅액을 비방염 PVC 필름에 Bar Coating하여 방염제형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0201)의 규정에 근거하여 방염성능 테스트를 수행하여 그 결과를 Table 2에 기술하였다. 실험 결과 $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$ 비율이 증가하면서 탄화면적(Char Area) 및 탄화길이(Char Length) 모두 감소하는 경향을 보였으나, 탄화면적(Char Area)과 잔염시간(Afterflaming), 잔진시간(Afterglow)등이 KOFEIS 0201 기준을 초과하는 결과를 보였다.

Table 2. Flame Retardancy, adhesion and content of $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$ modified coating agent

Run	Raw Materials	Adhesion	KOFEIOS 0201(Thin Film)			
	$Mg(OH)_2/2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$		Char Area (cm ²)	Char Length (cm)	Afterflaming ^{a)} (sec)	Afterglow ^{b)} (sec)
1	1.0/0.4	100/100	-	22	7	6
2	1.0/0.8	100/100	-	14	3	5
3	1.0/1.2	100/100	67	11.3	2	5
4	1.0/1.6	100/100	65.3	13.1	1	2
5	1.0/2.0	100/100	59	10.7	0	2

a) Burning time of sample with spark was measured from the end of heating flame

b) Indicate combusting state without spark from end time of heating, it was determined by the observation after 1min. from end time of heating

좀 더 방염효과를 높이기 위하여 다른방염제와 혼용하여 사용할 경우 방염 성능이 우수한 Sb_2O_3 을 선택하여 $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$ 대비 Sb_2O_3 의 무게비(wt%)를 조절하여 방염 성능을 테스트하여 그 결과를 Table 3에 기술하였다.

Table 3. Flame Retardancy, adhesion and content of Sb_2O_3 modified coating agent

Run	Raw Materials	Adhesion	KOFEIOS 0201(Thin Film)			
	$Mg(OH)_2/2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O/Sb_2O_3$		Char Area (cm ²)	Char Length (cm)	Afterflaming ^{a)} (sec)	Afterglow ^{b)} (sec)
1	1/2/0.4	100/100	48	11.7	1	1
2	1/2/0.8	100/100	36.7	10.3	0	1
3	1/2/1.2	100/100	33.8	8.5	0	0
4	1/2/1.6	100/100	27.2	8.7	0	0
5	1/2/2.0	100/100	20.2	7.5	0	0

실험 결과 $2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O$ 대비 Sb_2O_3 의 비율이 증가하면서 탄화면적(Char Area)이 감소하는 경향을 보였으며, 1: 2: 1.6 이상에서는 탄화면적(Char Area), 탄화길이(Char Length), 잔염시간잔염시간(Afterflaming), 잔진시간(Afterglow) 모두 KOFEIS 0201 기준을 통과하는 결과를 보였다. 이처럼 세종류의 방염제를 혼합하여 사용할 경우 적은 방염제를 사용하고도 좋은 방염 특성을 보이는 환경친화형 방염 코팅액을 제조할 수 있었다.

최종적으로 선정된 배합비율인 $[Mg(OH)_2]/[2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3.5H_2O]/[Sb_2O_3] = 1: 2: 2$ 의 조건을 가지고 PVC 인테리어 필름용 방염 코팅액을 제조하여 코팅 횟수(Thickness)에 따라 방염 성능 중 탄화면적의 변화를 고찰해보았다. 코팅 조건으로는 #12 Bar(Wet Thickness 30.5 μm)를 사용하였으며, 건조 조건은 45°C에서 1분 열풍건조를 하였다. 코팅 횟수가 증가하면서 방염 코팅층의 두께는 1회 코팅(Dry Thickness, 12 μm)하였을 경우보다 5회 코팅의 경우(Dry Thickness, 75 μm) 현저히 증가하는 현상을 보였다.

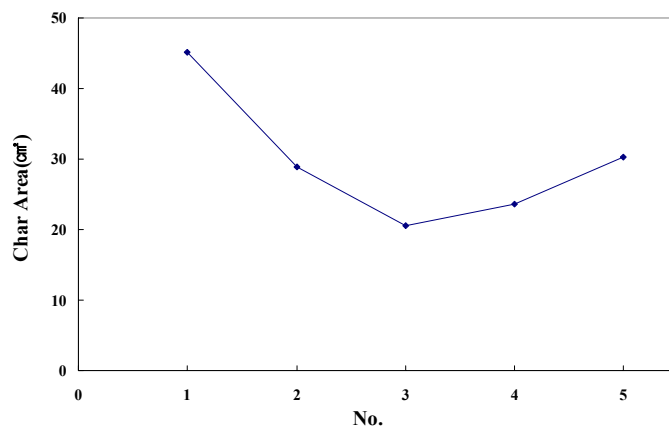


Figure 1. Relationship Between Coated thickness and number of coated.

코팅 횟수가 증가할수록 탄화면적도 감소하는 경향을 보이다가 4회 코팅부터 탄화면

적이 다시 증가하는 현상을 관찰하였다. 4회이상 코팅을 하였을 경우 PVC 인테리어 필름 뒷면에 코팅되어 있는 방염 성분에 의하여 불꽃을 저지하여 필름 앞면의 탄화면적이 확대되는 것으로 고찰하였다. 위 실험을 통하여 0.2 mm PVC 인테리어 필름의 방염 최적 코팅 두께는 약 25 ~ 35 μm 로 판단된다.

결론

세종류($\text{Mg}(\text{OH})_2$, $2\text{ZnO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3\cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$, Sb_2O_3)의 방염제를 선정하여 PVC 인테리어 필름에 코팅 Bar(#12)를 이용하여 방염 처리후 방염성(KOFEIOS 0201)을 측정해 본 결과 다음과 같다.

$[\text{Mg}(\text{OH})_2]/[2\text{ZnO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3\cdot 3.5\text{H}_2\text{O}]/[\text{Sb}_2\text{O}_3] = 1: 2: 2$ 에서 탄화면적 20.2cm^2 , 탄화길이 7.5cm, 잔염시간 0, 잔진시간 0 등 우수한 방염성능을 나타내었다. 또한 코팅 두께에 따른 방염성능도 코팅 두께 약 25 ~ 35 μm 에서 가장 우수한 방염 효과를 보였으면 그 이상의 두께에서는 오히려 탄화면적의 증가로 방염성능이 저하되는 것을 볼 수 있었다.

세종류의 방염제를 혼합하여 사용할 경우 적은 방염제를 사용하고도 우수한 방염성능을 발휘할 수 있는 환경친화형 방염 코팅액을 제조할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 한국과학재단 지정 순천향대학교 차세대 BIT 무선부품연구센터(R12-2002-052-1005-0)의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. C. J. Hilado, "Flammability handbook for Plastics", 4th ed., Technomic Publishing Co., Pennsylvania(1990).
2. J. Green, Ch. 4 in "Thermoplastic Polymer Additives", ed by J. T. Lutz, Jr., Marcel Dekker, N. Y., (1989).
3. M. Lewin, S. M. Atlas, and E. M. Pearce, "Flame-Retardant Polymer Materials", Plenum Press. N. Y., (1975).
4. W. C. Kuryla and A. J. Papa, "Flame Retardancy of Polymeric Materials", Vol. 1. 2. 3. 4, Marcel Dekker, N. Y., (1973~1978).
5. S. D. Landry, *Plastics Compounding*, Sep./Oct., 48 (1994).
6. D. J. Ferm and K. K. Shen, *Plastics Compounding*, Nov./Dec., 40 (1994).
7. J.-B. Ahn, H.-K. Cho, C.-N. Jeong, and S.-T. Noh, *J. of Korean Ind. & Eng. Chemistry*, **8**(2), 230 (1997).
8. T. O. Ahn, S. U. Jung, H. M. Jeong, and S. W. Lee, *J. Appl. Polym. Sci.*, **51**, 43 (1994).