

친환경 인테리어용 벽포지의 방염성능시험

권성필, 김형권, 윤현주, 라용운, 손윤석*, 신동일*
한국소방산업기술원, 명지대학교*

Flame-retardant Performance Test of the Fabric Wallpaper for the Use of Environment-friendly Interior

Kwon, Seong-Pil · Kim, Hyeong-Gweon · Yoon, Heon-Joo · Ra, Yong-Woon
· Sohn, Yoon-suk* · Shin, Dongil*
KFI, MJU*

요 약

본 연구에서는 친환경 인테리어용으로 개발된 벽포지에 대해 방염성능이 시험되었다. 실제로 방염성능은 “45° 연소시험” 및 “접염시험”, 그리고 “연기밀도시험”에 의해서 수행되었다. 벽포지의 주성분이 고온에서 쉽게 용융하는 PET(폴리에스터) 이다. PET의 이런 물성으로 인하여 “45° 연소시험”과 “연기밀도시험”의 요구조건들은 쉽게 만족시킬 수 있었지만, 용융 물품에 대해 추가로 요구되는 “접염시험”은 통과하기 어려웠다. 총 47종 109점에 대해 방염성능시험을 수행한 결과 18종 54점이 요구조건을 만족하였다. 일반적으로 보드에 배접된 상태로 시공되는 모듈의 난연성능을 개선하기 위해서는 벽포지의 방염성능뿐만 아니라 보드, 접착제 등의 특성에 관한 보다 많은 연구가 필요하다.

1. 서 론

최근 우리 사회는 눈부신 경제성장과 더불어 보다 편리하고 안락한 생활에 대한 욕구가 급속히 확산되어 가고 있으며, 그와 더불어 건축용 실내장식제도 점차 고급화 및 다양화 되어 가고 있는 추세다. 하지만 이런 재료들은 대부분 가연성 물질들이기 때문에 우리를 심각한 화재 위험에 빠뜨릴 수 있다. 즉, 이러한 가연성 물질들은 화재발생시 높은 온도의 열기와 맹독성 가스를 포함하는 다량의 연기를 방출함으로써 인명 및 재산 피해를 야기할 수 있다. 그래서 국내에서는 이러한 피해를 막기 위하여 규제대상 방염물품을 정해놓고 이들에 대한 방염처리를 의무화하도록 하고 있다. 한편, 방염물품들은 시험을 통해서만 그 방염성능을 확인할 수 있고 복잡한 유통단계를 거쳐서 공급되므로 방염처리 된 실내장식물의 방염효과에 대하여 일부에서는 의문이 제기하기도 한다. 더욱이 대부분의 국내 방염처리 업체들은 영세하여 방염물품의 품질향상에 노력할 여력이 없을 뿐만 아니라 이와 관련된 사회문제에 대한 의식조차 미약하기 때문에, 날로 새로워지는 실내장식물의 방염처

리기술에 효과적으로 대처하기 어려운 실정이다. 따라서 법적으로 규정된 모든 방염대상 물품에 대해 기본적으로 일정 정도 이상의 방염성능 및 일정 양 이하의 연기발생을 범으로 엄격히 규제하고 있는 실정이다.

국내·외 관련 기술현황을 살펴보면, 해외 선진국에서는 방염성능평가를 위해 국내에서도 널리 사용하고 있는 맥켈버너(두꺼운 포)나 마이크로버너(얇은 포)를 이용한 45° 연소시험(KOFEIS 1001)뿐만 아니라 수직 또는 수평 연소시험 등과 같은 다양한 형태의 시험을 실시하고 있다. 그리고 연기밀도시험기(ASTM E 662 또는 ISO 5659-2) 내에서 시험편을 연소시켜 발생하는 연기의 양을 측정하는 연기밀도시험뿐만 아니라, 콘-칼로리미터(ISO 5660-1)를 이용한 연기밀도 측정을 실시하고 있으며, 그 측정값은 연기밀도 시험기를 통해 측정값에 비해 동적 특성이 훨씬 더 잘 반영된다고 알려져 있다.

본 연구에서는 섬유산업스트립간협력기술개발사업을 통해 친환경 인테리어용으로 개발된 벽포지에 대해 45° 연소시험기(KOFEIS 1001)를 사용하여 방염성능을 측정하였다. 더욱이, 벽포지 시료의 주요 성분이 용융 물질인 폴리에스테르임을 고려하여 접염시험을 추가로 실시하며, 새로 개발된 벽포지에 대해 연기밀도시험기(ISO 5659-2)를 이용하여 연기밀도를 측정하였다. 하지만 제품의 용도가 세탁이 필요 없는 벽포지임을 고려하여 세탁시험은 생략하였다.

2. 시험

2.1 시험시료

얇은 포 및 두꺼운 포의 방염성능은 45° 연소시험을 통해 측정되며, 이 시험을 위해 시험체받침틀에 들어갈 가로 35 cm, 세로 25 cm 크기의 시료를 3개씩 준비해야 한다. 더욱이 시료의 주성분인 PET(polyester)는 고온에서 용융하는 물질이기 때문에 추가로 접염시험을 수행해야 하며, 이를 위해 폭 10 cm를 유지하도록 말아서 시험체받침코일 안에 넣는 중량 1 g의 시료를 5개씩 준비해야 한다. 또한, 연기밀도 시험을 위해서 시험편 받침대에 장착되는 시험편을 가로 75 mm, 세로 75 mm 크기로 3개씩 준비해야 한다.



그림 1. 산불 발생전 안정수도표



그림 2. 시험체받침코일 내 시료에 접염

2.2. 시험장치 및 방법

2.2.1. 방염성능 시험방법(KOFEIS 1001)

“방염성능의 기준 및 시험세척(KOFEIS 1001)” 제 4조 “방염성능의 기준” 및 제6조 “얇은 포 및 두꺼운 포의 방염성능 측정기준 및 방법” 등에 따라 시험을 수행한다. 맥켈버너 혹은 마이크로버너, 전기불꽃발생장치 등이 장착된 45도 연소시험기를 이용하여 탄화면적 및 탄화거리를 측정한다. 그리고 용융하는 물품에 대해 접염시험을 수행하기 위하여 시험체 받침코일, 접점버너 등을 내장하고 있는 접염시험기가 사용된다. 얇은 포의 방염성능기준은 잔염시간 3 초 이내, 잔신시간 5 초 이내, 탄화면적 30 cm² 이내, 탄화길이 20 cm 이내, 접염회수 3회 이상이어야 한다. 이 경우 내세탁성을 측정하는 물품은 세탁전과 세탁 후에 이 기준에 적합하여야 한다. 두꺼운 포의 방염성능기준은 잔염시간 5 초 이내, 잔신시간 20 초 이내, 탄화면적 40 cm² 이내, 탄화길이 20 cm 이내, 접염회수 3 회 이상이어야 한다.

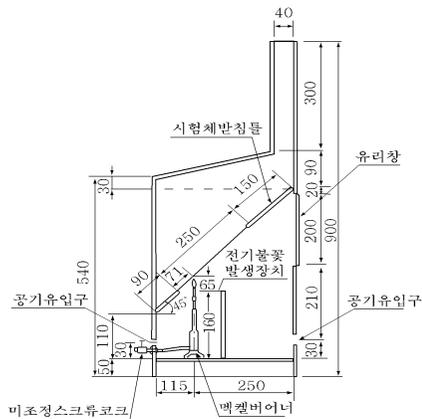


그림 3. 연소시험함

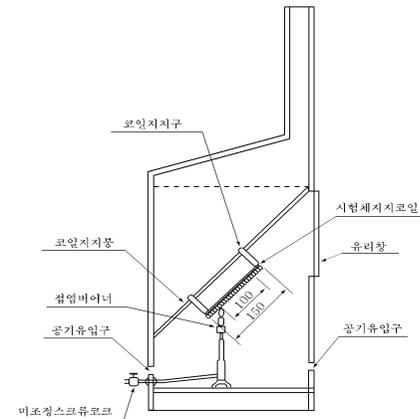


그림 4. 접염시험함

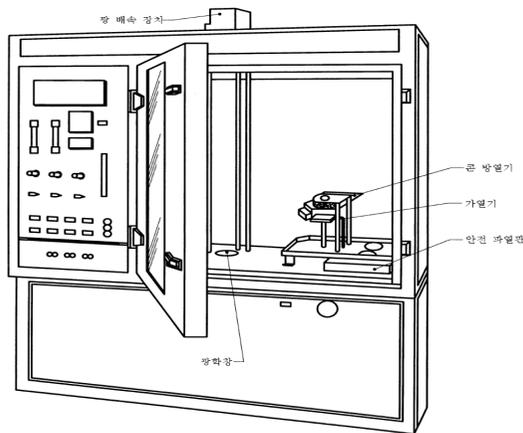


그림 5. 연소시험함

2.2.2. 연기밀도 시험방법(ISO 5659-2)

“방염성능의 기준 및 시험세척(KOFEIS 1001)” 제 8조 “방염물품의 연기밀도 측정기준 및 방법”에서 제시하는 것 처럼 용융하는 물품에 대해 적용하는 KS M ISO 5659-2(프라 스틱-연기발생 제2부 : 단일 연소 챔버 시험에 의한 광학 밀도의 측정)에 따라 시험을 수행한다. 가열은 2.5 W/cm²의 방열기와 불꽃길이가 30 mm인 버어너를 사용한다. 그리고 최 대연기밀도는 다음 계산식으로 산출한다.

연기밀도 $D_s = 132 \log_{10}(100/D)$

T : 광선투과율

132 : 연소챔버에 대하여 V/AL로부터 유도된 인자

(V: 연소챔버의 부피, A: 연소챔버의 노출면적, L: 광선 경로의 길이)

최 대 값 $D_m = 132 \log_{10}(100/Tr)$

Tr : 광선투과율(maximum range)

보정인자 $D_c = 132 \log_{10}(100/Tc)$

Tc : 광선투과율(clear beam)

보 정 값 $D_s = D_m - D_c$

표 1. 1차 시료의 방염성능시험 결과

시험항목		탄화면적(30/40cm ² 이내)			탄화길이(20cm이내)			접염횟수(3회이상)		
무게	No.	위사	위사	경사	위사	위사	경사	위사	위사	경사
얇은 포	1	3.5	4.5	4.5	2.2	2.9	3.0	2	2	2
	2	4.5	4.2	4.7	2.7	2.6	2.9	2	2	2
	3	4.2	4.5	4.2	2.6	2.7	2.5	2	2	2
	4	4.4	4.5	3.8	2.9	2.5	2.4	2	2	2
	5	3.8	3.6	4.2	2.3	2.8	2.5	2	2	2
	6	4.3	4.2	4.2	2.7	3.3	2.6	2	2	2
	7	4.5	4.3	3.5	2.8	2.4	2.3	2	2	2
	8	3.8	4.5	4.2	2.2	2.5	2.3	2	2	2
	9	4.7	3.7	4.7	2.5	2.3	2.7	2	2	2
	10	4.5	4.5	4.5	2.4	2.4	2.4	2	2	2
두꺼운 포	1	4.5	5.3	4.9	2.9	3.1	2.6	3	3	3
	2	5.3	5.3	5.3	3.4	3.2	2.6	3	3	3
	3	5.3	4.9	4.9	3.4	2.7	2.5	3	3	3
	4	3.8	4.7	3.8	2.5	3.2	3.1	3	3	3
	5	4.9	4.5	4.9	2.6	2.5	2.6	3	3	3
	6	3.8	4.5	3.8	2.2	2.5	2.5	3	3	3
	7	4.5	4.2	4.2	2.9	2.4	2.3	3	3	3
	8	3.8	4.2	3.8	2.3	2.4	2.3	3	3	3
	9	4.2	5.4	4.9	2.4	2.6	2.5	3	3	3
	10	4.2	5.0	4.5	2.4	2.6	2.5	3	3	3

2.2.3. 시험 추진방법

우선 본 연구를 통하여 새로이 개발된 친환경 인테리어용 벽포지 주성분의 연소특성, 두께, 용도 등을 고려하여 방염성능시험 및 연기밀도시험 방법을 선정하도록 했다. 예를 들어 벽포지의 주성분이 폴리에스터(PET)임을 감안하면, 연소 시에 녹아서 흘러 떨어져서 자체적으로 소화되는 연소특성을 보이게 된다. 따라서 불꽃을 접촉하여 녹아떨어지는 정도를 측정하는 접염시험을 실시해야 하고, 시료를 수평으로 넣는 연기밀도시험기(ISO 5659-2)가 사용 되어야 한다. 두께가 얇은 포에 해당하는 시료는 연기밀도가 200이상을 넘지 말아야 하며, 두꺼운 포에 대해서는 400이상을 넘지 말아야 한다는 기준을 적용했다. 제품의 사용목적이 벽지용이므로 세탁시험을 생략하였다. 특히, 시료의 주성분이 접염시험을 실시하며, 새로 개발된 시료에 대해 연기밀도시험기를 이용하여 연기밀도를 측정한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 방염성능 측정

본 연구를 위해 한국염색기술연구소로부터 3차에 걸쳐 접수된 총 47종 109점(1차 20종 60점, 2차 11종 31점, 3차 16종 48점)에 대하여 방염성능시험을 수행하였다. 방염성능을 시험하기 위하여 45° 연소시험기 및 접염시험기를 이용하여 시험을 수행한 결과가 [표 1], [표 2], [표 3]에 요약되었다. 방염성능시험에 있어서 탄화면적이나 탄화거리에 있어서는 모든 시료에 있어서 주어진 기준을 만족시킬 수 있었지만, 접염시험의 기준을 만족시키는 일은 어려움이 있었음을 알 수 있다. 1차 시료에 있어서는 두꺼운 포의 경우 10종 30점 모두 방염성능시험에서 문제가 없었다. 하지만 얇은 포의 경우 10종 30점 모두 접염시험에서 기준을 만족시키지 못 했다. 2차 방염성능 시험에 있어서는 단지 녹색 포 1점만 접염시험을 통과했을 뿐이고, 그 밖의 10종 30점은 접염시험을 통과하지 못 했다. 3차 시료에 있어서는 얇은 포 8종 24점이 접염시험을 통과했지만, 두꺼운 포 8종 24점은 접염시험을 통과하지 못 했다.

표 2. 2차 시료의 방염성능시험 결과

시험항목		탄화면적(30/40cm ² 이내)			탄화길이(20cm이내)			접염횟수(3회이상)		
무게	No.	위사	위사	경사	위사	위사	경사	위사	위사	경사
얇은 포	1	3.8	4.2	4.5	2.2	2.6	2.9	2	2	2
	2	5.3	4.6	4.2	2.9	3.0	2.6	2	2	2
	3	3.5	4.5	4.5	2.0	2.8	2.7	2	2	2
	4	4.0	4.2	4.0	2.6	2.4	2.4	2	2	2
	5	4.1	4.0	4.2	2.4	2.4	2.4	2	2	2
두꺼운 포	1	5.7	5.5	4.7	3.7	4.0	2.7	2	2	2
	2	4.5	5.3	5.2	2.6	3.4	3.1	2	2	2
	3	4.2	4.5	4.5	2.5	2.9	2.6	2	2	2
	4	4.5	4.7	4.5	2.7	2.8	2.5	2	2	2
	5	4.2	4.3	3.8	2.6	2.4	2.2	2	2	2
	6	5.3			3.4			3	3	3

3.2 연기밀도 측정

본 연구를 위해 한국염색기술연구소로부터 3차에 걸쳐 접수된 총 47종 109점(1차 20종 60점, 2차 11종 31점, 3차 16종 48점) 가운데 접염시험을 통과한 총 18종 54점(1차 10종 30점, 3차 8종 24점)에 대해 연기밀도 시험이 수행되었다. 연기밀도 시험기를 이용하여 시험을 수행한 결과가 아래 [표 4], [표 5]에 요약되었다. 모든 시료가 연기밀도의 한계치 이내에 들어왔음을 알 수 있다.

표 4. 1차 시료의 연기밀도시험 결과

무게	No.	연기밀도(400 이내)		
두꺼운 포	1	121.44	200.76	142.05
	2	224.31	187.35	176.77
	3	105.33	93.6	79.91
	4	155.63	165.79	173.86
	5	167.86	194.85	191.65
	6	239.86	97.98	224.37
	7	142.8	162.32	176.48
	8	163.49	78.21	119.15
	9	185.34	282.57	190.63
	10	220.91	226.36	214.98

표 5. 3차 시료의 연기밀도시험 결과

무게	No.	연기밀도(200이내)		
얇은 포	1	176.11	139.25	145.36
	2	159.19	131.60	144.36
	3	139.61	168.29	130.86
	4	137.28	130.03	137.8
	5	151.48	157.26	98.12
	6	145.15	199.99	141.29
	7	145.90	148.99	145.83
	8	162.38	166.62	170.78

4. 결 론

본 연구를 위해 한국염색기술연구소로부터 3차에 걸쳐 접수된 총 47종 109점(1차 20종 60점, 2차 11종 31점, 3차 16종 48점)에 대하여 방염성능시험(KOFEIS 1001)을 수행하였다. 그 결과 1차 시료 가운데 두꺼운 포(10종 30점)와 3차 시료 가운데 얇은 포(8종 24점)가 기준을 통과하였으며, 그들은 연기밀도시험(ISO 5659-2)에서도 모두 기준을 만족시켰다. 일반적으로 벽포지는 난연성보드에 배접된 상태로 시공되기 때문에, 전체 모듈의 난연성능을 개선하기 위해서는 벽포지의 방염성능 이외에도 보드 및 접착제의 특성 등에 관한 보다 많은 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 섬유산업스트림간협력기술개발사업 연구비로 이루어진 것으로 본 연구를 가능케한 지식경제부에 감사드립니다.

참고문헌

1. 한국소방검정공사 (2005), “방염성능의 기준 및 시험세척 KOFEIS 1001”, 소방방재청.
2. 기술표준원 (2002), “KS 플라스틱-연기발생-제2부 : 단일연소 체임버 시험에 의한 광학 밀도의 측정 KS M ISO 5659-2 : 2002”, 산업자원부.
3. 한국소방검정공사 (2006), “실내장식물 등 화재유해성 평가시험 용역(최종보고서)”, 소방방재청.