

카펫과 커튼의 방염처리 및 사용여부에 따른 화재특성에 관한 연구 A Study on Fire Characteristics of Carpet and Curtain Treated or Untreated with Flame Retardant

이해평 · 박영주*[†]

Hae-Pyeong Lee · Young-Ju Park*[†]

강원대학교 소방방재학부, *강원대학교 방재기술전문대학원
(2006. 12. 12. 접수/2007. 2. 28. 채택)

요 약

본 연구는 다중이용업소에서 사용하고 있는 실내장식재들 가운데 카펫과 커튼을 대상으로 방염 처리 여부와 방염 처리한 카펫의 사용 여부에 따라 화재의 위험 요소인 열방출율, 연기밀도, 발화점 그리고 난연성을 평가하였다. 방염 처리 여부에 따른 실험 결과를 살펴보면, 방염 처리한 재료가 방염 처리를 하지 않은 재료보다 발열량이 낮게 나타났지만 연기밀도 지수는 오히려 높은 것으로 나타났다. 또한, 방염 처리한 카펫의 사용 여부에 따른 실험결과로는 3년 사용한 중고카펫이 사용하지 않은 새 카펫보다 발열량과 연기밀도 지수가 높게 나타났으며, 동일 재료일지라도 사용여부에 따라 난연성과 발화온도의 차이가 있는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

In this study, we have evaluated the hazardous factors of fires such as heat release rate, smoke density, ignition temperature, and flammability of carpet and curtain used in the public facilities. As a result of flame retardant treatment, the heat release rate of materials treated with flame retardant was lower than that of not treated. However, the smoke density of treated materials was higher than that of not treated. Also, we have investigated the fire characteristics of used and unused carpet. As a result, the heat release rate and the smoke density of used for 3 years carpet were higher than those of unused carpet. The distinct differences of flammability and ignition temperature between used and unused carpet were confirmed.

Keywords : Flame retardant, Carpet, Curtain, Cone calorimeter, Smoke density, Limited oxygen index, Ignition temperature

1. 서 론

대부분의 화재에서 다중 인명피해를 초래하는 가장 큰 원인은 직접적인 화염에 의한 것보다는 내장재와 같은 가연물의 연소 시 발생하는 연기와 독성가스에 의한 것이다. 실내장식재의 대부분은 가연성 유기물 재료들이므로 연소 시 여러 단계의 온도에서 발생하는 유독가스와 화재 시 연기발생이 질식사의 원인이 되고 있다. 이에 대한 예로서 1999년 10월 인천 라이브호프 집 화재에서 연기 및 유독가스에 의한 질식사가 99% (사망자 46명, 부상자 72명)로 유기 내장재로부터 질식

사가 발생하였으며, 2000년 10월 성남 모란역 지하 유흥주점에서 유기 내장재로 인한 다량의 연기발생으로 부상자 8명, 사망자 7명의 질식사를 초래한 바가 있다. 이처럼 내장재가 연소함에 따라 방출되는 열이나 연기 및 가스 등으로 인하여 인명이나 재산의 피해가 크게 증가하기 때문에 재료의 연소특성이 인명안전에 미치는 영향은 매우 크다.

방염 실내장식재에 대한 국내·외 화재안정성 시험 기준을 비교하면 국내 시험기준은 지금까지 초기 연소성에만 치중하여 소방법에 의한 착화지연(45° 방염시험 : 초기불꽃, 착화유무)에만 초점을 맞춘 방염성능 시험만 요구되어 오다가 지난 2006년 5월 4일부터 발연량(ASTM E 662) 시험법 기준이 도입되어 시행되고

[†]E-mail: yjpolymer@kangwon.ac.kr

있으나 아직까지 국내에서 방염 실내장식재에 대한 실태를 조사하거나 연구하여 발표된 자료는 매우 미흡한 실정이다.¹⁾ 반면 해외 선진국의 화재안정성에 대한 규제 및 시험기준은 재료의 연소특성에 적합한 시험을 실시하고 있으며, UL 1975, ISO 5660에 의한 방출발열량, NFPA 701, ASTM E-84, ASTM I-84에 의한 화염전파속도, ANSI, ASTM E 662에 의한 발연량, ISO 5660, ASTM E 1354에 의한 유독성분 등을 종합적으로 분석하여 평가하고 있다.^{2,3)}

이러한 추세에 맞추어 실내장식재에 대한 화재 안정성 시험에 대하여 연소 시에 나타나는 다양한 위험 특성을 정성 및 정량적으로 분석할 필요가 있으며, 재료의 연소 확대성을 정량화하기 위해서는 발연량 시험과 화염전파성 시험을 수행하여야 하며, 인명에 대한 위해성을 정량화하기 위해서는 발연량 시험과 유독성 시험을 수행하여야 한다.⁴⁾

따라서 인명피해와 직결되는 이와 같은 화재위험성 변수들이 종합적으로 평가되어야 하고 이들 요소를 평가하는 것이 반드시 필요하며, 또한 국내 다중이용업소에서 사용하는 실내장식재가 화재 시 인명안전에 미치는 영향을 정성 및 정량적으로 분석하여 이에 따른 화재위험평가 기준을 위한 빠른 대책 마련이 필요한 실정이다.

본 연구는 국내 유통업소에 다량 유통되고 있는 카페트(PP 4.5 mm)와 커튼(PE 무대막)을 대상으로 선정하여 방염 처리 전·후에 대한 발연량과 발연량, 산소지수와 발화온도를 측정하여 연소특성을 비교 분석함으로써 방염 처리한 카페트의 사용 전·후에 대한 화재시의 위험요소를 평가하고자 하며, 특히 최근에 국내의 발연량 시험법(ASTM E 662)이 도입되어 시행됨에 따라 발연량의 허용기준에 적합한 합리적인 기준을 제시하고자 한다.

2. 실험내용 및 방법

2.1 실험재료

국내 유통업소에 다량 유통되고 있는 실내장식재 중

카페트(PP 4.5 mm)와 커튼(PE 무대막)을 선정하여 방염 처리를 한 재료와 방염 처리를 하지 않은 재료를 준비하였다. 또한, 방염 처리한 카페트 가운데 사용하지 않은 재료와 동일한 제품으로 3년간 사용한 중고 재료를 준비하여 시험 재료로 사용하였고, 방염 처리한 재료는 한국소방검정공사에서 검정을 필한 상용 제품을 사용하였다. 본 연구에서 실험에 사용한 재료들에 대한 명세는 Table 1에 제시하였다. 실험에 사용된 재료들의 방염제와 방염처리방법으로는 커튼의 경우, 브롬계 방염액에 padding하여 squeezing한 후 tenter로 180°C 이상의 고온으로 curing된 제품이며, 카페트의 경우는 Aluminumhydroxide 방염제를 사용하였지만 자세한 방염처리방법은 제조사로부터 확인할 수 없었다.

2.2 실험방법

열방출율을 측정하기 위하여 영국 FTT(Fire Testing Technology)사의 DUAL Cone Calorimeter를 사용하여 ISO 5660의 Part 1에 따른 시험을 하였고, 또한 영국 FTT(Fire Testing Technology)사의 NBS Smoke Density Chamber를 사용하여 ASTM E 662에 의한 Non-Flaming 방식의 연기밀도시험과, 영국 FTT(Fire Testing Technology)사의 Candle type flammability tester로 ASTM D 2863과 ISO 4589-2 규격에 따라 Limited Oxygen Index를 측정하였다. 또한, 일본 구라모찌사의 KRS-RG-9000을 사용하여 Group법 시험으로 발화온도(Ignition Temperature)를 측정하였다.

2.2.1 콘칼로리미터시험

연소 과정에서 소비되는 산소량을 기준으로 방출되는 열량을 측정하는 원리로 ISO 5660-1에 의한 시험⁵⁾을 실시하여 각각의 재료에 대하여 시편을 100 mm×100 mm 크기로 준비하여 재료가 화재 조건에 노출되는 동안 착화시간(time to ignition), 열방출율(heat release rate), 중량감소율(weight loss rate), 총연기발생율(total smoke release) 등 화재 변수들을 동시에 연속적으로 측정하였다. 화재의 규모와 전파에 직접적인 영향을 미

Table 1. Specification of experimental materials

Experimental materials		Type	Component	Thickness (mm)	Maker	Weight (kg/m ²)	
Curtain	After flame retardant treatment	Flat	Polyestere 100%	0.5	Y사	0.24	
	Before flame retardant treatment	Flat	Polyestere 100%	0.5	Y사	0.22	
Carpet	After flame retardant treatment	Unused	Loop	Polypropylene 100%	4.5	R사	1.55
		Used(3years)	Loop	Polypropylene 100%	4.5	R사	1.90
	Before flame retardant treatment	Loop	Polypropylene 100%	4.5	R사	1.54	

치는 화재 특성으로서 화재 시 피난을 위한 시간 확보와 방재대책 수립에 있어 다른 어떤 화재 특성보다 중요하다. 또한, 각종 재료의 열방출 특성은 화재의 성장과 전파에 직접적인 영향을 미치고 있으므로 정확한 열방출율의 측정과 분석이 중요한 요소로 인식되고 있다.⁶⁾

시험방법은 시편을 연소하기 위해 전기 가열로를 이용하여 가열로 속에서 50 kW/m²의 일정한 열플럭스(heat flux)를 공급하였고 점화를 위해 스파크 점화장치(spark igniter)를 사용하였다. 시간이 지나면서 외부 복사열로 인해 재료 표면의 온도가 상승하고 열분해가 시작된다. 가연성 기체가 연소 하한범위를 넘게 되면 발화하면서 발화시간이 측정된다. 연소생성물은 배출구에서 포집되고 산소농도와 공기량이 측정된다. 시험 결과로서 3개의 시편에 대한 평균값으로 열플럭스에 따른 착화시간, 최대열방출율(peak heat release rate), 평균열방출율(average heat release rate), 총연기방출량 등을 측정하였다.

2.2.2 연기밀도시험

시편을 연소시켜 발생하는 연기밀도를 광학 빔을 이용하여 평가하는 방법으로서 광원과 광량감지기 사이에 연기가 통과하는 공간을 두어 연기에 의해서 차단되는 광 투과율을 측정하는 방법으로 각각의 재료에 대하여 시편을 75 mm×75 mm 크기로 준비하여 ASTM E 662 규격⁷⁾에 의해 수행하였다.

실험 방식은 Non-flaming 방식으로 수행하였으며 밀봉된 챔버(chamber) 안에 평면 시편을 수직으로 세워 가열로를 점화하여 25 kW/m²의 복사열이 되도록 조정 후, 광선투과장치와 시험기록계를 작동시키고 장비의 영점을 조정한 다음, 시험장치의 가열로 인가 전압을 조정하여 광선투과장치를 작동함과 동시에 시험장치의 배출구를 차단하고 시편을 부착한 시편홀더로 교환한 다음 가열로를 소화한다. 연소하면서 발생하는 연기가 집연 챔버에 모아지고 수직으로 설치된 광학장치에 통과된 빛의 강도를 측정하여 연기농도로 환산된다.

2.2.3 한계산소지수시험

재료의 산소지수에 의한 연소 거동의 측정 평가를 위하여 산소지수시험을 수행하였으며 산소지수는 산소와 질소 혼합기의 혼합비를 임의로 변화시킬 수 있는 연소성 시험기인 Candle type flammability tester ASTM D 2863,⁸⁾ ISO 4589-2⁹⁾ 규격에 따라 시험하였다.

시험 방법은 재료가 자립이 가능한 재료에 한하여 시편을 120 mm×10 mm 크기로 준비하여 ASTM D 2863 규격 시험을 수행하였고 자립이 불가능한 재료에

한하여 시편을 140 mm×50 mm 크기로 준비하여 ISO 4589-2 규격 시험을 수행하였다. 준비한 재료는 고정 기구에 수직으로 설치하고 공급된 산소와 질소는 수직으로 놓인 유리 컬럼의 아래로부터 위쪽으로 흘러보낸다. 이때 유량을 일정하게 10 l/min으로 유지시킨다. 시편을 유리 컬럼의 중앙에 흐름과 평행인 상태로 놓고 pilot flame을 사용하여 시료의 윗부분에 5초 동안 점화시킨다. 이때 한계산소지수(LOI, Limited Oxygen Index)는 점화된 시료의 불꽃과 연기가 180초 이내에 없어지는 최소의 산소량일 때의 값을 취하여 3개의 시편에 대한 평균값을 산소지수 값으로 정하였다.

2.2.4 발화점시험

발화점시험의 시험방법은 온도 조절기의 설정온도를 소정의 온도로 설정한 다음, 온도 상승 및 하강 스위치를 사용하여 온도 지시계의 온도가 용기의 사용 온도에 도달한 후에 전압을 조절하며, 2°C/min의 하강속도로 전압 조절계를 조정하여 온도 지시계의 온도가 소정의 온도보다 10°C 하강했을 때 시료를 평량 컵에 취해 약 20 mg 정도를 용기의 시료 투입구로 투입함과 동시에 초시계로 발화까지의 대기시간을 측정한다. 발화의 확인은 화염을 육안으로 판단하며, 온도가 5°C 강하할 때 이 조작을 반복하여 대기시간이 1분 이상이 되면 시험을 종료한다. 발화대기 시간은 4초로 하고 이때가 열의 발생속도와 확산속도가 평형일 때이며 착화원 없이 물질이 자연발화할 때의 최저온도를 확인할 수 있다.¹⁰⁾

3. 결과 및 고찰

3.1 커튼과 카페트의 방염 처리 전·후의 시험결과 및 분석

3.1.1 열방출율 시험결과

커튼과 카페트의 방염 처리 전·후에 대한 발열량과 총연기방출량의 시험결과를 Table 2에 제시하였다. 커튼과 카페트 모두 방염 처리 전보다 방염 처리 후의 재료에서 최대열방출율과 평균열방출율이 전반적으로 낮았으므로 열적 안정성이 높은 것으로 나타났으며, 총방출연기량에 대해서는 오히려 방염 처리 후의 재료에서 연기 노출에 대한 위험지수가 더 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 1과 2에서는 커튼과 카페트의 방염 처리 전·후에 대하여 시간에 따른 열방출율을 나타내었다. 커튼과 카페트 모두 열이 방출되는 동안의 시간은 방염 처리 전·후가 비슷하게 나타났지만 방염 처리 전·후

Table 2. Experimental result of cone calorimeter

Experimental materials		Peak rate of heat release (50 kW/m ²)	Mean rate of heat release (50 kW/m ²)	Total smoke release (50 kW/m ²)
Curtain	After flame retardant treatment	156.75	66.66	184.97
	Before flame retardant treatment	256.18	98.66	141.60
Carpet	After flame retardant treatment	336.58	96.30	750.53
	Before flame retardant treatment	348.56	105.04	696.3

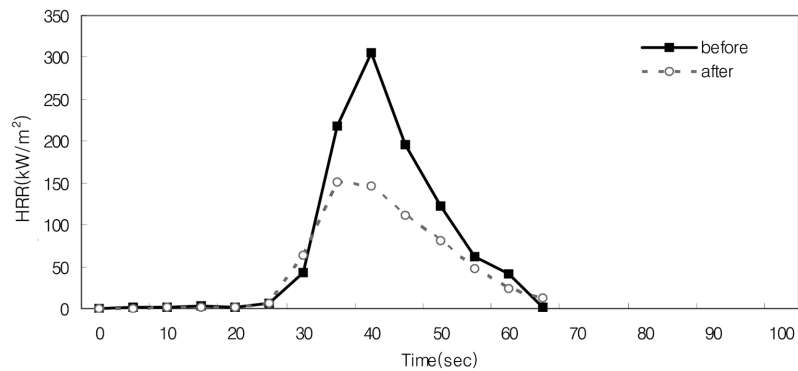


Fig. 1. HRR of curtain before and after flame retardant treatment.

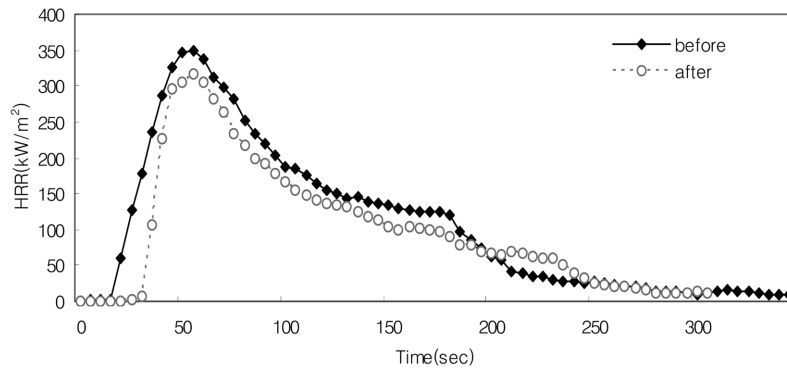


Fig. 2. HRR of carpet before and after flame retardant treatment.

에 대한 열방출율의 차이는 커튼의 경우, 30~60 sec 사이에서 차이를 보였으며, 최대열방출율은 방염 처리 전에 256.18 kW/m², 방염 처리 후에 156.75 kW/m²인 것으로 나타났다. 카펫의 경우는 20~200 sec 사이에서 약간의 차이를 보였으며, 최대열방출율은 방염 처리 전에 348.56 kW/m²이고 방염 처리 후에는 336.58 kW/m²인 것으로 나타났다. 대체로 방염 처리 전보다 방염 처리 후에 열방출율이 낮은 경향을 보였으므로 방염 처리한 재료가 열에 더 안정한 것으로 사료된다. 이는 방염제 처리로 인한 물리·화학적 방법으로 연소를 억제하거나 완화시키는 효과에 기인한 결과인 것으로 사료되며, 방염 처리한 재료에서 연기 밀도가 더 높은 것

은 난연 성능을 확보하기 위한 방염제의 첨가에 따라 발연량이 증가된다고 보고¹¹⁾된 바가 있다.

3.1.2 연기밀도 시험결과

커튼과 카펫의 발연량에 대한 결과를 Table 3에 제시하였다. 커튼과 카펫 모두 방염 처리 전보다 방염 처리 후의 재료에서 연기밀도가 더 높게 나타나는 경향을 보였으므로 방염 처리 후의 재료가 연기 노출에 대한 위험성이 더 큰 것을 확인할 수 있었다.

시간에 따른 발연량에 대한 정량적인 결과를 Fig. 3과 4에 제시하였다. Fig. 3에서 커튼의 경우는 연기밀도가 시험시간이 3,600 sec를 경과할 때까지 연기량이

Table 3. Experimental results of specific optical of smoke

Experimental materials		Maximum smoke density (Dm)
Curtain	After flame retardant treatment	13.00
	Before flame retardant treatment	3.02
Carpet	After flame retardant treatment	362.36
	Before flame retardant treatment	244.51

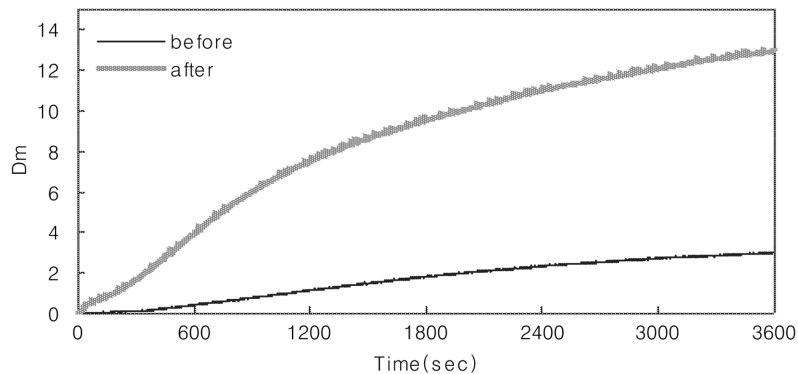
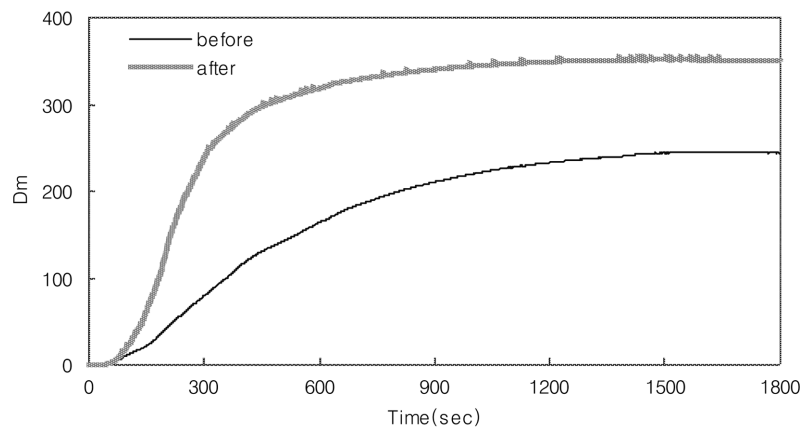
지속적으로 증가하는 경향을 나타냈고, 최대연기밀도는 시험 종료시점인 3,600 sec에서 13.00으로 나타났다. 시험 시간은 ASTM E 662 규격에 의한 최대 시험 시간인 3,600 sec에서 임의적으로 실험을 중단하였다. 연기밀도는 방염 처리 전·후에 대하여 다소 차이를 보이지만 방염 처리 후 재료의 경우, 소방법 시행령의 커튼의 화재 안정 기준인 200 Dm보다 최대연기밀도가 낮게 나타났으므로 화재 안정 기준에 적합한 것으로 사료된다.

Fig. 4에서 카펫의 경우, 방염 처리 전에는 1,600 sec에서 최대 연기밀도가 244.51 Dm으로 나타났고, 방염 처리 후의 경우는 1,526 sec에서 362.36 Dm으로 나타났으므로 카펫의 화재 안정 기준인 400 Dm보다 최대연기밀도가 낮은 값으로서 안정하였다.

이와 같이 방염 처리한 재료에서 연기 밀도가 더 높은 것은 난연 성능을 확보하기 위한 난연제의 첨가에 따라 발연량이 증가된다고 보고¹¹⁾된 바가 있으며, 이들 발연 현상은 분자의 구조에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다.¹²⁾

3.1.3 한계산소지수 및 발화온도 시험결과

커튼과 카펫 각각의 재료에 대하여 방염 처리 전·후에 대한 산소지수와 발화온도 시험 결과를 Table 4에 나타내었다. 산소지수는 PE 무대막 커튼의 경우, 재료가 용융하면서 착화가 매우 불안정한 현상을 보이기 는 하였지만 커튼과 카펫 모두 방염 처리 전보다 방염 처리 후의 재료에서 산소지수가 더 높게 나타나는

**Fig. 3.** Smoke density of curtain before and after flame retardant treatment.**Fig. 4.** Smoke density of carpet before and after flame retardant treatment.

경향을 보임으로써 난연 성능이 좋은 것으로 나타났다. 발화온도는 PE 무대막의 방염 처리 전의 재료는

388°C에서 그리고 방염 처리 후의 재료는 395°C에서 착화가 가능하며, PP 카펫의 경우 방염 처리 전의 재료는 281°C에서 그리고 방염 처리 후의 재료는 288°C에서 착화가 가능하였다. 또한, 방염 처리 후의 재료에서 발화온도도 높게 나타나면서 열에 대한 안정성을 보였다. 이와 같은 결과는 방염제 처리로 인한 물리·화학적 방법으로 연소를 억제하거나 완화시키는 효과에 기인한 결과인 것으로 사료된다.

Table 4. Experimental result of limiting oxygen index and ignition

Experimental materials		Limited oxygen index (%)	Ignition temperature
Curtain	After flame retardant treatment	34.93	395
	Before flame retardant treatment	21.01	388
Carpet	After flame retardant treatment	29.45	288
	Before flame retardant treatment	18.49	281

3.2 방염 처리한 카펫의 사용에 따른 화재위험성 분석

3.2.1 열방출률 시험결과

방염 처리한 카펫 가운데 사용하지 않은 재료와

Table 5. Experimental result of cone calorimeter

Experimental materials		Peak heat release rate (50 kW/m ²)	Mean rate of heat release (50 kW/m ²)	Total smoke release (50 kW/m ²)
Carpet	Unused	336.58	96.30	750.53
	Used(3 years)	694.33	110.15	570.87

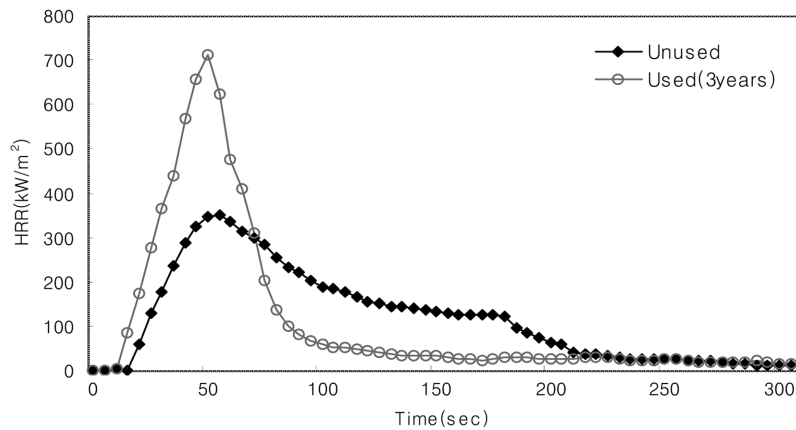


Fig. 5. HRR of unused and used carpet treated with flame retardant.

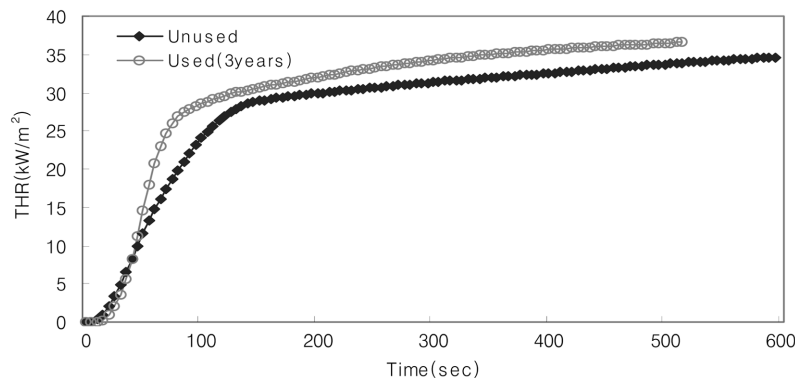


Fig. 6. THR of unused and used carpet treated with flame retardant.

3년간 사용한 재료에 대하여 발열량을 측정된 결과를 Table 5에 제시하였다. 최대열방출율과 평균열방출율 모두 3년간 사용한 재료의 방출열이 더 많이 발생하는 것으로 나타났으므로 열에 대한 위험성은 3년 사용한 재료가 더 큰 것을 알 수 있었다. 하지만 총연기방출량은 오히려 사용하지 않은 재료에서 위험성이 더 크게 나타난 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 5에서 최대열방출율은 0~150 sec 사이에서 사용하지 않은 재료는 336.59 kW/m²이고 3년 사용한 재료는 694.33 kW/m²으로 3년 사용한 재료의 최대열방출율이 더 높게 나타났으며, Fig. 6에서 볼 수 있듯이 총열방출량도 3년 사용한 재료가 사용하지 않은 재료보다 열에 대한 위험성이 큰 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 원인은 사람들의 잦은 출입에 따른 카페트의 오염 정도에 따라 방출열량이 증가되기 때문인 것으로 사료된다.

3.2.2 연기밀도 시험결과

ASTM E 662의 최대연기밀도 시험법을 이용하여 카페트를 대상으로 사용하지 않은 재료와 3년 사용한 재료의 발연량에 대한 시험 결과를 Table 6에 제시하였다. 사용하지 않은 재료는 362.36 Dm이고 3년 사용한 재료는 571.85 Dm으로 3년 사용한 재료의 최대 연기밀도가 매우 높게 나타남으로써 연기에 대한 위험지수가 높음을 알 수 있었다. 3년 사용한 경우에는 소방법 시행령의 화재안정기준인 400 Dm보다 매우 높은 수치

Table 6. Experimental results of specific optical of smoke

Experimental materials		Maximum smoke density (Dm)
Carpet	Unused	362.36
	Used(3 years)	571.85

를 보임으로써 연기에 대한 위험지수가 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 7에는 시간에 따른 발연량에 대한 정량적인 분석결과를 제시하였다. Fig. 7에서 볼 수 있듯이 사용하지 않은 재료보다 3년 사용한 재료에서 점화 10분 후에 갑작스러운 폭연이 발생하면서 최대 연기밀도가 571.85 Dm으로 가장 높음을 볼 수 있으며, 발연량 허용기준을 만족하지 않는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 카페트의 오염 정도에 따라 발연량이 증가되기 때문인 것으로 사료된다.

3.1.3 한계산소지수 및 발화온도 시험결과

방염 처리한 카페트의 사용 전·후의 각각의 재료에 대한 한계산소지수와 발화온도의 측정 결과를 Table 7에 제시하였다. 3년 사용한 재료에서는 산소지수가 20.11정도로 난연성이 4급 이하로 나타났으며, 사용하지 않은 재료에서는 29.45정도로 난연 2급인 것으로 나타났다. 동일 재료일지라도 사용 여부에 따라 산소지수의 차이를 볼 수 있으며, 난연성이 저하됨을 알 수 있었다. 3년 사용한 재료의 발화온도는 268°C이고 사용하지 않은 재료의 발화온도는 288°C로서 3년 사용한 재료가 열에 대한 위험성이 더 크게 나타남을 확인할 수 있었다. 이것은 사람들의 잦은 출입으로 인한 오염과 마찰로 인하여 방염성능이 저하된 것으로 사료된다.

Table 7. Experimental result of limited oxygen index and ignition temperature

Experimental materials		Limited oxygen index (%)	Ignition temperature
Carpet	Unused	29.45	288
	Used(3 years)	20.11	268

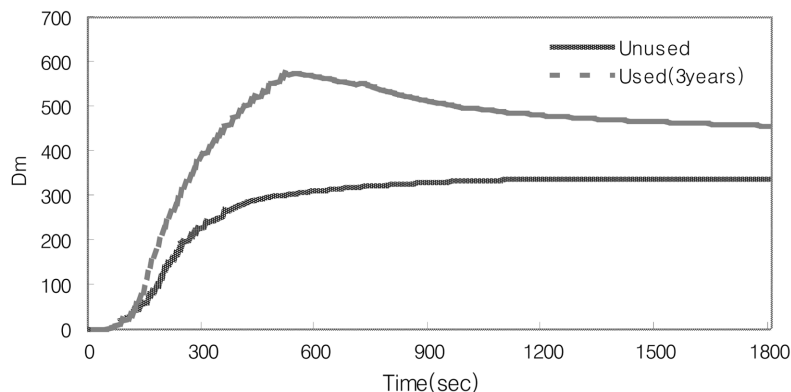


Fig. 7. Smoke density of unused and used carpet treated with flame retardant.

4. 결 론

본 연구에서는 다중이용업소에서 사용하고 있는 실내 장식재들 가운데 방염카펫과 방염커튼을 대상으로 화재특성 시험을 수행하여 다음과 같은 결론들을 얻었다.

1) 방염 처리한 재료가 처리하지 않은 재료보다 화재 초기에는 연소의 지연 효과가 있지만 화재의 전성기인 고온에서는 다른 결과가 나타났으며, 방염 처리 전·후에 대한 열적 안정성에 대하여는 방염 처리한 재료가 방염 처리하지 않은 재료보다 열에는 더 안정한 것으로 나타났고 발연량은 방염 처리한 재료가 연기노출의 위험성이 더 크게 나타났으나 발연량 허용기준은 만족하였다.

2) 방염재료의 사용 전·후에 대한 발열량과 발연량은 사용 후의 재료가 사용 전의 재료보다 열적 위험성과 연기노출 위험성 모두 높게 나타났으며, 이는 방염 처리를 하였을지라도 사용여부에 따라 방염성능이 저하됨을 알 수 있었으며, 발연량의 허용기준을 만족하지 못하였다. 또한, 국내의 발연량 시험법 도입에 따른 ASTM E 662 규격에 의한 시험결과, 방염 처리한 재료는 발연량의 안정성 허용기준에 적합한 것으로 나타났으며 방염 처리한 재료의 3년 사용 후 재료는 발연량의 안정성 허용기준에 부적합한 것으로 나타났다.

3) 산소지수 시험결과, 방염 처리 한 재료가 방염 처리하지 않은 재료보다 난연성이 우수하였고, 방염 처리한 재료는 사용여부에 따라 난연성이 저하됨을 알 수 있었다. 또한, 발화점 시험결과, 방염 처리한 재료가 방염 처리 하지 않은 재료보다 발화온도가 높게 나타났으며, 방염 처리한 재료의 사용 전·후에 대하여는 사용 후 재료의 발화온도가 낮게 나타남으로써 방염재료의 사용에 따른 방염 성능이 저하됨을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 방염처리 여부와 사용여부에 따른 카펫과 커튼의 화재특성에 대하여 실험을 통해 고찰하는데 역점을 두었지만 화재특성에 따른 대안을 제시하

지는 못하였다. 또한 우리나라는 아직까지 방염제의 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이므로 방염제의 기술개발에 따른 상용화와 저발연성 방염제의 기술 개발에 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 진영화, 정태호, “건축용 바닥재 화재시험방법의 국제적 동향”, 방재기술, Vol. 33, No. 10, pp.18-20 (2002).
2. 박형주, 곽동일, “다중이용업소에서 실내 장식재에 대한 방화·방염제도 개선에 관한 연구”, 한국화재소방학회, Vol. 15, No. 1, pp.51-52(2001).
3. 이지섭, “내장재의 화재시험 개념 및 현황”, 방재기술, Vol. 4, pp.12(2001).
4. “방염제도에 관한 연구”, 한국소방검정공사, Vol. 5, No. 2, pp.266-268(2001).
5. ISO 5660-1, “Reaction to Fire Part 1, Rate of Heat Release from Building Products(Cone Clorimeter)”, Generer(1993).
6. 이근원, 김관웅, “콘칼로리미터를 이용한 플라스틱 단열재의 화재특성”, 한국화재·소방학회지, Vol. 17, No. 1, pp.77(2003).
7. ASTM E 662, “Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials”.
8. ASTM D 2863, “Test Method for Index of Limited Oxygen Generated by Solid Materials”.
9. KS M 3032, “산소지수법에 의한 고분자재료의 연소 시험 방법”, [NEQ ISO 4589-2:96], 한국표준협회(2001).
10. 睦續洙, 全成均, “化學安全共學實驗”, pp.125-126, 세종출판사(1997).
11. P.C. White, Polymer, 33(5), pp.899-1129(1992).
12. J. Troizsch, International Plastic Fiammability Handbook, Principles-Regulation Testing and Approval, Chapter 6, Macmilan Publishing Co., pp.65-76(1983).