

## 방염제도 운영의 고찰\*

- 연소시험기 -

장정태\*\*

우리나라의 최근 5년(2008~2012)동안 전국에서 발생한 화재는 연평균 45,187건 발생에, 재산피해액 2,896억원, 인명피해자 2,227명이고, 특히 작년에는 2011년에 비해 재산피해액이 330억원(12.8%) 늘어난 2,895억원 이었으며, 인명피해자도 361명(19.4%) 증가한 2,223명 이었다. 본 논문에서는 이와 같은 재난 피해를 줄이기 위해 방염의 중요성과 보다 적극적인 방염대책 운영이 필요함을 강조하여 방염의 이론적 고찰로 방염원리, 방염제도의 역사와 우리나라의 운영실태의 분석으로 방염제의 종류와 제조현황, 방염처리 대상물, 방염처리 방법, 방염성능 검사방법, 국내 방염제 사용실태 등을 살폈으며, 우리나라 방염제도 운영의 문제점 분석으로 우선적으로 방염성능 판정기준과 적용사례를 통해 현재 사용중인 연소시험기가 공인, 검증되지 않았으며 측정의 많은 부분이 검사자의 육안 식별에 의존함으로써 이의 공인 검증의 필요성과 자동화된 연소시험기기의 사용이 필요함을 제시하였다. 이밖에도 방염성능의 유효기간 지정, 소방관서의 후처리검사를 전문 검사기관이 행하는 문제, 화재예방, 실내장식물의 유기재료 사용면적의 제한, 검사이후 임의로 구조물이나 용도를 변경시 누락되지 않고 다시 검사할 수 있는 관리, 실내에 사용되는 장식물의 방화·방염성능의 등급별 지표 및 기준 설정의 필요성을 각각 고찰하였다.

**주제어:** 방염, 방염제도, 연소시험기, 방염방법, 방염이론, 방염역사

### I. 서론

우리나라의 최근 5년(2008~2012)동안 전국에서 발생한 화재의 피해현황을 살펴보면 <표 1>과 같이 연평균 45,187건 발생에, 재산피해액 2,896억원, 인명피해자 2,227명을 나타내는데, 특히 재산피해액은 2011년에 비해 작년은 330억원이 늘어난 2,895억원으로 12.8% 증가 하였으며, 인명피해자도 361명이 늘어난 2,223명으로 19.4%가 증가하였고 이 같은 증가 추세는, 더욱 다양해진 건축물과 실내장식물의 유기재 과다 사용으로 화재가 발생하면 대형 피해가 불가피한 현실에서 급격히 늘어날 것이 우려되고 있다. 따라서 본 논문에서는 이 같은 재난의 피해를 줄이기 위한 방법으로, 방염에 대한 중요성

\* 이 논문은 2013년도 세한대학교 교내 연구비 지원에 의하여 쓰인 것임.

\*\* 제1저자.

과 보다 적극적인 방염대책 운영이 필요함을 강조하고자 방염에 대한 이론적 고찰과 우리나라의 방염제도 운영실태 및 운영상의 문제점을 분석하였다.

<표 1> 최근 5년간의 전국화재 통계(2008 ~ 2012)

연도\구분	전체 화재건수(건)	재산피해액(백만원)	인명피해자(명)		
			계	사망	부상
2012	43,249	289,526	2,223	267	1,956
2011	43,875	256,548	1,862	263	1,599
2010	41,862	266,765	1,891	303	1,588
2009	47,318	251,853	2,441	409	2,032
2008	49,631	383,141	2,716	468	2,248
소계	225,935	1,447,833	11,133	1,710	9,423
5년간 평균('08 ~ '12)	45,187	289,567	2,227	342	1,885

※ 자료: 소방방재청(<http://www.nema.go.kr>).

## II. 방염의 이론적 고찰

### 1. 방염의 원리

방염(防炎, Flame Resistance or Flame Resistant)이란 물질이 불에 잘 타지 않도록 불꽃에 대한 저항능력을 키워 화재의 발생초기부터 화재의 확대를 방지를 위하여 불꽃의 전파를 지연시키거나 단절시키는 것을 말하는데, 이를 위해서는 화재 시 발생하는 가연성가스를 최대한 억제하고 연쇄반응이 형성되지 않도록 탄소난분해물을 생성시켜 방염을 해야 한다고 말하지만 아직 관련 이론들이 완전히 정립된 것은 아니다. 대체로 다음과 같은 학설이 유력한 지지를 받고 있는 현실이다.

#### 1) 피복이론(coation theory)

Gay Lussac은 불꽃에 의하여 쉽게 용융하는 무기염류를 난연 가공재료로 사용했을 경우, 이 용융염류의 막이 섬유표면을 피복하여 연소에 필요한 공기중의 산소공급을 차단시켜 난연 효과를 발휘한다는 것을 주장하였는데 붕사( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )나 붕산( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )이 이를 뒷받침 하고 있다.

#### 2) 가스이론(gas theories)

섬유소의 열분해 생성물인 가연성가스 물체를 열분해에 의해 발생하는 불연성가스 물체로 희석하여 가연성 가스 물체의 연소를 방지한다는 이론으로 염화아연( $\text{ZnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), 염화칼슘( $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 등

의 방염가공제의 작용이 본 설명에 적합한 이론이다.

**3) 열적이론(thermal theories)**

방염가공제가 용융이나 승화 시에 심한 흡열적인 상변화를 일으키게 되면 불꽃의 열에너지가 방염가공제의 상변화에 소모되어 섬유가 열분해점에 도달하지 않도록 열에너지가 부족하여 방염이 되도록 한다는 이론이다.

**4) 화학적 이론(chemical theories)**

방염가공제로 가공 처리된 섬유는 보다 낮은 온도에서 분해가 일어나 말화점에 이르기 전에 가연성 가스를 발생하고 많은 잔사를 남기게 된다. 즉 방염가공제나 방염가공제의 분해생성물(Lewis acid)이 전자를 공유하는 섬유소의 분해 휘발성물질과 중간적으로 결합해서 비휘발성 물질을 형성하고 이것이 촉매역할을 하여 물과 잔사로 분해를 촉진시킨다는 이론이다.

**2. 방염제도의 역사**

**1) 우리나라의 방염제도**

1971년 말에 발생한 대연각호텔 화재로 1973년에 소방법을 개정하여 호텔, 고층건축물에 사용하는 커튼, 실내장식물 등에 대하여 방염처리를 하도록 법제화하는 방염제도가 도입되었다. 1974년에 방염 성능기준 및 측정방법이 제정되어 방염처리에 사용하는 방염제를 치안국 국립과학수사연구소에서 검정하여 커튼에 방염처리를 하였으며 소방서에서 방염처리 여부를 확인하였다. 1977년 소방용 기계·기구를 검정을 위하여 한국소방검정협회(현 한국소방산업기술원)가 설립되어 방염제 검정업무를 이관하여 오늘에 이르고 있다. 1982년 카펫시험방법이 도입되고 선처리방염 카펫이 실내장식재료 대량 보급 및 생산됨에 따라 전담 검사기관이 필요하게 되어 1985년에 선처리물품에 대한 방염성능검사업무를 한국소방산업기술원으로 이관하였고 1988년 올림픽을 대비하여 침구류를 방염의무 대상물품으로 확대 지정하여 호텔에서 사용하는 침대 커버 등을 방염 처리함으로써 방염업무가 폭넓게 활성화되었다. 그러나 올림픽이 끝나자 방염에 대한 인식이 약해져 일부호텔에서는 가격이 비싼 방염제품사용을 꺼려 민원이 제기되자 규제를 완화하는 차원에서 1993년에 침구류를 방염의무대상물품에서 권장제품으로 변경하였다. 방염제도 도입 이래 계속 유지되어 온 방염후처리제도는 시료절취방법에 대한 민원 및 방염처리의 실효성에 대한 불확실성으로 1994년에 폐지하였으며 후처리물품에 대하여는 선처리 하도록 유도하였다. 그러나 합판, 목재는 선처리 물품이 생산되지 않아 1998년에 해당물품을 제한하여

방염후처리 제도가 부활되었고, 1997년은 규제완화 차원에서 누구나 방염처리 할 수 있도록 방염처리 면허제를 폐지하였다가 방염성능의 저하로 전문업자를 지정하여 품질향상을 위해 2004년 부활시켰다. 1990년대 중반부터 건축물의 조화 및 실내분위기 연출을 위해 합성수지를 실내장식물로 사용하기 시작하여 1997년에는 합성수지제품을, 2000년에는 비닐벽지를 방염의무대상물품으로 지정하였다.

**2) 외국의 방염제도**

선진국에서는 화재예방과 피난을 고려하여 건축재료나 실내장식재료 합성섬유 및 합성수지 사용을 규제하여 왔다. 그러나 연소가스를 기준으로 하여 특정한 합성섬유나 합성수지에 대하여 근본적으로 사용하지 못하도록 규제하지는 않고 있었으며 사용량이나 사용면적을 규제하거나 시험을 통하여 그 데이터를 가지고 평가하는 방법으로 규제하고 있다. 미국의 경우에는 합성수지 사용면적을 규제하고 있으며 미국의 소방법인 IFC(Inter-national Fire Code)에 의거 합성수지에 대한 기준을 아래와 같이 정하여 사용을 규제하고 있다.

- (1) 면 적: 벽과 천장의 면적의 10 %를 초과 하여서는 아니 됨
- (2) 규 격: 두께 0.5 inch, 폭 8 inch
- (3) 밀 도: 320 kg/m<sup>2</sup> 이상
- (4) 화염확산속도: ASTM E 75/84 미만
- (5) 열방출량: 10 kW 미만

뉴욕주에서는 건축재료에 대하여 LC50, 일산화탄소, 이산화탄소 농도를 측정하고 있으나 강제규정이 아니라 등급부여를 위한 참고시험이며, 방염물품을 생산 및 판매하는 업체는 주 소방국에 등록하도록 하고 있으며 캘리포니아주에서는 의자 등 가구에 대하여 일산화탄소 농도를 규제하고 있다.

프랑스에서는 합성재료를 25% 이상 사용하는 경우에는 일산화탄소 농도는 규제하지 않지만 염화수소, 시안화수소가스의 발생 가능성이 있는 염소, 질소의 양을 규제하고 있다. 그러나 난연등급을 받은 재료로 밀봉되어 있는 경우에는 제외하고 있으며 방염물품을 생산하는 업체는 정부에서 지정하는 시험소에서 시험한 후 행정자치부 시민안전보장청에서 인정받도록 하고 있다.

일본에서는 방염표시자 등록제도를 운영하고 있으며 제조업자, 방염처리업자, 수입판매업자, 재단·봉제·시공업자의 자격기준을 정하여 기술요건을 갖추도록 하여 소방청에 방염표시자로 등록 받고 방염표시자로 등록된 자는 방염협회에 회원으로 가입하여 시험한 데이터를 제출하여 시험번호를 부여받으며 정기적으로 방염협회에서 실시하는 교육을 받게 된다. 방염물품을 생산 할 때는 방염표시인 방염라벨을 방염협회로부터 교부받아 부착할 수 있으며 방염협회는 방염업무를 수행하면서 정기적인 교육을 통하여 방염에 대한 기술지도를 실시하고 방염처리에 사용하는 방염제에 대하여는 방염협회에서 성능시험을 실시하고 있다.

여러 국가에서 방염제에 대하여 시험, 검사는 실시하지 않지만 방염제의 종류 등은 발표하고 있

며 방염제를 유해성 문제로에 규제하거나 제한하지 않으며 유럽에서 방염제로 많이 사용하는 브롬에 대하여 사용량을 줄이려는 연구를 하고 있으나 현재까지 구체화되지는 않고 있다.

### III. 우리나라의 방염제도 운영 실태

#### 1. 방염제 종류와 제조현황

##### 1) 방염제 종류

방염처리에 사용하는 화학약품을 방염제라고 하며 방염제는 방염액, 방염도료, 방염성물질이 있으며 각각 다음과 같이 분류한다.

- (1) 방염액: 가연성재료에 대하여 형상 등을 변화시키지 아니하고 방염화하기 위하여 방염성이 있는 물질을 물 또는 용제에 용해하여 만든 액체이다.
- (2) 방염도료: 가연성재료에 대하여 형상 등을 변화시키지 아니하고 방염화하기 위하여 방염성이 있는 물질을 도료와 혼합한 것으로 분말도료를 포함. 「방염제의 형식승인 및 제품검사의 기술기준 (2013)」 (소방방재청: 제3조)에서는 <표 2>와 같이 방염도료를 분류하고 있다.
- (3) 방염성물질은 가연성재료에 대하여 형상 등을 변화시키지 아니하고 방염화하기 위하여 방염성이 있는 물질을 고체 또는 분말형태로 만든 것을 말한다.

<표 2> 방염도료의 종류

종류	내용
발 포 성	불꽃이 달았을 때 발포하는 것.
비 발 포 성	불꽃이 달았을 때 발포하지 아니하고 단열효과가 있는 것.
경 화 성	불꽃이 달았을 때 굳어지는 것.
도료혼합용	일반도료에 혼합하여 방염성능을 가지는 것.
니 스	투명한 도료로서 방염성능이 있는 것.
락 카	건조가 일반도료보다 빠른 것.
유 성	유기용제에 용해하는 것.
수 성	물에 용해하는 것.
분 말	물 및 유기용제와 혼합하여 사용하는 것

※ 자료: 소방방재청(2012).

방염제는 방염효과만을 증대시키는 것 이외에도 제품의 발연성, 유해성, 부식성 등을 개선시키기 위 한 노력이 요구되고 있는데, 현재 시판되고 있는 방염제는 구성성분과 사용법 등의 기준에 의해 <표

3>과 같이 분류된다.

<표 3> 방염제의 분류

사용법으로 분류		구성성분의 분류		제품
첨가형	유기계	유기계	인계	인산에스테르, 폴리인산염
	무기계		할로겐계	브롬, 염소, 요오드, 불소계
반응형	비닐기를 가진 것	무기계	인계+할로겐계	삼산화안티몬, 오산화안티몬
	수산기를 가진 것		안티몬계	
	에폭시기를 가진 것		인계	수산화알루미늄, 수산화마그네슘
			수산화물계	

※ 자료: 홍상완(2011) 자료를 참고하여 연구자가 제작성.

##### 2) 방염제 제조현황

방염제는 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 제36조 제1항 및 동법시행령 제6조의 규정에 의하여 형식승인 및 사후제품검사대상 소방용기계·기구에 해당되므로 한국소방산업기술원에서 형식 승인 및 사후제품검사를 실시하고 있으며, 방염액과 방염성물질은 제조공정방염처리용으로 사용하고 방염도료는 현장방염처리(후처리)용으로 사용한다.

##### (1) 커튼, 암막, 무대막, 벽포지, 브라인드

커튼 등의 직물류는 방직, 제직, 염색, 가공, 봉제공정을 거쳐 생산된다. 이들 공장은 생산 공정별로 전문화되어 있기는 하지만 방직을 제외한 공정은 소규모로 이루어지고 있으며 방염처리는 가공공정에서 이루어지고 있다. 커튼의 방염처리업체에서는 인테리어업체 또는 커튼 도매업자로부터 방염처리 의뢰를 받아 섬유가공설비를 이용하여 방염처리한 후 방염성능검사를 받아 출고한다. 제직, 염색 등 직물의 성질에 영향을 줄 수 있는 공정을 거친 원단에 대한 인테리어업체 또는 커튼 도매업자로부터 방염처리 의뢰에 의한 방염처리 함으로 품질 면에서 그다지 안정적이지 않다.

##### (2) 카펫

카펫은 바닥에 까는 것으로 화재에 약하다고 인식되어 일부가정용을 제외하고는 거의 모든 것을 방 염처리하고 있으므로 카펫 생산량의 80 %이상이 방염물품이다. 카펫을 생산하려면 500여평의 공장과 50억원 이상의 생산설비가 필요하고 고도의 기술을 요하므로 영세한 기업이나 소기업은 적합하지 않 다. 따라서 방염카펫 생산업체는 중기업 이상으로 기술이 축적되어 품질의 안정성이 있다.

##### (3) 벽지(비닐벽지 및 인테리어필름)

비닐벽지는 가장 대중화된 벽지로 소방대상건축물 외 일반가정에서도 많이 사용하고 있으므로 대량

생산되고 있으며 비닐벽지는 연속공정으로 생산하고 있어 품질관리가 매우중요하다. 즉 비닐벽지의 생산원가는 불량률과 직결되므로 비닐벽지 생산업체는 품질관리를 철저히 한다. 일본 등 외국에서는 1980년대부터 방염비닐벽지를 생산 및 사용하여 왔으므로 우리나라에서도 수출품에 대하여는 방염처리를 하였고 인테리어가 다변화됨에 따라 비닐벽지에 대하여 1998년부터 방염비닐벽지를 본격적으로 생산하기 시작하였으며 2000. 8. 6. 소방법 개정으로 벽지류에 대한 방염처리가 의무화 되었다.

벽지류는 생산공정에서 방염처리하고 제품 특성상 품질관리를 철저히 하여야 하므로 대체적으로 품질이 양호한 편이고 벽지류 업체도 생산설비가 고가이고 전문기술력이 있어야 하므로 중소기업 이상으로 품질관리체제가 구축되어 있다.

**2. 방염처리 대상물**

**1) 소방대상물의 방염 의무**

「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」(2013.3.23시행) 제12조~제19조에는 방염에 대한 요건들이 정해져 있는데 설치해야할 실내장식물은 법령에서 정한 방염 성능 기준 이상인 물품이어야 하고, 소방방재청장(위임된 경우는 시·도지사)으로부터 방염 성능 검사를 받은 물품이어야 하는 데 주된 내용을 정리하면 다음과 같다.

**(1) 방염대상 소방대상물**

아래의 소방대상물에 실내장식물과 그 밖에 이와 유사한 물품을 사용할 때에는 법령에서 정한 방염 성능 기준 이상인 물품을 소방대상물의 소유자나 관리자 또는 점유자가 사용해야 하며, 방염성능 검사를 받은 물품을 사용해야 한다. 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 제19조에서 그 대상물을 다음과 같이 규정하고 있다.

- ① 근린생활시설 중 체력단련장, 숙박시설, 방송통신시설 중 방송국 및 촬영소
- ② 건축물의 옥내에 있는 시설로서 다음의 시설
  - ㉠ 문화 및 집회시설
  - ㉡ 종교시설
  - ㉢ 운동시설(수영장은 제외)
- ③ 노유자(老幼者)시설, 의료시설 중 정신의료기관 및 숙박이 가능한 청소년시설
- ④ 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」 제2조제1항제1호에 따른 다중이용업의 영업장
- ⑤ 위의 1.부터 4.까지의 시설에 해당하지 않는 것으로서 층수가 11층 이상인 것(아파트는 제외)
- ⑥ 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」(2013.7.10시행) 별표 2 제8에 따른 교육, 연구시설 중 합숙소

**(2) 방염 대상물품**

「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 제20조에서 방염 대상물품을 다음과 같이 정하고 있다.

- ① 창문에 설치하는 커튼류(블라인드를 포함한다)
- ② 카펫, 두께가 2밀리미터 미만인 벽지류(종이벽지는 제외한다)
- ③ 전시용 합판 또는 섬유판, 무대용 합판 또는 섬유판
- ④ 암막·무대막 「영화 및 비디오물의 진흥에 관한 법률」 제2조제10호에 따른 영화상영관에 설치하는 스크린과 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행령」 제2조제7호의4에 따른 골프 연습장에 설치하는 스크린을 포함한다)
- ⑤ 섬유류 또는 합성수지류 등을 원료로 하여 제작된 소파·의자(「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행령」 제2조제1호 나목 및 같은 조 제6호에 따른 단란주점영업, 유흥주점영업 및 노래연습장의 영업장에 설치하는 것만 해당한다)

**(3) 방염성능 기준**

「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 제20조에서 방염 대상물품 및 방염성능 기준에서 다음 각 호의 기준에 따르고, 제1항에 따른 방염대상물품의 종류에 따른 구체적인 방염성능 기준은 다음 각 호의 기준의 범위에서 소방방재청장이 정하여 고시하는 바에 따르도록 정하고 있으며 이밖에도 소방본부장 또는 소방서장은 다중이용업소·의료시설·노유자시설·숙박시설 또는 장례식장에서 사용하는 침구류·소파 및 의자에 대하여 방염처리가 필요하다고 인정되는 경우에는 방염처리된 제품을 사용하도록 권장할 수 있다(전문개정 2012.9.14).

- ① 버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 올리며 연소하는 상태가 그칠 때까지 20초 이내일 것
- ② 버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 올리지 아니하고 연소하는 상태가 그칠 때까지 30초 이내 일 것
- ③ 탄화(炭化)한 면적은 50제곱센티미터 이내, 탄화된 길이는 20센티미터 이내일 것
- ④ 불꽃에 의하여 완전히 녹을 때까지 불꽃의 접촉 횟수는 3회 이상일 것
- ⑤ 소방방재청장이 정하여 고시한 방법으로 발연량(發煙量)을 측정하는 경우 최대연기밀도는 400 이하일 것

**2) 위반시 제재**

「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 의거 각각 다음과 같은 제재가 있다.

**(1) 개선조치 명령**

방염 성능 기준 이하의 성능이거나 방염 성능 검사를 받지 않은 물품을 사용하면 소방본부장 또는 소방서장으로부터 그 방염 대상 물품을 제거하거나 방염 성능 검사를 실시하는 등의 개선조치에 관한 명령을 받을 수 있다.

(2) 개선조치 명령 위반시 제재

위 명령을 받고도 정당한 이유 없이 명령에 따른 조치를 이행하지 않으면 3년 이하의 징역 또는 1천500만원 이하의 벌금에 처해진다.

(3) 과태료

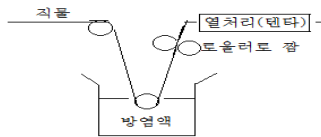
방염 성능 기준 이하의 물품을 사용하면 200만원의 과태료가 부과된다.

3. 방염처리 방법

방염의 방법은 커튼 등 직물류, 카펫, 합판 목재등 물질의 제질에 따라 다음과 같이 다양하다.

1) 커튼 등 직물류

커튼 등 직물류 중 세탁하는 물품은 섬유외 비결정 영역에 방염제를 고착시켜야 세탁을 하여도 방염성능이 유지됨으로 합성섬유인 경우에는 원료의 공중합공정에서 방염제를 투입하여 방염처리를 하면 내구성 있는 방염성능을 가질 수 있다. 그렇지만 이 방법은 대량생산의 경우에만 가능하고 우리나라와 같이 시장규모가 작은 나라와 천연섬유의 경우에는 염색가공한 후에 방염처리를 한다. 공정은 다음 <그림 1>과 같이 직물을 방염액에 침지하여 짚 후 섬유가공설비인 텐타로 180℃이상의 고온에서 열처리한다. 방염처리한 직물은 표면에 부착된 불순물을 제거하기 위하여 수세하여 건조한다.



<그림 1> 직물류 방염처리

※ 자료: 소방방재청(2012), 김황진(2009)를 참고하여 연구자가 제작성.

2) 카펫

방염성능을 가진 카펫을 생산하기 위해서는 모, 견, 나일론 등 자기소화성이 큰 섬유를 주로 사용하여 제조하며 일부 원가저감의 방법으로 폴리프로프린 섬유를 이용하고 뒷면 코팅시 방염제를 첨가하는 방법이 있다.

3) 합성수지(FRP)

열경화성프라스틱(FRP; Fiber Reinforced Plastics)은 형틀위에 유리섬유(Glass fiber)를 놓고 FRP 원료(불포화폴리에스테르)와 탄산칼슘(CaCO3) 분말을 혼합한 것을 수습 회 도포하며 성형한다.

4) 비닐벽지

비닐벽지는 원지(바탕종이)와 염화비닐(PVC) 원료를 모두 방염처리 하여야 방염성능을 가질 수 있으므로 원지는 제지공장에서 초지를 방염액에 담근 후 건조시켜 방염처리를 하고 염화비닐원료와 방염제를 혼합한 것을 방염처리 된 원지 위에 코팅하여 방염비닐벽지를 생산한다.

5) 합판, 목재

합판이나 목재의 방염처리는 이것을 건축물에 설치한 후 방염도료를 분사시키거나 붓으로 칠한다. 방염도료는 대부분 투명의 락카나 니스이지만 최근에는 색상이 있는 도료도 생산되고 있어 다양한 색상을 낼 수 있다. 도포하는 방법은 붓으로 칠할 경우에는 3~4회, 분사할 경우에는 5~6회 실시하며 재 도장 시간간격을 충분히 하여야 하며 합판 제조과정에서 방염처리를 하는 경우도 있다.

가연성물질(고분자)은 대부분 탄소, 수소, 산소로 구성된 유기물질의 구성으로 연소하기 쉬운 성질을 가지므로 열분해가스들이 공기 중의 산소와 혼합하여 더 낮은 발화온도에서 연소하게 하여 물리적 또는 화학적인 방법으로 연소반응을 차단하거나 저지시킬 수 있도록 <표 4>와 같이 냉각, 코팅, 회석, 흡수의 방법을 이용한다.

<표 4> 고분자 방염방법

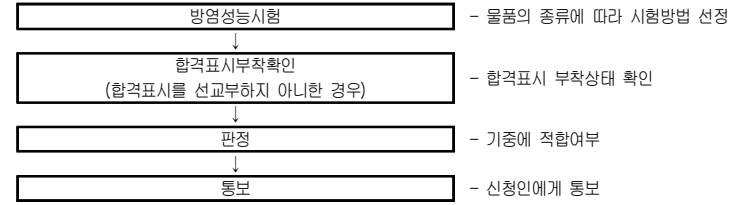
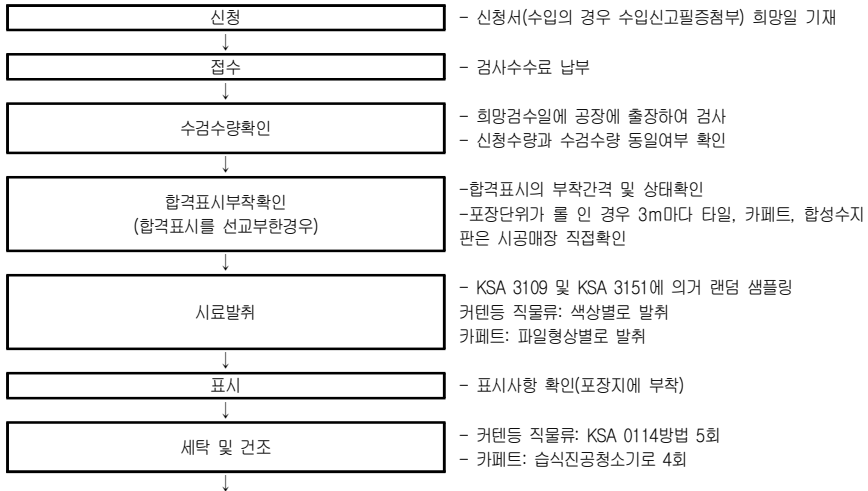
방법	원리	방염제
냉각	방염제를 첨가하여 연소과정에서 필요로 하는 열에너지를 소비시킴으로써 연소를 냉각으로 억제 시킴	수산화알루미늄
코팅	가연성물질이 기체와 접촉하지 못하도록 코팅하여 방어막을 형성	인화합물
희석	연소시 불활성가스를 생성하는 방염제와 조합시켜 고체와 가스상에서 연료를 희석시켜 혼합가스의 착화점 이상으로 온도가 상승하지 않게 함	수산화알루미늄, 산산화안티몬
흡수	연소반응을 돕는 라디칼(H·, OH·)을 방염제가 흡수해서 연속반응이 되지 않도록 함	할로겐계화합물

※ 자료: 한국소방산업기술원(2011), 소방방재청(2012)를 연구자가 재구성.

4. 방염성능 검사방법

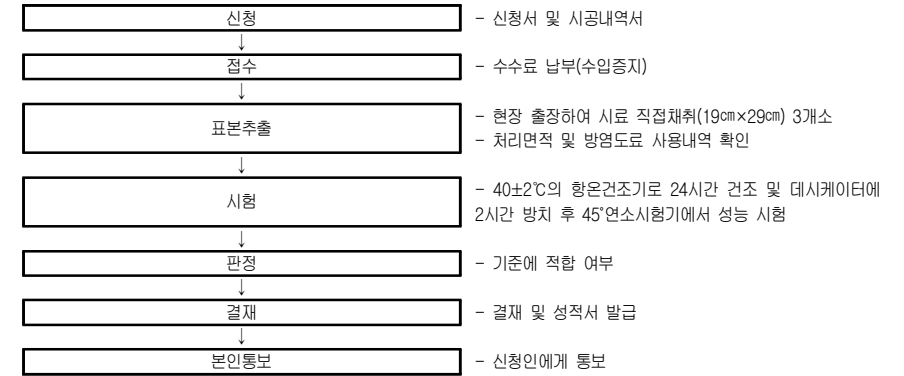
1) 선처리 및 난연성 물품

제조과정에서 방염처리하는 선처리 물품과 자기 소화성이 있는 재료로 제조하는 난연성 물품에 대한 검사는 한국소방산업기술원에서 실시하고 있다.



2) 후처리 물품

방염대상 건축물의 장식에 합판, 목재 등을 사용한 후 방염도료로 방염처리하는 후처리물품에 대한 검사는 일선소방서에서 실시하고 있다.



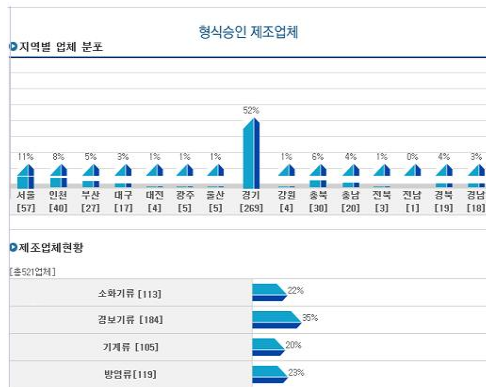
시험방법은 선처리 및 후처리는 잔염시간, 잔신시간, 연소속도, 탄화면적, 탄화길이, 접염회수, 발열량, 연기량, 산소지수 등을 측정하여 방염성능 여부를 결정한다. 우리나라에서는 메틴아민법과 45°버너법을 채택하고 있으며 잔염시간 잔신시간, 탄화면적, 탄화길이, 접염회수(선처리제품)를 측정하고 있다.

5. 국내 방염제 사용실태

1974년 방염제도가 도입될 당시에는 소방대상건축물에 설치된 커튼 등 실내장식물에 1회용(비내세탁성)방염제를 뿌리는(Spray)방법으로 방염처리를 하였는데 내구성이 없고 세탁 시 마다 방염처리를 다시 하였다. 그 당시 방염제는 인산암모늄 등 인산염류, 요소, 붕산, 브롬암모늄 등 무기물을 물에 희석하여 사용하였으며 현재에도 1회용 방염제로 사용하고 있다. 1980년대에 들어와 내구성 있는 방염제가 수입되고 제조공정방염처리방법이 도입됨에 따라 공장에서 방염처리 하는 방향으로 바뀌어 갔

다. 조공정방염처리방법은 섬유소재에 따라 방염제를 선택하여야 하고 방염처리 방법도 현장방염처리 방법에 비하여 기술이 필요하다. 제조공정방염처리에 사용하는 내세탁성 방염제는 섬유소재가 폴리스터일 경우에는 브롬계 및 인계 방염제를 사용하고, 면일 경우에는 인계방염제를 사용하지만 최근에 브롬계방염제와 인계방염제를 혼합하여 사용하면 상승효과가 있다는 논문이 발표되어 폴리스터 커튼인 경우에는 브롬계방염제와 인계방염제를 혼합하여 사용하고 있다. 브롬계방염제는 방염처리가 용이하고 가격이 저렴하여 세계적으로 많이 사용하고 있으며, 인계방염제는 방염능력이 우수하지만 염색성이 문제되는 경우가 많고 가격이 고가이므로 제한적으로 사용하고 있다.

카펫의 방염처리는 뒷면코팅 공정에서 라텍스에 수산화알루미늄 또는 수산화마그네슘 등을 첨가하고 있으며 합성수지는 제품성형과정에서 원료에 브롬계방염제와 안티몬계방염제를 혼합하여 방염합성수지제품을 제조하고 있다. 실내장식을 위하여 인테리어 재료로 합판, 목재를 사용하는 경우에는 방염도료를 스프레이하거나 도포하는 방법으로 방염처리하고 있으며 방염도료는 페인트 대리점에서 판매하고 있다. 한편, 현재 우리나라의 소방관련 형식승인 제조업체를 살펴보면 아래 <그림 2>와 같이 총 521개 업체이고 이중 방염류업체는 119개소로 전체의 23%를 점유하고 있다.



<그림 2> 소방형식승인 제조업체 현황

※ 자료: 한국소방산업기술원(http://www.kfi.or.kr) 자료로 연구자가 재작성.

또, 2012.1.1~12.31까지의 방염성능 검사 결과를 분석해 보면, 아래 <표 5>와 같이 총 11,691,876건에 대하여 불합격은 207,492건으로 고작 1.8 %의 불합격률을 나타내고 있어, 방염검사가 관대한 것은 아닌가 하는 의심의 여지를 가지게 한다.

<표 5> 방염성능검사 현황(2012.1.1.-2012.12.31)

구분	검사개수(건)	합격(건)	불합격(건)	합격률(%)	불합격률(%)
카펫	7,938,012	7,880,002	58,010	99.3	0.7
커튼	443,840	410,087	33,753	92.4	7.6
브라인드	838,920	827,957	10,963	98.7	1.3
얇막	288,700	232,369	56,331	80.5	19.5
무대막	92,697	87,709	4,988	94.6	5.4
벽지	1,481,809	1,460,658	21,151	98.6	1.4
합판	436,641	428,236	8,405	98.1	1.9
목재	25,888	22,885	3,003	88.4	11.6
섬유판	135,393	125,623	9,770	92.8	7.2
합성수지판	5,890	5,790	100	98.3	1.7
합성수지세트	4,086	3,068	1,018	75.1	24.9
총 계	11,691,876	11,484,384	207,492	98.2	1.8

※ 자료: 한국소방산업기술원(http://www.kfi.or.kr) 자료로 연구자가 작성.

#### IV. 우리나라 방염제도 운영의 문제점과 개선방안

##### 1. 방염성능 기준

소방방제청의 「방염성능기준」에서는 방염대상 물품의 방염성능 기준에 관한 필요사항을 고시하고 있는데 제4조의 방염성능 기준을 정리하면 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 방염성능 기준

구분	잔염시간 <sup>a)</sup>	잔신시간 <sup>b)</sup>	탄화길이	탄화면적	접염회수 <sup>c)</sup>	최대 연기밀도	
방염재료	얇은포	3초 이내	5초 이내	20cm 이내	30cm <sup>2</sup> 이내	3회 이상	200 이하
	두꺼운포	5초 이내	20초 이내	20cm 이내	40cm <sup>2</sup> 이내	3회 이상	200 이하
	합성수지판	5초 이내	20초 이내	20cm 이내	40cm <sup>2</sup> 이내	-	400 이하
	카펫	20초 이내	-	10cm 이내	-	-	400 이하
	합판, 섬유판, 목재, 기타물품	10초 이내	30초 이내	20cm 이내	50cm <sup>2</sup> 이내	-	400 이하

※ 자료: 소방방제청(2013).

- a) 버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 울리며 연소하는 상태가 그칠 때 까지의 시간
- b) 버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 울리지 아니하고 연소하는 상태가 그칠 때 까지의 시간
- c) 불꽃에 의하여 녹을 때까지 불꽃의 접촉횟수

##### 2. 적용사례 고찰

중밀도 섬유판(MDF)으로 실내장식을 한, 노래방의 사후방염검사 전 과정을 고찰하였는데, 이의 과정은 다음과 같다. 먼저, 행정관서로부터 소방검사의뢰서가 오면 이에 의해 현장에 나가 검사용 시료로 가로 29cm x 세로 19cm, 3개를 채취하게 되고, 이를 항온건조기에서 24시간 이상 건조 시킨 후, 실리카겔이 있는 데시케이트에 2시간 이상 넣어 건조한 후 연소시험기에서 시험한다. 시험은 연소시험기의 45도 받침틀에 시료를 고정시키고, 버너의 불꽃길이를 65mm로 맞춘 뒤 불꽃의 선단이 시료중앙 하단부에 접하도록 한 뒤, 2분간 가열하며 잔염시간, 잔신시간, 발연량을 측정하고, 시료를 꺼내어 탄화면적, 탄화길이를 측정하여 합격여부를 판정한다. <그림 3>은 이를 위해 사용된 연소시험기 및 데시케이터와 시험결과 시료이다



<그림 3> 방염성능 장비와 시료

시료채취는 규정한 임의의 장소에서의 채취가 아니고, 주로 사용주가 예비한 장소인 카운터 뒤에서 별도로 준비한 것을 취하였는데 이것은 복구시의 번거로움과 편리성을 위해 용인된 현실이었다. 여기서 얼마든지 불합격품을 사용하고도 시험용 시료만큼은 합격품을 제시할 수 있는 소지가 많았으며, 방염성능을 실시하는 소방서에서 보유한 연소시험기 및 항온항습기는 주문 제작인 관계로 제대로 정확성을 공인받은 시험성적서를 갖춘 장비가 아니었다. 또, 검사의 당락을 결정하는 잔염시간, 잔신시간, 버너의 불꽃길이 등을 모두 검사자가 육안으로 느끼며 판단해야 함으로 객관성과 정확성이 미흡하였으며 발연량의 측정은 측정상의 예외와 측정기의 고가로 생략하는 현실이었다. 따라서 사후방염성능 검사가 제대로 수행되려면, 표준 공인된 관련장비의 사용과 자동으로 측정할 수 있는 장비개발이 시급한 실정이었다. 외국의 방염제도를 살펴보면 <표 7>과 같다.

<표 7> 외국의 방염제도

미국	영국	프랑스	일본	한국
-열방출률, 방출에너지 -화염확산속도 -연소예의중량감소를	-연소성 -불꽃확산속도 -연소속도	-내화성 -화염전파속도 -화염확화성	-45° 경시법 -메타인민법 -등배법	-45°경시법

※ 자료: 소방방재청(<http://www.nema.go.kr>), 중앙소방학교(<http://www.nfsa.go.kr>), 한국소방산업기술원(<http://www.kfi.or.kr>).

이밖에도, 최근에는 실내장식물로 화재예방을 위해 방염처리를 하였어도 섬유류, 합성수지류 등 유기질재료를 많이 사용함으로 화재가 발생하면 직접적인 화염보다 내장재의 유독가스와 연기에 의한 인명피해가 더 많아, 이에 대한 규제가 요구되며 방염성능 검사에 합격했다 하더라도 방염 유효기간 정립이 필요하다. 방염처리는 화재발생시 불에 전혀 타지 않는 불연재처리가 아니고 단지 초기에 연소를 지연시키는 난연의 효과임으로 지속적인 연소나 강한 연소에서는 쉽게 타버리기에 더욱 필요하다. 또 연소 확대시 발생하는 실내장식물의 유독가스에 대한 규제와 화재 발생시 총체적 위험비중이 높은 고층건물의 총체적 방염대책 수립이 필요함으로 화재전문연구소를 좀 더 많이 운영하여 끊임없는 내염제, 방염제, 난연제 등의 성능분석과 대책연구가 정부주도하에서 이루어져, 피난 및 연기의 특성을 고려한 실내 구조물이나 칸막이 등과 비상구의 위치관리가 잘 되어야 하고 일손이 부족한 소방관서에서 사후처리 방염성능검사를 실시하기 보다는 전문 화재검사기관에서 제대로 행해져야 한다. 아울러, 화재진압정보를 적극 활용하여, 발연량과 인체의 유해성 독성에 대한 등급기준을 설정하고 사용을 통제하며 화재예방, 피난 등 화재의 제반 문제점을 고려하여 실내장식물의 유기재료 사용면적을 제한하는 것도 필요하고, 검사이후 임의로 용도를 변경하거나 구조물을 변경하면 당연히 소방시설 등 내장재의 변동사항이 발생하므로 소방점검 및 검사 시 제외되지 않도록 해야 한다. 따라서, 실내에 사용되는 장식물을 방화·방염성능을 등급별 지표 및 기준을 설정하여 고시하고 장소별, 위치별로 차등적용이 가능토록 하고 모든 방염제료를 등급화 하여 화재에 대한 착화성, 방출발열량, 화염 확대성, 발연성 등을 나타내는 지표 및 기준설정이 필요하다.

V. 결론

방염처리는 화재발생시, 불에 전혀 타지 않는 불연재가 아니며, 화재 초기에 연소를 지연시키는 난연의 효과가 있을 뿐, 화재가 지속되거나 확대되면 쉽게 타 버리기에 더 강화된 방염관리가 필요하다. 현재 사용하는 45도 연소시험기를 이용한 방염성능검사는 검사자가 각 공정에서 육안으로 판단하는 것이므로 제대로 공인되고 측정을 자동화한 연소시험기기의 개발과 사용이 절실히 필요하고 검사된 방염성능의 합격에 대해서도 내구연한이 지정되지 않아 선처리나 후처리 방염제품에 대한 지속적인

관리가 되지 못하고 있고, 일손이 바쁜 일선 소방관서에서의 사후처리 방염성능 검사는 전문 검사기관으로 이관하여 이에 의해 판정받는 것이 요구된다. 이 밖에도, 화재예방, 피난 등 화재의 제반 문제점을 고려하여 실내장식물의 유기재료 사용면적을 제한하는 것과 검사이후 임의로 구조물이나 용도를 변경하면 소방점검 및 검사 시 제외되지 않는 관리가 필요하다. 아울러, 실내에 사용하는 장식물의 방화, 방염성능을 등급별로 지표 및 기준을 설정하여 장소별, 위치별로 차등적용이 가능하도록 하는 기준설정도 요구된다.

**참고문헌**

국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>).

김태완. 2013. 소방시설의 이해Ⅱ(개정판). 울산: 소방문화사.

김황진. 2009. 방염도료의 방염성능에 관한 연구. 호서대학교 석사학위논문.

김황진, 이성은. 2012. 다중이용시설 방염처리의 효율성에 관한 연구. 소방연구논문집, 22호: 149-171.

박성현. 2009. 다중이용업소 현장 방염처리물품의 방염 실효성 확보 방안. 동신대학교 석사학위논문.

소방방재청. 2013. 방염제의 형식승인 및 제품검사의 기술기준. 서울: 소방방재청.

소방방재청. 2013. 방염 성능기준. 서울: 소방방재청.

소방방재청. 2012. 방염제품의 성능인증 및 제품검사의 기술기준. 서울: 소방방재청.

소방방재청(<http://www.nema.go.kr>).

중앙소방학교(<http://www.nfsa.go.kr>).

차정민. 2011. 방염처리 방법에 따른 실내건축용 MDF재료의 연소특성에 관한 연구. 서울시립대학교 도시과학대학원 석사학위논문.

한국소방산업기술원. 2011. 2011년 방염처리기술 세미나. 한국소방산업기술원.

한국소방산업기술원(<http://www.kfi.or.kr>).

홍상완. 2012. 방염처리 방법에 따른 단청목재의 특성 분석: 동명대학교 석사학위논문.

(2011)'을 발간하였다. 한국시단에 현대시인으로 등단(2005)하여 틈틈이 취미로 습작한 시를 다수 발표 하였으며, 한국화재소방학회에 “전기화재의 특성고찰 연구”를 체계적으로 정리하여 발표(2009-2010)하였으며, 본 학회에는 ‘전기화재전기화재의 발생요인 분석과 경감대책’ 및 ‘지진재해를 대비한 효과적인 대응책 연구’를 작년에 발표 하였다(jtjang@sehan.ac.kr).

투 고 일: 2013년 11월 10일  
 심 사 일: 2013년 11월 30일  
 게재확정일: 2013년 12월 10일

**張正泰:** 충남대학교에서 공학박사 학위를 취득하고(논문: 배전선로의 다연계 계통해석 연구, 1997), 현재 세한대학교 소방행정학과 교수로 재직 중이다. 주요관심분야는 재난위기(인적재난)-화재, 재난위기(자연재난)-기타(업진해), 위기관리-소방, 국민생활 위기-생활환경 안전 등 이며, 교수 이전에는 한국전력공사의 배전사업소, 전력관리처, 본사, 전력연구원 등에서 30년간 근무하면서 배전계통의 설계, 운영, 전산, 계획, 연구 등의 분야에서 일했으며, 전력연구원 근무시는 전력계통 분야의 모든 연구를 총괄 관리하는 총괄그룹장으로 활동하였고, 전문분야 연구로 ‘전력설비의 염진해 대책 연구’를 통하여 배전용 내염기자재 7종의 개발과 전국 염해오손도 Map을 완성, 국내의 ‘내염진해 설계 기준 및 보수기준’을 제정하고 적용케 함으로써, 전력설비의 염진해 사고를 획기적으로 감소시키는 데 기여하였다. 이 공로로 한전 최우수 기술자상인 ‘91기술상’을 수상(1991)하였고, 전력계통의 다양한 연구실적을 바탕으로 전기이론을 쉽게 학습할 수 있는 ‘소방전기학(2008), 흥미있는 생활전기(2010)와, ‘화재조사론

## A Study on the Flame Resistance Management System

-Burning Equipments-

Jeong Tae Jang

The occurrence of a fire in an annual average Korea's recent five years(2008-2012), is 45,187 affairs, property damage 290 billion won and 2,227 people victims. In particular last year, the property damages increased 33.1 billion won(12.8%) and 361(19.4%) victims compared to in 2011. This paper presents the importance of disaster damage and reduce the victims by the flame resistance management. so, this analyses definition, principle, treat methods, our country's history, the status of manufacturers, test procedures, problems of measurement burning tester, a lot of countermeasures for the flame retardant system.

**Key words:** flame resistance, flame resistance system, Burning equipments, flame resistant method, flame resistant theory, flame resistant history