

유기물 건축내장재에 대한 화재법규

윤 관 선†, 최 근 영

(주)아마텍 기술부

Fire Regulation for Building Material of Organic Matter

Kwan-sun Yoon†, Keun-young Choi

Armatech co.,ltd Room401 Gimhea Building, 2-8 Karak-dong, Songpa-Gu, Seoul,Korea

ABSTRACT: Due to the construction technique (or the construction culture) growth in and out of Korea, newly-developed products have been continuously released. Furthermore, all legislation and regulation that the World follows are gradually becoming unified. (e.g. FTA(Free Trade Agreement) with the United States was contracted, and inevitable FTA contraction with EU and China), For this reason, it is considered that Korean fire regulation on building interior materials needs to be reviewed and compared with that of international standard so that it becomes legitimate and reasonable one. Especially, this reference is going to make a description of building interior materials' Flame retardant performance standard.

Key words: Flame retardant(난연)

† Corresponding author

Tel.: +82-2-3401-8563; fax: +82-2-430-8518

E-mail address: yoonks2000@hanmail.net

1. 서론

국내외 건축문화의 발달로 건축 내장재의 종류도 계속적으로 새로운 제품이 출시되고 있는 실정이다. 또한 미국과 FTA (Free Trade Agreement)가 체결 되었으며, EU, 중국과도 필연적으로 FTA를 체결해야 하는 등 전 세계가 점차적으로 모든 법규 및 규정이 일체화 되어 지고 있다. 이에 따라 건축내장재에 대한 국내화재법규도 국제적인 기준과 비교 검토하여, 합리적인 법규가 되도록 연구 검토할 필요가 있다고 생각한다. 특히 본 내용에서는 건축물 내장재의 난연 성능 기준에 대하여 기술 하고자 한다.

2. 건축물 내장재 난연 성능기준

2.1 국내 관련 법규

건축법 : “건축물 내부마감 재료는 방화 상 지장이 없는 재료로써 건설교통부령이 정하는 기준에 의한 것 이어야한다.”

소방법 제2조 : “불연, 준 불연, 난연재료는 건축법 시행령 제2조에 따른 다.”

건축법시행령 제2조 : “불연, 준 불연, 난연재료는 건설교통부령이 정하는 기준에 적합한 재료를 말한다”라고 명시되어 있다.

이에 따른 건설교통부령은 몇 차례 수정되며, 최종 2006년 11월 8일 고시 제2006년-제476호로 고시되었다.

건설교통부령

1999년 5월7일 건설교통부령 제184호에서는 KS F 2291: 1998(건축물 내장재료 및 구조물의 난연성 시험방법)에 의거 난연1급, 난연2급, 난연

3급 을 각각 불연재료, 준 불연재료, 난연재료로 명칭하고 있었으나, 이 시험방법은 너무 포괄적이며, 건축내장재 현실과 이완되고 불확실한 요소들이 많아, 무기질재료(석고보드 등) 이외의 유기질 합성수지 내장재 (바닥재, 단열재 등)에서는 적용될 수 없어, 유명무실화 되었다. 이에 따라 유기질 건축내장재는 소재별로 별도의 난연 규격(KS규격)을 제정하는 등 나름대로 난연 규격을 명시하여 적용하였다. 예를 들면 국내 건축물 단열재로 많이 적용하고 있는 Polyethylene foams의 경우는 KS M 3030 또는 KS M 3015 를 적용하고, Polystyrene foams는 KS M 3808 을 적용 하는 등으로 국제기준과는 매우 낮은 시험방법으로 난연1급, 또는 불연성으로 표기하게 되었다.

대구지하철 화재사건 이후 이러한 내용들이 검토되어 KS M 3030은 폐지되었으며, 철도차량내장재(내장 판, 의자, 토로연결 막, 바닥재, 단열재)에 대한 난연 성능기준을 건설교통부령으로 2004년 7월2일 1차 고시, 2004년12월6일 제418호 개정2차 고시, 2005년 12월22일 제438호 개정3차 고시로 철도차량내장재에 대해 화재성능기준을 관련기관 및 각 관련업체, 공급업체 등과 연구발표를 거쳐, 3차례 시행령을 개정, 재고시 하며, 국제적 기준 및 국내현실에 맞는 규정으로 제정되었다. 그러나 건축물 내장재에 대해 현실성 있는 건설교통부령은 없었다.

다행히 2006년 11월 8일 고시 제2006년 제476호로 건축물 내부마감 재료의 난연 성능기준이 고시 되었으나, 국제적 기준과 현실에 더욱더 적합하도록 연구검토 해야 할 필요성이 과제로 남았다

2.2 국제적(미국, 유럽 등) 난연 성능 기준

세계 각국의 단열재 및 건축물 내장재 난연성에 대한 기준은 시험방법에 따라 많은 차이가 있다. 또한, 각국의 화재인증기관도 시험방법의 차이를 보이고 있다.

유기물질 계통의 건축자재에 대한 난연 등급은 유럽의 경우 BS(British Standard)규격을 일반

적으로 적용 하다가 유럽통합이후 EU27개국이 합의한 유럽통합규격(EN 13501)을 발표하였다.

이에 따라 중국 및 유럽과 교류가 많은 국가는 자국의 난연 성능기준을 유럽통합규격으로 변경하였다.

미국의 경우 각주별로 기준이 다르지만 ISO규격으로 통일이 되어 지고 있다. 세계적인 화재인증기관 (미국 : FM, ABS, 유럽 : Lloyd's, DNV, 중국: NFTC) 역시 ISO규격인 경우 ISO규격의 시험방법에 따라 시험이 이루어지고 있다.

단열재관련 유럽에서는 철도차량의 경우 BS 6853에 화염전파성, 연기밀도, 연기독성시험방법 및 기준이 명시 되어있고, 건축내장재의 경우는 유럽통합규격(EN 13501)에서 A1(불연), A2(준불연), B, C, D, E(난연) 으로 7등급으로 구분되어 있으며, 시험방법 및 난연 성능기준도 건축재, 단열재, 바닥재로 구분하여 명시되어있다.

미국에서의 철도차량은 NFAP 130에 화염전파성 및 연기밀도 시험방법 및 기준이 명시 되어 있고, 건축내장재는 유기물질의 경우 ASTM E-84에 난연 소재의 화염전파속도(Flame Speed)에 따라 Class A, Class B , Class C로 난연재료를 구분하고 있다.

중국의 경우 건축내장재 연소성능을 2006년 EN13501에 준하여 GB 8624에 명시하였다.

한국의 경우 2006년에 건교부 령 제438호 철도안전기준에 화염전파성, 연기밀도, 연기독성이 언급되어 있으며, 건축내장재는 2006년 11월 8일 고시 제2006년 제476호로 건축물 내부마감 재료의 난연 성능기준이 고시 되었다.

이외 여러 나라 (중국, 캐나다, 영국 등) 에서도 불연, 준 불연 이외의 난연재료(유기물질)는 난연등급이 별도로 명시되어 있으며, 자국 화재규정에 따라 적용되고 있다.

2.2.1 각국의 난연 성능 시험방법

각국의 난연 성능 시험방법은 표1과 같다.

- 표 1 -

	화재 시험 방법			비 고
	화염전파성	연기밀도	연기 독성	
영 국	* ISO 4589 * ISO 5658	BS 6853 Annex D	* BS 6853 Annex B-2	철도차량
	BS 476 PART 6,7			건축내장재(단열재 등)
유럽통합	EN 13501			건축내장재(단열재 등)
미 국	* ISO 4589			
	ASTM E 162	ASTM E 662		NFAP 130 적용
	UBC 26-3 Room Test (ISO 9705 Room Corner Test)			실제화재 재현, FM 인증시적용
	* UL 94 V,HB			자기소화성 기초적 시험으로 전자제품에 주로 적용
	ASTM E-84			유기물 단열재 부적합 인증서 발급 불가
한 국	* KSMISO 4589-2 * ISO 5658	ASTM E 662	* BS 6853 Annex D	건설교통부 고시 제438호
	* ISO 5660		KS F 2271	건설교통부 고시 제476호
	폴리에틸렌시험 KSM3808, KSMISO12992, KSM3030(삭제)			
	KS F 2271			건축물 내장재 시험으로 유기물 단열재 부적합

2.3 한국의 난연 성능기준

2.3.1 건설교통부령 제438호 철도차량안전기준

- 표 2 -

화재성능 요구기준	시험방법	시험항목	합격기준				
	시험규격		위험등급 [1]	위험등급 [2]	위험등급 [3]	위험등급 [4]	
단 열 재	벽*천정부*객실덕트내부	ISO 4589-2	산소지수(LOD)	≥24	≥28	≥32	≥35
		ISO 5658-2	CFE(kW/m ²)	-	≥7	≥10	≥20
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤350	≤300	≤250	≤100
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.0	≤2.7	≤2.0	≤1.6
	외부공조기내	ISO 4589-2	산소지수(LOD)	≥24	≥24	≥28	≥32
		ISO 5658-2	CFE(kW/m ²)	-	-	≥7	≥10
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤400	≤350	≤300	≤250
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤4.0	≤3.0	≤2.7	≤2.0
	바 닥 부	ISO 4589-2	산소지수(LOD)	≥24	≥24	≥28	≥28
		ISO 5658-2	CFE(kW/m ²)	-	-	≥7	≥7
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤400	≤350	≤300	≤250
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤4.0	≤3.0	≤2.7	≤2.7

시험규격	설 명	요구사항
ISO 4589-2	플라스틱- 산소지수에 의한 연소거동의 측정 - 제2부 : 상온 시험법	최소
ISO 5658-2	연소성시험 - 화염전파 - 제2부 : 수직형상 건축 재료의 화염전파시험	최소
ASTM E 662	고체 물질의 연소로부터 발생한 연기의 광학밀도 측정법	최대
BS 6853 Annex B.2	여객 열차의 화재예방 설계 및 제작 실행 지침 - 첨부 B.2(연소가스독성지수 측정 - 면적기준 분석법)	최대

2.3.2 건설교통부령 제476호 건축물내장재 난연 성능기준

- 표 3 -

준불연 재료 (2급)	KS F ISO 5660-1 (콘 칼로리 미터법)	* 가열 개시 후 10분간 총 방출열량이 8MJ/m ² 이하이며, 10분간 최대 열방출률이 10초 이상 연속으로 200KW/m ² 을 초과하지 않음. * 10분간 가열 후 시험체를 관통하는 균열, 구멍 및 용융(복합소재의 경우 심재가 전부 용융, 소멸되는 것을 포함)등이 없어야 함.
	KS F 2271 (가스유해성시험)	* 실험용 취의 평균행동 정지시간 9분 이상일 것.
난연재료 (3급)	KS F ISO 5660-1 (콘 칼로리 미터법)	* 가열 개시 후 5분간 총 방출열량이 8MJ/m ² 이하이며, 5분간 최대 열방출률이 10초 이상 연속으로 200KW/m ² 을 초과하지 않음. * 5분간 가열 후 시험체를 관통하는 균열, 구멍 및 용융(복합소재의 경우 심재가 전부 용융, 소멸되는 것을 포함)등이 없어야 함.
	KS F 2271 (가스유해성시험)	* 실험용 취의 평균행동 정지시간 9분 이상일 것.
불연재료 (1급)	KS F ISO 1182 (건축 재료의 불연성시험방법)	* 가열시험 개시 후 20분간 가열로 내의 최고온도가 최종평형 온도를 20K 이상 초과 상승하지 않을 것(단, 20분 동안 평형에 도달하지 않으면 최종 1분간 평균온도를 최종평형온도로 한다) * 질량 감소율이 30% 이하 일 것
	KS F 2271 (가스유해성시험)	* 실험용 취의 평균행동 정지시간 9분 이상일 것

2.3.3 국내의 난연 성능 시험방법

- 표 4 -

시험규격	시험법 명		시험방법	기 준
KSM 3015	분철편너 시험법		분철편너를 30°유지 30초 동안 접촉 후 불꽃이 꺼지는 시점의 시간 측정	가연성 : 180초 이상 불꽃 지속 자기소화성 : 연소거리 25 ~ 100mm 불연성 : 연소거리 25mm 이하
KSF 2271 (건축물의 내장 재료 및 구조의 난연성 시험방법)	건축물 내장 재료 및 구조의 난연성 시험방법	기계시험	750±10℃ 챔버 내 20분 동안 가열	전기로 내 온도 상승이 50℃ 이내면 합격
		표면시험	전기로 및 가스버너에 불꽃으로 가열 시켜 발생하는 잔열, 배기가스의 온도 상승, 발연 계수 평가	난연1급 : 불연성 난연2급 : 준 불연성 난연3급 : 난연성
		가스 유해성	흰 취 행동 정지시간 평가	행동 정지시간이 9분 이상
KSF 0580 (천의 가연성 시험방법)	천의 가연성 시험방법 : 45° 경사법		5 × 15cm의 시험편을 45° 경사로 세우고 추를 단 후에 시험편의 하단 끝에서 19mm 지점에 점화하여 봉사가 끊어질 때까지의 연소시간 평가	방염1급(정상연소) : 직물의 연소시간이 7s 이상 방염2급(중간연소) : 4s 이상, 7s 미만 방염3급(강연소성) : 연소시간이 3.5s 미만
KSF 2819 (건축용 얇은 재료의 방염성 시험방법)	45° 메켈버너법		30 × 20cm 시험체를 메켈버너로 가열시험	방염1급 : 탄화길이 5cm 이하, 잔염 없음 방염2급 : 탄화길이 10cm 이하, 잔염 5s 이하 방염3급 : 탄화길이 15cm 이하, 잔염 5s 이하
KSC 3004 (고무·플라스틱 절연 전선 시험방법)	절연전선 시험방법		분철편너를 30초 동안 접촉시켜 연소 시간 측정	5s 이내 소멸
KSC 8431 (경질 비닐 전선관)	경질 비닐 전선관 : 내연성 시험		버너에 1분간 방치한 후에 불꽃의 소멸 여부	불꽃이 자연히 꺼질 것
KSM 3808 (발포 폴리스티렌 단열재)	발포 폴리스티렌 보온재 : 촛불시험		10 × 200 × 25mm 시험편을 45° 기울여 화염에 노출	3s 이내에 불꽃이 꺼질 것

2.4 국제난연 성능기준 과 한국의 난연 성능 기준 비교

모든 난연 성능기준의 시험방법은 실현가능하며, 제품의 특성에 맞는 시험방법을 채택하여야 하고 과학적이며, 재현성이 있어야 한다.

건설교통부령 제438호 철도차량안전기준의 경우 영국의 BS6853, 미국의 NFPA 130을 참조하였으며, 실제 국내 공급제품을 여러 차례 시험을 거쳐 실현가능하며, 국내제품의 난연 성능을 향상시킬 수 있는 기준으로 제정되었다고 보여 진다.

반면에 건설교통부령 제476호 건축물내장재 난연 성능 기준은 난연재료 3급의 경우 유럽 EN13501 C급 이상의 기준이며, 유럽의 경우 EN13501 D급 이상이면 일반건축물에 적용이 가능한 것에 비하면 너무 엄격한 기준으로 다시 유명무실화 될 가능성이 높다.

또한 난연재료(유기물)의 등급이 없을 뿐만 아니라 건축물 내장재의 적용범위도 애매하여 바닥재, 벽면의 인테리어, 문, 창호, 단열재 등을 구분하여 법규 적용범위를 소방법과 연계하여 지정할 필요성이 있다.

현 건설교통부령 제476호 건축물내장재 난연 성능기준은 소재별(내장재, 단열재, 바닥재 등)시험기준도 단일화 되어있어, 유기물질의 경우 거의 실현 불가능한 기준이다.

또한 유해가스시험은 국제적 시험방법이 아니고, 재현성이 없을 뿐 아니라, 과학적이지 아니

하고 동물협회 등에서 반대하는 생체시험(KS F 2271 가스유해성시험)을 적용하고 있어 재현성이 있으며, 과학적이고 국제기준에 맞는 시험방법으로 개정이 요구된다.

2.4.1 각국의 난연 성능기준 (화염전파성)에 비교되는 L.O.I 지수

각국의 난연 기준에 비교되는 L.O.I 지수(ISO 4589시험방법)는 위의 표와 같다. 산소지수 시험의 응용성은 재료의 품질관리에 사용되는데 난연제의 첨가요부를 점검하고 연구 및 개발의 목적으로 사용된다. 비교적 시험방법이 간단하며 전문성 없이 가능하고 재현성이 좋아 난연재료 제조회사, 난연제 제조회사, 화재연구기관 등에서 폭넓게 사용된다.

유럽통합 고무발포단열재규격(EN-14304)에서는 주1회 제조공장에서 필수적으로 이 시험을 하도록 규정되어 있으며, 영국BS6853에서는 L.O.I 34%이상 중국 GB8624(난연 성능 기준)에서는 난연 1급을 L.O.I 32%이상, 난연2급을 L.O.I 26%이상으로 규정하고 있다.

국가마다 난연성 시험방법이 틀리고 일반적으로 난연재료의 제조회사는 적용국가 난연 성능 중 화염전파성에 대한 품질관리를 표5 와같이 L.O.I시험방법으로 하고 있다.

- 표 5 -

	등급	적용시험방법	비교 L.O.I (산소지수)	비 고
EURO Class	B급	EN 13823(SBD) EN ISO 11925 EN ISO 9239	≥ 40%	DNV 인증시 적용 Lloyd's 인증시 적용
	C급		≥ 32%	
	D급		≥ 32%	
영 국	Class 0	BS 476 PART 6	≥ 40%	
	Class 1	BS 476 PART 7	≥ 32%	
	Class 2	BS 476	≥ 26%	
독 일	B1		≥ 35%	

미 국	$I_s \leq 35$	ASTM E162	$\geq 45\%$	판넬, 실링등
	$I_s \leq 25$	ASTM E162	$\geq 32\%$	단열재
	Class A,I (0~25)	ASTM E-84	$\geq 32\%$	화염전파성으로만 등급을 구분하며, 유기물 단열재의 경우 연기밀도차이로 인증서 발급 불가
	Class B,II (26~75)	ASTM E-84	$\geq 26\%$	
	Class C, III(27~200)	ASTM E-84	$\leq 25\%$	
	V0	UL 94	$\geq 26\%$	UL 인증서 적용
		ISO 9705	$\geq 32\%$	FM 인증서 적용
중 국,홍 콩	B1	ISO 4589	$\geq 32\%$	NFTC인증서 적용
	B2	ISO 4589	$\geq 26\%$	
한 국	없 음	KS M 3808	$\geq 24\%$	KSM 3030에 등급이 있었으나 폐지
		KS M 12992	$\geq 24\%$	
	건교부시행령 제2005-438호	ISO 4589	$\geq 35\%$	위험등급[4]
			$\geq 32\%$	위험등급[3]
			$\geq 28\%$	위험등급[2]
		$\geq 24\%$	위험등급[1]	

2.4.2 L.O.I 비교 각국의 난연 성능기준 (화염 전파성 기준)

국내의 건설교통부 난연 기준 화염전파성(연소성)을 국제 난연 기준과 비교하여 L.O.I 지수로 비교하면 표 6과 같다.

- 표 6 -

한국 건설교통부 기준				유럽통합(EU)		영국(BS)		미국(ASTM)		비고
고시 제476호		고시 제438호		등 급	L.O.I 기준	등 급	L.O.I 기준	등 급	L.O.I 기준	
등급	L.O.I 기준	등급	L.O.I 기준							
난연1급	불연	별도적용		A1	불연	별도기준		별도기준		
난연2급	준불연			A2	준불연					
난연3급	42~47%			B	40%이상	Class 0	40%이상			
없 음	위험도 4	35% 이상	C	32%이상	Class 1	32%이상	Class A	32%이상	국제 건축내장재 화재 난연1등급	
	위험도 3	32% 이상								
	위험도 2	28% 이상	D	28%이상	Class 2	28%이상	Class B	28%이상		난연2등급
	위험도 1	24% 이상	E	24%이상	Class 3	24%이상	Class C	24%이상		자기소화성

3. 결론

설비용 단열재가 화염에 노출되었을 때의 난연성은 건물 내의 인명과 재산보호에 중요한 요소이다. 외국의 경우에는 내화성 시험방법에 화염 전파성, 연기밀도, 연기독성에 대한 시험방법과 기준을 각 재료별 제시하여 건축물과 운송 기관 등에 적용하도록 하여 화재 시 피해를 최소화하도록 하고 있으나 국내에서는 철도안전기준에

만 플라스틱 등 일부 재료에 대해서만 적용되고 있다. 국내에서는 전반적인 재료에 대한 규정된 시험방법이 제정되어 있지 않아 각 재료별 제조사에서는 화재특성에 대하여 각기 상이한 기준으로 시험을 실시하고 있으며 특히 유기물의 건축 자재에 대한 난연 등급 기준이 제정되어 있지 않다. 따라서 국내에서도 건축자재 등 각종 재료에 대하여 시험방법과 기준을 화염전파성, 연기밀도, 연기독성 등 실제 피해요소와 연관 있는 사항으

로 재정하도록 하여야하며, 국내 산업에서의 사용 시 이러한 화재시험에서 안전성이 검증된 재료의 채택으로 화재시 인명과 재산의 피해를 최소화 하여야한다. 이에 따라 난연 재료를 3급으로 단일화 하고 있는 국내 난연 성능 기준(건설교통부령 제 476호)도 국제 기준에 근거하여 재검토 할 필요성이 있다. 또다시 과거(1999년 고시 제 184호)와 같이 유명무실화 되지 않고, 국제기준에 맞는 난연 성능 기준을 국내에서도 재검토 고시되어, 실제적으로 국내 건축물의 화재위험도를 줄이며, 국제적으로 경쟁력 있고, 건축 소재의 품질 향상에 기여 될 수 있는 기준으로 재검토 하여야 할 것이다.

참고 문헌

1. European Standard 14304 (Thermal insulation products for building equipment and industrial installation - Factory flexible elastomeric foam (FEF) products)
2. EN 13501-1:2002 (Fire classification of constriction products and building elements)
3. EN 13823 (Reaction to fire tests for building products)
4. 고시 제2005년 12 월 22일 건설교통부 고시 제 2005-438호 (철도차량 안전기준에 관한 지침)
5. 고시 제2006년 11월 8일 건설교통부 고시 제 2006-476호 (건축물 내부 마감 재료의 난연성능기준)
6. NFAP130 (Standard for Fixed Guideway Transit Systems 1997 Edition.
7. ASTM E-84 (Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials)
8. GB 20286-2006 (Requirements and mark on burning behavior of fire retarding products and subassemblies in public place)
9. GB 20284-2006 (Single burning item test for building materials and products)
10. GB 8624-2006 (Classification for burning behavior of building materials and products)
11. GB 17794-1999(prefomed flexible elastomeric cellular thermal insulation)
12. BS 5422(Method for specifying thermal insulation materials on pipes ,ductwork and equipment,1990.
13. ASTM C-534 Performance property guide for insulation materials
14. Armacell engineered foams Tech. Report.
15. KS, 2003, KS M 3015, Testing methods for thermosetting plastics, Korea standards Association
16. KS, 2003, KS F 2271, Testing method for incombustibility of internal finish material and element ofbuildings,KoreaStandardsAssociation.
17. KS, 2005, KS M 3808, Cellular polystyrene thermal insulation,KoreaStandards Association.
18. BS, BS 476, Fire test on building materials and structure, British Standard
19. BS, BS 6853, 1999, Code of practice for fire precaution in the design and construction of passenger carrying trains, British Standard
20. ISO, 2000, ISO 4589, Plastics-Determination of burning behaviour by oxygen index general, International Organization for Standardization
21. ISO, 1996, ISO 5659, Plastics-Smoke generation, International Organization for Standardization
22. ISO, 2002, ISO 5660, Reaction to fire test-Heat release, Smoke production and mass loss rate, International Organization for Standardization.