

국내외 난연 섬유제품 시험의 평가방법

융복합섬유팀



ECO융합섬유연구원
Korea Institute of Convergence Textile

□ 국내외 난연 섬유 제품 시험의 평가 방법

1. 유럽

□ 프랑스, 스페인, 벨기에, 룩셈부르크 - M1 Standard

두께가 5 mm 이하인 경우에 섬유용 시험인 NF P 92-503, 504, 505 시험을 진행하여 결과를 판정한다. NF P 92-503 전기 연소자 시험, NF P 92-504는 발화지속성 시험, NF P 92-505 는 열 용융성 물질의 시험이다. 결과는 M1 ~ M4 로 기록한다. M1이 가장 높은 값이다.

NF P 92-503

원단을 버너에 20 초, 45초, 연속해서 30초 간격으로 5분동안 노출시키고 잔염, 적하 여부, 진, 탄화거리, 연소 현상 등을 관찰해서 기록한다.

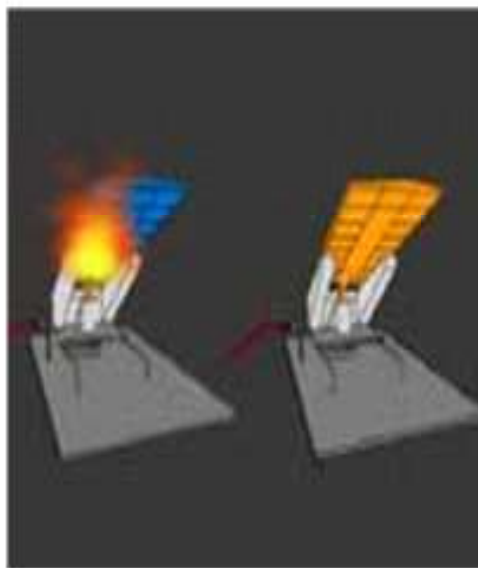


그림 1. NF P 92- 503 시험

NF P 92-504

수직법으로 시료에 불꽃을 접염시켜 시험한 후, 잔염 시간과 적하 여부를 기록한다.

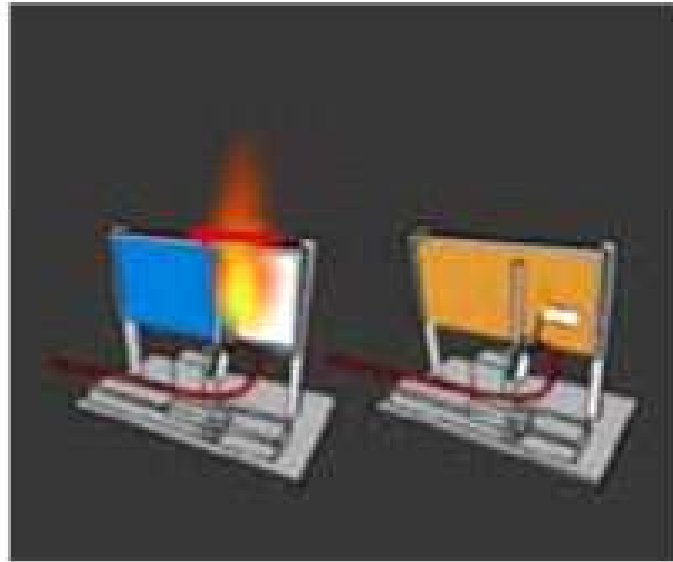


그림 2. NF P 92- 504 시험

○ NF P 92-505

NF P 92-503, NF P 92-504 시험 후, 적하 현상이 발견된 시료에 대해서 NF P 92-505 시험을 수행하며, 적하된 물질이 시험편 하단에 위치한 cotton wool을 연소시키는지 여부를 관찰하는 시험이다. 시험 방법은 아래 표1 과 같다.

표 1 .NF P 92-505 시험 방법

TEST 대상	5 mm 미만 두께의 Flexible material 류 중 Dripping 발생 제품
TEST 방법	<ul style="list-style-type: none"> ● Test 시료 : 4점 (70mm x 70mm, min. weight 2g) ● 시료 위치 : 수평 (시료로부터 300mm 밑에 cotton wool 기준 시료 준비) ● 점화 열원 : Electric radiator, 500w , 시료로부터 30mm거리 ● Test(10분): 시료에 10분 동안 Radiating 실시

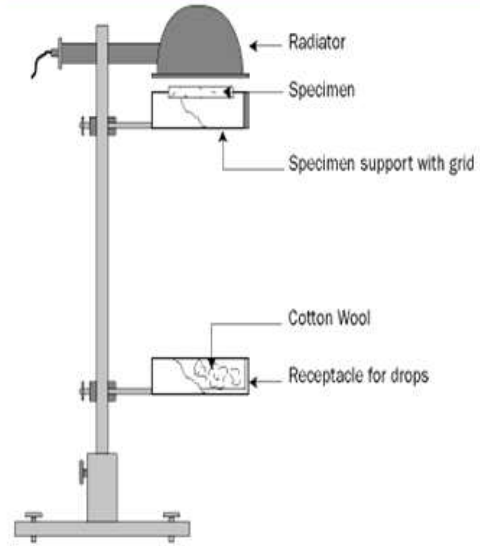


그림 3. NF P 92- 505 시험

NF P 92-5057 판정

NF P 92-502 ~504의 시험 결과를 근거로 NF P 92-507에 따라 시험 결과를 M1~M4로 판정한다.

표 1 .NF P 92-507 결과의 판정 1.

등급	판정기준	
M1	No burning droplet from NF P 92-503, 504, 505	
	NF P 92-503	잔염시간 5 초 이내 경사 탄화거리 250 mm 이내
	NF P 92-504	잔염시간 2 초 이내
M2	No burning droplet from NF P 92-503, 504, 505	
	NF P 92-503	경사 방향 탄화거리 350 mm 이내
	NF P 92-504	잔염시간 5 초 이내
M3	No burning droplet from NF P 92-503, 504, 505	
	NF P 92-503	위사 방향 탄화 폭 90 mm 이내
M4	M1, M2, M3 에 해당하지 않는 것	

표 2 .NF P 92-507 결과의 판정 2.

Method	Classes				
NF P 92 - 505	-	No ignition of the wool	No ignition of the wool	Ignition of the wool	Ignition of the wool
NF P 92 - 503	No droplets	Not-burning droplets	Burning droplets	Not-burning droplets	Burning droplets
Ignition time \leq 5s	M1	M1	M2	M4	M4
Ignition time > 5s; damaged length < 350mm	M2	M2	M3	M4	M4
Ignition time > 5s; damaged length between 450mm and 600mm; damaged width < 90mm	M3	M3	M4	M4	M4
NF P 92 - 504	-	-	M4	M4	M4

□ 독일, 오스트리아 - B1 Standard (DIN 4102)

4개의 시험편을 아래에서 위로 일정한 공기의 흐름이 있는 챔버안에 수직으로 매달아 10분간 불꽃에 노출시킨 후, 탄화 후의 평균 잔여 길이와, 연소 가스 온도로 결과를 판정한다. B1을 만족하기 위해서는 하나라도 전소하면 안 되고, 잔여 길이 150 mm 이상, 연소 gas 온도 200 °C 이하여야 한다.



그림 4. B1 Standard 시험 방법

□ 영국 - BS 5867

시험편을 수직으로 파지하고, 불꽃을 시험편 아래에서 10s, 15s, 20s, 30s 접촉시킨 후 난연성을 판정한다. 세탁 전후로 난연성을 시험하는데, type B 는 40° C에서 12 회 반복 세탁 전후, type C 는 40° C에서 50 회 반복 세탁 전후의 난연성을 시험한다. 요구 수준은 구멍이 생기지 않고, 원단 가장자리로 불꽃이 번지지 않아야 하며, 불꽃 적하물이 떨어지지 않아야 한다. type A, B, C 중 type C가 가장 높은 난연성을 나타낸다.



그림 5. BS 5867 시험

2. 북미

□ U. S. Flammable Fabrics Act (Codified at 15 U.S .C 1191 -1204)

미국내 거래에서 연소하기 쉬운 섬유의 사용을 방지하는 법안으로, 미국내 수입 수출로 거래되는 의류와 실내 장식재에 적용한다. 수입업자는 성능을 입증하는 성적서 또는 인정서를 제출하는 공급자로부터 물건을 구매할 것을 권고받으며, Safety commission 이 시험 수행, 시험 표준, 실행에 대한 권한을 가지고 있다.

□ NFPA 701 : Standard Methods of Fire Tests for Fire Propagation of Textiles and Films .

공공장소에서의 FR drapery fabric에 대한 federal regulation은 없으나, NFPA 701에 따라 작은 시험편의 잔염, 탄화길이, 탄화 잔유물 등을 평가하여, 위의 조건을 만족하면 난연성이 있는 것으로 판단한다.

NFPA 701은 법이나 규제가 아니며, 법을 시행하고 규제하는 권한은 지역 또는 주 정부에 있다. 그러나 많은 지역 또는 주정부의 자체 표준 없이, 공공장소의 drapery는 NFPA 701에 따르도록 하고 있다.

예) The 2005 Florida Fire Prevention Code, Chapter 20 : 공공장소의 drapery는 NFPA 701에 따르도록 함



그림 6. NFPA 701 시험

□ OSHA 269 Standard

269 표준은 작업자들이 전기 아크와 작업하는 동안 다른 재료의 점화에 의해서 발생할 수 있는 화재에 대해서 사전 훈련을 받도록 정하고 있다. 또한 이 표준은 작업자들이 아크가 잠재적으로 발생할 가능성이 있을 때, 작업복이 발화, 연소, 용융해서 피해를 증가시킬 수 있는 아세테이트, 나일론, 폴리에스터, 레이온과 같은 합성 재료의 사용을 금지하고 있다.

3. 아시아

□ 인도 - BIS standard

커튼류, 가구류, 산업 안전복, 소방복 등에 대한 표준이 있으며, 아래와 같은 표준이 있다.

- 원단 : IS 12990, IS 7609, IS 8758, IS 7613, IS 12991, IS 10321
- 섬유 바닥재 : IS 12722, IS 10466, IS 2331, IS 7878, IS 4391, IS 5641, IS 5884, IS 10921, IS 7877, IS 13188, IS 15764
- 가구류 원단 : IS 12467-1, IS 12467-2, IS 577, IS 7864

□ 중국 - BIS standard

중국은 난연 섬유제품에 대해서 독일의 B1 표준을 따른다.

□ 일본

일본의 화재 법에 따라, 카펫, 커튼, 러그, 침구류, 이불 등의 난연 품목들은 소비자에게 판매되기 전에 난연 처리를 해야한다.

4. 남미

□ 남미

국제 해사기구 표준인 IMO FTPC Part - 7: Fire Test Marine Equipment과 독일의 표준인 B1 표준에 따른다.

□ 중동

U.A.E.는 BS 5852, BS 5867 표준에 따른다.

5. 국내의 난연섬유 시험 표준

-방염 제품의 성능인증 및 제품검사의 기술기준 (시행 2017.7.26)

□ 목적

이 기준은 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제39조제4항 및 「소방용품의 품질관리 등에 관한 규칙」 제15조제1항에 따른 「방염제품의 성능인증 및 제품검사의 기술기준」에 대하여 규정함을 목적으로 한다 <개정 2012. 2. 9., 2017. 7. 26.>

▣ 상하위법



□ 용어의 정의

1. “방염제품“이란 「소방용품의 품질관리 등에 관한 규칙」 제31조의 규정에 의한 성능시험대상으로서 방염처리하거나 난연성소재로 제조한 제품을 말한다.
2. “얇은 포“란 소파 및 의자용 직물로 사용되는 섬유류 또는 합성수지의 포지로서 1 m²의 중량이 450 g이하인 것을 말한다.
3. “두꺼운 포“란 소파 및 의자용 직물로 사용되는 섬유류 또는 합성수지의 포지로서 1 m²의 중량이 450 g을 초과하는 것을 말한다

□ 방염제품의 종류

1. 침구류
2. 소파 및 의자용 직물
3. 인조잔디
4. 의류 : 화재의 위험성이 있는 곳에서 착용하는 옷을 말한다. 다만 방열복 및 방화복은 제외한다.
5. 의류용직물
6. 바닥 깔개
7. 자동차용 내장재등

□ 방염 성능의 기준

1. 침구류, 의류 및 의류용직물의 방염성능기준은 탄화길이가 평균 5 cm이내, 최대 7cm이내, 점염회수 3회 이상이어야 한다. 이 경우 내세탁성을 측정하는 물품은 세탁전과 세탁 후에 이 기준에 적합하여야 한다.

2. 얇은 포의 방염성능기준은 잔염시간 3초이내, 잔진시간 5초이내, 탄화면적 30 cm²이내, 탄화길이 20 cm이내, 접염회수 3회 이상이어야 한다. 이 경우 내세탁성을 측정하는 물품은 세탁전과 세탁 후에 이 기준에 적합하여야 한다
3. 두꺼운 포의 방염성능기준은 잔염시간 5초 이내, 잔진시간 20초이내, 탄화면적 40cm²이내, 탄화길이 20 cm이내, 접염회수 3회 이상이어야 한다. 이 경우 내세탁성을 측정하는 물품은 세탁전과 세탁 후에 이 기준에 적합하여야 한다
4. 인조잔디 및 바닥 깔개의 방염성능기준은 잔염시간 20초 이내, 탄화길이 10 cm 이내 이어야 한다. 이 경우 내세탁성을 측정하는 물품은 세탁전과 세탁 후에 이 기준에 적합하여야 한다
5. 자동차용내장재등의 방염성능기준은 연소속도가 100 mm/min 이하이어야 한다.

밀도

1. 얇은 포의 방염성능기준은 최대연기밀도 200 이하 이어야 한다.
2. 두꺼운 포 및 자동차용내장재등의 방염성능기준은 최대연기밀도 250 이하이어야 한다.
3. 인조잔디 및 바닥 깔개의 방염성능기준은 최대연기밀도 400 이하 이어야 한다.

시험 장치

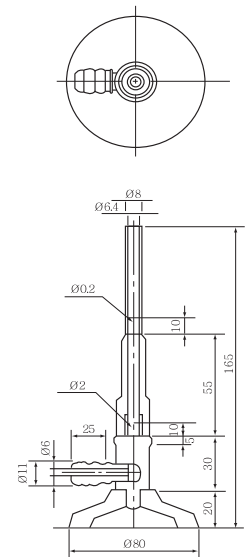
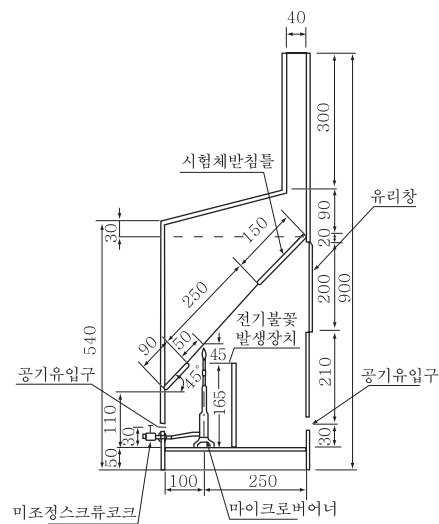


그림 7. 마이크로 버너법 - 450 g/ m²이하 얇은 포 시험 장치

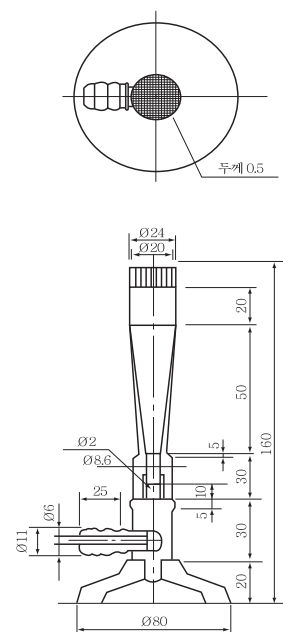
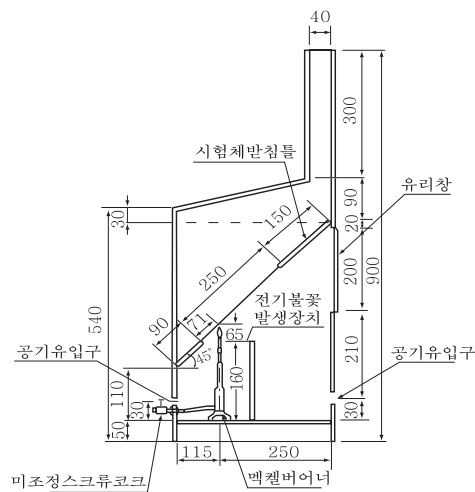


그림 8. 매크로 버너법 - 450 g/ m²이상 두꺼운 포 시험 장치

1. 연소시험장치는 얇은 포의 시험에 있어서는 마이크로버너, 두꺼운 포의 시험에 있어서는 맥켈버너를 사용한다. (버너의 불꽃의 길이는 마이크로버너에 있어서는 45 mm, 맥켈버너에 있어서는 65 mm로 함)
2. 시험에 사용하는 연료는 KS M 2150(액화석유가스)에 적합하여야 한다.
3. 시험체는 2 m² 이상의 측정대상물품에서 임의로 잘라낸 가로 35 cm, 세로 25 cm의 것으로 3개씩 만든다.
4. 시험체의 건조는 50 ± 2 °C 인 항온건조기안에서 24시간 건조한 후 실리카겔을 넣은 데시케이터안에 2시간동안 넣어둔다. 다만, 열에 의한 영향받지 아니하는 것은 105 ± 2 °C 의 항온건조기 안에서 1시간 건조한 후 실리카겔을 넣은 데시케이터안에 2시간 동안 넣어둔 것으로 할 수 있다.
5. 성능시험측정은 다음방법에 의한다.
 - 가. 시험체는 시험체 받침틀 안에 느슨하지 아니하게 고정할 것
다만, 용융하는 물품은 가로 263 mm, 세로 258 mm의 시험체가 가로 250 mm, 세로 150 mm인 시험체지지틀안에 들어가도록 설치할 것
 - 나. 버너의 불꽃의 길이는 마이크로버너에 있어서는 45 mm, 맥켈버너에 있어서는 65 mm로 할 것
 - 다. 불꽃의 선단이 시험체 중앙 하단에 접하도록 버너를 설치할 것
 - 라. 탄화길이는 시험체의 탄화부분에 있어서의 최대길이로 할 것
 - 마. 가열은 각 시험체에 대하여 얇은 포에 있어서는 1분간, 두꺼운 포에 있어서는 2분간 실시하며, 가열 시간 중에 착염하는 시험체에 대하여 다시 시험하되, 착염한 후부터 얇은 포에 있어서는 3초 후에, 두꺼운 포에 있어서는 6초후에 버너를 제거할 것
6. 용융하는 물품은 접염시험을 추가로 실시한다.

□ 방열제품의 연기밀도 측정기준 및 방법

1. 시험장치 및 절차는 ASTM E 662 (고체물질에서 발생하는 연기의 비광학밀도를 위한 표준시험방법)에 따른다. 다만 용융하는 물품은 KS M ISO 5659-2(프라스틱-연기발생 제2부 : 단일연소챔버시험에 의한 연기밀도)에 따른다
2. 가열은 2.5 W/cm²의 방열기와 파이롯트버너(프로판가스 50 cm³/분, 공기 500 cm³/분 으로 공급)를 사용한다 다만 KS M ISO 5659-2의 방법으로 시험하는 경우에는 2.5 W/cm²의 방열기와 불꽃길이가 30 mm인 버너를 사용한다.
3. 최대연기밀도 다음 계산식으로 산출한다.

연기밀도 $D_s = 132 \log_{10} \frac{100}{T}$

T : 광선투과율

132 : 연소챔버에 대하여 V/AL로부터 유도된 인자 (V : 연소챔버의 부피, A : 연소 챔버의 노출면적, L : 광선 경로의 길이)

최 대 값 $D_m = 132 \log_{10} \frac{100}{T_r}$

T_r : 광선투과율(maximum range)

보정인자 $D_c = 132 \log_{10} \frac{100}{T_c}$

T_c : 광선투과율(clear beam)

보 정 값 $D_s = D_m - D_c$

4. 최대연기밀도는 보정값을 3회 이상 측정하여 중위수 값으로 한다.

□ 방염제품의 내세탁성 측정기준 및 방법

1. 표면에 방염처리한 인조잔디 및 바닥깔개는 진공모터가 750W(1마력) 이상인 진공청소기로 카페트 전용세제를 가하면서 12분간씩 4회 세탁 및 건조한 후에도 방염성능을 측정한다.
2. 침구류(메트레스 걸감은 제외), 의류 및 의류용직물은 다음 각 호의 방법으로 5회 세탁 및 건조한 후에도 방염성능을 측정한다.
 - 가. 세탁기는 세탁조가 직경 50 cm 이상, 깊이 27 cm 이상으로 수평으로 설치된 가정용 세탁기를 사용할 것
 - 나. 세탁하는 동안의 물의 온도를 40 ± 3℃로 유지시킬 것
 - 다. 세제는 중성세제로 하며, 물 1l 당 1g의 비율로 첨가할 것
 - 라. 세탁은 세탁시간 30분, 행굼2회, 탈수를 1 회로 할 것
 - 마. 건조는 5회 세탁 완료 후에 텀블건조기로 실시할 것

□ 침구류, 의류 및 의류용 직물의 포름알데히드 측정

포름알데히드는 KS K 0611(섬유제품의 포름알데히드 측정방법)의 방법에 의하여 측정하였을 경우 300ppm이내이어야 한다.

□ 방염제품의 독성심사

방염제품의 피부질환, 발암 등 인체에 유해한 성분이 함유되어서는 아니된다. 다만, 방염도료로 방염 처리하는 제품은 제외한다.

1. 독성심사는 아래표에 정한 항목에 대하여 신청자가 성능시험 신청시 제출한 다음 자료에 의해 실시한다. 이 경우 소방검정기술심의위원회 방염독성심사위원회의 자문을 구할 수 있다.
 - 가. 공인기관의 독성시험성적서
 - 나. 방염제 성분분석표
2. 다음에 해당하는 경우 이 시험을 생략할 수 있다.

- 가. 난연성소재로 가공한 방염제품의 경우
 나. 형식승인된 방염제를 사용한 방염제품의 경우
 다. 기 인정된 제품과 동일한 소재로 가공한 방염제품의 경우
 주) 일반독성시험 2차, 3차항목은 방염독성심사위원회의 심의를 거쳐 생략할 수 있다

표 3. 독성 심사 항목 및 시험방법

독성심사항목		시 험 방 법	비고
일반독성	1차	L.D 50	의약품등의 독성심사기준에 의함
		Ames test	"
	2차	생체시험(소핵시험)	"
	3차	마금성 독성	"
		만성독성	"
피부장해성		발암성	"
		"	"
	피부자극시험	1) 정상인 30명 이상에게 가제에 방염제를 묻혀 피부에 접촉시키고 덮개를 씌운다.	
	폐쇄식청포시험 (46시간)	2) 46시간 경과후 가제를 떼어내고 2시간 경과후 증상을 관찰한다.	
	피부알레르기시험	의약품등의 독성실험기준에 의함	

□ 사용한 방염제의 기준 및 측정방법

방염제품에 사용하는 방염제는 형식승인을 받은 것 또는 방염제의 검정기술기준에 적합한 것을 사용하여야 한다.

□ 방염제품의 물성변화 등

방염제품은 방염처리 전 제품과 비교하였을 경우 물성변화, 변색, 악취 등이 발생하여서는 아니 된다.

6. 선박에 사용되는 재료에 대한 난연 시험 규정 - IMO FTP CODE

□ 커튼, 벽지용 IMO 난연 시험 방법 및 판정

1. 시료를 (200×150) mm 로 만들어 파지한다
2. 버너를 표면에 수직되게 17mm 간격으로 놓고 원단 밑 20mm 에 위치시킨다
3. 불꽃 높이를 40 mm로 맞춘다
4. 버너를 수직으로 원단 표면에 5초간 접염하여 점화가 일어날 경우 잔염시간/잔진시간을 측정
 - ※ 점화가 일어나지 않을 경우 접염시간을 15초로 늘린다
5. 15초 후 점화가 일어나지 않을 경우 버너를 원단 아래로 옮겨 30 ° 로 접염시킨다
6. 4~5의 과정을 반복하고 연소외 특이사항이 있을 경우 기록한다

/부적합 판정기준

1. 10개 또는 그 이상의 시험편 중 어느 하나라도 잔염시간이 5 초를 초과해선 안 된다
2. 10개 또는 그 이상의 시험편 중 어느 하나라도 가장자리까지 불꽃의 확산이 발생해선 안된다
3. 10개 또는 그 이상의 시험편 중 어느 하나라도 적하물의 발화가 발생해선 안된다.
4. Surface / edge ignition 후 탄화거리가 150 mm를 초과해선 안된다
5. Surface flash 가 100 mm 초과해선 안된다



그림 9. Drapery/Wall covering용 IMO 난연시험

□ 침구류용 IMO 방염시험 방법 및 판정

불이 붙어있는 담배 및 성냥 등을 통해 잠재적인 화재상황을 가정하여 유형화한 시험으로 매트리스, 베게 등에 적용한다.

○ 시험방법

1. 시료크기는 450 X 350 mm 이상으로 만들어 파지하며, 시료는 4개이상 준비한다.
2. 2종의 점화원(담배/프로판 불꽃)을 시험편 위에 놓고 연소거동을 측정한다.

○ Progressive smoldering ignition 판정기준

- 1시간 이후 연기, 열, 불꽃발생
- 계속 smolder 하여 시료가 전부 소진됨
- 강제적으로 소화가 필요함
- 두께가 25 mm 이상일 경우 전체두께 또는 가장자리 까지 smolder 됨
- Cotton wool pad 또는 open flame ignition source로 부터 25 mm 이상 퇴색

Flamming ignition

- smoldering ignition source로부터 flame 발생
- 잔염 150초 이상
- 강제적으로 소화가 필요함
- 점염후 150초 이내에 66% 이상 연소
- 시험시간 동안 시료 전체 두께 또는 가장자리 끝까지 연소



그림 10. 침구류용 IMO 난연시험

□ 가구류용 IMO 방염시험 방법 및 판정

불이 붙어있는 담배 및 성냥 등을 통해 잠재적인 화재상황을 가정하여 유형화한 시험

○ 시험방법

2종의 점화원(담배/프로판 불꽃)을 시험편 위에 놓고 연소거동을 측정한다.

[시험재료]

-Cover material/ Fabric interliner 800 *650 mm

-Upholstery filling 450 *300 *75 mm

Smouldering cigarette test

- 1시간 이내 연기, 열, 불꽃 발생하지 않음
- Smouldering 이 중간에 멈추었을때 재시험하여, 재시험 샘플이 합격하거나 다시 Smouldering이 중간에 멈춤
- 최종검사 : 시험편 안쪽의 smouldering이 없음

○ Propane flame test 합격기준

- 잔염, 잔진, smouldering이 120 s 이내에 멈추면 합격
- 2회 시험 모두 PASS 해야함
- 최종검사 : 시험편 안쪽의 smouldering이 없음



그림 11. 가구류용 IMO 난연시험

자료출처 : “난연 섬유 제품 최신기술 및 평가 동향” 발췌 정리