

플라스틱 난연 시험 방법

한국폴리아세탈(주)
KOREA POLYACETAL CO., LTD.

KPAC

서울시 중구 소공로 94, 14층 (소공동, OCI빌딩)
14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel +82-2-728-7400 Fax 82-2-714-9235 www.gpac-kpac.com

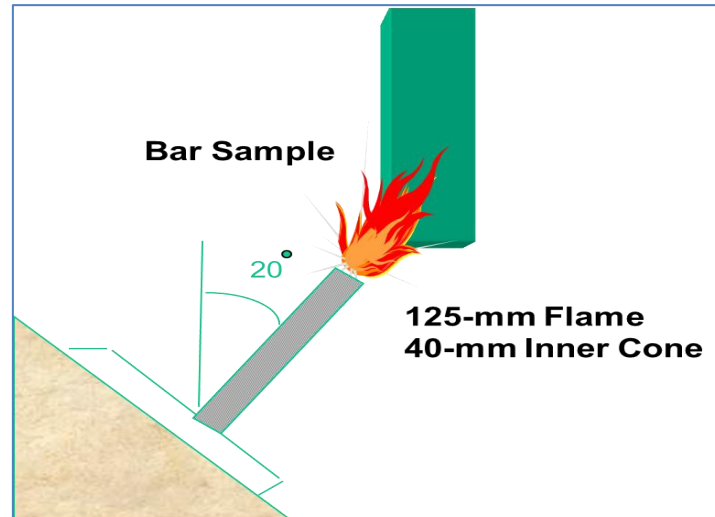
② 등급

조건과 등급	V-0	V-1	V-2
개별 연소 시간 (t1 or t2)	≤ 10 s	≤ 30 s	≤ 30 s
전처리 조건 별 전체 연소 시간 (총 5개의 시편의 t1+t2)	≤ 50 s	≤ 250 s	≤ 250 s
불꽃을 두 번 가한 후의 연소 및 불뚝이 맺힌 시간 (t2 + t3)	≤ 30 s	≤ 60 s	≤ 60 s
클램프 (125 mm 표시) 까지 연소	No	No	No
적하에 의한 탈지면의 발화	No	No	Yes

3) 5V Test (125 mm Vertical Burning Test) : 5VA (bar), 5BV (plaque)

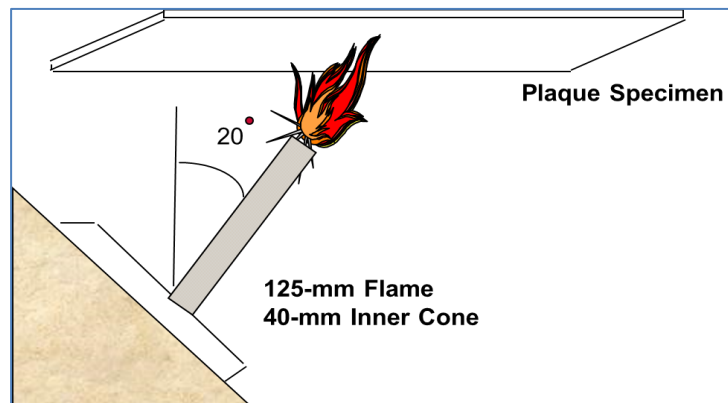
① 평가 방법

- 5VA (bar) : 시편에 125 mm 불꽃을 5초 가한 후 5초간 불꽃을 제거. 이를 5번 반복하고 난 후 발화한 시간을 측정한다. (t1, t2)



<그림 2. 5VA (bar) 시험 방법>

- 5VB (plaque) : 시편의 중심에 125 mm 불꽃을 5초 가한 후 5초간 불꽃을 제거한다. 이를 5번 반복하고 30 초 후 3 mm이상의 hole 이 있는지 확인한다.



<그림 3. 5VB (plaque) 시험 방법>

② 등급

조건과 등급	5VA	5VB
불꽃을 다섯 번 가한 후의 연소 및 불뚱이 맺힌 시간	$\leq 60 \text{ s}$	$\leq 60 \text{ s}$
적하에 의한 탈지면의 발화	No	No
불꽃 및 연소에 의한 시편의 hole 발생	No	Yes

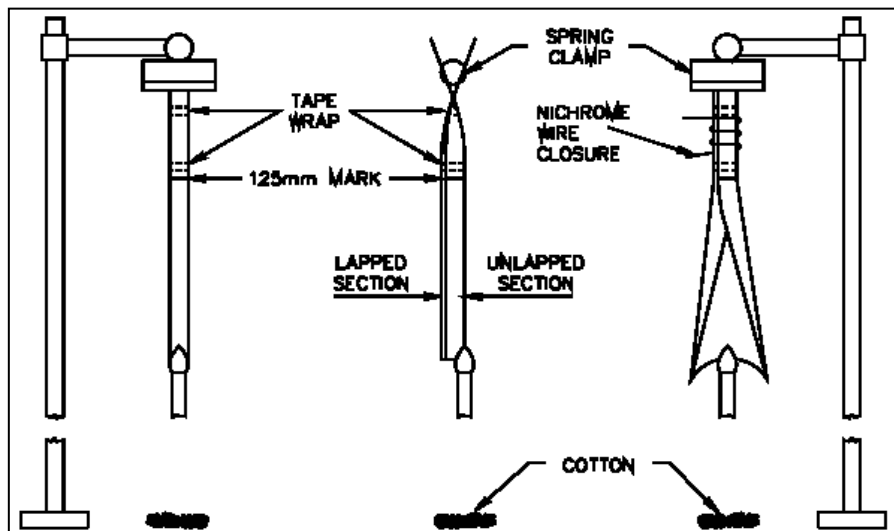
4) Thin Material Vertical Burning Test : VTM-0, VTM-1, VTM-2

① Vertical flame test의 요구사항을 만족할 수 없는 시편인 경우에 진행한다.

- $0.025\text{mm} \leq$ 시편의 두께 $\leq 0.25 \text{ mm}$: VTM 과 V 중 선택이 가능하다.
- 시편의 두께 $\leq 0.025 \text{ mm}$: VTM 만 가능하다.

② 평가 방법

- 시편에 20 mm 불꽃을 3초씩 두 번 가하여 시편이 발화한 각각의 시간을 측정한다.
(t1, t2, t3)



<그림 4. VTM 평가 방법>

③ 등급

조건과 등급	VTM-0	VTM-1	VTM-2
개별 연소 시간 (t1 or t2)	$\leq 10 \text{ s}$	$\leq 30 \text{ s}$	$\leq 30 \text{ s}$
전처리 조건 별 전체 연소 시간 (총 5개의 시편의 t1+t2)	$\leq 50 \text{ s}$	$\leq 250 \text{ s}$	$\leq 250 \text{ s}$
불꽃을 두 번 가한 후의 연소 및 불뚱이 맺힌 시간 (t2 + t3)	$\leq 30 \text{ s}$	$\leq 60 \text{ s}$	$\leq 60 \text{ s}$
클램프 (125 mm 표시) 까지 연소	No	No	No
적하에 의한 탈지면의 발화	No	No	Yes

5) Horizontal Burning Test : HB

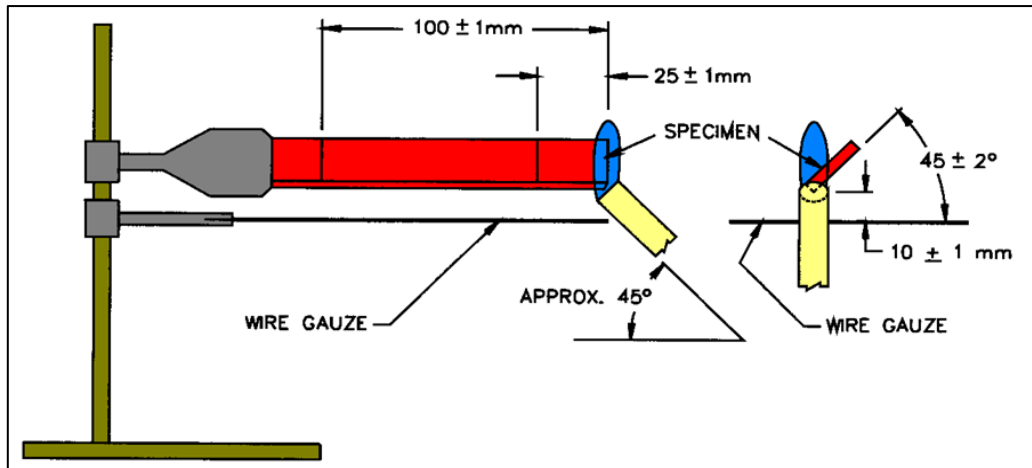
① 평가 방법

- 시편에 불꽃을 30초 가한 후 100 mm 선까지 시편이 발화하였는지 확인, 또는 시편의 25 mm 선부터 100 mm 선까지의 (75 mm) 발화한 시간을 측정하여 속도를 계산한다.

시편의 두께	Burning Rate
> 3.0 mm	< 40 mm/min
< 3.0 mm	< 75 mm/min

- 3.0 mm를 진행하여 합격하면 1.5 mm부터 인증 등록이 가능하다.

(단, UL 규격만 적용, cUL 적용 불가)



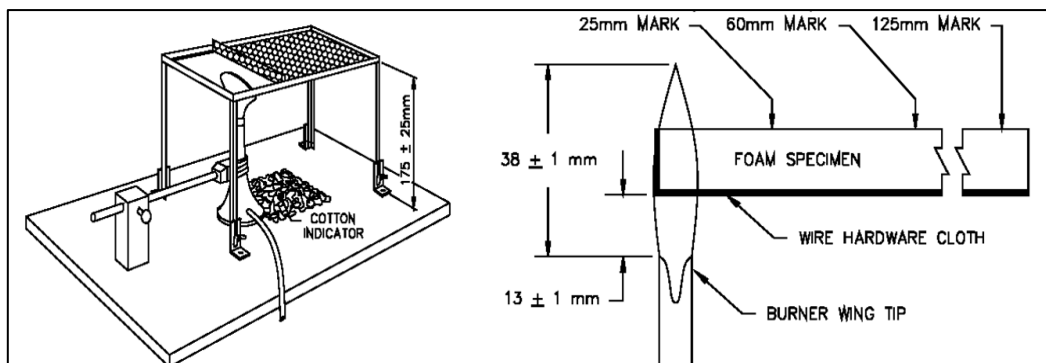
<그림 5. HB 평가 방법>

6) Horizontal Burning Test : HBF/HF

- ① Foam 재질 (밀도가 0.25 g/cc 이하)인 경우에 진행하며, 반드시 밀도를 측정한다.

② 평가 방법

- 시편에 불꽃을 60초 가한 후 불꽃을 제거한 후의 발화시간(t1, t2)과 거리를 측정한다.



<그림 6. HBF/HF 평가 방법>

③ 등급

조건과 등급		HF-1	HF-2
불꽃을 가한 후의 연소시간	한 세트 5개의 시편 중 4개	$\leq 2 \text{ s}$	$\leq 2 \text{ s}$
	한 세트 5개의 시편 중 1개	$\leq 10 \text{ s}$	$\leq 10 \text{ s}$
개별 불뚱이 맺힌 시간		$\leq 30 \text{ s}$	$\leq 30 \text{ s}$
적하에 의한 탈지면의 발화		No	Yes
개별 연소 길이		$< 60 \text{ mm}$	$< 60 \text{ mm}$
HBF			
- Burning rate가 40 mm/min을 넘지 않는다. - 불꽃 혹은 불뚱이 125 mm 표시에 이르기 전에 발화기를 소멸한다.			

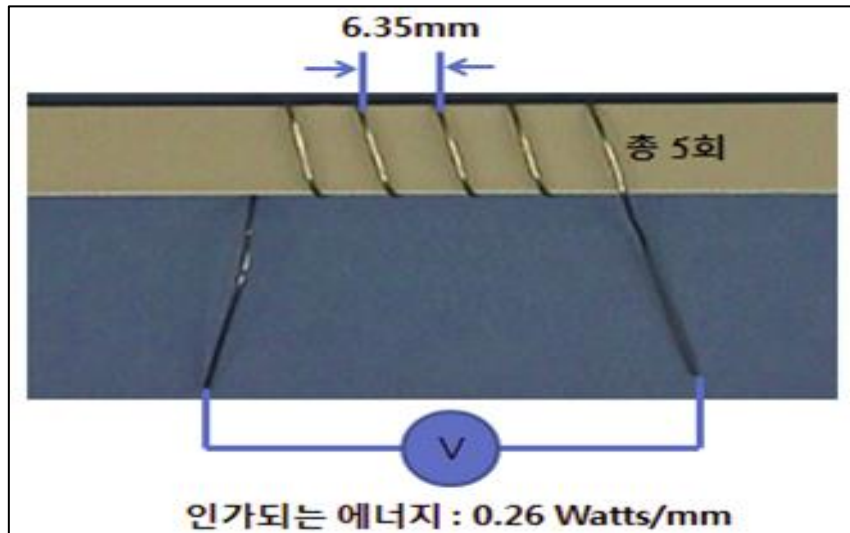
(2) UL 746A : 플라스틱 재료의 전기적 특성 평가 방법 및 평가 기준

1) UL 746A 시험 종류 : HWI, HAI, CTI, HVTR, D495

2) Hot Wire Ignition Test (HWI)

① 평가 방법

- 5.4 N 의 추를 이용하여 6.35 mm의 간격으로 니크롬선을 시편에 총 5회 감는다.
- 니크롬선에 0.26 W/mm 의 에너지를 가하여 시편 발화를 관찰한다.
- 5개의 시편에 대해 시편이 발화하거나 녹는 시간을 측정하여 PLC 등급을 산출한다.



<그림 7. HWI 평가 방법>

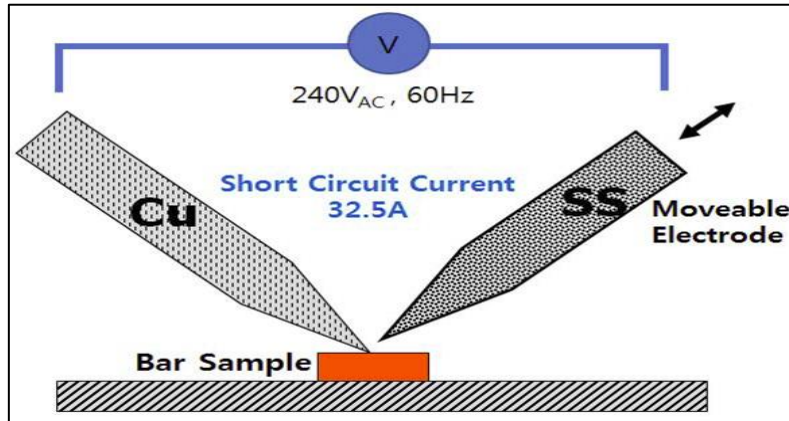
② 등급

HWI Range - 평균발화시간 (초)	PLC 등급
$120 \leq \text{평균발화시간}$	0
$60 \leq \text{평균발화시간} < 120$	1
$30 \leq \text{평균발화시간} < 60$	2
$15 \leq \text{평균발화시간} < 30$	3
$7 \leq \text{평균발화시간} < 15$	4
$0 \leq \text{평균발화시간} < 7$	5

3) High-Current Arc Ignition Test (HAI)

① 평가 방법

- 시편 장착 후, 고정 전극과 이동 전극이 닿도록 설치한다.
- 전극 사이의 전류가 32.5 A가 되면 이동 전극이 45도 방향으로 움직이면서 Arc를 발생 시키며, Arc는 분당 40 회로, 최대 150 회 가한다.
- 5개의 시편에 대해 발화할 때까지의 Arc 횟수를 측정하여 PLC 등급을 산출한다.



<그림 8. HAI 평가 방법>

② 등급

HWI Range - 평균 Arc 수	PLC 등급
$120 \leq \text{평균 Arc 수}$	0
$60 \leq \text{평균 Arc 수} < 120$	1
$30 \leq \text{평균 발화시간} < 60$	2
$15 \leq \text{평균 Arc 수} < 30$	3
$0 \leq \text{평균 Arc 수} < 15$	4

4) Comparative Tracking Index (CTI)

① 평가 방법

- 전해질 용액 준비 : 0.1 % NH_4Cl
- Voltage 측정

ASTM	매 30초 마다 염화암모늄 용액을 한 방울씩 낙하하여 50 방울 낙하 시 short-cut 되는 전압을 계산한다.
IEC	50 방울 및 100 방울(최대 전압에서는 50 방울, 최대 전압보다 25V 낮은 전압에서는 100 방울)에 대한 전압을 측정한다.

- 일반적으로 3~4회 전압을 다르게 인가하여 트래킹이 될 때까지의 drop수를 측정하여 50 drop이 되는 전압을 외삽하여 측정한다.

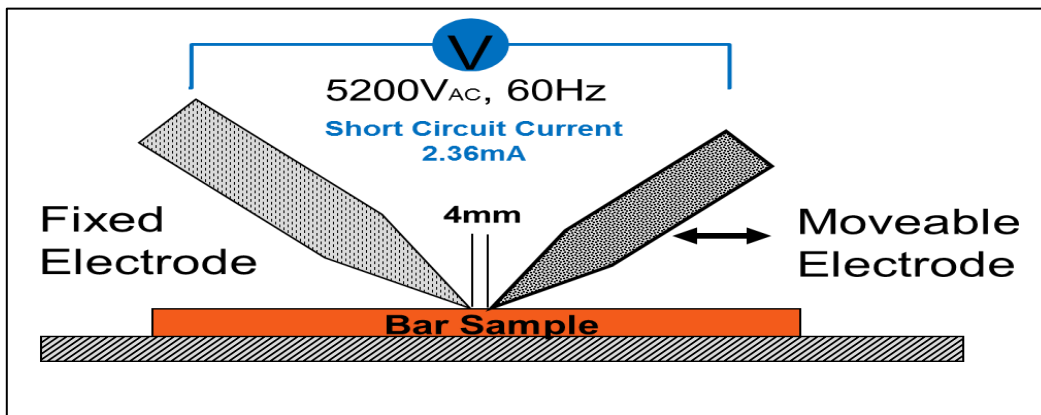
② 등급

CTI Range – Tracking Index	PLC 등급
$600 \leq \text{Tracking Index}$	0
$400 \leq \text{Tracking Index} < 600$	1
$250 \leq \text{Tracking Index} < 400$	2
$175 \leq \text{Tracking Index} < 250$	3
$100 \leq \text{Tracking index} < 175$	4
$0 \leq \text{Tracking index} < 100$	5

5) High-Voltage Arc-Tracking-Rate (HVTR)

① 평가 방법

- 전극 끝 부분 사이의 거리를 $4.0 \pm 0.1 \text{ mm}$ 로 시작하여 전압이 인가되어 carbonized path가 생기면 이동 전극을 뒤로 움직이면서 carbonized path를 지속적으로 생성하여, 2 min 동안 또는 50 mm 이동 시 시험을 중단한다.
- 3개의 시편에 대해 탄화되는 속도를 측정하여 PLC 등급을 산출한다.



<그림 9. HVTR 평가 방법>

② 등급

HVTR Range – Tracking 속도 (mm/min)	PLC 등급
$0 \leq \text{Tracking 속도} < 10$	0
$10 \leq \text{Tracking 속도} < 25.4$	1
$25.4 \leq \text{Tracking 속도} < 80$	2
$80 \leq \text{Tracking 속도} < 150$	3
$150 \leq \text{Tracking 속도}$	4

6) High-Voltage, Low Current Arc Resistance (D495)

① 평가 방법

- 6.35 mm간격의 양전극에 12,500V 전압과 step 형태의 전류를 인가 후 전류를 변화시키면서 가혹한 조건으로 시험한다.
- End-point 의 시간을 측정하여 PLC 등급을 산출한다.

② 등급

D495 Range – 평균 Arc 저항 시간 (초)	PLC 등급
420 ≤ 평균 Arc 저항 시간	0
360 ≤ 평균 Arc 저항 시간 <420	1
240 ≤ 평균 Arc 저항 시간 <360	2
240 ≤ 평균 Arc 저항 시간 <300	3
180 ≤ 평균 Arc 저항 시간 <240	4
120 ≤ 평균 Arc 저항 시간 <180	5
60 ≤ 평균 Arc 저항 시간 <120	6
0 ≤ 평균 Arc 저항 시간 <60	7

(3) UL 746B : 플라스틱 재료의 장기 사용에 따른 물성 변화 및 RTI 측정 방법

1) RTI (Relative Thermal Index)

- ① 정의 : 플라스틱 재질의 RTI 는 오랜 기간 동안 고온에 노출 되었을 때, 특정 물성 (물리적, 전기적 등)을 유지하는 재질의 능력을 나타내는 것으로, 재료의 열적 내구성을 측정하기 위한 한가지 방법이다.
- ② 각 재질에 있어, RTI 온도 값은 물질의 특정 물성 및 특정 두께에 따라 다르다.
- ③ 기본 온도 지수 (Generic Thermal Indices)
 - 과거의 현장 시험 수행 결과 및 물질의 화학구조를 기반으로 정해진 기본적인 값을 말한다.

<Table 1. 소재 별 기본 온도 지수>

Material	ISO designation	Generic thermal index, °C
Acrylonitrile – butadiene – styrene ^b	(ABS)	60
Silicone – molding resin ^{c,d}		150
Silicone rubber – molding resin	(SIR)	150
room-temperature vulcanizing or heat- cured paste	(RTV)	105
Epoxy – molding resin ^{c,d}		130
powder coating materials		105
casting or potting resin ^{b,i}	(EP)	90
Molded diallyl phthalate ^{c,d}		130
Molded unsaturated polyester ^{c,d} alkyd (AMC), bulk (BMC), dough (DMC), sheet (SMC), thick (TMC), and pultrusion molding compounds	(UP)	
	(electrical)	105 ^e
	(mechanical)	130
Liquid crystalline thermotropic aromatic polyester ^d	(LCP)	130
Ligno-cellulose laminate		60
Vulcanized fiber		90
Cold-molded phenolic, melamine or melamine-phenolic compounds ^d – specific gravity < 1.55		130
specific gravity ≥ 1.55		150
Cold-molded inorganic (hydraulic-cement, etc.) compounds		200
Integrated mica, resin-bonded – epoxy, alkyd or polyester binder		130
phenolic binder		150
silicone binder		200

④ 측정 물성

- RTI Elec. : 전기적 절연성과 관련된 전기적 특성 RTI
- RTI Mech. Imp : 충격성, 탄성, 유연성과 관련된 기계적 충격 특성 RTI
- RTI Mech. Str : 충격성, 탄성, 유연성이 주요하지 않은 기계적 강도와 관련된 RTI

⑤ 예시

- Elec. 150 : 150 °C 에서 100,000 시간 경과 후, 전기적 특성 (절연 강도)을 측정 시 초기 값의 50 % 이상을 유지한다.
- Mech. With Imp. 150 : 150 °C 에서 100,000 시간 경과 후, 충격 강도를 측정 시 초기 값의 50 % 이상을 유지한다.
- Mech. W/O Imp. 150 : 150 °C 에서 100,000 시간 경과 후, 충격 강도를 제외한 기계적 강도 측정 시 초기 값의 50 % 이상을 유지한다.

(4) UL 746C : 플라스틱 재료의 옥외 사용에 관한 평가 방법 (UV & water 노출 시험)

1) 평가 방법

① UV and water spray exposure

- 사용 설비 : Xenon-arc lamp or twin enclosed carbon-arc lamp aging program
- 조건 : 340 nm 파장 (0.35 W/m²), black panel 온도 (63 °C ± 3 °C)
- Xenon-arc lamp를 사용한 경우, 1 cycle은 120분으로 구성되며, 그 중 102분은 UV exposure, 18분은 UV 및 water spray에 노출한다.
- 총 1,000 시간 동안 노출 후, strength, impact, 난연성을 비교한다.

② Water exposure and immersion

- 70 °C 증류수 혹은 deionized water 에 7일간 conditioning 한다.
(단, 제품이 5V 등급을 가지고 있는 경우에는 82 °C water 에서 conditioning)
- 7일 후, 23 °C 증류수 혹은 deionized water에 30분간 담근다.
- Physical property 테스트를 즉시 시행하고, 난연 시험인 경우에는 23 °C, 50% RH에서 2주간 conditioning 후 시험한다.
- Physical property 및 난연 평가 후, 판정 기준에 부합하는지 확인한다.

2) 판정 기준

<Table 2. UL 746C 판정 기준>

Property	Ultra-violet light ^a	Water immersion ^b
Flammability Classification	Unchanged	Unchanged
Tensile or Flexural Strength ^c	70 Percent	50 Percent
Tensile, Izod or Charpy Impact ^c	70 Percent	50 Percent

^a 720 hours twin enclosed carbon-arc or 1000 hours xenon-arc exposure. See 57.1.1 – 57.2.11.
^b 7 days at 70°C. See 58.1.
^c For functional support, the test methods are tensile strength and flexural strength. For Impact Resistance the test methods are Tensile, Izod, or Charpy impact. See Table 57.1.

3) 등급

- ① f1 : UV 및 water 노출 평가 2가지 모두 만족
- ② f2 : UV 및 water 노출 평가 중 한가지 불만족(불만족 항목 확인을 위해선 UL 문의 필요)

(5) UL 746D : 플라스틱 재료의 성형에 관한 평가

1) 플라스틱 성형에 의해 생산 된 제품의 품질 관리 및 추적성 확보를 위하여 아래와 같은 경우에 대한 UL test 진행 필요 여부를 설명한 규격이다.

- ① 원료 배합 : 같은 HB 등급이며, 동일 회사, 동일 base resin 의 배합인 경우 추가 테스트 없이 사용이 가능하다.
- ② 이중 사출 : 같은 난연 등급이며, 동일 회사, 동일 base resin 의 경우 추가 테스트 없이 사용이 가능하다.
- ③ 분쇄재의 사용
 - 무게 기준 25 % 이내로, 열가소성 수지에 한하여 추가 테스트 없이 사용이 가능하다.
 - 열경화성 수지, 탄성체 수지 또는 열가소성이라도 분쇄재를 다시 재생한 재료와 함께 사용하면 안 된다.
 - 분쇄는 성형 과정 이후 즉시 하거나 정전기 발생 등으로 먼지가 유입되지 않도록 밀봉한 용기에 분쇄 대상물을 넣어 두어야 한다.
 - Chopping 한 재생재는 사용이 불가하다.
- ④ 재순환 플라스틱의 사용
 - 폐기 된 제품으로부터 생산된 플라스틱을 사용할 경우 QA 프로그램이 요구된다.
 - QA 프로그램은 시험 항목이 많으며, 소요 비용도 높다.

(6) Yellow card : UL 성적서

iq.ul.com

Component - Plastics [guide info] E120354

KOREA ENGINEERING PLASTICS CO LTD
450 KONGDUK-DONG, MAPO-KU, SEOUL KR

F20-(xx)(+)
Acetal "Polyoxymethylene" (POM), "KEPITAL", furnished as pellets

Color	Min Thk (mm)	Flame Class	HWI	HAI	RTI Elec	RTI Imp	RTI Str
ALL	0.75	HB	-	-	110	95	100
	1.5	HB	4	0	110	95	100
	3.0	HB	3	0	110	95	100
	6.0	HB	3	0	110	95	100

Comparative Tracking Index (CTI): 1
Dielectric Strength (kV/mm): 27
High-Voltage Arc Tracking Rate (HVTR): 0
Dimensional Stability (%): 0

Inclined Plane Tracking (IPT): -
Volume Resistivity (10⁹ ohm-cm): 9
High Volt, Low Current Arc Resis (D495): 5

(xx) - May be replaced by one or two digits.
+ - May be replaced by one, two, three, four, or five letters and/or one, two, or three digit numbers

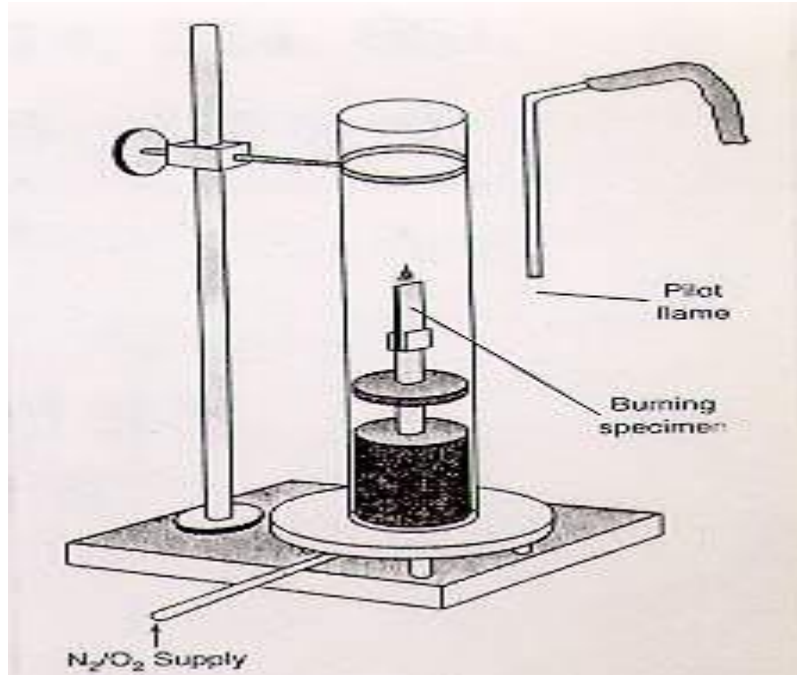
ANSI/UL 94 small-scale test data does not pertain to building materials, furnishings and related contents. ANSI/UL 94 small-scale test data is intended solely for determining the flammability of plastic materials used in the components and parts of end-product devices and appliances, where the acceptability of the combination is determined by UL.

Report Date: 1989-01-13
Last Revised: 2004-06-16 © 2016 UL LLC

Test Name	Test Method	Units	Thk (mm)	Value
Flammability	IEC 60695-11-10	Class (color)	0.75	HB75 (ALL)
			1.5	HB75 (ALL)
			3.0	HB40 (ALL)
			6.0	HB40 (ALL)
Glow-Wire Flammability (GWI)	IEC 60695-2-12	C	-	-
Glow-Wire Ignition (GWIT)	IEC 60695-2-13	C	-	-
IEC Comparative Tracking Index	IEC 60112	Volts (Max)	-	-
IEC Ball Pressure	IEC 60695-10-2	C	-	-
ISO Heat Deflection (1.80 MPa)	ISO 75-2	C	-	-
ISO Tensile Strength	ISO 527-2	MPa	-	-
ISO Flexural Strength	ISO 178	MPa	-	-
ISO Tensile Impact	ISO 8256	kJ/m ²	-	-
ISO Izod Impact	ISO 180	kJ/m ²	-	-
ISO Charpy Impact	ISO 179-2	kJ/m ²	-	-

3. 산소 지수 (Oxygen Index or Limited Oxygen Index)

- (1) 평가 방법 : 산소 기류 중에서 평가되는 플라스틱 재료의 연소성 시험으로, 연소 원통 속에 봉상 플라스틱 시료를 세우고 하부에서 산소와 질소의 혼합 가스를 보낸 후, 시료의 선단에 점화가 시작되었을 때의 산소 농도를 측정한다.
- (2) 산소 지수의 수치가 클수록 잘 타지 않는 소재이다.



<그림 10. 산소 지수 평가 방법>

(3) 수지 별 산소 지수

고분자	산소 지수 (%)	고분자	산소 지수 (%)
POM	14.9 ~ 15.7	PA66	21.0 ~ 24.3
PS	17.0 ~ 18.1	PA6/10	25.0
PE	17.3 ~ 17.5	PA6	23.0 ~ 28.0
PP	17.4	MPPO	24.3
HIPS	18.2	PC	25.0 ~ 28.0
ABS	16.7 ~ 25.1	Polyimide	36.5
SAN	18.0 ~ 19.1	PVC	45.0
PBT, PET	20.0 ~ 20.6	PTFE	95.0

4. 참고 문헌

- (1) ULK Chemical Team, UL, Plastics Recognition (2013)

본사

04532, 서울특별시 중구 소공로 94 (OCI빌딩, 14층)
Tel. 02-728-7481 Fax. 02-714-9235

연구소

15850, 경기도 군포시 고산로 166, 104동 201호 (당정동, SK벤티움)
Te Tel. 031-436-1300 Fax. 031-436-1301

Headquarters

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7481 Fax. +82-2-714-9235

EU & America Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7467 Fax. +82-2-714-9235

Asia Sales

14th Floor, OCI BLDG., 94, Sogong-ro, Jung-gu, Seoul, 04532, Republic of Korea
Tel. +82-2-728-7491 Fax. +82-2-714-9235

China Sales

上海聚醚醚酮化工贸易有限公司
上海市长宁区天山路1717号SOHO天山广场2幢T2-903C室(200051)
Tel. +86-21-6237-1977 ; E-mail: cpac.sales@gpac-kpac.com

Disclaimer: 1. 상기 자료는 본 제품에 대해 당사의 현재 기술 수준에서 측정된 것이며, 측정 방법 및 조건에 따라 변경될 수 있습니다. 본 제품에 고객에 의해 안료 및 기타 첨가제가 사용된 경우 상기 자료는 적용되지 않습니다. 본 제품은 (치)의학 Implants 용으로는 적합하지 않으며, 고객은 안전 및 보건 기준에 따라 본 제품을 사용해야 합니다. 제품 사용의 결정 및 책임은 고객에게 있으며, 상기 자료는 법적 소송 및 근거자료로 활용될 수 없습니다.

2. 상기 성형수축률은 당사 시험편 금형을 이용하여 특정 사출조건에 한하여 측정된 수치이므로, 측정조건에 따라 다소 변동될 수 있습니다. 귀사에서 제작하고자 하는 금형의 경우 두께, 디자인, 사출기, 사출조건 등이 당사 시험편 금형과 상이하여 상기 수축률과 차이가 있을 수 있으므로, 귀사의 설계조건, 사출성형조건 등을 충분히 검토하신 후 필요 시 보정하여 적용하시기 바랍니다. 제작하고자 하는 금형과의 수축률 차이가 발생할 경우 당사에서는 어떠한 법적 책임도 질 수 없으며, 모든 책임은 귀사에 있음을 분명히 밝혀 드립니다.