

Flame Retardant Resin

우수한 품질과 내열성을 갖춘 UL 94 V-0 인증 파트

실내 및 산업 환경에서 장기적으로 우수한 성능을 발휘하는 강성과 크립 내성을 갖춘 기능성 플라스틱 파트를 쉽고 빠르게 제작할 수 있습니다. Flame Retardant (FR) Resin은 자기 소화성이 있는 무할로겐 소재로 화염, 연기, 독성(FST)에서 바람직한 등급도 획득했습니다.

고온 또는 발화원이 존재하는 산업 환경에 특화된 맞춤형 지그, 고정구, 교체용 파트

표면 마감이 우수한 항공기,
자동차, 기차 내부 파트

소비자 가전 또는 의료 분야 전자 기기의 보호
컴포넌트 및 내부 컴포넌트



FLFRGR01

작성일 13/04/2023

개정판 02 26/07/2023

작성일 기준, 본 문서의 내용은 본사에 알려진 공식 정보와 일치합니다. 다만, Formlabs, Inc는 본 문서에 포함된 내용을 토대로 얻은 결과에 관해 어떠한 보증이나 책임을 지지 않습니다.

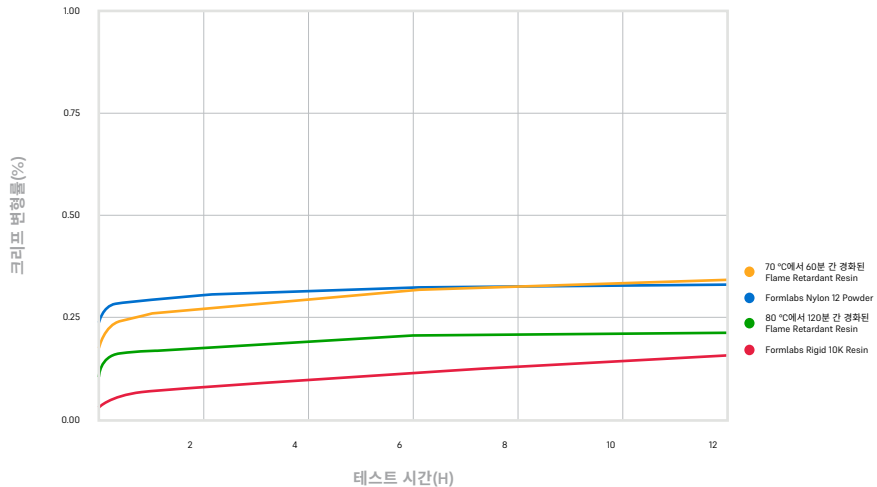
연소성 ^{1,2}	결과			방법	
UL 94	V-0 (3mm)	V-1 (2.5 mm)	HB (1.5mm)	 스캔하면 Blue Card를 확인하실 수 있습니다	
FAR 25.853 부록 F, Part I(a) (i) (ii)12초 수직 연소	통과(2.5 mm)				
연소 가스 독성 ^{3,4}	결과			방법	
	1.5분 후 연기 밀도(Ds)	4분 후 연기 밀도(Ds)		ASTM E662	
연소 가스 생성: 불꽃 두께가 3mm일 때	19.5	285			
연소 가스 생성: 불꽃 두께가 5mm일 때	5	114		ASTM E662	
가스 독성 ^{3,4}	결과			방법	
두께 3mm일 때 가스 독성	통과	CO: 56 PPM HCl: <1 PPM	HCN: 7 PPM HF: <1 PPM	SO2: <1 PPM (NO + NO2) NOx: <1 PPM	BSS 7239

소재 물성 ^{3, 5}				방법
	그린	70 °C에서 60분 간 후경화	80 °C에서 120분 간 후경화	
기계적 물성 ^{5, 6}				방법
극한 인장 강도	24 MPa	38MPa	41 MPa	ASTM D638-14
인장 탄성계수	1.8GPa	2.9 GPa	3.1 GPa	ASTM D638-14
파단 시 연신율	20%	9.4%	7.1%	ASTM D638-14
굴곡 특성 ^{3, 5}				방법
굽힘 강도	36 MPa	72 MPa	75 MPa	ASTM D790-15
굴곡 탄성 계수	1.3 GPa	2.7 GPa		ASTM D790-15
충격 특성 ^{3, 5}				방법
노치드 아이조드 충격강도	19 J/m	22 J/m		ASTM D256-10
언노치드 아이조드 충격강도	227 J/m	241 J/m	257 J/m	ASTM D4812-11
파괴 특성 ^{3, 5}				방법
최대 응력 세기 계수(Kmax)		1.05 MPa · m ^{1/2}	1.11 MPa · m ^{1/2}	ISO 20795-1:2013(E), 섹션 8.6
파괴 에너지(Wf)		311 J/m ²	277 J/m ²	ISO 20795-1:2013(E), 섹션 8.6
열특성 ^{3, 5}				방법
1.8MPa 하중 시 열변형 온도	45 °C	71 °C	83 °C	ASTM D648-16
0.45MPa 하중 시 열변형온도	55 °C	94 °C	111 °C	ASTM D648-16
열팽창계수, 20°- 80°C		98.6 μm/m/°C	68.1 μm/m/°C	ASTM E813-13
유리전이온도(Tg)	101°C	130 °C	144 °C	손실각 최대치, 가열 속도: 3°Cpm

일반 특성	결과		방법
경도	그린: 74D	후경화: 80D	ASTM D2240
용적 밀도	1.25 g/cm ³		ASTM D792-20
점도(25 °C)	4500 ~ 5000 cP		
색상	라이트 그레이		
전기적 특성 ^{3, 5}	결과		방법
유전체 강도	15.1 kV/mm		ASTM D149
유전상수	3.83		ASTM D150, 0.5 MHz
유전상수	3.82		ASTM D150, 1.0 MHz
유전정접	0.024		ASTM D150, 0.5 MHz
유전정접	0.025		ASTM D150, 1MHz
체적 저항	2.1 x 10 ¹⁵ Ω·cm		ASTM D257
기체 배출 ^{3, 5}	결과		방법
진공 환경에서 기체 배출의 질량손실 (TML, Total Mass Loss)과 수집된 휘발성 응축 물질(CVCM, Collected Volatile Condensable Materials)	통과 질량손실(TML): 0.87% 수집된 휘발성 응축 물질(CVCM): <0.01% 수증기 응축(WVR): 0.2%		ASTM E595

인장 크리프 내성(ASTM D2990-17)

Formlabs 소재의 크리프 내성은 65 °C에서 1.8 MPa 하중을 가한 상태로 측정했습니다.



Formlabs의 Flame Retardant Resin으로 제작된 파트는 크리프 내성이 큼니다. 80 °C에서 120분 간 후경화한 Flame Retardant Resin 샘플은 70 °C에서 60분 간 후경화한 샘플보다 향상된 크리프 내성을 보입니다. 80 °C에서 120분 간 후경화한 Flame Retardant Resin 샘플은 크리프 내성이 Rigid 10K Resin 샘플보다 경미하게 낮습니다. 70 °C에서 60분 간 후경화한 Flame Retardant Resin 샘플은 FormlabsNylon 12 SLs Powder와 유사한 크리프 거동을 보였습니다.

자외선 가속 열화 3.5

실내 자외선(UV) 안정성

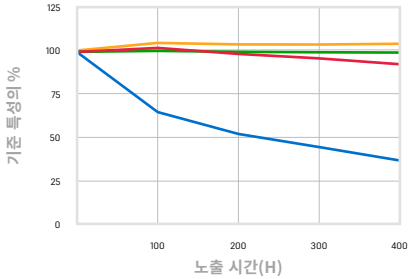
Formlabs는 실내용 플라스틱의 크세논 아크 노출에 대한 테스트 표준인 ASTM D4459로 Flame Retardant Resin의 UV 열화 성능을 평가했습니다. 유리를 투과한 태양광 방사 노출에 따른 폴리머의 열화를 시뮬레이션한 테스트입니다.

방법

실내용 플라스틱의 크세논 아크 노출에 대한 표준 관행인 ASTM D4459

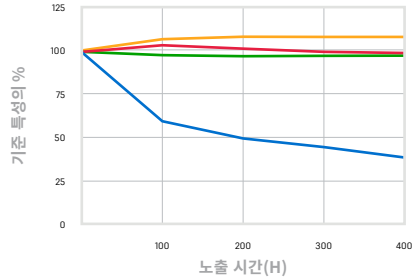
Flame Retardant Resin의 자외선 가속 열화

80 °C에서 120분 간 후경화



Flame Retardant Resin의 자외선 가속 열화

70 °C에서 60분 간 후경화



자외선 가속 열화

ASTM 4459: Xenon-Arc, 0.8 W/m² at 420 nm, 55 °C, 50% RH
ASTM D638: 유형 4, 5mm/min

- EAB(%)
- 탄성 계수(%)
- UTS (%)
- 충격 (%)

장기 열화 3.5

열 열화

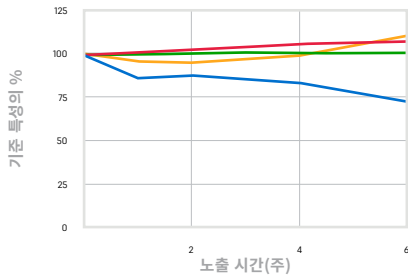
Formlabs는 Flame Retardant Resin의 열 열화 성능을 평가할 때 ASTM을 사용했습니다 D3045, 하중 없이 플라스틱의 열 열화를 평가하는 시험 방법. 해당 시험에서는, 50 °C 또는 90 °C 환경에 놓여진 샘플의 기계적 물성을 측정했으며 최대 6주까지 시간 경과를 다양하게 지정했습니다.

방법

ASTM D3045
50°C 또는 90 °C에서 6주간 시험

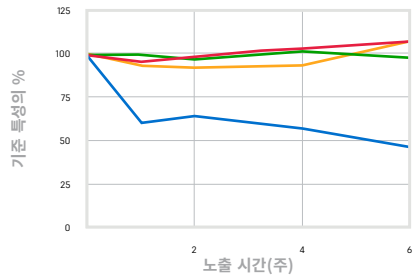
50 °C에서 Flame Retardant Resin의 열 열화

70 °C에서 60분 간 후경화



90 °C에서 Flame Retardant Resin의 열 열화

70 °C에서 60분 간 후경화



가속 열 열화

ASTM D3045: 50 and 90 °C for 1, 2, 4 and 6 weeks each
ASTM D638: 유형 4, 5mm/min

- EAB(%)
- 탄성 계수(%)
- UTS (%)
- 충격 (%)

용매 호환성

프린팅 후 경화한 1x1cm 정육면체를 각 용매에 24시간 이상 담근 후 측정된 무게 증가율:

세척용 화학 물질	24시간 무게 증가율, %
아세톤	2.1
표백제 ~5% NaOCl	0.3
Windex Powerized Formula(제품명)	0.3
과산화 수소(30%)	1
비눗물	0.2
TPM	0.1
증류수	0.2
강산/강염기/강알코올	
염산(10%)	<0.1
수산화나트륨 용액	<0.1
수산화나트륨 용액(0.025% pH = 10)	0.3
소금물(3.5% NaCl)	0.2
이소프로필 알코올	0.2
과산화수소(3%)	0.2
아세트산 부틸	0.4
황산(30%)	분해됨
산업용 유체	
가솔린 ISO 1817, 액체 C	<0.1
변속기 오일(제품명: Havoline Synthetic ATF)	<0.1
엔진 오일(제품명: Havoline SAE 5W-30)	<0.1
브레이크액(제품명: Castrol DOT-4)	<0.1
디젤(제품명: Chevron #2)	<0.1
파워스티어링 오일	<0.1
스카이드를 5	<0.1
유압 오일	<0.1
디에틸글리콜 모노메틸 에테르	0.3
미네랄 오일, 중량	<0.1
미네랄 오일, 경	<0.1

¹ UL 연속성 측정 바는 Form 3+/Form 3 프린터에서 50µm Flame Retardant Resin 설정으로 프린팅한 후, Form Wash로 (a) 농도 99% 이상 이소프로필 알코올에서 10분 또는 (b) 농도 99% 이상 트리프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르에서 15분 세척 후 바로 물로 헹궈으며 Form Cure에서 70°C로 60분 간 후경화했습니다. Form 3L, Form 3+, Form 3B, Form 3B+, Form 3L, Form 3BL 프린터 중 하나에서 가능한 레이어 높이와 방향 중 어떤 것을 선택해도 동일한 결과를 얻을 수 있습니다.

² FAR 25.853 부록 F Part I (a) 바는 Form 3L 프린터에서 100µm Flame Retardant Resin 설정으로 프린팅한 후 Form Wash L로 99% 이상 이소프로필 알코올에서 세척 후 Form Cure L에서 70°C로 60분 간 후경화했습니다.

³ 후경화 샘플 데이터는 Form3+ 프린터에서 100 µm Flame Retardant Resin 설정으로 프린팅한 후 Form Wash로 99% 이상 이소프로필 알코올에서 10분 간 세척한 후 달리 지정되지 않은 한 Form Cure에서 70°C로 60분 간 후경화 했습니다.

⁴ 5mm 두께 샘플은 4분 후 연기 밀도(Ds) 200 미만을 기준으로 하는 ASTM E 662 연기 밀도 테스트를 통과했습니다. 사용자가 각자의 디자인 사양에 따라 3mm-5mm 두께의 샘플을 추가로 테스트해볼 수 있습니다. 3mm 두께에서 가스 독성 테스트에 통과했습니다.

⁵ 소재 물성은 사용된 피트 형상, 프린트 방향, 프린트 설정, 온도, 소독 또는 멸균 방법에 따라 달라질 수 있습니다.

⁶ 인장 샘플 데이터는 Form 3+ 프린터에서 100 µm Flame Retardant Resin 설정으로 프린팅 후 Form Wash로 99% 이상 이소프로필 알코올에서 세척한 후 Form Cure에서 70°C로 60분 또는 80°C로 120분 후경화한 1형 인장 막대에서 측정했습니다.

Flame Retardant Resin 소재 데이터 시트 전문에서 시험 보고서 전체를 확인할 수 있습니다.