

Flame Retardant レジン

精度と表面品質、耐熱性に優れたUL 94 V-0認定取得済みの難燃性材料

剛性、耐クリープ性、機能性に優れた難燃樹脂部品を簡単かつ短時間でプリントいただけます。Flame Retardant レジンは、自己消火性を備えハロゲンフリーで、優良なFST（炎、煙、毒性）評価、2.9GPaの引張弾性率、0.45MPaで112°Cの荷重たわみ温度（HDT）を有しています。

高温または火気に注意を要する環境での使用に耐える各種治具や固定具、交換用部品

高い表面品質が求められる飛行機、自動車、鉄道などの内装部品

消費者向け電子機器または医療機器の筐体や内部部品



FLFRGR01

初版 2023年4月13日

修正 02 2023年7月26日

弊社が知り得る限りにおいて、本資料記載の情報は正確なものです。Formlabs, Inc.はその使用によって得られる結果については明示または黙示を問わず、いかなる保証もすることはありません。

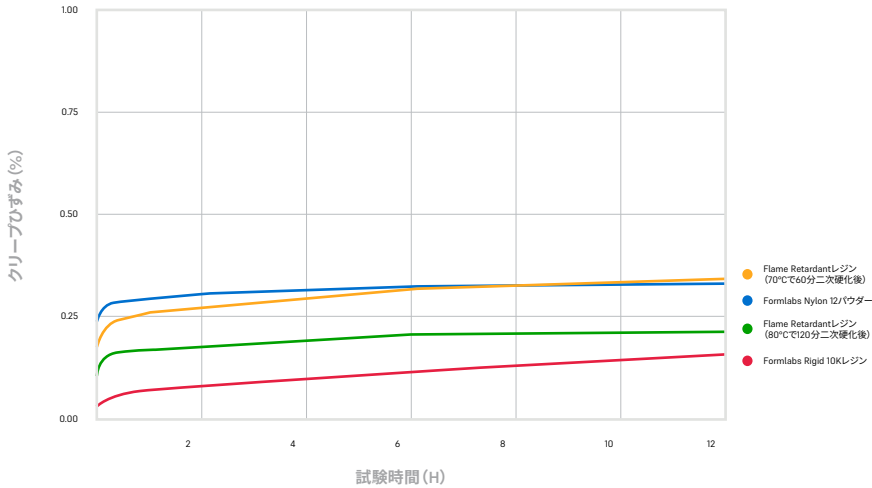
難燃性評価 ^{1,2}	結果			試験方法
UL 94	V-0 (3mm)	V-1 (2.5 mm)	HB (1.5mm)	 スキャンして Blue Cardを 確認
FAR 25.853 Appendix F, Part I (a) (i) (ii) 12秒間垂直燃焼試験	合格 (2.5mm)			
煙毒性評価 ^{3,4}	結果			試験方法
	Ds @ 1.5分	Ds @ 4分		
煙の発生量:3mm試験片燃焼時	19.5	285		ASTM E662
煙の発生量:5mm試験片燃焼時	5	114		ASTM E662
ガス毒性評価 ^{3,4}	結果			評価方法
3mm試験片燃焼時のガス毒性	合格	CO: 56PPM HCl: 1PPM未満	HCN: 7PPM HF: 1PPM未満	SO2: 1PPM未満 (NO + NO2) NOx: 1PPM未満
				BSS 7239

材料特性 ^{3,5}				評価方法
	グリーン状態	二次硬化 (70℃で60分間)	二次硬化 (80℃で120分間)	
機械的特性 ^{3,5}				評価方法
最大引張強さ	24MPa	38MPa	41MPa	ASTM D638-14
引張弾性率	1.8GPa	2.9GPa	3.1GPa	ASTM D638-14
破断伸び	20%	9.4%	7.1%	ASTM D638-14
曲げ特性 ^{3,5}				評価方法
曲げ強さ	36MPa	72MPa	75MPa	ASTM D790-15
曲げ弾性率	1.3GPa	2.7GPa		ASTM D790-15
耐衝撃性 ^{3,5}				評価方法
ノッチ付きアイゾット	19J/m	22J/m		ASTM D256-10
ノッチ無アイゾット	227J/m	241J/m	257J/m	ASTM D4812-11
破壊特性 ^{3,5}				評価方法
応力集中要因 (Kmax)		1.05MPa · m ^{1/2}	1.11MPa · m ^{1/2}	ISO 20795-1:2013 (E)、 セクション 8.6
破壊仕事 Work of Fracture		311J/m ²	277J/m ²	ISO 20795-1:2013 (E)、 セクション 8.6
熱特性 ^{3,5}				評価方法
荷重たわみ温度@1.8MPa	45℃	71℃	83℃	ASTM D648-16
荷重たわみ温度@0.45 MPa	55℃	94℃	111℃	ASTM D648-16
熱膨張率 20°～80℃		98.6μm/m/°C	68.1μm/m/°C	ASTM E813-13
ガラス転移点 (Tg)	101℃	130℃	144℃	タンデルタ (誘電正接) のピーク、加熱率: 3℃/pm

一般的特性	結果		試験方法
硬度	洗浄のみ:74D	二次硬化後:80D	ASTM D2240
仮比重	1.25g/cm ³		ASTM D792-20
粘度 (25°C)	4500〜5000cP		
材料色	ライトグレー		
電気的特性 ^{3,5}	結果		試験方法
絶縁耐力	15.1 kV/mm		ASTM D149
誘電率	3.83		ASTM D150, 0.5 MHz
誘電率	3.82		ASTM D150, 1.0 MHz
誘電正接	0.024		ASTM D150, 0.5 MHz
誘電正接	0.025		ASTM D150, 1MHz
体積抵抗率	2.1 x 10 ¹⁵ ohm-cm		ASTM D257
アウトガス試験 ^{3,5}	結果		試験方法
真空環境下でのアウトガスによる質量損失比および再凝縮物質質量比	合格 質量損失比 (TML) : 0.87% 再凝縮 物質質量比 (CVCM) : 0.01%未満 再吸水量比 (WVR) : 0.2%		ASTM E595

耐引張クリープ性評価 (ASTM D2990-17)

665°Cの環境下にて荷重1.8MPaで試験したFormlabs材料の耐クリープ性測定結果



FormlabsのFlame Retardantレジンで製作した造形品は耐クリープ性が高いことがわかる。80°Cで120分間の二次硬化を行ったFlame Retardantレジンのサンプル片は、70°Cで60分間二次硬化を行った場合と比較して耐クリープ性が向上していることがわかる。一方で80°Cで120分間二次硬化を行ったFlame Retardantレジンのサンプル片は、Rigid 10Kレジンのサンプルと比較すると耐クリープ性はやや劣る。また、70°Cで60分間二次硬化を行ったFlame Retardantレジンのサンプル片の耐クリープ性は、SLS材料のNylon 12パウダーと同様の挙動を示した。

紫外線による劣化加速^{3.5}

室内の紫外線安定性

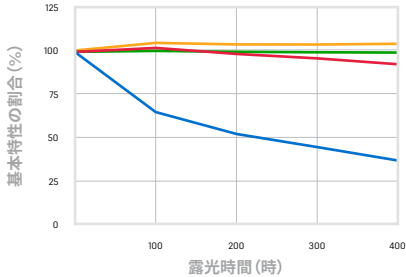
Formlabsは、屋内用途のプラスチックのキセノンアーク暴露に関する標準規格であるASTM D4459を用いて、Flame Retardantレジンに紫外線による劣化加速の評価を行いました。本試験では、ガラスを通してポリマーに太陽放射を当てて劣化を加速させます。

試験方法

ASTM D4459
屋内用途のプラスチックのキセノンアーク暴露に関する標準規格

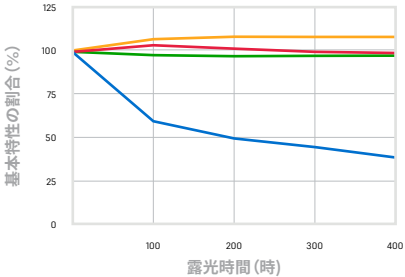
紫外線による劣化加速 (Flame Retardantレジン)

二次硬化 (80°Cで120分間)



紫外線による劣化加速 (Flame Retardantレジン)

二次硬化 (70°Cで60分間)



紫外線による劣化加速

ASTM D4459: Xenon-Arc, 0.8 W/m² at 420 nm, 55 °C, 50% RH
ASTM D638: Type 4, 5mm/分

EAB (%) 弾性率 (%)
UTS (%) 衝撃 (%)

経年劣化^{3.5}

熱劣化

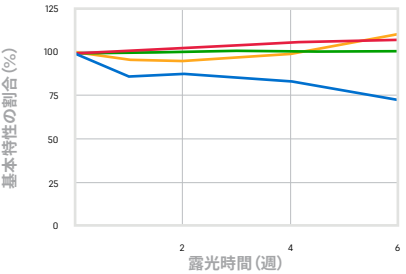
Formlabsは、Flame Retardantレジンに熱劣化試験にASTM D3045を使用しました。これは、無荷重状態のプラスチックの熱劣化を評価する試験方法です。本試験では、50°Cまたは90°Cの環境に置かれたサンプルの機械的特性を、異なる期間、最長6週間にわたって測定します。

試験方法

ASTM D3045
50°Cまたは90°Cの環境で行う6週間の試験

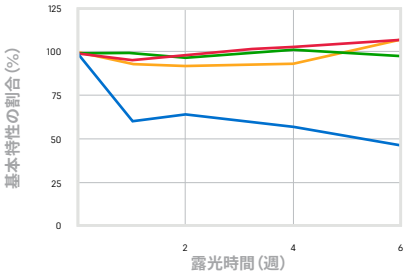
Flame Retardantレジン熱劣化 (50°C)

二次硬化 (70°Cで60分間)



Flame Retardantレジン熱劣化 (90°C)

二次硬化 (70°Cで60分間)



熱による加速劣化

ASTM D3045: 50°Cおよび90°Cの環境でそれぞれ1、2、4、6週間
ASTM D638: Type 4, 5mm/分

EAB (%) 弾性率 (%)
UTS (%) 衝撃 (%)

耐薬品性

重量増加率は 1 x 1 x 1cm の立方体をプリントした後、各溶剤に24時間浸漬した際のものです。

洗浄剤	24時間後の質量増加率
アセトン	2.1
漂白剤 (次亜塩素酸ナトリウム 約5%)	0.3
Windex Powerized Formula (ガラス・表面クリーナー)	0.3
過酸化水素 (30%)	1
石鹸水	0.2
TPM (トリプロピレングリコールモノメチルエーテル)	0.1
蒸留水	0.2
高濃度溶剤・酸およびアルコール	
塩酸 (10%)	0.1未満
次亜塩素酸ナトリウム水溶液	0.1未満
水酸化ナトリウム水溶液 (0.025% pH = 10)	0.3
塩水 (塩化ナトリウム 3.5%)	0.2
IPA (イソプロピルアルコール)	0.2
過酸化水素 (3%)	0.2
酢酸ブチル	0.4
濃硫酸 (30%)	溶解
工業用燃料	
ガソリン (ISO 1817, Liquid C)	0.1未満
トランスミッションオイル (Havoline Synthetic ATF)	0.1未満
エンジンオイル (Havoline SAE 5W-30)	0.1未満
ブレーキオイル (Castrol DOT-4)	0.1未満
ディーゼルオイル (Chevron#2)	0.1未満
パワーステアリングオイル	0.1未満
スカイドロール 5	0.1未満
油圧オイル	0.1未満
ジエチレングリコールモノメチルエーテル	0.3
重質鉱物	0.1未満
軽質鉱物	0.1未満

¹ UL難燃性試験棒は、Flame Retardant レジン用に設定したForm 3+/Form 3にて清掃ピッチ50µmでプリントした後、Form Washにて(a)純度99%以上のイソプロピルアルコール(IPA)で10分間、(b)純度99%以上のトリプロピレングリコールモノメチルエーテル(TPM)で15分間洗浄した後に軽く水ですすぎ、Form Cureにて70℃で60分間二次硬化を行ったものです。本評価は、Form 3, Form 3+, Form 3B, Form 3B+、Form 3L, Form 3L+のすべてのプリントにおいてプリントの向きや積層ピッチの設定に関わらず測定が可能です。

⁴ 5mm厚のサンプル片は、ASTM E 663の火炎モードで4分間の発煙温度(Ds)が200℃以下合格基準に準拠するスモークテストに合格しています。さらにユーザーはご自身の設計に基づいて厚み3~5mmのサンプル片にて試験を実施いただけます。また、サンプル片は厚み3mmにてガス毒性試験にも合格しています。

² FAR 25.853 Appendix F Part I (a) の試験棒は、Flame Retardant レジン用に設定したForm 3Lにて積層ピッチ100µmでプリントした後、Form Washにて純度99%以上のイソプロピルアルコール(IPA)で10分間洗浄し、Form Cure Lにて70℃で60分間二次硬化を行ったものです。

⁵ 材料特性は、造形品の形状、プリントの向きや設定、温度、ならびに使用した消毒または滅菌方法によって変動する場合があります。

³ 二次硬化サンプル片のデータは、別途記載がない限りはFlame Retardant レジン用に設定したForm3+にて積層ピッチ100µmでプリントした後、Form Washにて純度99%以上のイソプロピルアルコール(IPA)で10分間洗浄し、Form Cureにて70℃で60分間二次硬化を行った状態で取得したものです。

⁶ 引張試験片のデータは、Flame Retardant レジン用に設定したForm 3+にて積層ピッチ100µmでプリントした後、Form Washにて純度99%以上のイソプロピルアルコール(IPA)で10分間洗浄し、Form Cureにて70℃で60分間、または80℃で120分間二次硬化を行ったType Iの引張試験片を測定して取得したものです。

評価試験レポート全文は、Flame Retardantレジンの材料データシートでご覧いただけます。