



Figure 4® Rigid 140C Black

プロダクション向け剛性材料

ツールレスで直接プラスチックを生産するための高強度と高伸張性を兼ね備えた耐熱性硬質材料

Figure 4 Standalone

ボンネット下および電気コネクタの最終用途コンポーネントに最適な高性能樹脂

Figure 4® Rigid 140C Black は、アディティブマニュファクチャリングによってプラスチック部品の真の機能的耐久性を実現します。また、Figure 4 Rigid 140C Black は、様々な環境で長期的な機械的安定性を備えた量産グレードの部品を提供するために設計された、2 液性エポキシ/アクリレートのハイブリッド材料です。

この革新的な材料は、特許取得済みのフィラーで作られており、射出成形されたポリブチレンガラス繊維 (PBT GF) に匹敵する剛性を備えています。荷重たわみ温度 (HDT) は 1.82 MPa で 124°C であり、最終用途のクリップ、カバー、コネクタ、ハウジング、ファスナー、電気ラッチ、ボードコネクタなど、自動車のボンネット下や内装の用途に非常に魅力的な材料です。

Figure 4 Rigid 140C Black で生産されたボンネット下コンポーネントは、高温動作寿命 (HTOL) テストを受けた際に優れた信頼性を示しました。これらの部品は部品間の摩擦も良好で、レバー、ノブ、クラッチなどの産業用途に最適な材料です。Figure 4 Rigid 140C Black は ASTM D4329 規格と ASTM G194 規格に準拠した、屋内環境使用 8 年および屋外環境使用 1 年半に相当するテストを受けました。

取り扱いと後処理のガイドライン

Figure 4 Rigid 140C Black は、Figure 4 Standalone 3D プリンタで使用可能な 2 液性の材料です。この材料には、適切な混合、洗浄、乾燥、硬化が必要です。後処理に関する情報は、このドキュメントの最後に記載されています。

注: すべてのプロパティは、文書化された後処理メソッドの使用に基づいています。この方法からの逸脱は、異なる結果をもたらす可能性があります。

詳細については、<http://infocenter.3dsystems.com> の「Figure 4 ユーザーガイド」を参照してください。

注: 一部の国では、一部の製品および材料をご利用いただけません。最寄りの営業担当者にお問い合わせください。

アプリケーション

- 自動車のボンネット下および内装コンポーネント
- 最終用途のクリップ、カバー、コネクタ、ハウジング、ファスナー
- 電気ラッチおよびボードコネクタ
- 最終用途製品および機能プロトタイプコンポーネント

利点

- 屋内の紫外線や湿度に長期間さらされても、寸法安定性や機能的な性能の低下が少ない部品
- 射出成形に匹敵する表面仕上げ
- 変形せず、繰り返し使用するスナップフィットに最適

特徴

- 優れた伸張性、荷重たわみ温度 (HDT)、引張強度を兼ね備えた汎用性
- 機能的特性とパフォーマンスにおける長期的な環境安定性
- 良好な部品間の摩擦
- 優れた表面仕上げ、精度、再現性
- 生体適合性: ISO 10993-5 規格準拠
- 難燃性: UL 94 HB 規格準拠
- 135°C での短時間熱硬化

Figure 4 Rigid 140C Black

材料の特性

該当する ASTM および ISO 規格に準拠した完全な機械特性を備えています。可燃性、誘電性、24 時間吸水性などの特性も備えています。これにより、材料能力をよりよく理解し、材料を使用した設計決定に役立てることができます。すべての部品において、ASTM 推奨の最低規格条件 (温度 23°C、湿度 50% で 40 時間) を設定しています。

レポートされた固形材料の特性は、垂直軸 (ZX 方向) に沿ってプリントされました。「等方特性」セクションで詳しく説明されているように、Figure 4 の材料特性は、プリント方向全体で比較的均一です。そのため、この特性を示すために部品を特定の方向に向ける必要はありません。

液体材料			
測定	コンディション/方法	メートル法	米国式表記
粘度	ブルックフィールド粘度計 @ 25 °C (77 °F)	900 cPs	2177 lb/ft·h
カラー		ブラック	
液体密度	クラスK11力張力計 @ 25 °C (77 °F)	1.16 g/cm ³	0.04ポンド/インチ ³
既定のプリントレイヤーの厚さ	内部	50 µm	.002 インチ
速度-標準モード	内部	N/A	N/A
パッケージ容量		1 kg ボトル - Figure 4 Standalone	

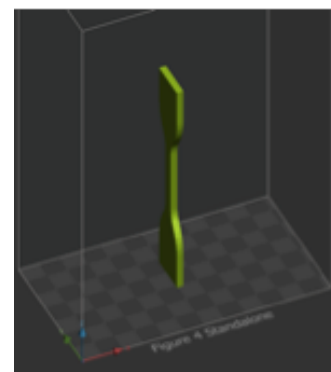
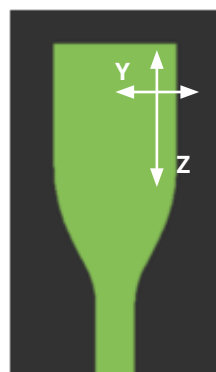
ソリッドマテリアル						
メートル法	ASTM法	メートル法	米国式表記	ISO メソッド	メートル法	米国式表記
物理的				物理的		
固相密度	ASTM D792	1.19g/cm ³	0.043 lb/in ³	ISO 1183	1.19g/cm ³	0.043 lb/in ³
24時間吸水性	ASTM D570	1.54%	1.54%	ISO 62	1.54%	1.54%
メカニカル				メカニカル		
引張強度、最大	ASTM D638	80 MPa	11600 psi	ISO 527-1/2	80 MPa	11500 psi
降伏時の引張強度	ASTM D638	N/A	N/A	ISO 527-1/2	N/A	N/A
引張弾性率	ASTM D638	2800 MPa	400 ksi	ISO 527-1/2	3400 MPa	491 ksi
破断点伸び	ASTM D638	5.6%	5.6%	ISO 527-1/2	4.5%	4.5%
降伏点伸び	ASTM D638	N/A	N/A	ISO 527-1/2	N/A	N/A
曲げ強度	ASTM D790	110 MPa	15800 psi	ISO 178	100 MPa	14600 psi
曲げ弾性率	ASTM D790	2700 MPa	390 ksi	ISO 178	2700 MPa	398 ksi
アイゾッド衝撃 (切り欠き)	ASTM D256	16 J/m	0.3 ft-lb/in	ISO 180-A	1.9 kJ/m ²	.9 ft-lb/in ²
アイゾッド衝撃 (切り欠きなし)	ASTM D4812	330 J/m	6 ft-lb/in	ISO 180-U	19 kJ/m ²	9.2 ft-lb/in ²
ショア硬度	ASTM D2240	84 D	84 D	ISO 7619	84 D	84 D
熱的				熱的		
ガラス転移点 (DMA、E")	ASTM E1640 (1C/分で E")	124 °C	256 °F	ISO 6721-1/11 (1C/分で E")	124 °C	256 °F
荷重たわみ温度 (0.455 MPa/66 PSI の場合)	ASTM D648	140 °C	281 °F	ISO 75-1/2 B	121 °C	250 °F
荷重たわみ温度 (1.82 MPa/264 PSI の場合)	ASTM D648	124 °C	255 °F	ISO 75-1/2 A	96 °C	204 °F
熱膨張係数 < ガラス転移点	ASTM E831	89 ppm/°C	49 ppm/°F	ISO 11359-2	89 ppm/K	49 ppm/F
熱膨張係数 > ガラス転移点	ASTM E831	110 ppm/°C	61 ppm/°F	ISO 11359-2	110 ppm/K	61 ppm/F
UL可燃性	UL 94	HB	HB			
電源および消費電流				電源および消費電流		
誘電強度 (kV/mm) (厚さ 3.0 mm の場合)	ASTM D149	16				
誘電率 @ 1 MHz	ASTM D150	3.32				
損失係数 @ 1 MHz	ASTM D150	0.027				
体積固有抵抗 (ohm-cm)	ASTM D257	5.44x10 ¹⁵				

Figure 4 Rigid 140C Black

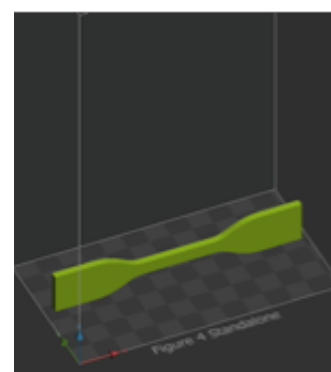
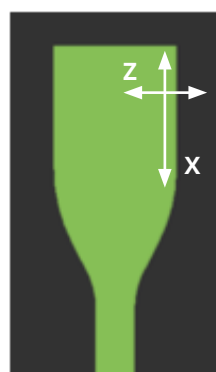
等方特性

Figure 4 テクノロジは、機械的特性において一般的に等方性の部品をプリントします。つまり、XYZ 軸に沿ってプリントされた部品でも同様の結果が得られます。

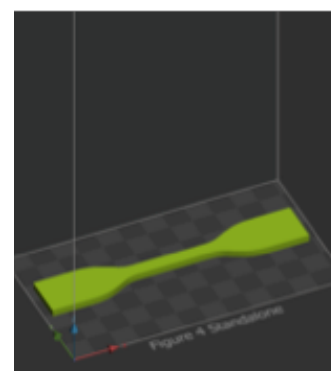
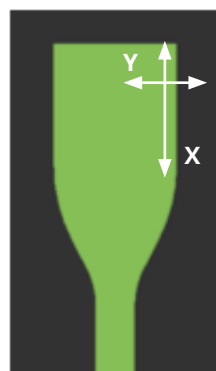
最高の機械的特性を得るために成形品の配向をする必要はなく、機械的特性に対する成形品の配向の自由度がさらに向上します。



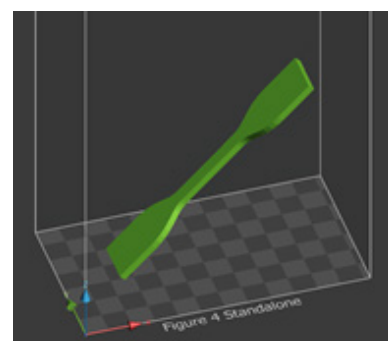
ZY-方向



XZ-方向



XY-方向



Z45 度-方向

ソリッドマテリアル					
メートル法		方法	メートル法		
メカニカル					
		ZY	XZ	XY	Z45
引張強度、最大	ASTM D638	80 MPa	79 MPa	76 MPa	73 MPa
降伏時の引張強度	ASTM D639	N/A	N/A	N/A	N/A
引張弾性率	ASTM D640	2800 MPa	2800 MPa	2800 MPa	3000 MPa
破断点伸び	ASTM D641	5.6%	6.5%	5.1%	6.1%
降伏点伸び	ASTM D642	N/A	N/A	N/A	N/A
曲げ強度	ASTM D790	110 MPa	108 MPa	99 MPa	107 MPa
曲げ弾性率	ASTM D790	2700 MPa	2700 MPa	2500 MPa	2600 MPa
アイソッド衝撃 (切り欠き)	ASTM D256	16 J/m	17 J/m	19 J/m	20 J/m
ショア硬度	ASTM D2240	84 D	84 D	85 D	84 D

応力-ひずみ曲線

グラフは、ASTM D638 テストごとの Figure 4 Rigid 140C Black の応力-ひずみ曲線を表しています。

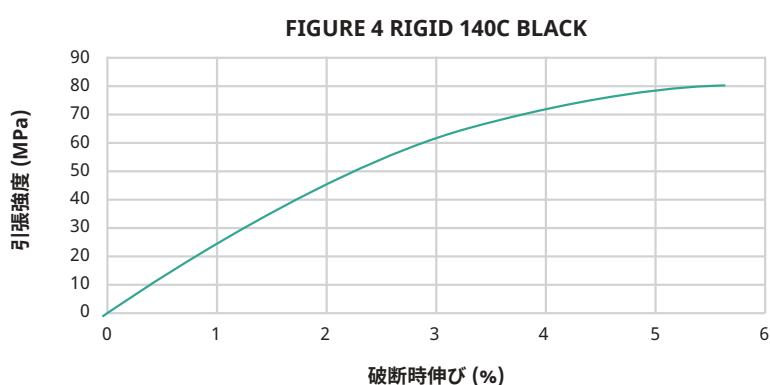


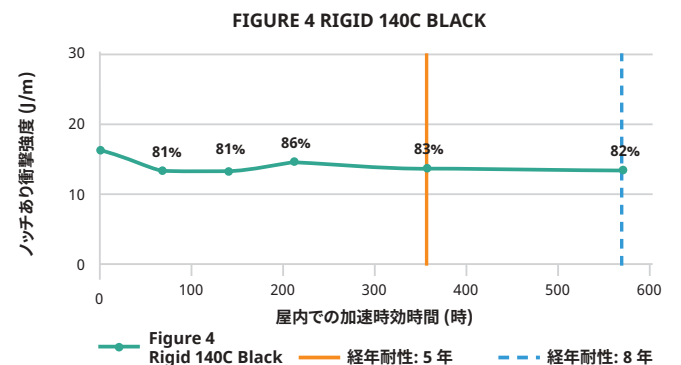
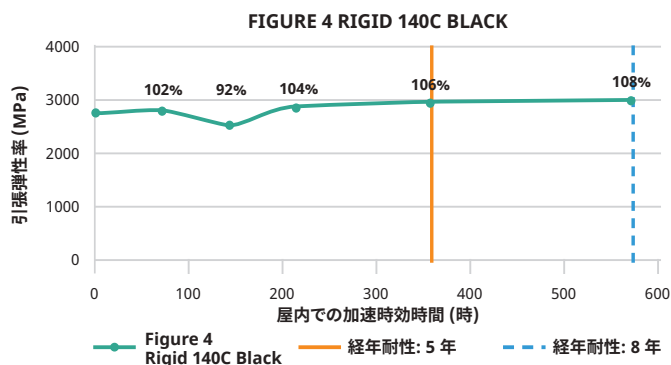
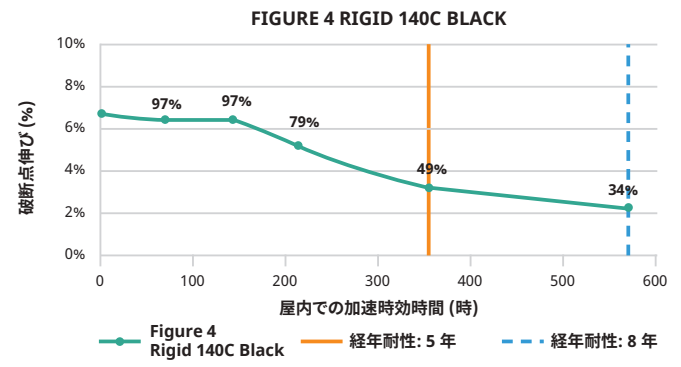
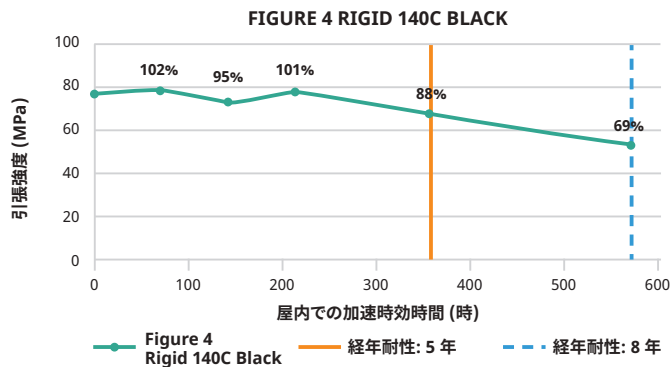
Figure 4 Rigid 140C Black

長期的な環境安定性

Figure 4 Rigid 140C Black は、長期的な環境紫外線や湿度に対する安定性が得られるように設計されています。つまり、材料は、一定期間にわたって初期の機械的特性を高い割合で保持できるかテストを実施しており、用途や部品で考慮すべき実際の設計条件が判明しています。実際のデータ値は Y 軸上の数値であり、データ点は初期値のパーセンテージ (%) を表します。

屋内安定性: ASTM D4329 規格に従ってテストを実施。

屋内安定性



屋外安定性: ASTM G154 規格に従ってテストを実施。

屋外安定性

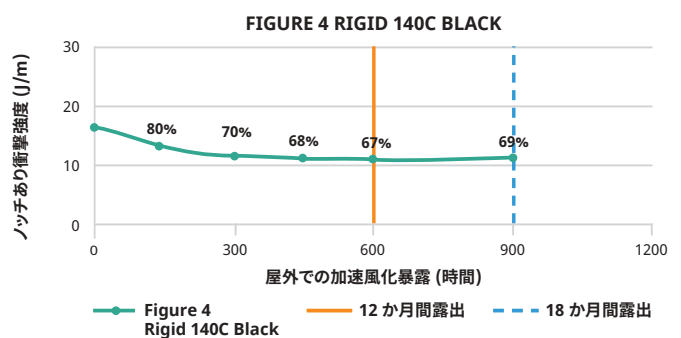
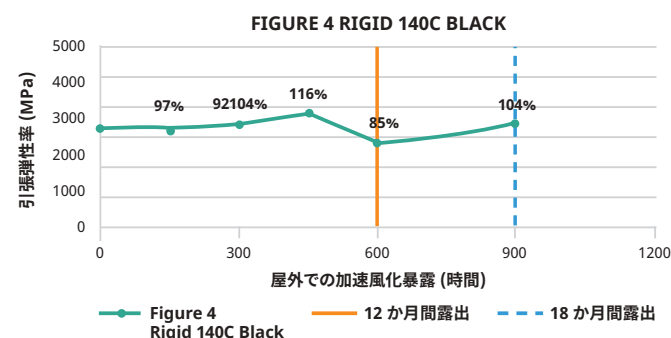
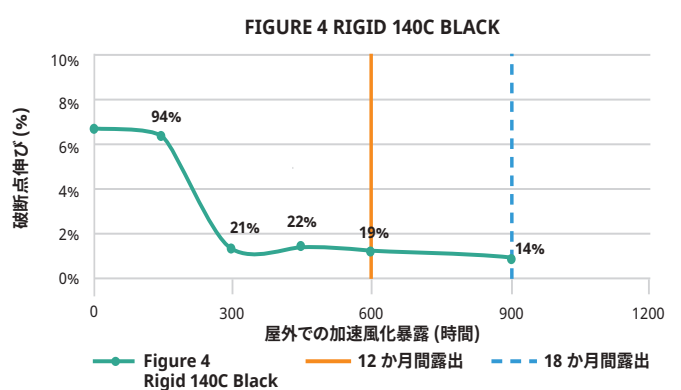
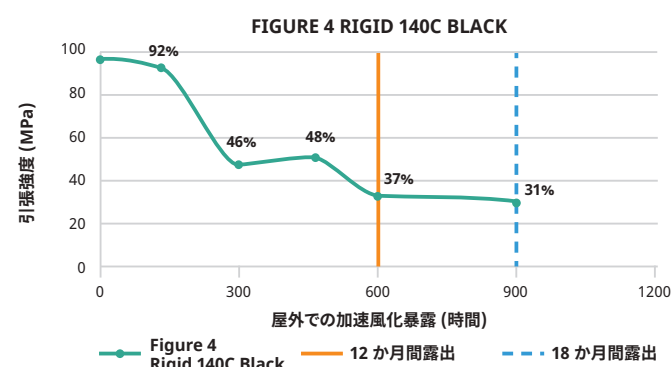


Figure 4 Rigid 140C Black

自動車流体適合性

炭化水素や洗浄用化学薬品との材料の適合性は、部品を作成する場合、非常に重要です。密封時および表面接触に対する適合性について、USCAR2試験条件に従って Figure 4 Rigid 140C Black 部品のテストを実施しました。以下の流体を仕様ごとに2通りの方法でテストしました。

- 7日間浸け置きし、比較用機械特性データを取得。
- 30分間浸け置きした後取り出し、7日間浸け置きした場合と比較するために機械特性データを取得。

データは、観察期間の特性の測定値を反映。

自動車用液体		
流体	仕様	テスト温度 (°C)
ガソリン	ISO 1817、液体C	23 ± 5
ディーゼル燃料	905 ISO 1817、オイルNo.3 + p-キシレン* 10%	23 ± 5
エンジンオイル	ISO 1817、石油第2号	50 ± 3
エタノール	85% エタノール + 15% ISO 1817 液体C*	23 ± 5
パワーステアリング液	ISO1917、石油第3号	50 ± 3
自動変速液	デクロンVI（北米特有材料）	50 ± 3
エンジン冷却液	エチレングリコール 50% + 蒸留水 50% *	50 ± 3
ブレーキ液	SAE RM66xx (xxに利用可能な最新の流体を使用)	50 ± 3
ディーゼル排気液 (DEF)	ISO 22241 あたりの API 認定	23 ± 5

*ソリューションはボリウムごとにパーセントで決定

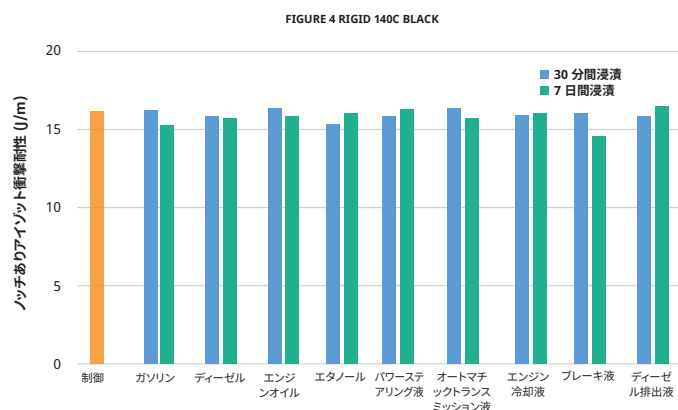
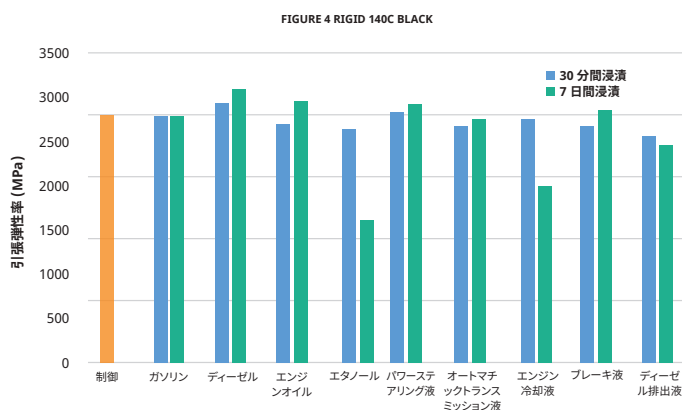
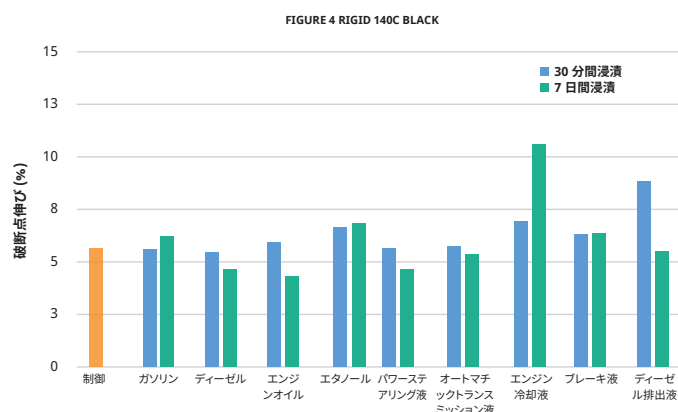
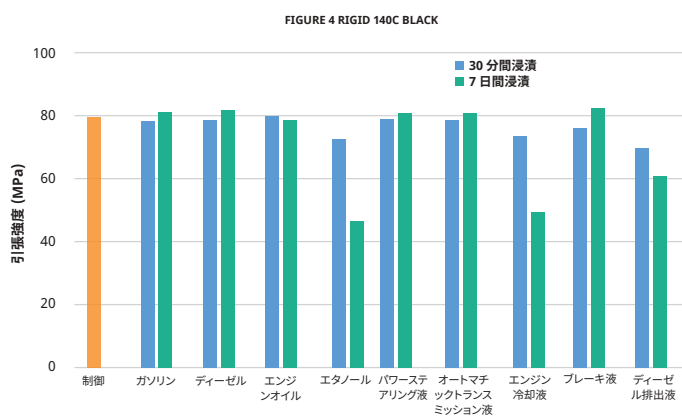


Figure 4 Rigid 140C Black

化学的適合性

洗浄用化学薬品との材料の適合性は、部品を作成する場合、非常に重要です。密封時および表面接触に対する適合性について、ASTM D543 試験条件に従って Figure 4 Rigid 140C Black 部品のテストを実施しました。以下の流体を仕様ごとに2通りの方法でテストしました。

- 7日間浸け置きし、比較用機械特性データを取得。
- 30分間浸け置きした後取り出し、7日間浸け置きした場合と比較するために機械特性データを取得。

データは、観察期間の特性の測定値を反映。

*材料は7日間の浸漬コンディショニングを行わなかったことを表します。

化学的適合性

6.3.3アセトン
6.3.12洗剤溶液、高耐久
6.3.23 塩酸 (10%)
6.3.38 炭酸ナトリウム溶液 (20%)
6.3.44 次亜塩素酸ナトリウム溶液
6.3.46硫酸 (30%)
6.3.42水酸化ナトリウムソルン (10%)
6.3.15 蒸留水

FIGURE 4 RIGID 140C BLACK

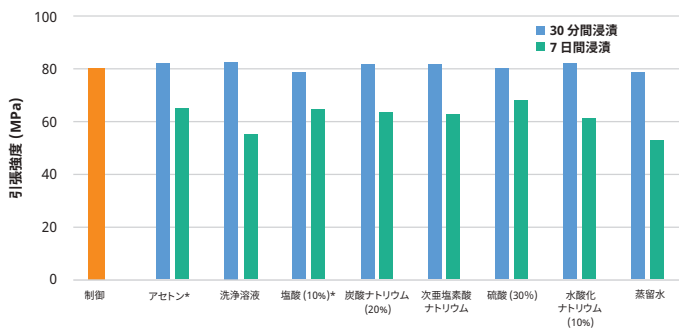


FIGURE 4 RIGID 140C BLACK

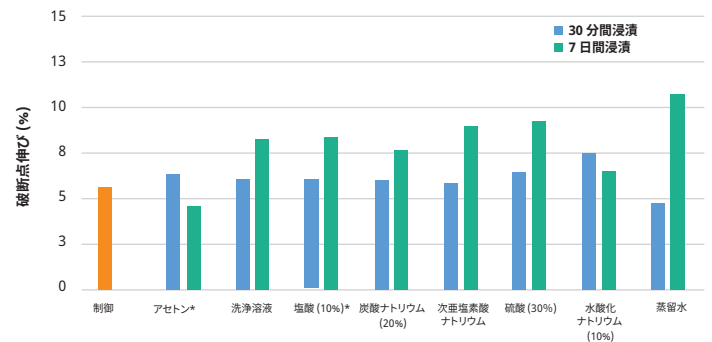


FIGURE 4 RIGID 140C BLACK

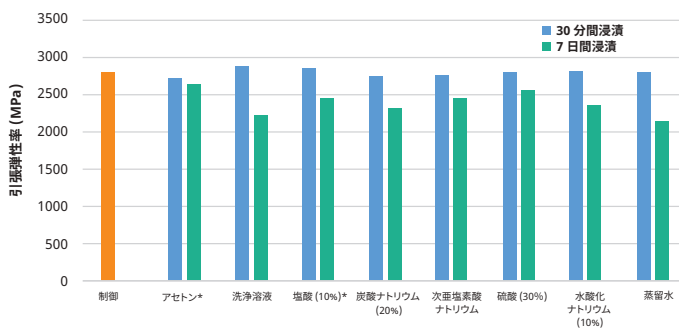
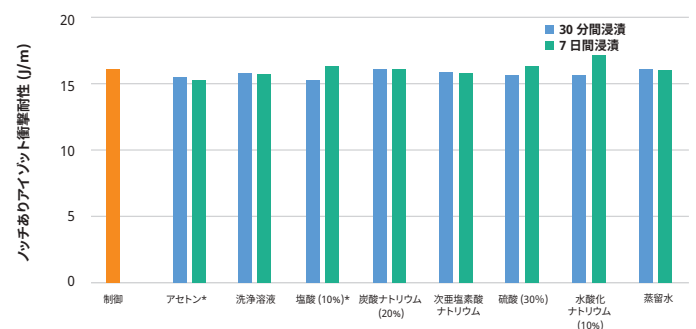


FIGURE 4 RIGID 140C BLACK



効率的な二次熱硬化

Figure 4 Rigid 140C Black は、効率的な二次熱硬化プロセスにより、仕上げ時間を短縮しながら、優れた表面品質、精度、再現性のある生産部品を作成できます。Figure 4 Rigid 140C Black では、135°C で 3 時間の二次熱硬化が必要ですが、競合他社のシステムで提供される他の類似材料のように、部品を塩漬けにする必要はありません。さらに、競合他社のシステムで提供される類似材料の場合、8 ～ 12 時間必要とする硬化時間が、約 75% 短縮されます。

生体適合性に関する記述

プリントした Figure 4 Rigid 140C Black の試片は、下記の指示に後処理を施した後、外部の生物学的試験施設に送られ、ISO 10993-5 (医療用機器の生物学的評価 – パート 5: インビトロ細胞毒性テスト) に従って評価されたものです。試験結果から、Figure 4 Rigid 140C Black が上記の試験に準ずる生態的合成要件を満たしていることがわかります。

意図する用途に対する Figure 4 Rigid 140C Black 材料の安全性、合法性、技術的適合性の適性は、お客様の責任においてご判断ください。その場合、お客様ご自身で試験を実施される必要があります。法律、規制および当社の材料は変更される可能性があるため、3D Systems は、当社の材料の不変性、または、あらゆる用途への生体適合性を保証致しかねます。このような理由から、3D Systems は、当社の材料を継続的に使用されるお客様に、ご使用の材料の状態を定期的に検証されることを推奨しています。

FIGURE 4 RIGID 140C BLACK 生体適合性材料の後処理

撹拌の指示

本材料には、プリント前、非常にゆっくり沈殿する色素が含まれています。最善の状態でお使いいただくため、使用前に材料ボトルを撹拌してください。

Figure 4 Standalone 用の 1 kg ボトル

1. 初回使用時は、A 液のボトルを 1 時間、3D Systems LC-3D Mixer で回転させてください。
2. 2 回目以降の使用では、10 分間回転させてください。
3. 19:1 の混合比率で A 液と B 液を使用します。
4. 混合容器中で 2 ～ 5 分間、よく振ってください。

プリントジョブのたびに、樹脂ミキサーを使用してトレイ内の材料を 30 秒間混合してください。

手動クリーニング手順

- 1-TPM、1-IPA 容器による手動洗浄（洗浄とすすぎ）
- 撹拌しながら、「クリーン」TPM で 5 分間部品をすすいでください。
- 液を撹拌しながら「wash (洗浄)」IPA で 5 分間洗浄してください。
機械的特性を保持するため、合計 10 分を超える IPA 暴露は避けてください。
- 手動撹拌および/または柔らかいブラシを使用して、洗浄を支援することができます
- クリーニングが効果的になくなったときにIPAをリフレッシュする

乾燥指示

- 35°C で 25 分間オープン乾燥させる

UV硬化時間

- 3DシステムLC-3DプリントボックスUVポスト硬化ユニットまたはFigure 4 UV硬化ユニット350：90分

二次熱硬化

- 3 分で 130°C まで昇温し、3 時間保持します。部品を取り扱う前に冷却します。

詳細については、<http://infocenter.3dsystems.com> の「Figure 4 ユーザーガイド」を参照してください。

Figure 4 スタンドアロン: <http://infocenter.3dsystems.com/figure4standalone/node/1546>

