



# Figure 4® Rigid White

## プロダクション向け剛性材料

部品の同日生産に適した乳白色の剛性材料。生体適合性のこの材料は、滑らかな表面仕上げと長期的な環境安定性を実現しつつ、Figure 4 清潔感のある白色が持続します。

### ダイレクト生産用のプラスチック部品により、ツーリングにかかるコストと時間を節約

Figure 4® Rigid White は、プロダクショングレードの乳白色の材料です。滑らかな表面仕上げと長期的な環境安定性を実現しつつ、清潔感のある白色が持続します。本材料は、滑らかな表面仕上げ、長期的な屋内および屋外安定性、生体適合性が求められる医療、消費財、工業生産などの用途に適しています。

この樹脂は、破断時にネッキング現象を起こす熱可塑性プラスチックの特性を呈するため、スナップフィットでの利用に最適です。また、65°Cの熱変形温度と優れた破断点伸びを特徴とし、プリント速度が速く、後処理が簡易なため、並外れたスルーputを実現できます。

### 取り扱いと後処理のガイドライン

本材料には、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、本書の最後に記載されています。

注：記載されたすべての特性は、文書化された後処理手法に従った場合の状態に基づいています。この手法から逸脱した場合、結果が異なることがあります。

詳細については、「Figure 4 ユーザーガイド」を参照してください。

<http://infocenter.3dsystems.com>

Figure 4 スタンドアロン：

<http://infocenter.3dsystems.com/figure4standalone/node/1546>

Figure 4 モジュラー：

<http://infocenter.3dsystems.com/figure4modular/node/1741>

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

- 生体適合性が求められる医療用途での取っ手や固定具
- 電子機器の筐体、デバイスの小型コンポーネントや部品
- モーターの筐体、カバー、ガード、スナップフィット部品、治具、固定具、機能的プロトタイプのほか、プラスチック部品の少量生産

### 利点

- 機械的特性とパフォーマンスにおける長期的な屋内および屋外環境 (対紫外線および湿度) 安定性
- 清潔感のある乳白色が持続
- 二次的熱硬化が不要なため最終部品のスルーputが高速化
- 優れた表面仕上げ、精度、再現性

### 特徴

- 破断点でのネッキング現象発生時に熱可塑性プラスチックの特性を示す
- 熱変形温度: 65°C
- 破断点伸び: 20%
- 曲げ弾性率: 2200 MPa
- 生体適合性
- 難燃性: UL 94 HB 規格準拠
- 50 ミクロン レイヤー厚の場合、最大 47 mm/時の速度でプリント
- さらに大型で厚みのある形状のプリントが可能 (Premium Plus モードの場合)

## 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るほか、可燃性、誘電性、24 時間吸水性などの特性も備えています。これらを参考にできるため、材料能力が理解しやすく、設計時の材料決定に役立ちます。すべての部品は、ASTM 推奨の最低規格条件（温度 23°C、湿度 50% で 40 時間）に従って調整されています。

レポートされた固体材料特性は、垂直軸 (ZY 方向) に沿ってプリントされました。Figure 4 の材料特性は、次のセクションの「等方性特性」で詳しく説明するように、プリント方向全体で比較的均一です。このため、これらの特性を示すために、パーツを特定の方向に向ける必要はありません。

液体材料						
測定	条件/方法	メートル法		米国慣用単位		
粘度	ブルックフィールド粘度計 @ 25 °C (77 °F)	270 cps		653 lb/ft-時		
カラー		ホワイト				
液体密度	クラスK11力張力計 @ 25 °C (77 °F)	1.09 g/cm <sup>3</sup>		0.036 lb/in <sup>3</sup>		
既定の印刷レイヤーの厚さ (Standard モード)		50 μm		0.002 in		
速度-標準モード		47 mm/時		1.85 in/時		
速度-ドラフトモード		54 mm/時		2.13 in/時		
パッケージ容量		1 kg ボトル - Figure 4 Standalone 2.5キログラムカートリッジ - Figure 4 Modular 9 kg 容器 - Figure 4 Production				
ソリッドマテリアル						
メートル法	ASTM法	メートル法	米国慣用単位	ISO メソッド	メートル法	米国慣用単位
物理的特性				物理的特性		
固相密度	ASTM D792	1.16 g/cm <sup>3</sup>	0.042 lb/in <sup>3</sup>	ISO 1183	1.16 g/cm <sup>3</sup>	0.042 lb/in <sup>3</sup>
24時間吸水性	ASTM D570	1.88 %	1.88 %	ISO 62	1.88 %	1.88 %
機械的特性				機械的特性		
引張強度、最大	ASTM D638	57 MPa	8200 psi	ISO 527-1/2	58 MPa	8500 psi
降伏時の引張強度	ASTM D638	57 MPa	8200 psi	ISO 527-1/2	58 MPa	8500 psi
引張係数	ASTM D638	2100 MPa	300 ksi	ISO 527-1/2	2600 MPa	370 ksi
破断点伸び	ASTM D638	20%	20%	ISO 527-1/2	17.2 %	17.2 %
降伏点伸び	ASTM D638	4.5 %	4.5 %	ISO 527-1/2	4.2 %	4.2 %
曲げ強度	ASTM D790	84 MPa	12200 psi	ISO 178	90 MPa	13000 psi
曲げ弾性率	ASTM D790	2200 MPa	320 ksi	ISO 178	2600 MPa	371 ksi
アイゾッド衝撃 (切り欠きあり)	ASTM D256	21 J/m	0.4 ft-lb/in	ISO 180-A	3.1 J/m <sup>2</sup>	0.0015 ft-lb/in <sup>2</sup>
アイゾッド衝撃 (切り欠きなし)	ASTM D4812	160 J/m	3 ft-lb/in	ISO 180-U		
ショア硬度	ASTM D2240	81D	81D	ISO 7619	81D	81D
熱的特性				熱的特性		
Tg (DMA, E")	ASTM E1640	64 °C	148 °F	ISO 6721-1/11	64 °C	148 °F
HDT (0.455 MPa/66 PSI の場合)	ASTM D648	65 °C	149 °F	ISO 75-1/2 B	60 °C	143 °F
HDT (1.82 MPa/264 PSI の場合)	ASTM D648	55 °C	131 °F	ISO 75-1/2	54 °C	129 °F
CTE -20~50 °C	ASTM E831	82 ppm/°C	46 ppm/°F	ISO 11359-2	82 ppm/°K	46 ppm/°F
CTE 75~180 °C	ASTM E831	146 ppm/°C	81 ppm/°F	ISO 11359-2	146 ppm/°K	81 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	15.1				
誘電率 (1 MHz の場合)	ASTM D150	3.21				
損失係数 (1 MHz の場合)	ASTM D150	0.019				
体積固有抵抗 (ohm-cm)	ASTM D257	6.8 X 10 <sup>15</sup>				

## 等方特性

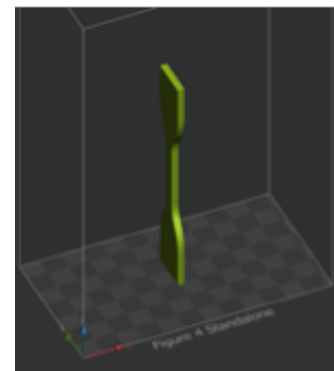
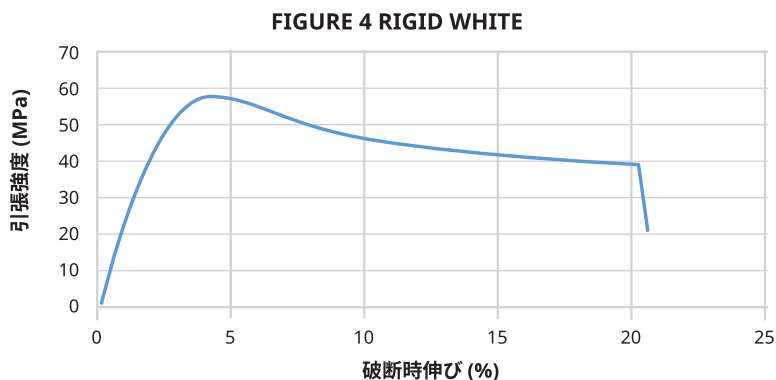
Figure 4 テクノロジーは、機械的特性において等方性のパーツをプリントします。つまり、XYZ 軸に沿ってプリントされたパーツでも同様の結果が得られます。

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。

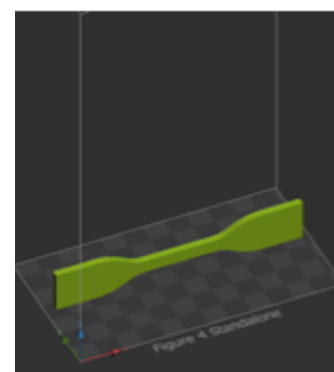
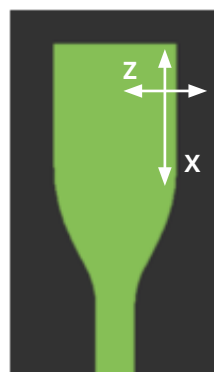
固形材料					
メトリック	メソッド	メトリック			
メカニカル					
		ZY	XZ	XY	Z45
引張強度、最大	ASTM D638 タイプIV	57 MPa	62 MPa	61 MPa	59 MPa
降伏時の引張強度	ASTM D638 タイプIV	57 MPa	62 MPa	61 MPa	59 MPa
引張係数	ASTM D638 タイプIV	2100 MPa	2100 MPa	2100 MPa	2100 MPa
破断点伸び	ASTM D638 タイプIV	20%	20%	22 %	23 %
降伏点伸び	ASTM D638 タイプIV	4.5 %	4.5 %	4.8 %	4.2 %
曲げ強度	ASTM D790	84 MPa	93 MPa	88 MPa	82 MPa
曲げ弾性率	ASTM D790	2200 MPa	2400 MPa	2200 MPa	2100 MPa
アイゾッド衝撃 (切り欠きあり)	ASTM D256	21 J/m	26 J/m	24 J/m	24 J/m
ショア硬度	ASTM D2240	81D	81D	81D	81D

## 応力-ひずみ曲線

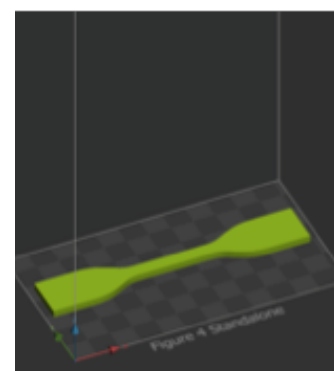
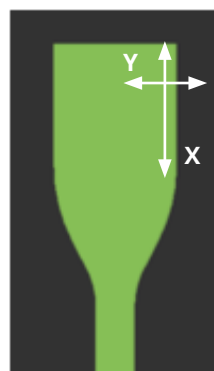
Figure 4 Rigid White は、延性ネッキング現象を生じて、破壊するまで十分に変形する可塑性プラスチックの特性を備えており、スナップやクリップにおいて、より優れたパフォーマンスが得られます。



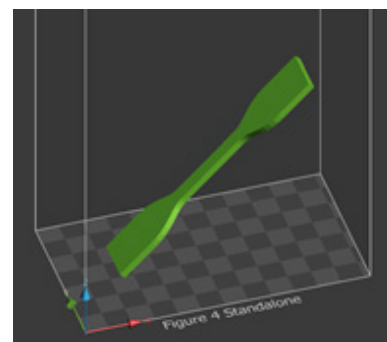
ZY-方向



XZ-方向



XY-方向



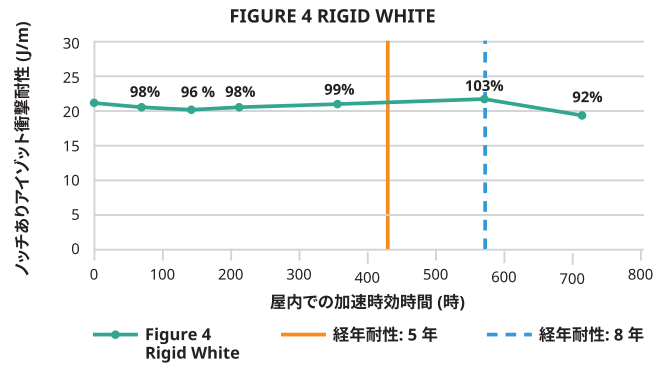
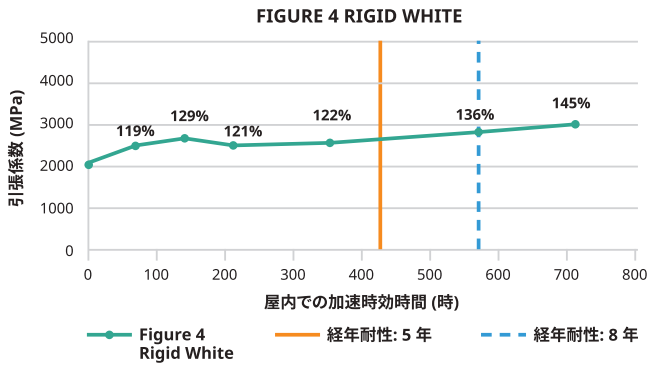
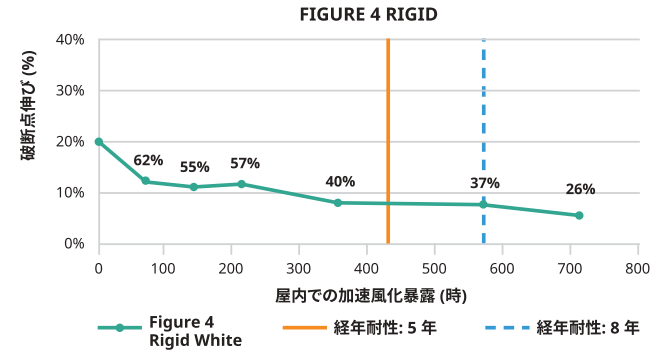
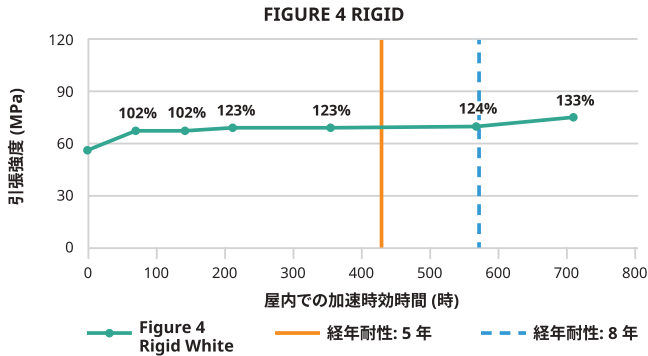
Z45-方向

長期的な環境安定性

Figure 4 Rigid White 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。

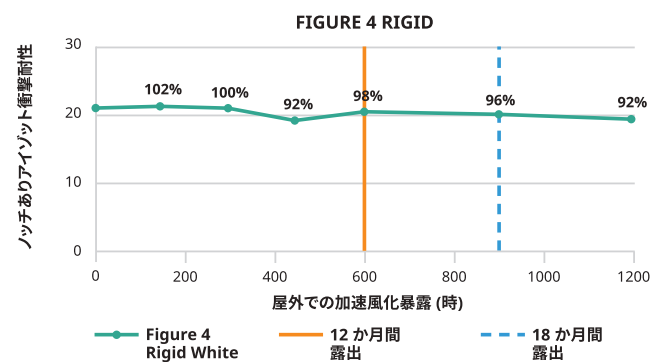
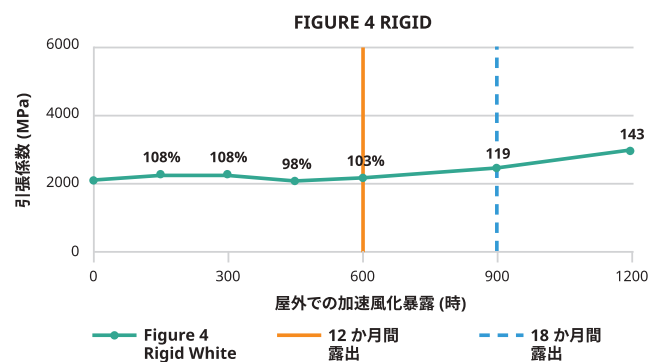
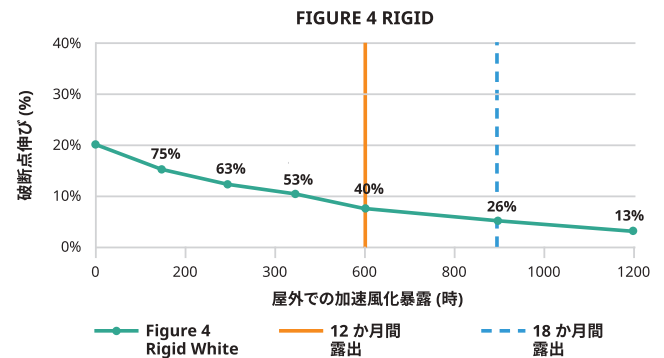
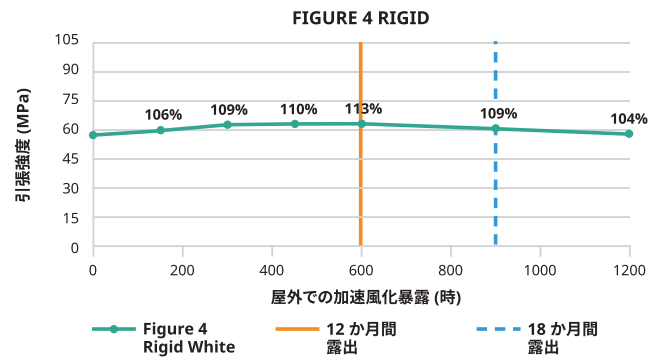
屋内安定性: ASTM D4329 規格に従ってテストを実施。

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



**自動車流体適合性**

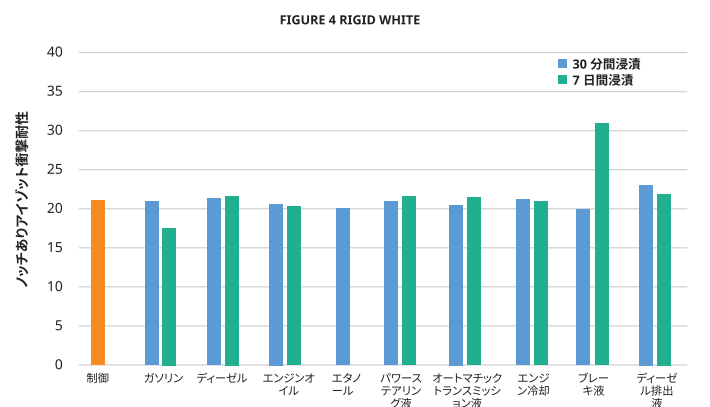
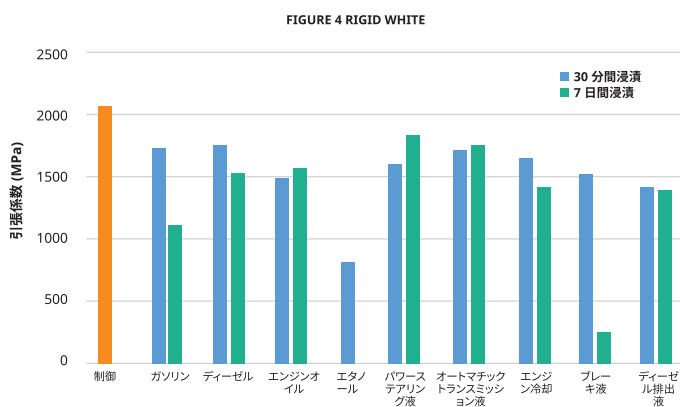
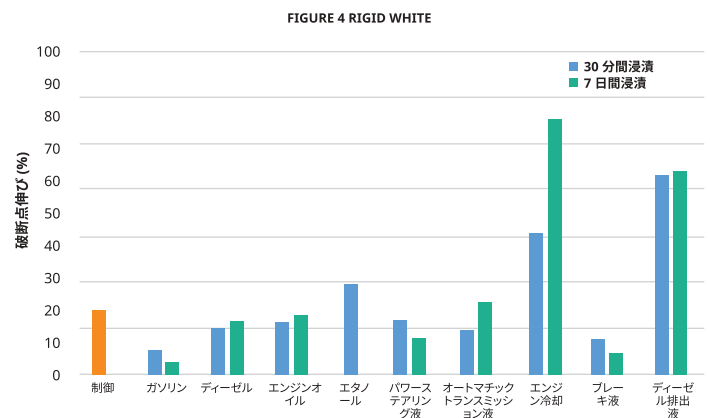
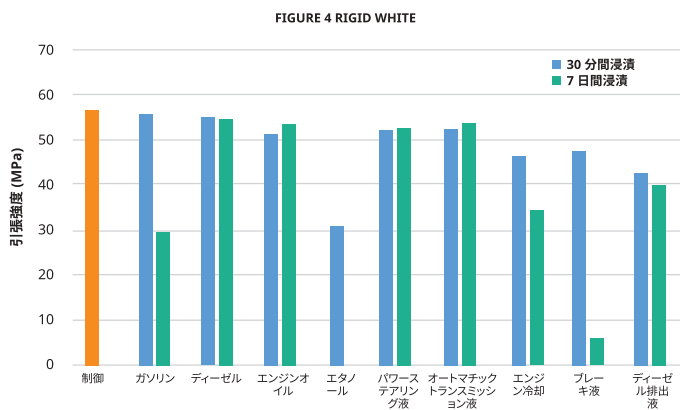
炭化水素や洗浄用化学薬品と材料の適合性は、部品を作成する場合、非常に重要です。密封時および表面接触に対する適合性について、USCAR2 試験条件に従って Figure 4 Rigid White 部品のテストを実施しました。以下の流体を仕様ごとに 2 通りの方法でテストしました。

- 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

\*液剤を容量によりパーセントで測定



化学的適合性

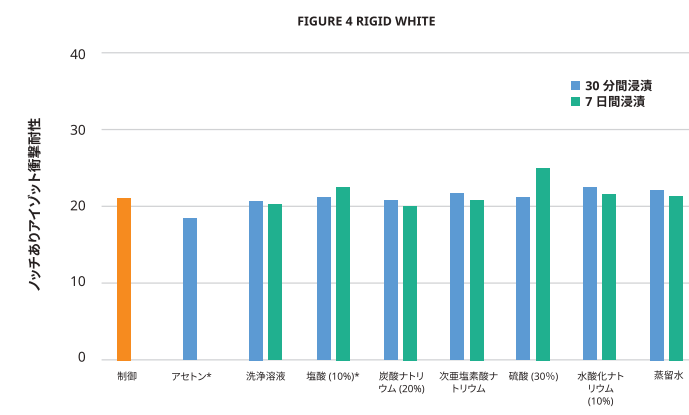
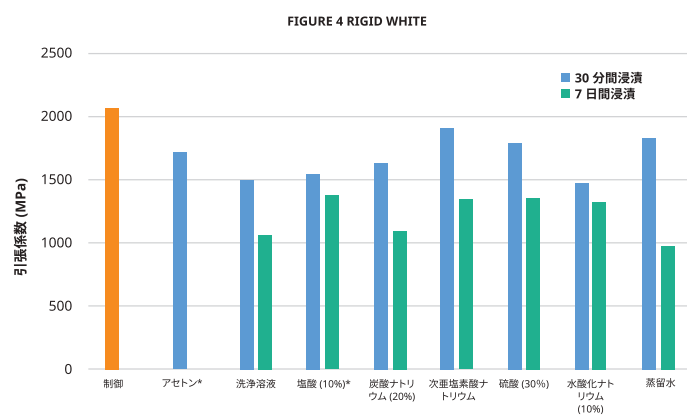
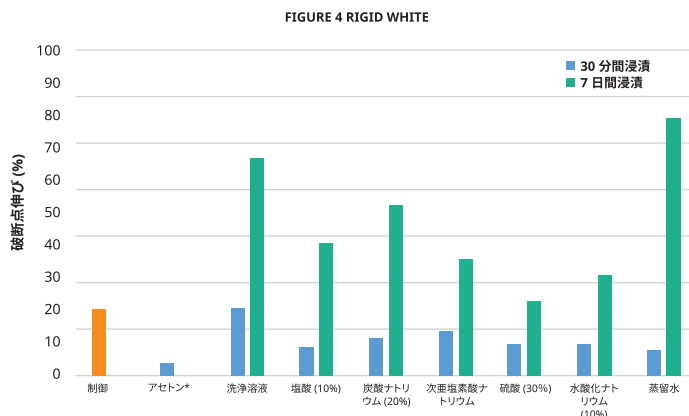
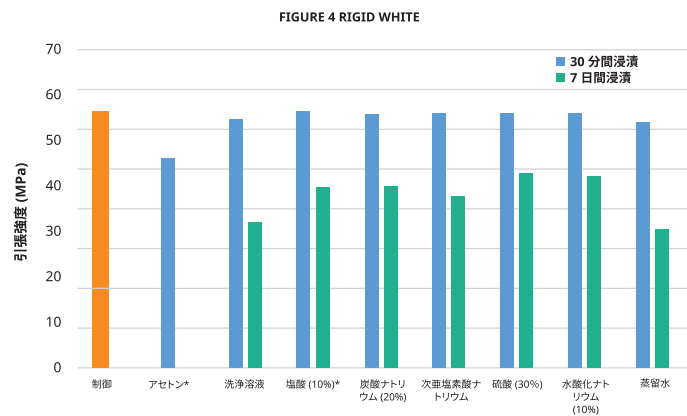
洗浄用化学薬品と材料の適合性は、部品を作成する場合、非常に重要です。密封時および表面接触に対する適合性について、ASTM D543 試験条件に従って Figure 4 Rigid White 部品のテストを実施しました。以下の流体を仕様ごとに2通りの方法でテストしました。

- 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



### 生体適合性に関する記述

プリントした Figure 4® Rigid White の切り取り試片は、下記の指示に従って後処理を施した後、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) および ISO 10993-10 (医療用機器の生物学的評価 - パート 10: 皮膚刺激性および感作性試験 (GPMT)) に従って評価されました。試験結果から、Figure 4® Rigid White が上記の試験に準ずる生体適合性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 White 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。

## ISO 10993-5 および ISO 10993-10 に合格するための後処理の指示要件

### 攪拌の指示

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攪拌してください。

#### Figure 4 Standalone 用の 1 kg ボトル

- 初回使用時は、ボトルを 1 時間、3D Systems LC-3D Mixer で回転させてください。
- 2 回目以降の使用では、10 分間回転させてください。

#### Figure 4 Modular 用の 2.5 kg カートリッジ

- カートリッジを取り付ける前に、ボトルを 2 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

- IPA2容器による手動洗浄 (洗浄とリンス)
- 攪拌しながら、「wash (洗浄)」IPA で 5 分間部品を洗浄してください。
- 攪拌しながら、「clean (クリーン)」IPA で 5 分間部品をすすいでください。
  - 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。
- 手動で攪拌したり、柔らかいブラシを使用すると、洗浄効果が高まります。
- クリーニング効果が弱まった場合は、IPA を新しいものと交換してください

### 乾燥指示

- 硬化後> 時間前に周囲空気乾燥

### UV硬化時間

- 3D Systems LC-3DPrint Box UV 二次硬化ユニットまたは Figure 4 UV 硬化ユニット 350 で 90 分。

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

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

Figure 4 モジュラー: <http://infocenter.3dsystems.com/figure4modular/node/1741>

