



Figure 4[®] Tough 60C White プロダクション向け剛性材料

耐衝撃性、伸張性、引張強度を兼ね備え、長期使用部品に適したホワイトプラスチック

Figure 4

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[®] Tough 60C White は、優れた耐衝撃性、伸張性、引張強度を備え、汎用性と生体適合性に優れた量産グレードの白色材料です。射出成形のような表面品質を持ち、長期的な環境安定性を備え、白色が長期間持続します。長期間の機能性と安定性、高い機械的耐荷重が求められるバッチ生産の医療部品に最適です。この樹脂は、65 °C の熱変形温度と 23 % の破断点伸びを特徴とし、7.1 % の降伏点伸びにより、ブラケット、スナップ、クリップに最適です。プリント速度が速く、後処理が簡易なため、並外れたスループットを実現できます。

取り扱いと後処理のガイドライン

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、Figure 4 の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>

アプリケーション

- 治験および医療機器 (器具、ハンドル、小型プラスチック部品など)
- ハンドル、クランク、ノブ、レバーなどの耐荷重部品
- ブラケット、スナップフィット、カスタム締め具などの構造部品
- コンシューマ向け製品、ウェアラブル機器、一般用途で使用される、高精細、高精度を必要とする小型部品
- 機能プロトタイプングと生体適合性エンドユーザ部品

利点

- 屋内外の用途で長期間使用する部品に最適
- 二次熱硬化が不要
- 清潔感のある鮮やかなホワイトが持続
- 優れた表面仕上げ、精度、再現性
- オートクレーブ可能

特徴

- 機械的特性と色の長期的な屋内外環境安定性。ASTM 法に基づき、8 年間 (屋内) と 1.5 年間 (屋外) の試験を実施
- 生体適合性: ISO 10993-5 および 10993-10 規格準拠*
- 熱変形温度: 0.455 MPa で 65°C
- 破断時伸び: 23%
- 降伏点伸び: 7.1%
- 衝撃強度: 34 J/m (ノッチあり)
- 引張弾性率: 1500 MPa
- 難燃性: UL 94 HB 規格準拠
- オートクレーブで滅菌可能

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。

Figure 4 Tough 60C White

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。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。材料特性には、物理的および機械的特性に加え、熱特性、難燃性、電気的特性 (絶縁強度、絶縁耐力、散逸要因、体積抵抗率等) が含まれます。

液体材料			
測定	コンディション/方法	メートル法	英語
粘度	ブルックフィールド粘度計 @ 25 °C (77 °F)	1800 cPs	4354 ポンド/フィート-時
カラー			ホワイト
液体密度	クラスK11力張力計 @ 25 °C (77 °F)	1.15 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	0.002 in
速度-標準モード	内部	mm/時	23
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	

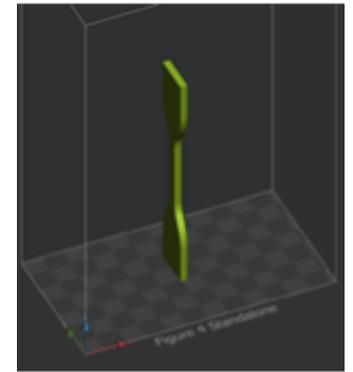
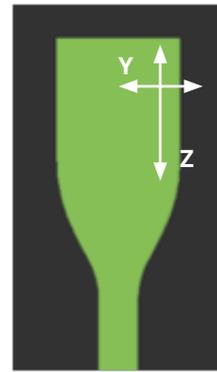
ソリッドマテリアル						
メートル法	ASTM	メートル法	英語	ISO	メートル法	英語
物理特性				物理特性		
固相密度	ASTM D792	1.23 g/cm ³	0.044 ポンド/インチ ³	ISO 1183	1.23 g/cm ³	0.044 ポンド/インチ ³
24時間吸水性	ASTM D570	0.61 %	0.61 %	ISO 62	0.61 %	0.61 %
機械特性				機械特性		
引張強度、最大	ASTM D638	35 MPa	5100 psi	ISO 527-1/2	34 MPa	5000 psi
降伏時の引張強度	ASTM D638	35 MPa	5100 psi	ISO 527-1/2	33.5 MPa	4900 psi
引張弾性率	ASTM D638	1500 MPa	220 ksi	ISO 527-1/2	1400 MPa	208 ksi
破断時伸び	ASTM D638	23 %	23 %	ISO 527-1/2	23 %	23 %
降伏点伸び	ASTM D638	7.1 %	7.1 %	ISO 527-1/2	9.4 %	9.4 %
曲げ強度	ASTM D790	52 MPa	7500 psi	ISO 178	40 MPa	5600 psi
曲げ強度	ASTM D790	1500 MPa	220 ksi	ISO 178	1100 MPa	160 ksi
アイゾッド衝撃 (切り欠き)	ASTM D256	34 J/m	0.6 フィート-ポンド/インチ	ISO 180-A	3.1 kJ/m ²	1.5 フィート-ポンド/インチ ²
アイゾッド衝撃 (切り欠きなし)	ASTM D4812	90 J/m	2 フィート-ポンド/インチ	ISO 180-U	9.2 kJ/m ²	4.4 フィート-ポンド/インチ ²
ショア硬度	ASTM D2240	79 D	79 D	ISO 7619	79 D	79 D
熱特性				熱特性		
ガラス転移点 (DMA、E")	ASTM E1640 (1C/分で E")	50 °C	123 °F	ISO 6721-1/11 (1C/分で E")	50 °C	123 °F
熱変形温度 (0.455 MPa/66 PSI の場合)	ASTM D648	65 °C	149 °F	ISO 75-1/2 B	64 °C	147 °F
熱変形温度 (1.82 MPa/264 PSI の場合)	ASTM D648	48 °C	119 °F	ISO 75-1/2	46 °C	114 °F
熱膨張係数<ガラス転移点	ASTM E831	95 ppm/°C	53 ppm/°F	ISO 11359-2	95 ppm/K	53 ppm/°F
熱膨張係数>ガラス転移点	ASTM E831	171 ppm/°C	95 ppm/°F	ISO 11359-2	171 ppm/K	95 ppm/°F
UL難燃性	UL 94	HB	HB			
電気特性				電気特性		
誘電強度 (kV/mm) (厚さ 3.0 mm の場合)	ASTM D149	13				
誘電率 @ 1 MHz	ASTM D150	3.79				
損失係数 @ 1 MHz	ASTM D150	0.033				
体積固有抵抗 (ohm-cm)	ASTM D257	2.45x10 ¹⁵				

Figure 4 Tough 60C White

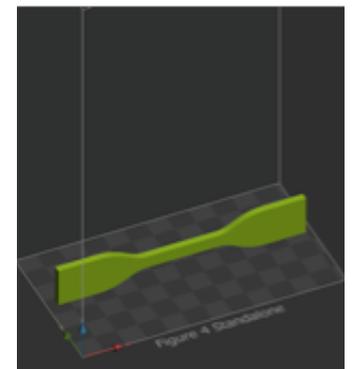
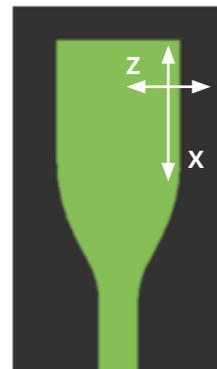
等方特性

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。

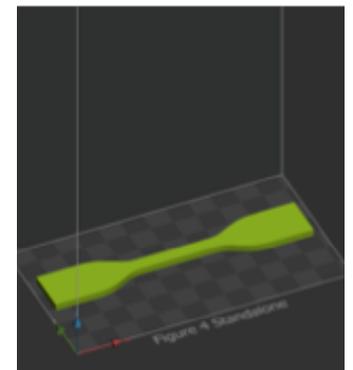
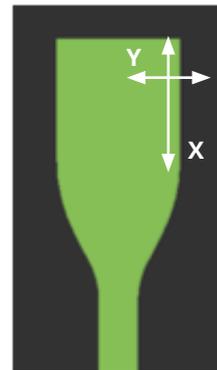
最高の機械的特性を得るために成形品の配向をする必要はなく、機械的特性に対する成形品の配向の自由度がさらに向上します。



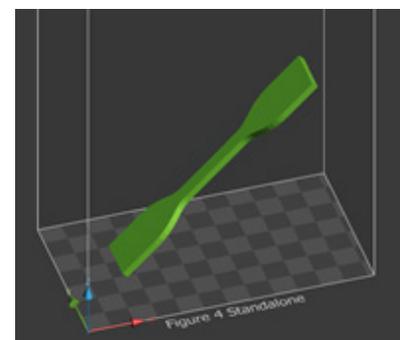
ZY-方向



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			
機械特性					
		ZY	XZ	XY	Z45
引張強度、最大	ASTM D638 タイプIV	35 MPa	38 MPa	38 MPa	35 MPa
降伏時の引張強度	ASTM D638 タイプIV	35 MPa	38 MPa	38 MPa	35 MPa
引張係数	ASTM D638 タイプIV	1500 MPa	1500 MPa	1500 MPa	1500 MPa
破断点伸び	ASTM D638 タイプIV	23 %	30 %	34 %	20 %
降伏点伸び	ASTM D638 タイプIV	7.1 %	7.2 %	8.2 %	10.1 %
フレックス強度	ASTM D790	52 MPa	44 MPa	46 MPa	44 MPa
フレックスモジュラス	ASTM D790	1500 MPa	1200 MPa	1300 MPa	1200 MPa
アイゾッド衝撃 (切り欠き)	ASTM D256	34 J/m	41 J/m	41 J/m	26 J/m
ショア硬度	ASTM D2240	79 D	N/A	N/A	N/A

応力-ひずみ曲線

グラフは、ASTM D638 テストごとの Figure 4 Tough 60C の応力-ひずみ曲線を表しています。

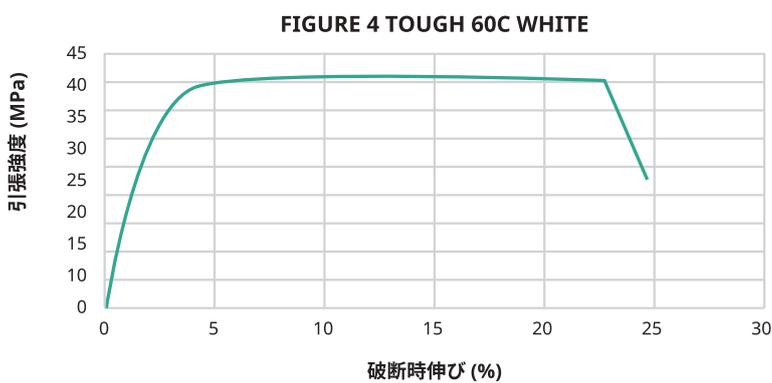


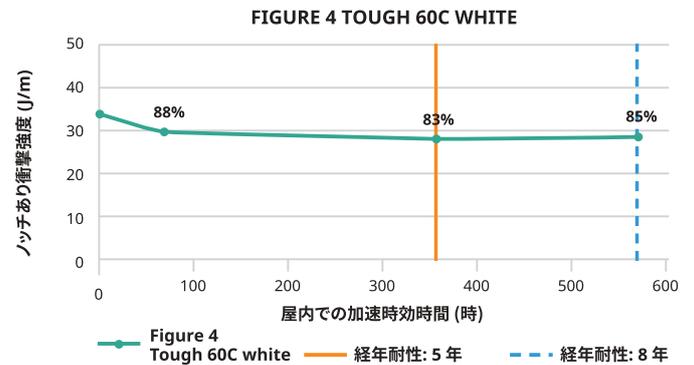
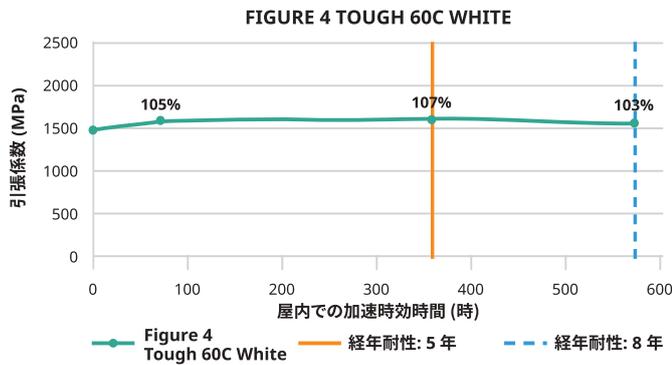
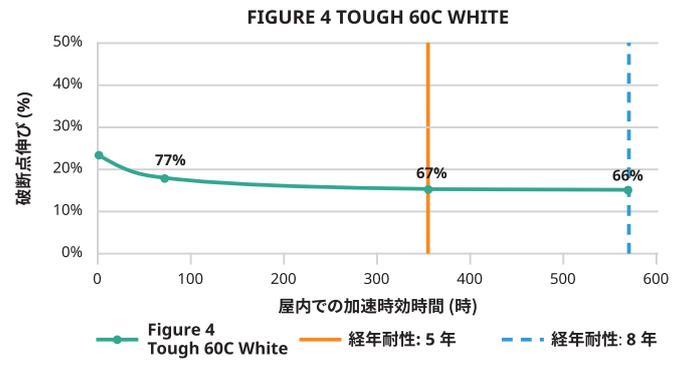
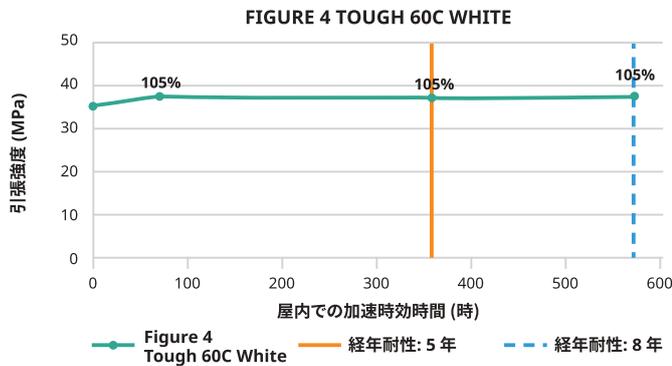
Figure 4 Tough 60C White

長期的な環境安定性

Figure 4 Tough 65C 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

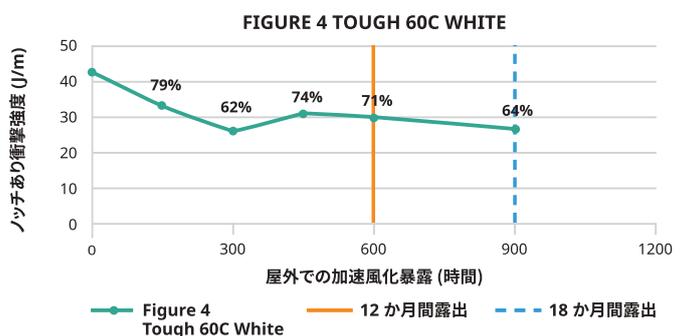
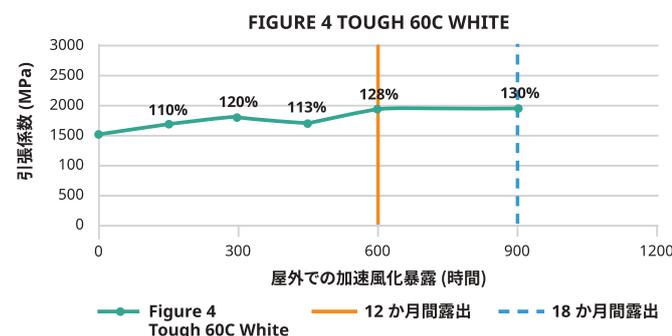
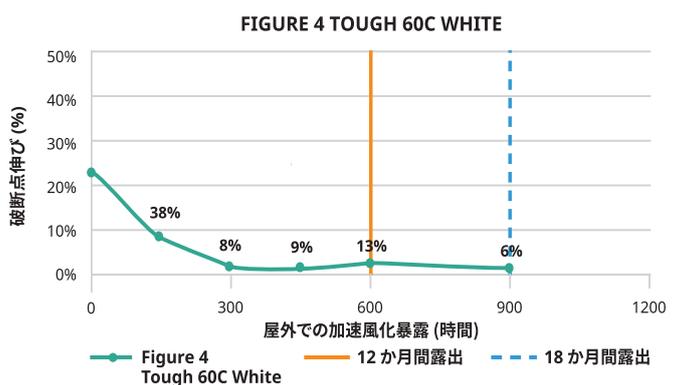
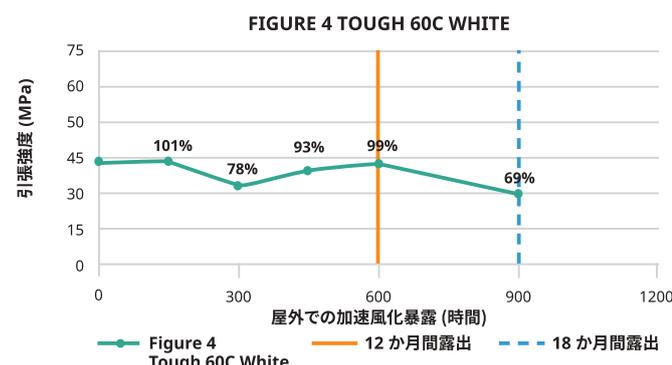


Figure 4 Tough 60C White

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 Tough 65C 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ュームごとにパーセントで決定

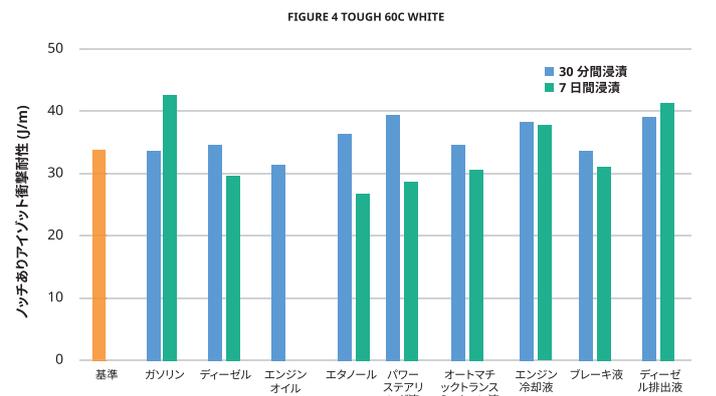
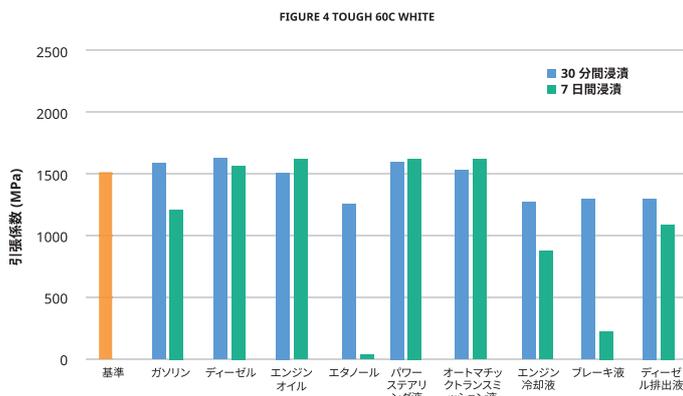
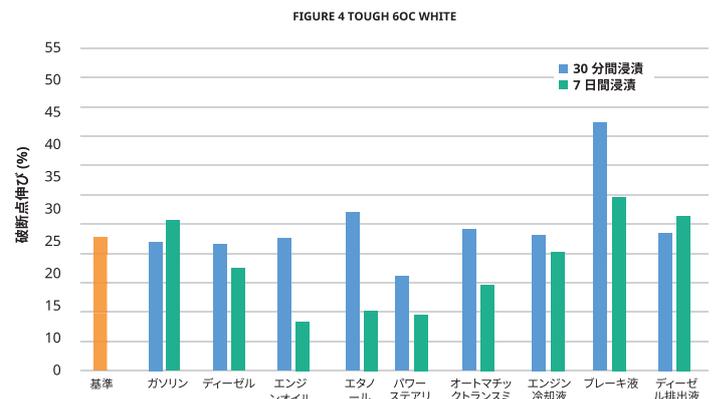
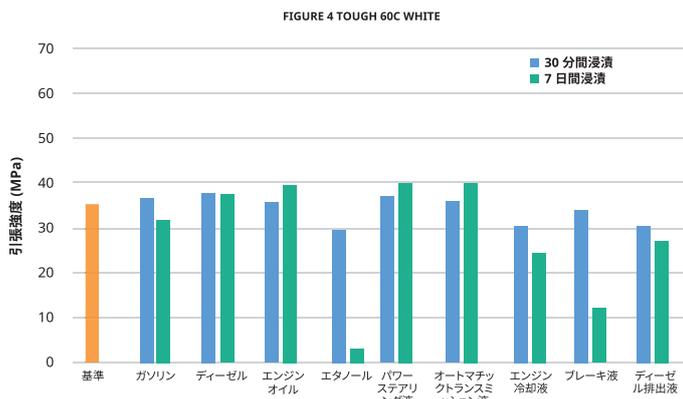


Figure 4 Tough 60C White

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 Tough 65C 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

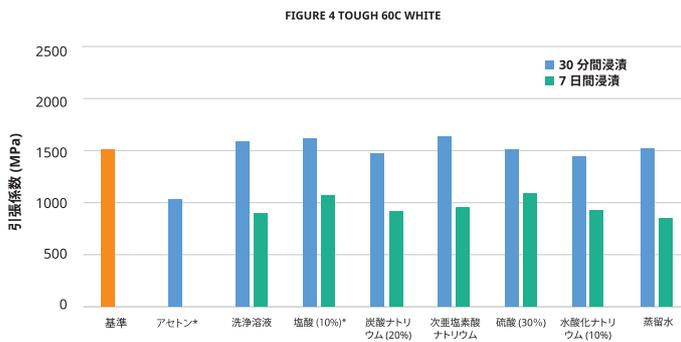
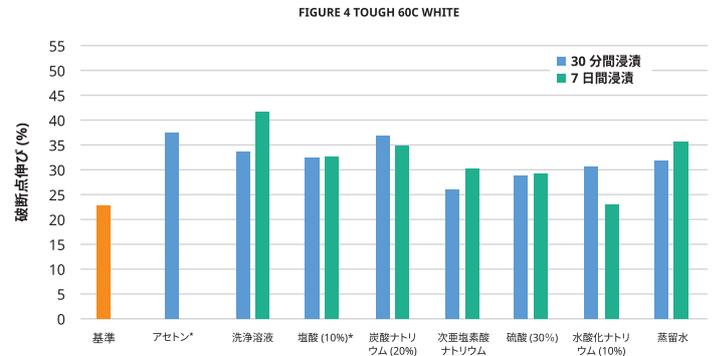
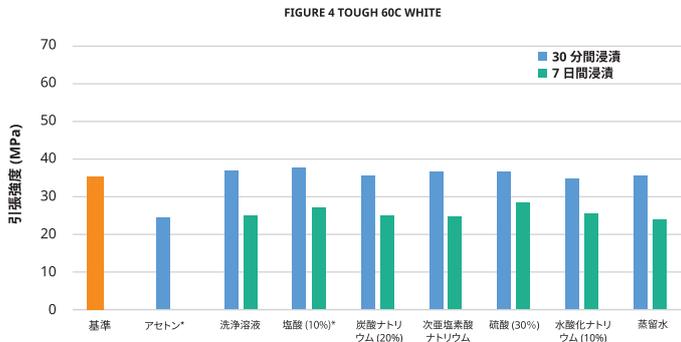


Figure 4 Tough 60C White

生体適合性に関する記述

プリントした Figure 4® Tough 60C White 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 および ISO 10993-10 (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® Tough 60C White 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® Tough 60C 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。

Figure 4 Tough 60C White

ISO 10993-5 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。
- モジュラーシステムの場合は、使用開始時にボトルを 20 分間回転させる

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 IPA を 2.5 分間洗浄してください。
- 攪拌しながら、「クリーン」TPM で 2.5 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。
- 手動攪拌および/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

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>

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

