

当記載内容は弊社の現在の知見と経験に基づいたものです。これらの事項は成形条件や使用法によって変わりますし、すべての成形機や使用法について行われたものではありません。また、使用目的によっては、工業所有権や法的規制が存在し得るため、当製品のご使用に当たっては、実際の使用目的に応じて十分なご検討をして頂いた上、お使い下さい。

なお、弊社ではエラストラン®をご愛用頂くために、皆様への適切なアドバイスを心がけております。お気軽にお問い合わせ下さい。

BASFジャパン株式会社

パフォーマンスマテリアルズ事業部
〒226-0006 神奈川県横浜市緑区白山1丁目18番2号
ジャーマンインダストリーパーク
TEL.045-938-8205 FAX.045-938-8225

大阪オフィス
〒541-0052 大阪市中央区安土町1丁目8番15号
野村不動産大阪ビル12F
TEL.06-6266-6816

名古屋オフィス
〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南1丁目24番20号
名古屋三井ビルディング新館6F
TEL.052-533-9965 FAX.052-533-9960

TPUテクニカルセンター
〒510-0011 三重県四日市市霞1丁目23番2号
TEL.059-366-7514 FAX.059-366-7538

<https://www.basf.com/jp>

Technical information

Date: December 2015

® = registered trademark of BASF

BASF Plastics
key to your success

エラストラン®

Elastollan®

高機能性を発揮する熱可塑性
ポリウレタンエラストマー(TPU)

エラストラン®の物性

目次

化学構造	1	⑥誘電正接	11
物性	1	電気特性一覧表	12
1. 力学的性質	1	化学的性質	14
①剛性	1	1. 膨潤	14
②硬度	2	2. 耐薬品性	14
③ガラス転移点	2	①酸、アルカリ溶液	14
④トーションモジュラス(捻り弾性)	3	②飽和炭化水素	14
⑤引張強さ	4	③芳香族炭化水素	14
⑥引裂強さ	6	④潤滑油、グリース	14
⑦永久伸び	6	⑤溶剤	14
⑧クリープ特性	7	3. 耐微生物性	14
⑨圧縮永久ひずみ	7	4. 耐水性	15
⑩衝撃値	8	5. 耐紫外線、放射線	15
⑪耐摩耗	8	①紫外線照射	15
⑫摩擦	8	②高エネルギー線照射	15
2. 熱的特性	8	6. 燃焼性	15
①熱膨張	8	7. 耐オゾン性	16
②熱変形	8	耐薬品性・耐溶剤性	16
③ピカット軟化点	9	耐薬品性一覧表	17
④荷重たわみ温度	9	耐溶剤性一覧表	18
⑤熱的特性代表値	9	耐薬品性一覧表(体積変化率)	19
⑥連続使用可能温度	9	索引	21
3. 気体透過性	10		
4. 電気的特性	10		
①トラッキング	10		
②耐電圧	10		
③表面抵抗率	10		
④体積抵抗率	11		
⑤誘電率	11		

エラストラン®は当社の熱可塑性ポリウレタンエラストマー(TPU)の商標です。

エラストラン®の特長：

- 摩耗に強く、耐久性が高い。
- 引張強さ・引裂強さが優れている。
- 衝撃吸収性能が優れている。
- 低温柔軟性に優れている。
- 油・グリース・酸素・オゾンに対して強い。
- 硬度(JIS) 60Aから74Dをカバーしている。

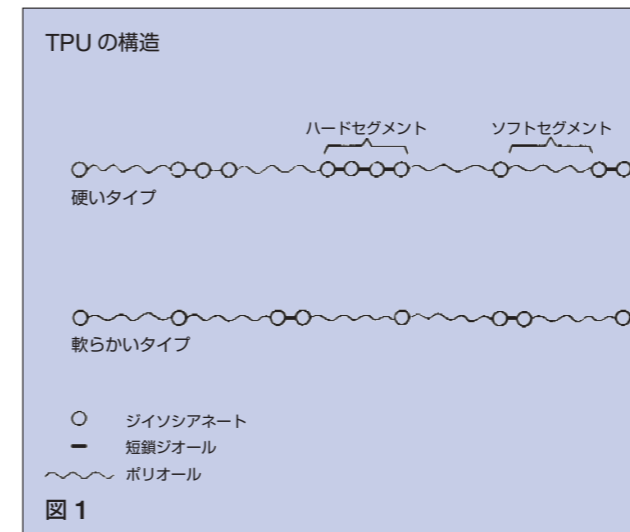
化学構造

エラストラン®は基本的に次の3成分の反応によって作られます。

1. ポリオール(高分子ジオール)
2. ジイソシアネート
3. 短鎖ジオール

ポリオールと短鎖ジオールはジイソシアネートと付加反応をして線状ポリウレタン分子を形成します。この分子の中でポリオールはエラストマーの柔軟な部分(ソフトセグメント)になり、ジイソシアネートと短鎖ジオールは硬い部分(ハードセグメント)になります。

図1は2つの異なる硬度の分子構造の模式図です。



エラストラン®(TPU)の性質は、原料の性状、重合条件、配合比によって左右されます。中でもポリオールのタイプがTPUの性質に大きな影響を与えます。

エラストラン®のポリオール原料としては、ポリエステルポリオール(C、S、ET200、ET500、ET600系)、ポリエーテルポリオール(1100、ET300、ET800系)、ポリカーボネート等が用いられます。従って、エラストラン®のタイプは、ポリエステルタイプ、ポリエーテルタイプに大別されます。

ポリエステルタイプの特長

- 機械的強度が大
- 耐熱性が良好
- 鉱油や油圧油に対する耐性が良好

ポリエーテルタイプの特長

- 耐加水分解性が良好
- 低温柔軟性が良好
- 微生物分解への耐性が良好

上述の基本原料の他に、成形性や最終製品の性能を向上させるための添加剤を配合することが可能です。これら添加剤には離型・滑剤、耐候安定剤、耐熱安定剤、難燃剤や可塑剤などがあります。

また、ガラス繊維強化タイプのTPUもあります。

物性

1. 力学的性質

エラストラン®の力学的性質および試験法について詳しく説明します。

代表的試験値については弊社の総合カタログをご参照下さい。

各種試験は予備乾燥したペレットを射出成形して得られた成形品を100℃で20時間加熱し、その後23℃、相対湿度50%の場所に88時間放置してから行っています。(JIS K7311に準拠)

これらの値はそのまま実際の成形品に当てはまる訳ではありません。次の要因が物性に影響を与えるからです。

- 製品形状
- 成形条件
- ポリマーやフィラーの配向
- 内部応力
- 含水率

従って、成形品はその用途に応じて適切な試験をする必要があります。

① 剛性

エラストラン®は広い剛性範囲をカバーできます(図2)。弾性率[MPa]は成形品の剛性の目安となりますが、この値は伸びが0.05%から0.25%に変化した際の応力とひずみの比で表されます。

なお、プラスチックの弾性率は次の要因によって変わりますので注意が必要です。

- 温度
- 含水率
- ポリマー、フィラーの配向
- 応力の速度と継続時間
- 試験片の形状
- 試験機
- 成形加工条件

図2はTPUとR-TPU(ガラス繊維強化TPU)の引張弾性率の領域を他の材料と比較して示しています。

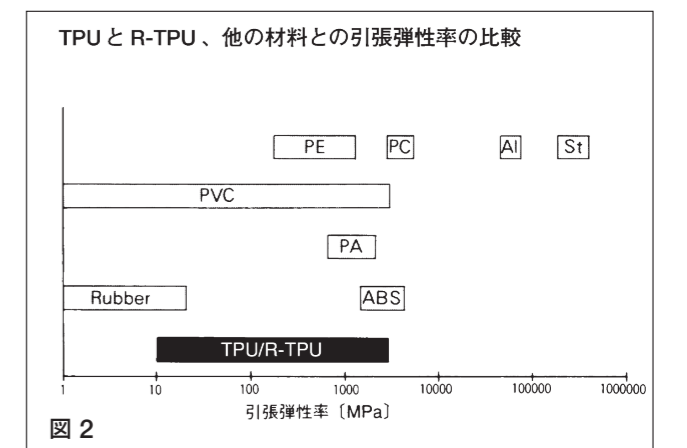


図2

図3-5は、いくつかのエラストラン®の曲げ弾性率をJIS K7203の3点曲げで、温度を変えて測定した結果を示したものです。引張試験法JIS K7113による弾性率の結果もこれに近い値を示します。

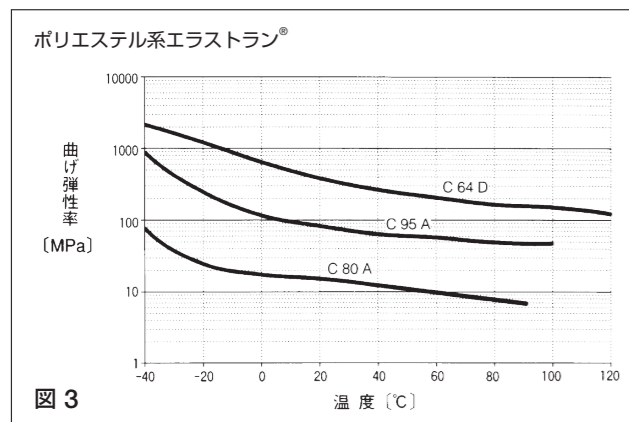


図 3

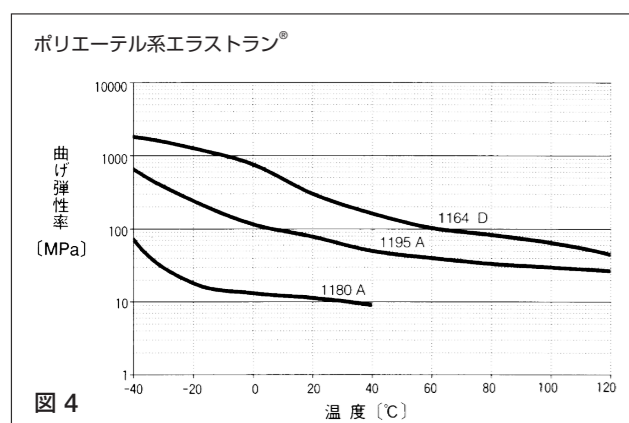


図 4

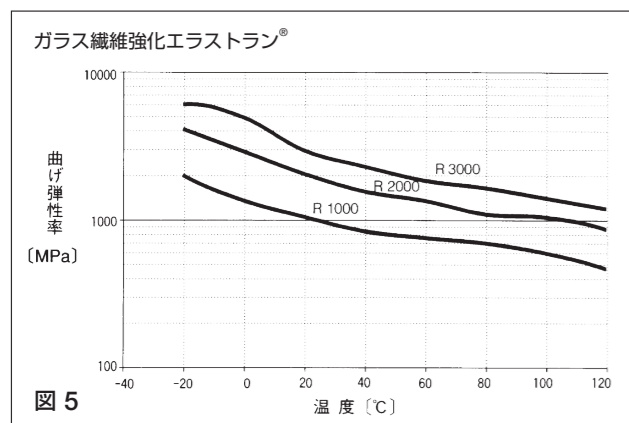


図 5

② 硬度

TPUの硬度は、JIS K7311に従って硬度AまたはDで測定されます。

硬度は所定のバネの力で針先が試験片に入っていく際の抵抗によって測定されます。

値はAまたはDで、0～100の間になり、硬いものほど大きい値を示します。一般的にAは軟らかいタイプ(ゴム領域)に、Dは硬いタイプ(プラスチック領域)に用います。

図6は、A硬度とD硬度の関係を示しています。標準状態(23°C、相対湿度50%)でのエラストラン®の硬度は60Aから74Dの範囲にあります。

硬度は測定温度に影響を受け、温度が上がれば硬度は下

がります。図7にエラストラン®の硬度の温度依存性を示します。

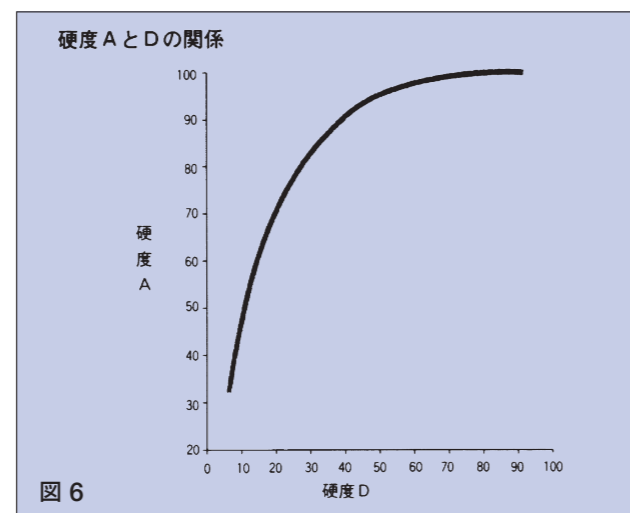


図 6

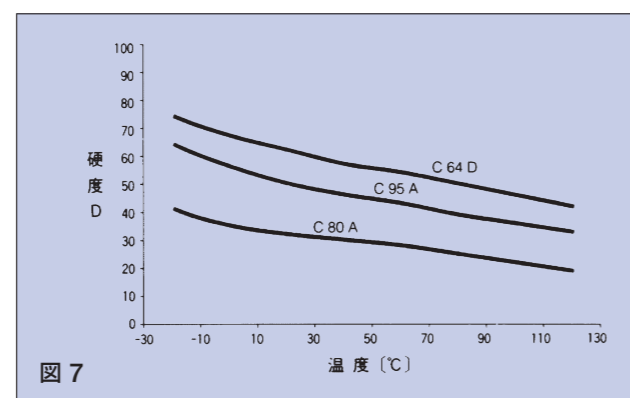


図 7

③ ガラス転移点

プラスチックのガラス転移点(Tg)とは、その非晶質相が可逆的に「硬くてろい」状態から「粘弾性的もしくはゴム弾性的」状態へ変化する転移温度を言います。ガラス転移は、硬度や非晶質部分の占める割合に影響され、温度幅をもつ現象であり、非晶質が多いほど(低硬度のエラストラン®)ガラス転移点は低くなり、その温度範囲も狭くなります。

ガラス転移点を判断する方法はいくつかあり、測定するコンディションによってその結果はやや異なる可能性があります。

動的試験のデータは、静的試験のデータよりも高い数値を示す傾向があります。また、被検体の熱履歴によっても変化します。このため異なる製品のガラス転移点を比較する場合は、同一の試験方法で同じコンディションで実施することをお勧めします。

図8にいくつかのエラストラン®のガラス転移点を示します。このデータはDSC(示差走査熱量計)で10°C/分で測定したものです。ガラス転移点は、DIN51007に準拠して熱量カーブの段差を読み取る手段で決定しました。

図9から14に示されたトーシヨ(捻り)モジュラスやダンピング(減衰)曲線においては、ダンピング曲線の最大値でガラス転移点を定義することが可能です。これらは動的試験で得た数値は、DSCで得られたものよりも高い値となります。

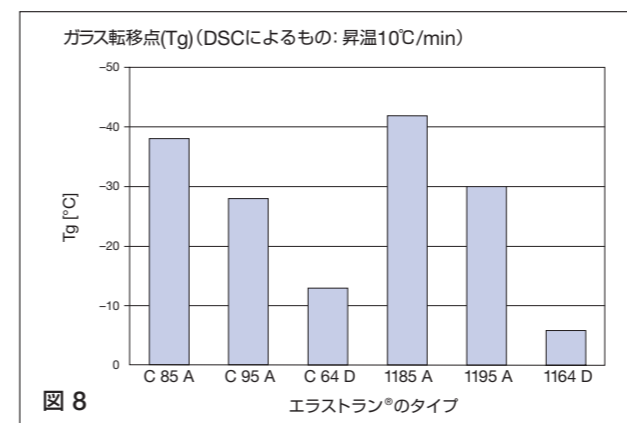


図 8

④ トーシヨモジュラス(捻り弾性)

DIN EN ISO 6721-2に規定されているトーシヨ(捻り)振動試験は、動的捻り負荷をあたえながら温度を変化していくことにより、高分子材料の弾性挙動を判断することに利用されます。

この試験ではテストピースを自由捻り振動の中で放置します。捻り角を永久歪を起こさない程度に保持しながら、温度を増加して0.1から10Hzの振動を与えるという標準指定のテスト条件下で測定されます。

負荷緩和中の正弦波の減少を記録し、この衰退曲線から捻り弾性(トーシヨモジュラス)と減衰(ダンピング)を計算します。

図9-14では、いくつかのエラストラン®のデータを示します。

低温での捻り弾性は高く比較的フラットなカーブとなります。これは、いわゆる弾性歪エネルギー温度領域で、減衰が低いところです。

温度上昇に伴い、捻り弾性値は下がり減衰挙動が強くなります。これはいわゆるガラス転移ゾーンであって減衰が最大になります。ガラス転移範囲を越えると捻り弾性曲線はフラットになります。この状況はゴム弾性として描かれます。この温度では、物質は温度増加している固体にとどまり、捻り弾性は徐々に減退し減衰は少しずつ増加します。ここでは、挙動パターンは、主に粘弾性となります。

一般的に低硬度エラストラン®の転移は明確になります。(※)せん断弾性の1/3が捻り弾性値に相当します。

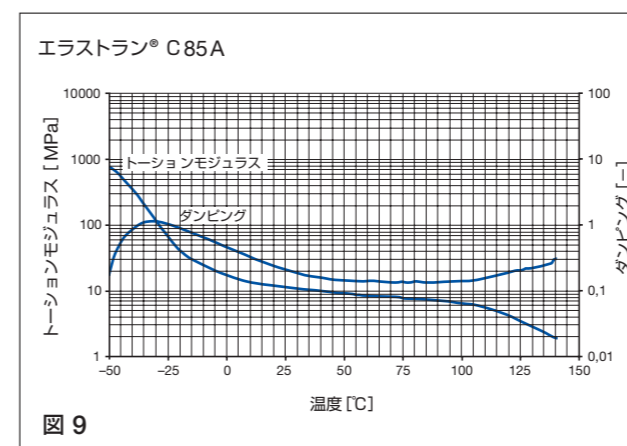


図 9

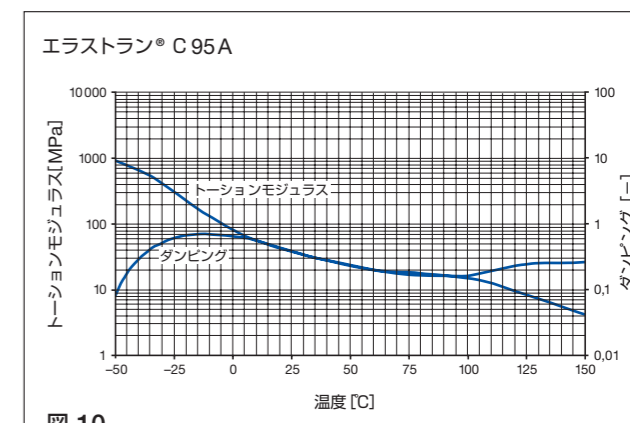


図 10

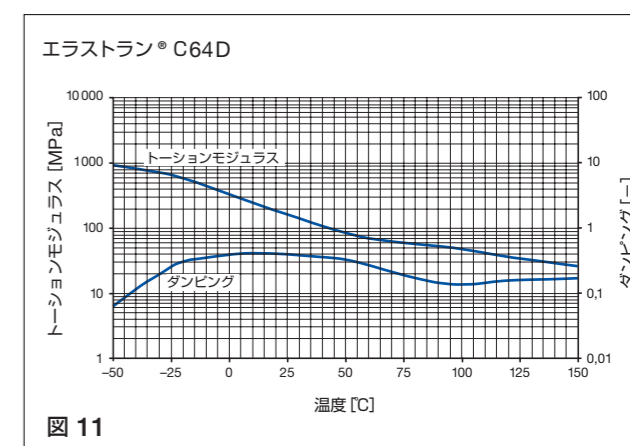


図 11

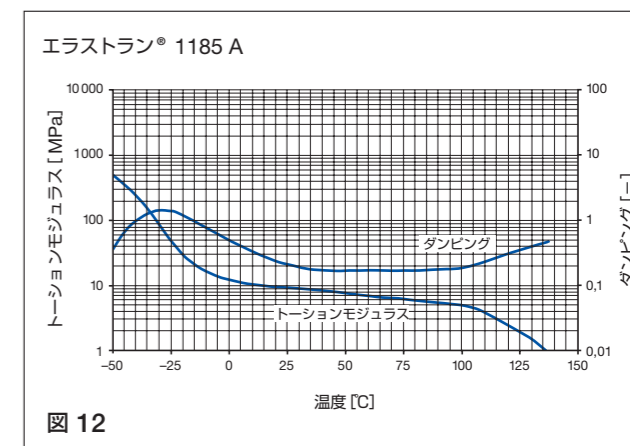


図 12

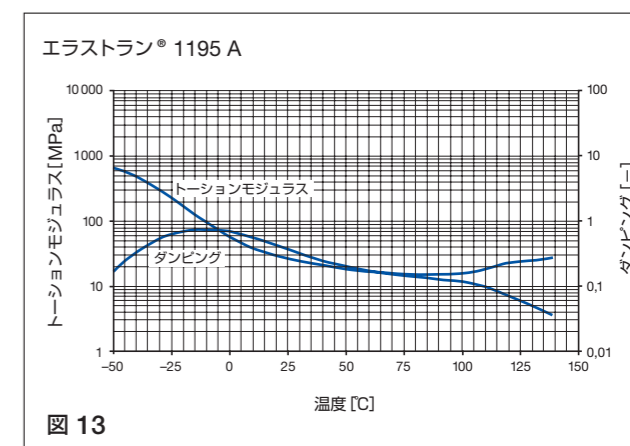


図 13

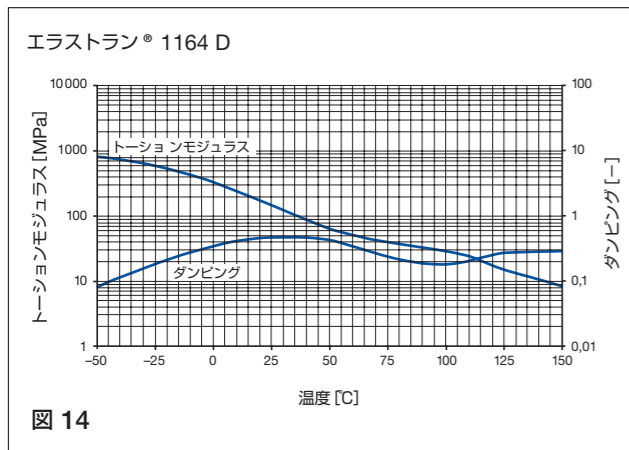


図 14

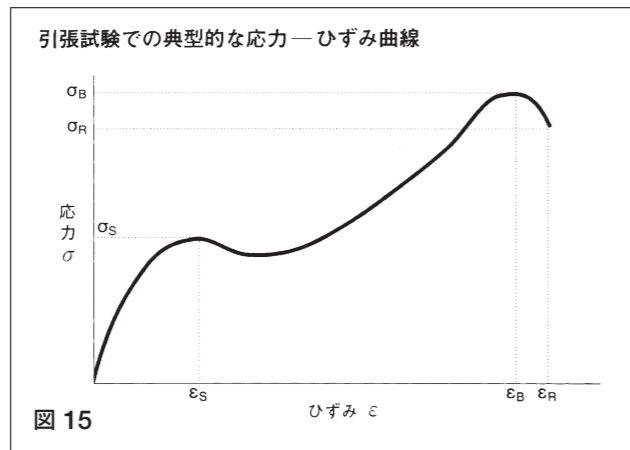


図 15

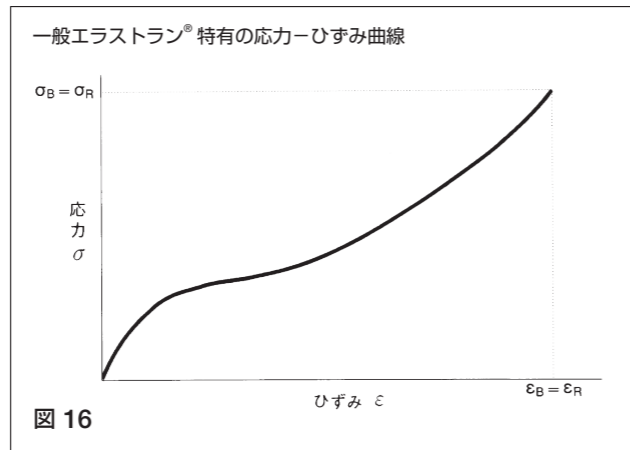


図 16

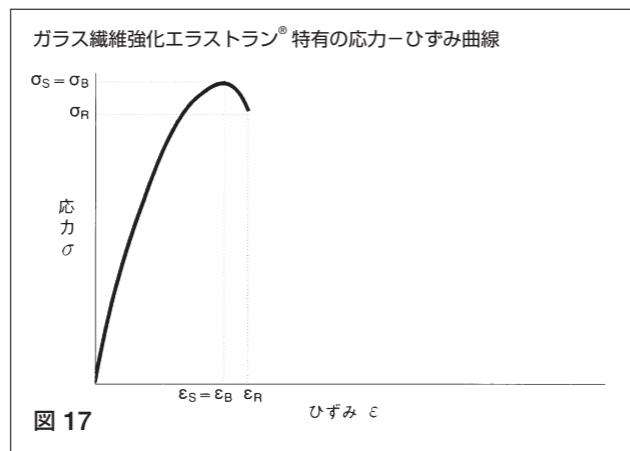


図 17

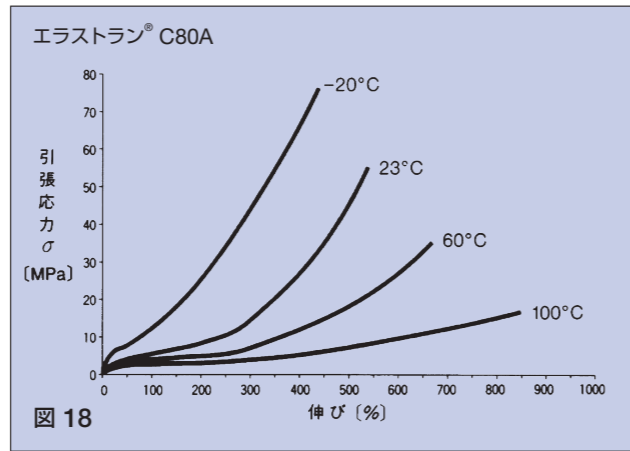


図 18

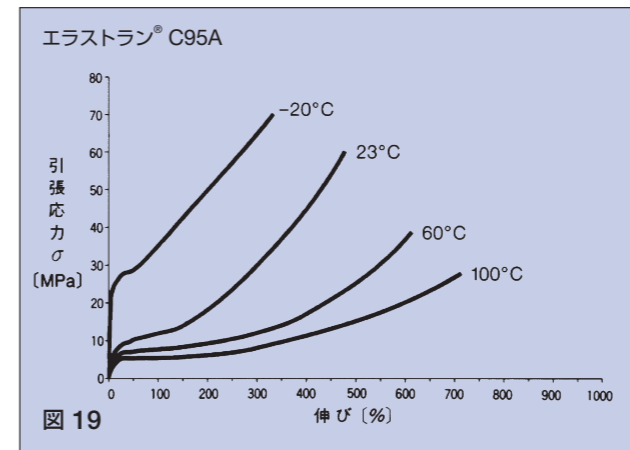


図 19

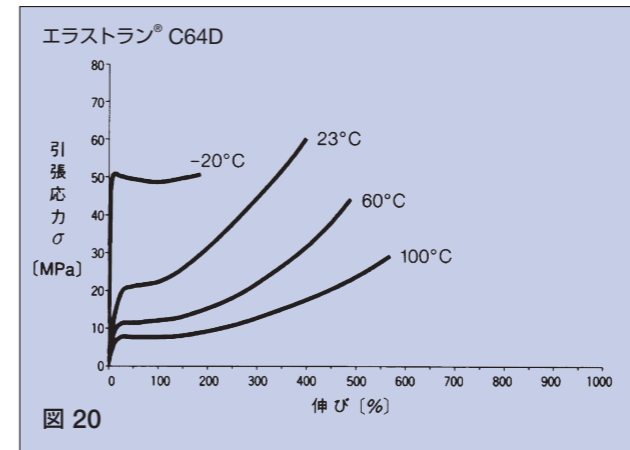


図 20

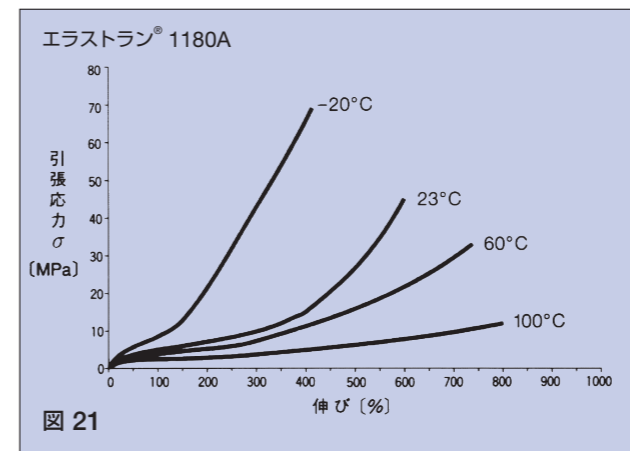


図 21

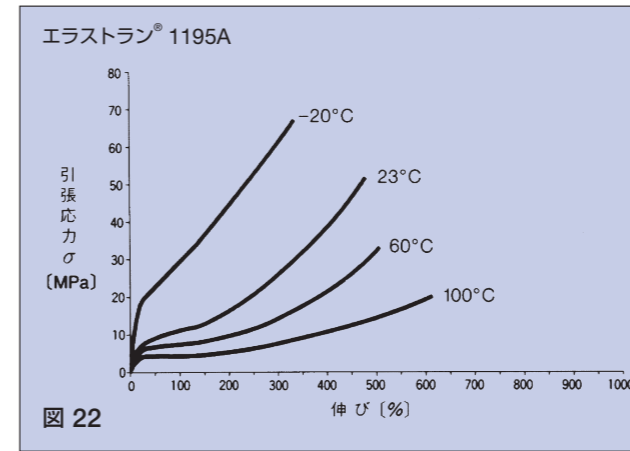


図 22

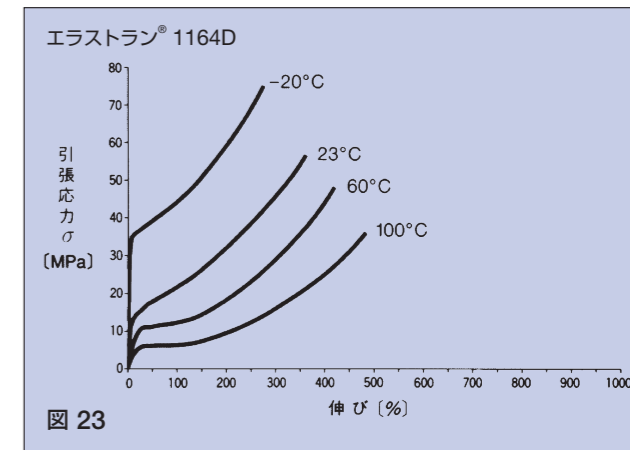


図 23

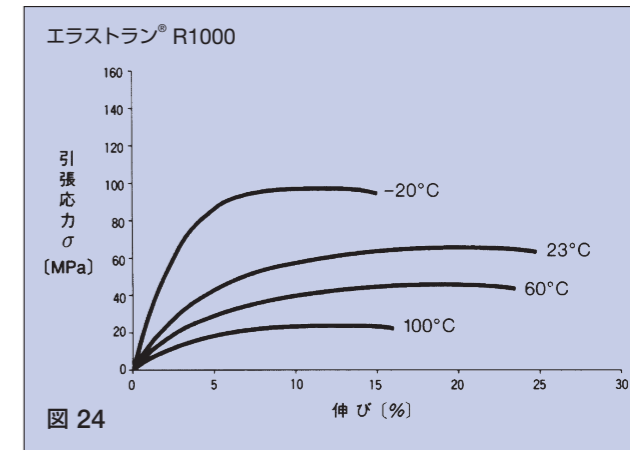


図 24

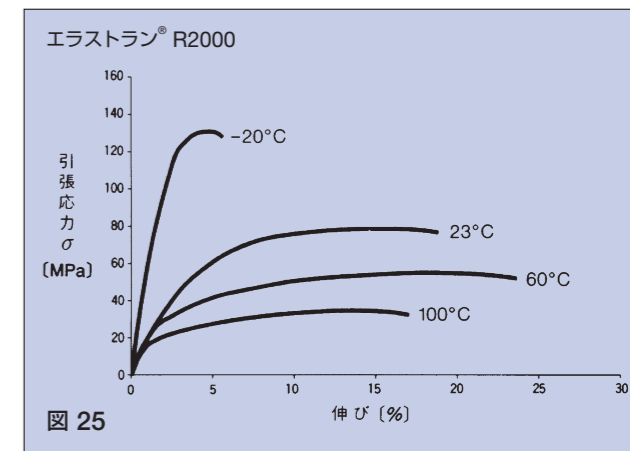


図 25

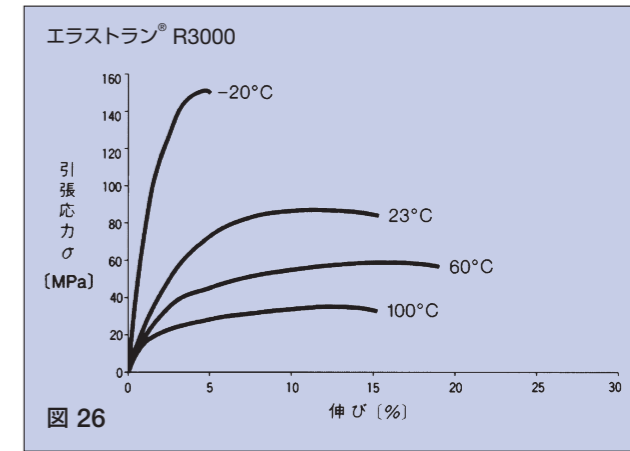


図 26

⑤ 引張強さ

プラスチックに短時間、一方向の静的な力を加えた場合の挙動を JIS K7311 の引張試験で測定し、応力-ひずみ曲線で表します。試験中の応力は初期の断面積で割って算出されます。実際には、引張りによって断面積が小さくなるので応力はより大きくなりますが、この点は考慮しません。

以下のように強さと変形の固有値が応力-ひずみ曲線から分かります。(図 15)

<強さの固有値>

- 引張降伏強さ σ_s は応力-ひずみ曲線の勾配が 0 になる点の引張応力です。
- 引張強さ σ_B は引張応力の最大値です。
- 引張破壊強さ σ_R は試料が引裂かれてしまう点の引張応力です。

<変形の固有値>

- 引張降伏伸び ϵ_s は引張降伏点での伸びです。
- 引張最大荷重伸び ϵ_B は引張強さに対応する伸びです。
- 引張破壊伸び ϵ_R は引張破壊強さに対応する伸びです。

一般エラストラン® の室温での引張試験では、前述の固有値の差は現れず、結果として破壊強さと引張強さが曲線の最後に同時に現れます。(図 16)

降伏点が出るのは高硬度品の低温での測定の場合のみです。

ガラス繊維強化エラストラン® では引張降伏強さと一致します。(図 17)

なお、一般エラストラン® の測定は JIS K7311 によって引張速度 300mm/min で行われ、ガラス繊維強化エラストラン® では JISK7113 の 1 号形試験片 (厚さ 3mm)、引張速度 2mm/min で行われています。

図 18-26 はいくつかのエラストラン® について応力-ひずみ曲線の温度依存性を示したものです。

⑥ 引裂強さ

引裂強さは切欠きを入れた試験片を引張り、切欠きが進み切断するに至る力から算出します。

エラストラン®は他のほとんどのプラスチックよりもこの引裂き強さに優れています。

この試験は JIS K7311 に従って、切欠きに直角の方向に速度 300mm/min で切断するまで引張ります。引裂強さ [kN/m] は最大荷重を試験片の厚さで割った値です。

図 27、28 はエラストラン®の各種グレードの引裂強さと測定温度の関係を示したものです。本表は DIN 53515 による試験片で測定したため、JIS K7311 の試験片より切欠きが大きいので、引裂強さの値は JIS K7311 よりも小さくなっています。

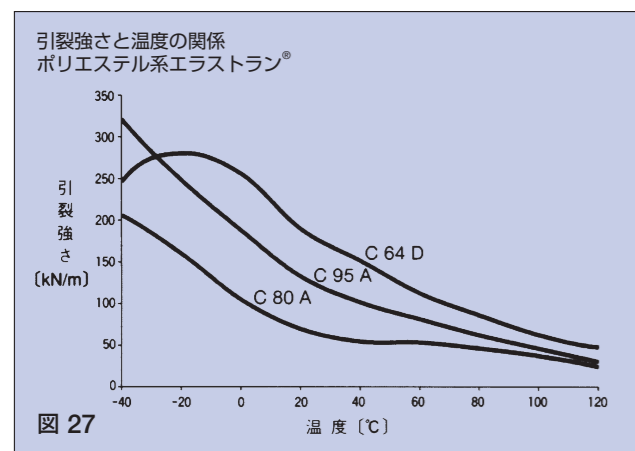


図 27

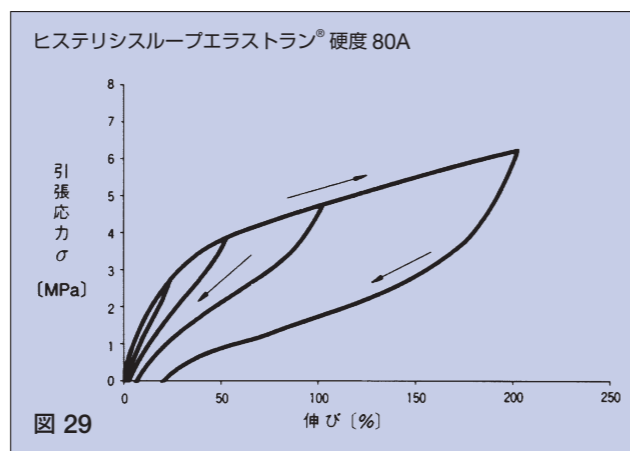


図 29

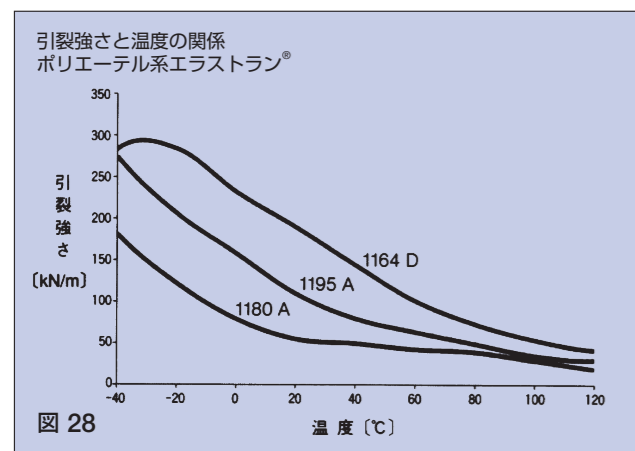


図 28

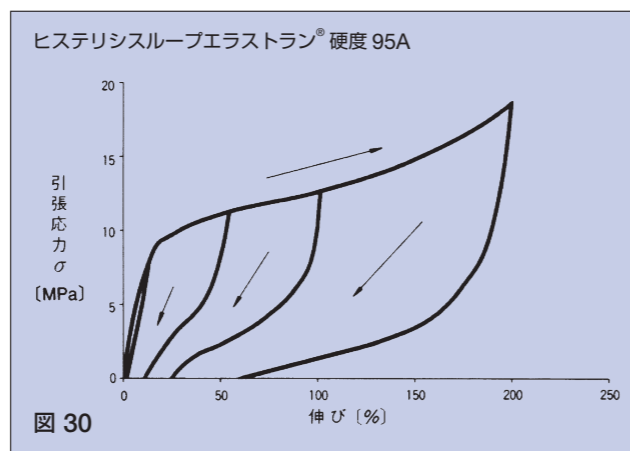


図 30

⑦ 永久伸び

エラストマーはフックの法則で言う弾性領域、すなわち外部からの力と変形量が比例する範囲で引張る限り、永久伸びは生じません。この領域では加えた力を取り除くとエラストマーは元の状態に戻ります。この領域を越える力を加えると外力を取り除いた後に永久伸びが残ります。この残留伸びは伸ばした程度と伸ばしている時間によって変わります。

厳密に言うと、エラストラン®の弾性範囲は伸びが 1% (74D 品) から 4% (80A 品) のレベルにあります。しかし、実際には 95A 以下の低硬度品を 10%以下で短時間伸長させた場合や、高硬度品で 2.5%以下の短時間伸長では、残留伸びが 1%を越えることはありません。

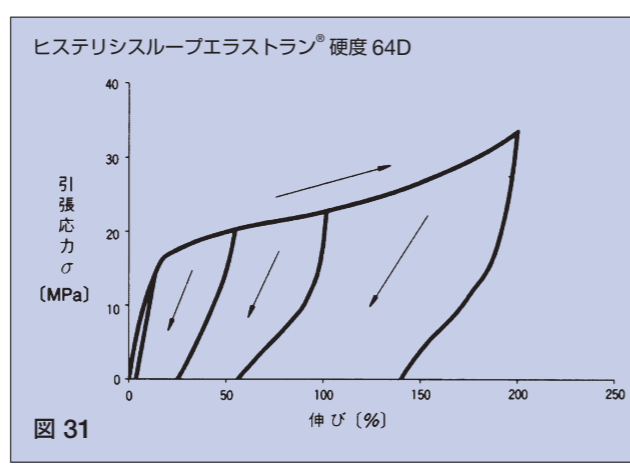


図 31

外力を取り除いた後の応力-ひずみ曲線はヒステリシスループとして知られています。

図 29-31 は、エラストラン®の各種グレードを 100mm/min で伸長し、力を除いていったときのヒステリシス曲線です。見やすくするために縦軸のスケールはグレードによって変えてあります。

同一の伸長度であっても高硬度のエラストラン®は永久伸びによる変形が大きくなります。また、どのグレードにおいても伸長度が大きい程永久伸びによる変形度が大きくなります。

同様なことが曲げや圧縮の場合にも見られます。

⑧ クリープ特性

弾性変形はいずれの物質でもおきるもので、常に一定であることはありません。時間や強さによる歪の程度によって、内部摩擦による弾性領域と塑性変形領域が常に存在します。非弾性領域は比較的、温度と時間の影響をうけます。この傾向は、長期負荷時におけるプラスチックの挙動として考慮すべきです。長期間、静的な歪を与えた際の特徴は ISO899 のクリープ試験で確認することができます。試験片は引張り試験と同じものを使用します。一定の変形は時間単位で測定することができます。複数の負荷ごとに同様の試験を行ったものが同一時間応力-歪ダイヤグラムです。このダイヤグラムは TPU がある一定の負荷において時間軸でどのように変形するか、あるいは変形させていくとどのように応力が減っていくのを知ることができます。(図 32-36 参照)

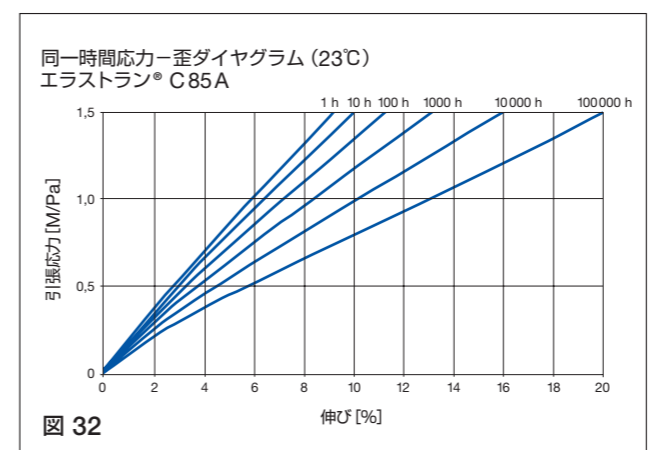


図 32

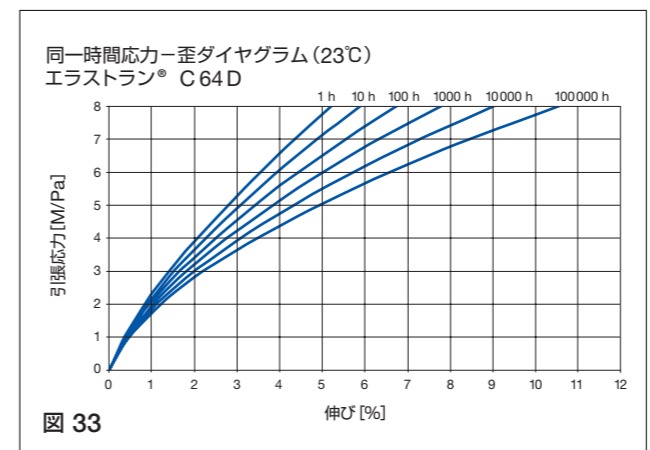


図 33

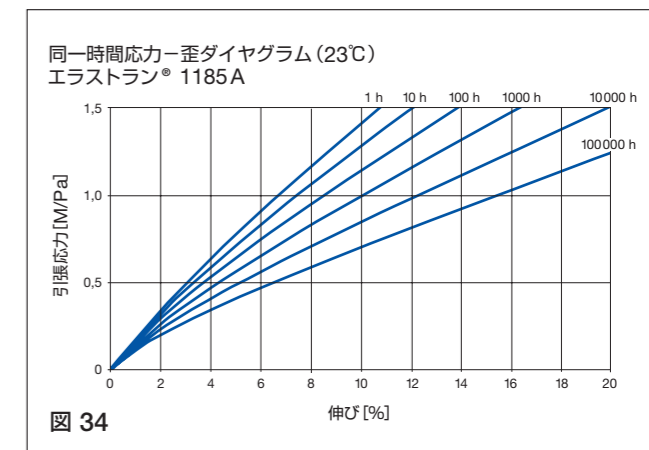


図 34

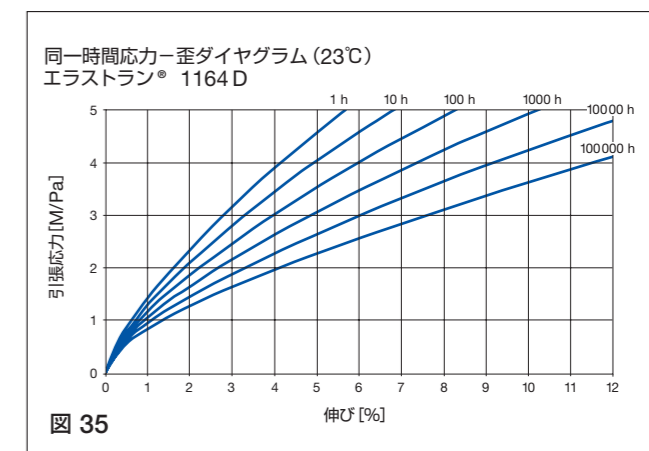


図 35

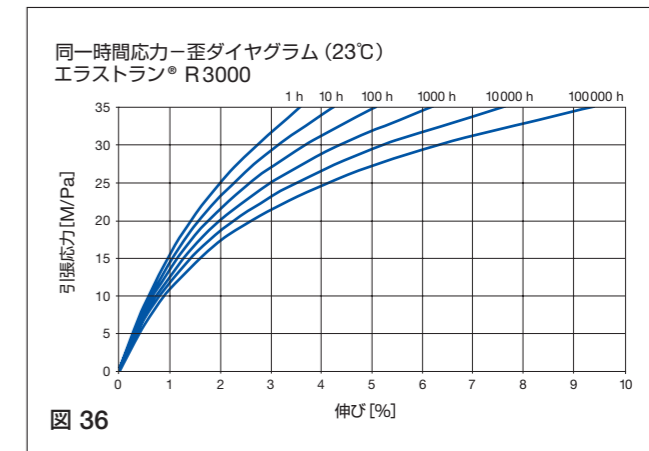


図 36

⑨ 圧縮永久ひずみ

圧縮永久ひずみ [%] は JIS K6262 に規定されており、70°C で 22 ~ 24 時間、または 23°C で 72 時間一定の圧縮を行う試験から得られます。表 1 に記された圧縮永久ひずみの値はこの規格に基づいて 20%圧縮した場合の数値です。圧縮の度合いが弾性領域を越えると、室温の場合でも圧縮を取り除いた後に永久ひずみが残ります。実使用においては圧縮永久ひずみが問題にならないような範囲、すなわち硬いグレードでは 5%圧縮、軟らかいグレードでも 10%圧縮を越えない範囲で使用して下さい。圧縮永久ひずみを小さくするには成形品のアニールをおすすめします。

表1 エラストラン®の圧縮永久ひずみ〔%〕

	C60AW	C80A	C85A	C90A	C95A	C59D	C60D	C64D	C74D
圧縮永久ひずみ (23℃)	20	25	25	25	30	30	40	40	40
圧縮永久ひずみ (70℃)	45	35	35	40	45	50	50	50	60

	S80A	S85A	S88A	S90A	S95A	S98A	S60D	S64D	S74D
圧縮永久ひずみ (23℃)	25	25	25	25	25	30	40	45	55
圧縮永久ひずみ (70℃)	35	35	35	45	45	45	50	55	60

	1180A	1185A	1190A	1195A	1154D	1160D	1164D	1174D
圧縮永久ひずみ (23℃)	25	25	25	30	40	40	40	50
圧縮永久ひずみ (70℃)	45	45	45	45	50	50	40	55

⑩ 衝撃値

エラストラン®のすべてのグレードは低温環境下においても特筆すべき性能を保持しています。

DIN EN ISO 179 によるシャルピー衝撃試験結果を以下に記載します。(表2)

表2

	ノッチ無し		ノッチ有	
	23℃	-30℃	23℃	-30℃
エラストラン®C 85 A	破壊せず	130kJ/m ²	70kJ/m ²	20kJ/m ²
エラストラン®C 95 A	破壊せず	130kJ/m ²	70kJ/m ²	20kJ/m ²
エラストラン®C 60 D	破壊せず	140kJ/m ²	110kJ/m ²	50kJ/m ²
エラストラン®1185 A	破壊せず	120kJ/m ²	70kJ/m ²	30kJ/m ²
エラストラン®1195 A	破壊せず	120kJ/m ²	70kJ/m ²	30kJ/m ²
エラストラン®1160 D	破壊せず	120kJ/m ²	70kJ/m ²	30kJ/m ²

⑪ 耐摩耗

DIN 摩耗減量 [mm³] は DIN 53516 に規定されています。この摩耗試験法では回転するシリンダーに巻いたサンドペーパーに一定荷重をかけて試験体を接触させ、40m 走行した後に摩耗による重量減少量を測定します。これを試験前の比重とサンドペーパーの摩耗力で補正して、摩耗体積 mm³ で表示します。エラストラン®はどのグレードでも摩耗量が少なく、ほとんどの場合 35mm³ 以下です。しかし、成形前に十分に乾燥することおよび成形後のアニールが重要であり、摩耗量はこの予備乾燥の度合いによって異なります。

⑫ 摩擦

プラスチックの摩擦について実用に値する評価は難しく、摩擦挙動に影響を与える要因をはっきりと断定するのは困難です。

エラストラン®の摩擦挙動は硬度によって変わり、低硬度になると粘着すべり(スティックスリップ)の様相を示し、摩擦は増えます。

2. 熱的特性

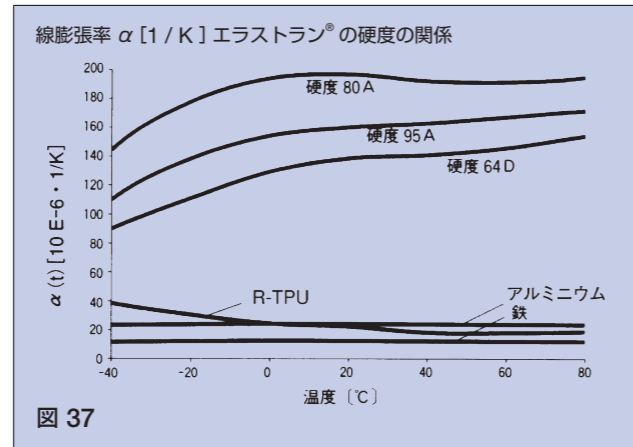
① 熱膨張

他の全ての材料と同様にエラストラン®も温度によって長さが変化し、これは可逆的です。この変化率を JIS K6911 では線膨張率 α [1/K] で示します。

図 37 では、いくつかのエラストラン®の線膨張率を硬度と温度を変えて表し、参考までに鉄・アルミニウムの線膨張率と比較しました。

ガラス繊維強化エラストラン®(ガラス繊維含有率 20%)では、線膨張率が鉄、アルミニウムに近くなっているのが分かります。

線膨張率は図 37 のように温度によって左右されますので、各種用途でこの変化を考慮に入れておくことが必要です。

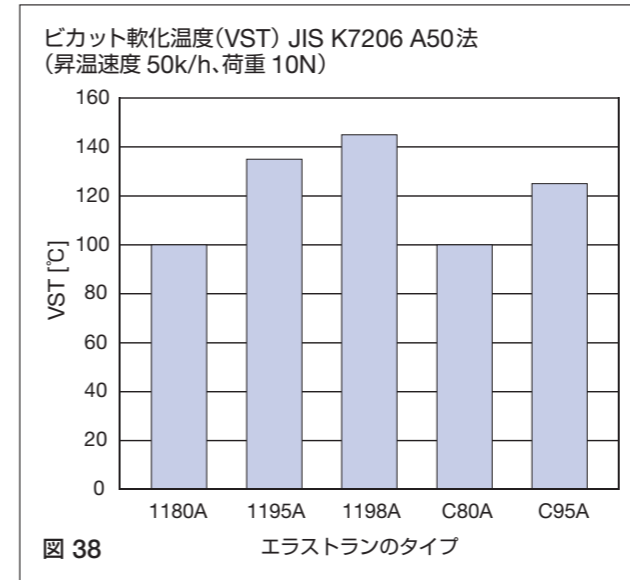


② 熱変形

温度上昇下におけるプラスチック製品の限界評価には様々なテスト方法があります。これらの中には、ISO306 に規定される Vicat Softening Temperature (ピカット軟化点) や、ISO75 に規定される Heat Deflection Temperature (荷重たわみ温度) があります。

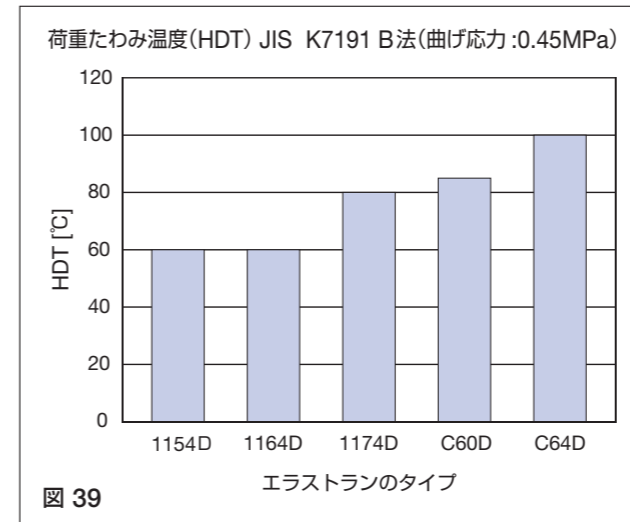
③ ピカット軟化温度

この試験は、油または気体を介して一定の温度上昇環境下 (50k/h または 120k/h) にある試験片に、1mm² の面積を持つ針状圧子に負荷 (10N または 50N) を与えるものです。ピカット軟化温度 (VST) は試験片に針状圧子が 1mm 刺さる温度を示します。



④ 荷重たわみ温度

この試験は、ピカット軟化温度と同様に油または気体を介して一定の温度上昇環境下 (50k/h または 120k/h) において測定されます。3点曲げにおいて、A、B、C 法と試験片の硬さによって 0.45MPa、1.80MPa、8MPa の応力を与えるものです。荷重たわみ温度 (HDT) は試験片が 0.2 から 0.3mm (試験片の高さによって変わる) 曲がる温度を示します。



⑤ 熱的特性代表値

表3 エラストラン®の熱的特性代表値

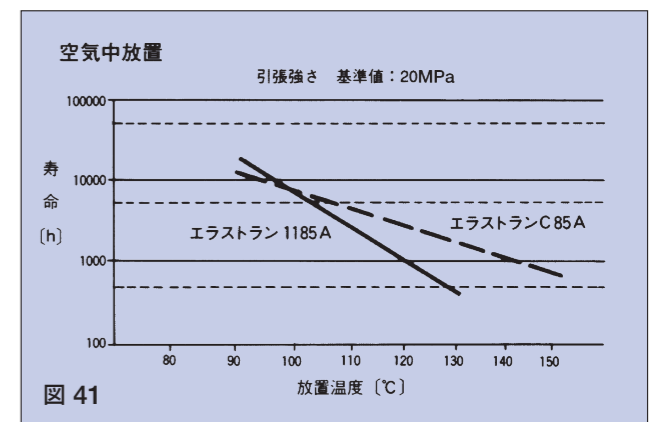
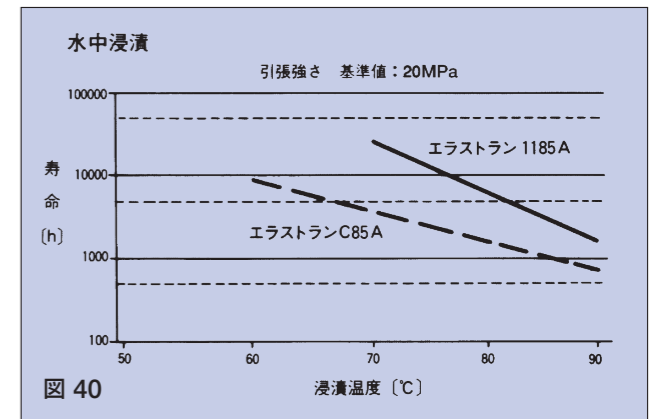
項目	規格	単位	低硬度→高硬度
熱伝導率	DIN 52612	W/mK	0.19 → 0.25
燃焼熱			
-加熱値	DIN 51900	J/g	25,000 → 29,000
-燃焼値		J/g	26,000 → 31,000
比熱			
-常温	DIN 51005	J/g K	1.5 → 1.8
-溶融温度		J/g K	1.7 → 2.3

⑥ 連続使用可能温度

TPU 成形品が実用上どの程度の期間高温での使用に耐えるかについては、影響因子が多すぎて予測が不可能です。成形品材料を比較できるように、「連続使用温度」の観点から、色々な温度で長期放置試験を行い、「アレニウス」の関係図を作成しました。

このグラフから各温度でどれ位の時間が経過した時に引張強さが基準値に達するかが分かります。

例えば、図 40、41 で成形品が各温度でどれくらいエージングされた時、基準値 (引張強さ 20MPa) を下回るかを示します。



3. 気体透過性

気体が試験体の中を通過していくことを透過と呼びます。これは3段階からなります。

1. 試験体への気体の吸着・吸収
2. 試験体中での気体の拡散
3. 試験体からの気体の蒸発

気体透過係数 Q [$\text{m}^2/(\text{s} \cdot \text{Pa})$] は物質によって決まる値で、一定の表面積、厚みをもつ試験体中を一定の分圧差の気体が一定の時間内に通過する気体の体積で表されます。

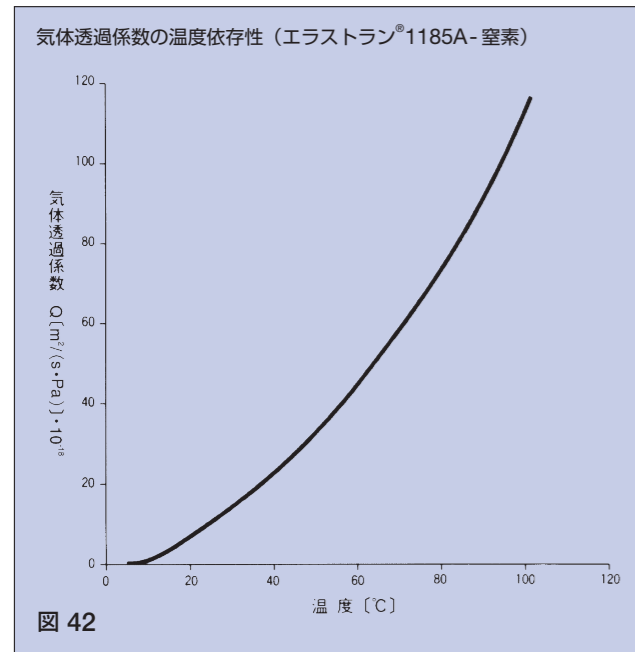
表4は各種気体の透過係数(20℃)をエラストラン®について示したものです。

表4

エラストラン®	気体透過係数 $Q[\text{m}^2/(\text{s} \cdot \text{Pa})] \cdot 10^{-18}$						
	気体						
	Ar	CH ₄	CO ₂	H ₂	He	N ₂	O ₂
C80A	12	11	200	45	35	4	14
C85A	9	6	150	40	30	3	10
C90A	5	4	40	30	25	2	7
C95A	3	2	20	20	20	1	4
1180A	14	18	230	70	50	6	21
1185A	9	14	180	60	40	5	16
1190A	7	9	130	50	30	4	12
1195A	6	5	90	40	20	3	8

この値はDIN 53536によって測定され、その値は温度によって変化します。

エラストラン®1185Aについて窒素の透過係数の温度依存性を図42に示しています。



一方、プラスチックの水蒸気透過度 WDD [$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$] はJISZ0208により測定されます。この値は一定雰囲気中(JISでは40℃、相対湿度90%)に放置し、所定時間ごとに透過した水蒸気の重量を測定し、1 m^2 当りに換

算したものです。なお、透過率はフィルムの厚みに反比例します。

表5は試料厚さ1mm、温度23℃、相対湿度93%の水蒸気透過度の値です。

表5

水蒸気透過度 WDD [$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]		試験体1mm厚	
エラストラン®	WDD	エラストラン®	WDD
C80A	18	1180A	21
C85A	15	1185A	17
C90A	10	1190A	15
C95A	8	1195A	12
C64D	2	1164D	3

4. 電気的特性

プラスチックの電気導電率は低いので、しばしば絶縁体として用いられます。電気関連の用途に関する特性を示します。

エラストラン®の標準的な抵抗値を測定するには試験片を100℃で20時間処理してから、標準状態(23℃、相対湿度50%)に保管した後にいきます。

電気的特性は、水分、温度、周波数に依存しますので、安全率を見ても必要があります。

試験結果は12頁の『電気的特性一覧表』を参照して下さい。

① トラッキング

トラッキングは絶縁体の表面に導電性の経路が徐々に形成され、絶縁破壊をおこす現象です。これは一般的には、電気負荷と表面の電解質不純物の相互作用によって生じます。

IEC60112に従って測定される相対トラッキング指数(CTI)は絶縁体表面に電圧を印加した状態で指定された試験液50滴を滴下して、どの電圧であればトラッキング破壊しないかを測定した最大電圧です。

② 耐電圧

IEC60243による絶縁耐圧 E_d [kV/mm] は絶縁体を挟んだ電極間距離に対する破壊電圧で表されます。破壊電圧とは絶縁体が破壊に至る点の交流電圧の実値です。平面電極と球の組み合わせが用いられます。球の直径は20mm、平面の径は50mm [K20/P50]、試験片厚さは2mmです。

③ 表面抵抗率

表面抵抗率 R_o [Ω] は試験片の表面の抵抗であり、所定の形状の電極を所定の距離で試験片表面に固定して測定されます。電極の配置についてはIEC 60093に種々の例があります。エラストラン®については配置Eによって測定され、その値は 10^9 から $10^{13} \Omega$ の範囲にあります。表面抵抗率の比較には、同一条件での結果を使用して下さい。

④ 体積抵抗率

IEC 60093で規定される体積抵抗率 P_d [$\Omega \cdot \text{cm}$] とは試験片の相対する2面に設置した電極間の電気抵抗値です。電極配置の仕方によって、表面抵抗率を無視することができるようになっていきます。この体積抵抗率によって種々の物質の比較ができます。

エラストラン®では硬度によって異なり、この値は 10^8 から $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあります。

⑤ 誘電率

誘電率 ϵ_r とは電気分極の強弱を示す絶縁体中と空気中の静電容量の比です。この値はIEC60250によって測定され、絶縁体を電極で挟んで電気を流した場合、分子内(ポリマー内)で電荷が+-に分極する現象が起きます。この分極の強弱を示した値が誘電率で、一般的に真空の誘電率に対する比誘電率を用います。12頁の『電気的特性』の値は23℃で50Hz、1kHz、1MHzでの測定値です。

⑥ 誘電正接

IEC 60250によると、絶縁物を誘電体とする時の誘電正接、 $\tan \delta$ は誘電体内の電流と電圧の位相差の90℃からのずれ、いわゆる誘電体損失角の正接です。

普通に用いられる誘電率と同様、誘電正接とは絶縁物内での電気エネルギーの損失を意味します。

絶縁体に交流電圧を印加した場合、分子の分極による運動がおこり、電気エネルギー一部が熱エネルギーとなります。この電気エネルギーの損失の目安として充電される電流と損失される電流の比で示したものです。エラストラン®では23℃、50Hz、1kHz、1MHzで測定しています。

電気特性一覧表

エラストラン®	単位	C60AW	C80A	C85A	C90A	C95A	C59D	C60D	C64D	C74D		1175AW	1180A	1185A	1190A	1154D	1164D	1174D	1185AF	R1000	R2000	R3000	試験片の前処理： 100℃, 20時間アニール後, 23℃, 相対湿度50%下で14日間 放置	
耐トラッキング性	CTI	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600		> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	> 600	DIN/IEC 60112 DIN 50014 標準条件下で測定
耐電圧 E _d	kV/mm	12	31	39	47	48	> 49	> 48	> 49	> 49		49	39	48	46	> 50	> 49	> 49	33	49	> 49	> 49	> 49	IEC 60243 electrode K 20,P 50 試験片の厚み 2mm
表面抵抗 R _{OA}	Ω	> 10 ⁹	> 10 ¹⁰	> 10 ⁹	> 10 ¹⁰	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹³		> 10 ⁹	> 10 ¹¹	> 10 ¹⁰	> 10 ¹⁰	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹³	> 10 ¹⁰	> 10 ¹⁰	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	> 10 ¹²	試験法 :IEC 60093 標準条件下で測定
体積抵抗率 P _D	Ω・cm	> 10 ⁸	> 10 ¹⁰	> 10 ¹⁰	> 10 ¹⁰	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹³	> 10 ¹³		> 10 ⁹	> 10 ¹¹	> 10 ¹¹	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹⁴	> 10 ¹⁰	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹²	伝導性シルバー電極使用 IEC 60093
誘電率 ε'	10 ⁶ Hz 10 ³ Hz 10 ⁶ Hz	8.9 7.8 7.3	7.1 6.6 6.1	6.7 6.4 5.9	6.5 6.1 5.4	6.4 6.1 5.3	6.2 5.8 4.9	5.9 5.6 4.8	5.6 5.3 4.5	5.1 4.8 4.1		7.9 7.5 6.8	8.0 7.6 6.5	7.5 7.2 6.1	7.1 6.6 5.5	6.3 5.9 4.9	5.8 5.4 4.6	5.3 5.0 4.3	7.5 6.8 5.7	6.6 6.2 5.5	6.3 5.8 5.2	6.1 5.7 5.1	試験法 :IEC 60250 試験片の厚み 2mm 標準条件下で測定	
誘電正接 tan δ	50Hz 10 ³ Hz 10 ⁶ Hz	1.7 0.12 0.029	0.20 0.024 0.053	0.083 0.019 0.048	0.048 0.022 0.051	0.036 0.024 0.054	0.028 0.030 0.055	0.028 0.030 0.051	0.032 0.031 0.050	0.034 0.031 0.045		0.13 0.024 0.11	0.121 0.026 0.087	0.063 0.026 0.081	0.053 0.025 0.074	0.036 0.038 0.060	0.035 0.035 0.048	0.038 0.034 0.038	0.13 0.030 0.077	0.118 0.027 0.041	0.071 0.029 0.042	0.032 0.028 0.041	試験法 :IEC 60250 試験片の厚み 2mm 標準条件下で測定	

化学的性質

プラスチックがその使用用途に合っているかどうかの判断に、耐薬品性を考慮することがしばしばあります。TPUのタイプや、それと接触する化学物質の組成によってその作用はまったく異なります。

従って、以下にあげる項目の全てのケースについてその影響を明示することは困難です。

例えばTPUの耐薬品性に関して、潤滑油などを例にとりましても含有添加物の有無によって大きく左右されることがあります。

16頁の「耐薬品性・耐溶剤性」は一般的な指標です。よって、特殊な用途については事前に耐薬品テストを行って膨潤と物性への影響を調べる必要があります。

1. 膨潤

膨潤とは固体が液体を吸収する単純な物理的プロセスです。

このプロセスでは固体に入った液体は化学作用を及ぼしませんが、結果的に体積と重量が増えて物性値が低下します。

液体が蒸発すると膨潤状態がなくなり、物性も殆ど元に戻ります。このように膨潤は可逆的プロセスです。

2. 耐薬品性

耐薬品性は接触する時間、温度そして化学物質のタイプと濃度の影響を受けます。

TPUが分解する時には分子鎖の切断が起こっていますが、通常、膨潤はこの前触れです。分解が起こればTPUの強度が落ち、極端なケースでは成形品の崩壊に至ることもあります。

① 酸、アルカリ溶液

エラストラン®は濃い酸やアルカリの溶液には室温でも物性の影響を受けますので、これらとの接触は避けて下さい。薄い酸やアルカリ溶液には室温では短時間なら大丈夫です。

② 飽和炭化水素

軽油、イソオクタン、石油エーテル、灯油などの飽和炭化水素と接触するとエラストラン®は可逆的な膨潤を起こします。室温では膨潤の程度は1～3%で、引張強さの低下は20%以下です。これらの溶液が蒸発してしまうと膨潤は無くなり、物性はほとんど元の水準に戻ります。

③ 芳香族炭化水素

ベンゼン、トルエンなどの芳香族炭化水素に接触すると、エラストラン®の膨潤は室温でもかなり大きくなります。重量増加率50%になることもあり、それに応じて物性も低下します。

④ 潤滑油、グリース

ASTM No.1, IRM 902, IRM 903 オイルでは室温で試験してもエラストラン®の強度は落ちません。

また、100℃、3週間の浸漬でも強度への影響はありません。

エラストラン®の潤滑油、グリースへの耐久性はこれらに含まれている添加剤にも影響されます。添加剤の中にはエラストラン®と反応して不可逆な劣化を起こすものがあります。

この場合には別途試験を行う必要があります。

⑤ 溶剤

エタノール、イソプロパノールなどの脂肪族アルコールに浸漬するとエラストラン®は膨潤を起こし引張強さが低下します。温度が高いとこの変化が大きくなります。メタノールはポリエステル系エラストラン®を劣化させます。

アセトン、メチルエチルケトン (MEK)、シクロヘキサノンなどのケトン類はTPUを一部溶解します。エラストラン®をこれら溶剤の中で長時間使用するの是不適当です。

酢酸エチル、酢酸ブチルなどの脂肪族エステルはエラストラン®をひどく膨潤させます。

ジメチルホルムアミド (DMF)、N-メチルピロリドン、テトラヒドロフラン (THF) など極性の強い溶剤はTPUを大きく膨潤・溶解させます。

3. 耐微生物性

ポリエステル系TPUは高温多湿状態にさらされると、微生物の動きが激しくなって微生物分解を起こすことがあります。微生物が出す酵素がエステル結合を切断してTPUを分解します。微生物分解は初期の段階で変色により目視確認することができます。

次に細菌がより深く入り込むことで表面に亀裂が発生し、ついにTPUが完全に崩壊するに至ります。

ポリエーテル系TPUは高い耐微生物特性を示します。

DIN VDE0472 Part704に規定のけん化価が耐微生物性の重要な評価基準になります。ナチュラルTPUはけん化価が200mgKOH/gまでなら耐微生物性があるとVDE0282/10に規定されています。

組成や硬度によってポリエーテル系TPUのけん化価は150前後、ポリエステル系TPUは450前後になります。ポリエステル系TPUとポリエーテル系TPUの混合によるけん化価は、その混合重量比率で計算できます。エーテル系TPUにエステル系TPUを約10%程度添加 (たとえば、エステル系TPUベースのカラーマスターバッチを添加する場合) しても耐微生物性は損ないません (けん化価が200未満のため)。エステル系TPUをさらに添加すれば耐微生物性は劣っていきます。

4. 耐水性

ポリエステル系TPUは温水、飽和水蒸気、高温多湿の気候に長時間さらされると、エステル結合が加水分解によって切断され元に戻らなくなります。この結果、物性が低下します。軟らかいグレードは硬いグレードに比べてエステル基含量が多いので、この影響が大きく現れます。ポリエステル系エラストラン®は湿度の高くない室温では加水分解は殆ど起こりません。

ポリエーテル系エラストラン®は化学構造が異なるので、加水分解に対してははるかに強くなります。

図43、44にポリエステル系とポリエーテル系エラストラン®を80℃の温水中に浸漬した場合の加水分解による引張強さと破断時伸びの変化を示します。

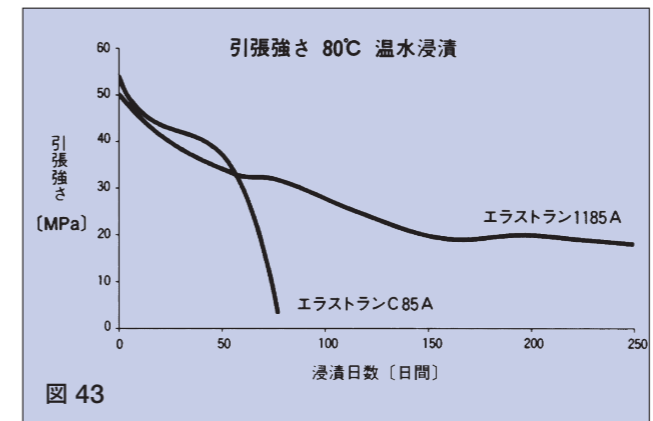


図 43

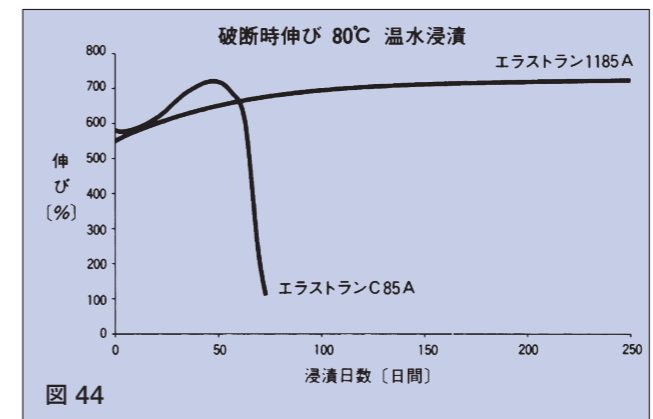


図 44

DIN 57472 / VDE 0472 Part 704に規定されているけん化価 {mgKOH/g} は加水分解の目安として重要です。この値がTPUの加水分解の評価基準として用いられます。

けん化価は1gのサンプルをけん化に必要なKOHのmg数で表されます。

その値は、ポリエーテル系エラストラン®は、175mgKOH/g以下ですが、ポリエステル系エラストラン® (C系) は高く、450mgKOH/gくらいです。

5. 耐紫外線、放射線

① 紫外線照射

プラスチックは紫外線照射により化学的に分解し、その分解の度合いは照射の強さと期間によります。ポリウレタンでは表面からもろくなり始めます。この現象にともなって、黄変や機械的強度の低下が起こります。

キセノンアーク照射試験は劣化挙動を予測するのに用いることができます。フィルターを用いることにより太陽光のスペクトルを再現することができます。

このように、照射によってまず表面が劣化してもろくなりますが、この劣化は表面から一定の深さまでです。従って、比較試験をする時に同じ厚みの試験片を用いる必要があります。厚肉の試験片では照射による劣化部分の割合は小さくなり、逆に薄肉の試験片では劣化部分の割合は大きくなります。

紫外線による劣化を防止するには紫外線吸収剤や顔料の添加が有効です。弊社では適切な添加剤やカラーマスターバッチを準備しています。

② 高エネルギー線照射

エラストラン®は他のプラスチックよりも高エネルギー線の照射に対して耐性があります。 α -、 β -、 γ -線照射に対する耐性は照射強度と照射量、試験片の形とサイズ、試験雰囲気によって左右されます。添加剤を高エネルギー線照射によって励起して架橋することにより、例えば耐熱、耐薬品性などの改良をすることができます。

6. 燃焼性

プラスチックは他の有機物と同様に可燃性です。焼却時の挙動は次の要因によって左右されます。

- 引火性
- 炎の伝播性
- 燃焼速度
- 発煙度 (煙の濃度と燃焼ガスの毒性)
- 燃焼物の表面積 / 体積の比
- 熱伝導率
- 発熱量

また、燃焼挙動は上述の要因の他に次の環境の影響も受けます。

- 分散剤
- 貯蔵の仕方
- 量
- 温度
- 換気
- 点火源の強度と時間

これら多くの要因が複雑にからみあっていますので、プラスチックの燃焼挙動を総括的、かつ一般的に説明することはできません。したがって、代表的な例をそれぞれシミュレートした基準や規格が多くあります。このような事情がありますので、不明の点は弊社に相談していただくようお願いもうしあげます。特定の用途には難燃タイプのエラストラン®をお勧めします。このタイプのものは炎の発生と伝播をより防ぐことができます。一つの基準ですべて起こりえるケースをカバーできません。プラスチックの燃焼性に関する最も重要な基準に関して、エラストラン®の典型的な結果を次に示します。

● UL94 (Underwriters Laboratories)
エラストラン®のスタンダードグレードは HB に属します。可塑剤含有品は V2 相当になるものもあります。ノンハロゲン難燃品である 1185A10FHF は V0 になります。ご要望があれば、イエローカードはあるグレードに限定して対応できます。

● ISO4589 (酸素指数)
この試験法は燃焼を継続するのに必要な最低酸素含量を測定するものです。エラストラン®はグレードにより 22 ~ 25 の値を示します。

● FMVSS 302 (Federal Motor Vehicle Safety Standard)
エラストラン®の全てのグレードがこれに適合します。規定された試験条件下では最高燃焼速度 4 インチ / 分 (101.6mm/分) を超えることはありません。

● DIN EN50267-2-2 (燃焼ガスの腐食性)
エラストラン®のスタンダード品や可塑剤品がこの基準を満たします。添加剤によって燃焼挙動が変わることがあります。詳細は弊社にお問い合わせ下さい。

7. 耐オゾン性

オゾン分子 (O₃) は 3 個の酸素原子からなり、大気中で高エネルギー紫外線によって酸素分子が反応して生成します。オゾンは特に有機物との反応性が高いため、ゴム基を含有するエラストマーはオゾンによって分解が起こり、クラックが発生し劣化します。しかし、エラストラン®はオゾンに強い特性をもっています。VDE0472 part805 試験結果によると TPU は「クラックフリー」を意味するステージ 0 で、弾性損失や硬化等はありません。

耐薬品性・耐溶剤性

代表的なエラストラン®の耐薬品性、耐溶剤性を 17 頁にまとめました。お考えの用途の参考になれば幸いです。本表は薬品ごとの大まかな分類 (例えば弱酸、鉱酸、アルカリ、溶剤という具合) で、お役に立ちやすくしています。

試験方法

テストピース	JIS K6251	6号ダンベル
	(100℃)	20時間 アニール処理済検体)
浸漬温度	化学薬品	20℃ 60℃
	溶剤	20℃
評価基準	化学薬品	引張強さが 20MPa に低下する時期
	溶剤	3週間後の膨張率と引張強さの低下率 (取出し 15 分後湿った状態で測定)

評価

耐性時間の分類	評価
時間単位で物性を落とすもの	H
日数単位で物性を落とすもの	D
週単位で物性を落とすもの	W
月単位で物性を落とすもの	M
年単位で物性を落とすもの	Y

参考

温度の影響としては一般的には 10℃低いと耐性時間は約 2 倍となり、反対に 10℃高くなると半分になると考えて下さい。
耐薬品性、耐溶剤性は分子鎖間の水素結合の数に比例して影響を受けます。この結合の数は硬度が上がると増えますので耐性も硬度が高い程向上します。極性の強い薬品、溶剤は分子間結合を一部、あるいは全部を切り離し膨潤、溶解の作用を起こします。溶剤の膨潤、溶解による作用は化学薬品による分解とは異なり分子の分解ではありませんので、溶剤が蒸発すれば、ほぼ元の物性を回復します。この原理を利用して塗料、コーティング剤、各種バインダーへの用途展開が可能です。但し、メタノールは溶剤というより化学薬品の扱いをお願いします。

耐薬品性一覧表

No.	項目	試験体	A		B		C		備考
			S85A		C85A		1185A		
			20℃	60℃	20℃	60℃	20℃	60℃	
0	水	水道水	Y	M	Y	M	Y	Y	
		海水	Y	M	Y	M	Y	Y	
1	弱酸 カルボン酸	3% 酢酸	W	D	W	D	Y	M	
		3% 乳酸	W	D	W	D	Y	M	
		3% ほう酸	M	W	M-Y	W-M	Y	M	
		3% フェノール	W-M	D	M-Y	W	Y	M	(C)引張強さが初期値の50%
		3% ギ酸	W-M	D	M-Y	W	Y	M	//
		3% プロピオン酸	W-M	D	M-Y	W	Y	M	//
		3% 酪酸	W-M	D	M-Y	W	Y	M	//
		3% ラウリン酸	W-M	D	M-Y	W	Y	M	//
		3% オレイン酸	W-M	D	M-Y	W	Y	M	//
		3% ステアリン酸	W-M	D	M-Y	W	Y	M	//
2	錯塩生成カルボン酸	3% クエン酸	M	D	M	D	Y	M	
3	弱鉱酸	3% 硫化水素ナトリウム	M	D-W	M-Y	W	Y	M	
		3% リン酸	M	D	M	W	Y	M	
4	強鉱酸	3% 塩酸	M	H	M	H	Y	M	
		3% 硫酸	M	H	M	H	Y	M	
5	バッテリー液	バッテリー液	D	H	D	H	Y	M	
6	酸化性鉱酸	3% 硝酸	D	H	D	H	D	H	
7	酸化性鉱酸 (PH7 付近)	35% 過酸化水素	W-M	-	M	-	M	-	
		3% 硝酸ナトリウム	W-M	W	Y	M	Y	M	
		3% 次亜塩素酸ナトリウム (漂白液)	W	D	W	D	M	W	(A,B,C) 表面べとつき
		0.5% 漂白液	M	W	M	W	Y	M	//
8	還元性溶液	3% 亜硫酸ナトリウム	M-Y	W-M	Y	M	Y	M	
9	アルカリ性	飽和水酸化ナトリウム	M-Y	W	Y	M	Y	M	
		3% 炭酸ナトリウム	M-Y	W	Y	M	Y	M	
		3% 水酸化ナトリウム	M	W	M	W	Y	M	
		3% トリエタノールアミン	M	W	M-Y	W	Y	M	
10	アンモニア系溶液	3% 尿素	M	W	M-Y	W	Y	M	
		3% アンモニア	D	H	W	D	Y	M	
		3% 塩化アンモニウム	M-Y	W-M	Y	M	Y	M	
11	アルコール	メタノール	D	-	W-M	-	M	-	
		エタノール	M	-	M	-	Y	-	
		イソプロパノール	M	-	M	-	Y	-	
12	FAM 試験液 *1 自動車燃料 (DIN 51604)	試験液 A	M	-	Y	-	Y	-	
		試験液 B	D	-	M	-	M	-	(C) 膨潤大
		試験液 C	D	-	W	-	M	-	(C) 膨潤大
13	ASTM 油	ATSM 油 No.1	Y	M	Y	M	Y	M	
		ATSM 油 No.2	Y	M	Y	M	Y	M	
		ATSM 油 No.3	Y	M	Y	M	Y	M	
14	雑	不凍液 / 水 = 1/1.5	M	W	M-Y	W	Y	M	
		シリコンオイル (ジメチルポリシロキサン)	Y	M	Y	M	Y	M	(A,B,C) 多くの油圧油は TPU を溶解する
		プレーキ油	H	H	H	H	H	H	
		トリクロロエタン (体積膨潤)	M (39%)	-	M (41%)	-	M (52%)	-	
		酢酸エチル (体積膨潤)	M (65%)	-	M (59%)	-	M (76%)	-	(C) 膨潤により引張強さが低下

※1 FAM 試験液	試験液 A 組成	試験液 B 組成	試験液 C 組成
	50.0 vol % トルエン	42.0 vol % トルエン	20.0 vol % トルエン
	30.0 vol % イソオクタン	25.5 vol % イソオクタン	12.0 vol % イソオクタン
	15.0 vol % ジイソブチレン	13.0 vol % ジイソブチレン	6.0 vol % ジイソブチレン
	5.0 vol % エタノール	15.0 vol % メタノール	58.0 vol % メタノール
		4.0 vol % エタノール	2.0 vol % エタノール
		0.5 vol % 水	2.0 vol % 水

耐溶剤性一覧表 (20°C 3週間浸漬後)

No.	項目	試験体	A		B		C	
			S85A		C85A		1185A	
			膨潤率	引張強さ低下率	膨潤率	引張強さ低下率	膨潤率	引張強さ低下率
			%	%	%	%	%	%
15-1	脂肪族炭化水素	ペンタン	3	20	5	10	10	20
		シクロヘキサン	4	15	7	10	22	10
		イソオクタン	2.5	-	2.5	-	7.5	-
		他の脂肪族および脂環式炭化水素 *2	2.5	-	2.5	-	7.5	-
15-2	芳香族炭化水素	トルエン、ベンゼン、キシレン等 芳香族炭化水素	52	55	60	45	65	50
15-3	脂肪族エステル	酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸アルミ等 短鎖のエステル	75	70	70	65	70	75
15-4	脂肪族ケトン	メチルエチルケトン、アセトン、 メチルイソブチルケトン (MIBK) 等 脂肪族短鎖ケトン	105	80	110	80	130	90
15-5	脂肪族ハロゲン化物 (炭素数 1~2)	メチレンクロライド	175	75	155	65	190	95
		クロロホルム	280	75	200	70	-	殆ど溶解
		テトラクロロエチレン	20	40	28	35	50	45
		トリクロロエタン	54	39	65	39	75	54
15-6	芳香族ハロゲン化 炭化水素	炭素数 2 迄のハロゲン化脂肪族炭化水素	54	39	65	39	75	54
		クロロベンゼン等 芳香族ハロゲン化炭化水素	90	60	100	55	110	60
15-7	ASTM 油	No.1 (100°C)	2	-	-	-	1	-
		No.2 (100°C)	1	-	3	-	12	-
		No.3 (100°C)	3	-	6	-	18	-
15-8	TPU の溶媒	テトラヒドロフラン	> 450	殆ど溶解	> 450	殆ど溶解	-	溶解
		ジメチルホルムアミド (DMF)	-	溶解	-	溶解	-	溶解
		ジメチルアセトアミド	-	溶解	-	溶解	-	溶解
		N-メチルピロリドン	-	溶解	-	溶解	-	溶解
		ジメチルスルホキシド (DMSO)	-	溶解	-	溶解	-	溶解
16	アルコール	ピリジン	-	溶解	-	溶解	-	溶解
		メタノール	18 (不安定)	80 (不安定)	18 (数週間安定)	58 (数週間安定)	28	60
		エタノール	16	52	18	52	33	64
		イソプロパノール	14	44	17	42	30	50
		ベンジンアルコール	300 (不安定)	95 (不安定)	270 (不安定)	85 (不安定)	測定不可能 (不安定)	溶解 (不安定)
17	グリコール	エチレングリコール	2	-	2	-	4	15
		グリセリン	-	-	-	-	-	-
18	FAM 試験液 *1 自動車燃料 (DIN 51604)	試験液 A	39	55	45	50	67	60
		試験液 B	38 (不安定)	72 (不安定)	38 (数週間安定)	55 (数週間安定)	68	74
		試験液 C	21 (不安定)	60 (不安定)	24 (数週間安定)	50 (数週間安定)	43	70
19	ディーゼル燃料	ディーゼル燃料	3.0	15	5.0	-	11	-
20	燃料 (イソオクタン/トルエン) (ASTM D471)	A (10/0)	2.5	-	2.5	-	7.5	-
		B (7/3)	13	30	18	32	25	36
		C (5/5)	21	40	27	38	38	44
		D (6/4)	17	37	21	36	31	44

*2 メタン、エタン、プロパン、ブタン、ヘキサン、オクタン
石油エーテル、パラフィン油、ディーゼル油

耐薬品性一覧表 (体積変化率)

<試験片> 100°C、20 時間アニールしたものを使用
<試験期間> 23°C、7 日間

<評価> + 安定 (体積変化率 0~3%)
⊕ やや安定 (体積変化率 4~15%)
⊖ やや不安定 (体積変化率 16~30%)
- 不安定 (体積変化率 >30%)
○ 溶解

項目	ポリエステル系		ポリエーテル系	
	C85A	C64D	1185A	1164D
アセトン	-	-	-	-
アニリン	-	-	-	-
アノン	-	-	-	-
亜硫酸ナトリウム	⊕	⊕	⊕	⊕
アンモニア 3N	+	+	+	+
イソオクタン燃料 1*	+	+	+	+
イソオクタン/トルエン 70/30 燃料 2*	⊖	⊕	⊖	⊕
イソオクタン/トルエン 50/50 燃料 3*	⊖	⊖	⊖	⊖
イソプロパノール	⊖	⊕	⊖	⊕
ASTM 1 号油	+	+	+	+
ASTM 2 号油	+	+	+	+
ASTM 3 号油	+	+	+	+
ASTM 燃料 A	+	+	+	+
ASTM 燃料 B	⊖	⊕	⊖	⊕
ASTM 燃料 C	⊖	⊖	⊖	⊖
エーテル	⊖	⊖	⊖	⊖
エタノール	⊖	⊖	⊖	⊖
MEK	-	-	⊖	⊖
塩化アルミニウム 10% 水溶液	+	+	⊕	⊕
塩化アンモニウム 10% 水溶液	+	+	⊕	⊕
塩化エチレン	⊕	⊕	⊕	⊕
塩化カリウム 10%, 40% 水溶液	+	+	⊕	⊕
塩化カルシウム 10%, 40% 水溶液	+	+	⊕	⊕
塩化マグネシウム 10%, 30% 水溶液	+	+	⊕	+
塩化メチレン	-	-	-	-
N-メチルピロリドン	○	○	○	○
塩酸 3N	+	+	+	+
オゾン	+	+	+	+
過酸化水素 3%	+	+	+	+
苛性カリ 3N	+	+	+	+
苛性ソーダ 10% 水溶液	+	+	+	+
カルシウム石鹸 (滑剤)	+	+	+	+
過マンガン酸カリウム 5% 水溶液	⊖	⊖	-	-
機械油 SAE 90	+	+	+	+
キシレン	-	-	-	-
ギ酸 3N	⊖	⊖	-	-
クエン酸	⊕	⊕	⊕	⊕
クロム酸 3N	-	-	-	-
クロルベンゼン	-	-	-	-
クロロホルム	-	-	-	-
グリコール	+	+	+	+
グリセリン	+	+	+	+

* DIN 53521

項目	ポリエステル系		ポリエーテル系	
	C85A	C64D	1185A	1164D
ケロシン	+	+	+	+
工業用水	+	+	+	+
鉱油	ASTM 油参照			
酢酸 3N	⊕	+	⊕	+
酢酸ブチル	-	-	-	-
酢酸メチル	-	-	-	-
酢酸エチル	-	-	-	-
酢酸メチルセロソルブ	-	-	-	-
四塩化炭素	⊖	⊖	-	⊖
シクロヘキサン	⊕	+	⊖	⊕
硝酸 3N	○	○	-	⊖
硝酸カリウム	⊕	⊕	⊕	⊕
食塩水 (10%)	+	+	⊕	+
次亜塩素酸ナトリウム溶液 pH13	+	+	+	+
ジメチルアセトアミド	○	○	○	○
蒸留水	+	+	+	+
重クロム酸カリウム 10% 水溶液	+	+	⊕	+
石油	+	+	⊕	+
石油エーテル	+	+	+	+
第二塩化鉄 10% 水溶液	⊕	⊕	⊕	⊕
テトラクロルエチレン	-	-	-	-
テルペン油	⊕	+	⊕	+
THF	-	-	-	-
ディーゼル油	+	+	⊕	⊕
デカリン	⊖	⊖	⊖	⊖
DMF	○	○	○	○
トリクレン	-	-	-	-
トルエン	-	-	-	-
ナトリウム石鹼 (滑剤)	+	+	+	+
乳酸 3N	⊖	⊖	⊖	⊖
二硫化炭素	⊖	⊖	-	-
パークロルエチレン	-	-	-	-
パラフィン	+	+	+	+
ビリジン	○	○	○	○
フッ化炭化水素 Frigen12	⊖	⊖	⊖	⊖
フッ化炭化水素 Frigen22	⊖	⊖	⊖	⊖
プロパンガス	⊕	⊕	⊕	⊕
ブタノール	⊖	⊖	-	-
ブタンガス	⊕	⊕	⊕	⊕
ブレーキ油 ATS	-	⊖	-	⊖
ブレーキ油 ATE	-	⊖	-	⊖
ベンジルアルコール	○	○	○	○
ベンゼン	-	-	-	-
メタノール	⊕	⊕	⊖	⊖
メタンガス	⊕	⊕	⊕	⊕
メチルセロソルブ	-	-	-	-
リチウム石鹼 (滑剤)	+	+	+	+
硫化水素ナトリウム 10% 水溶液	⊕	⊕	⊕	⊕
硫酸 3N	+	+	+	+
リン酸 3N	⊖	⊖	-	-

索引

A-Z

FMVSS 302	16
UL94	16

あ

圧縮永久歪	7
アニール	7,8,19
応力ひずみ曲線	4

か

化学構造	1
ガラス転移点	2,3
緩和	3
機械的強度	1,15
気体透過性	10
グリース、潤滑剤	14
高エネルギー放射線	15,16
硬度	2
降伏強さ	4
降伏伸び	4

さ

酸、アルカリ溶液	14
酸素指数	16
紫外線	15
脂肪族炭化水素	14,18
使用温度	9
衝撃試験	8
衝撃強さ	8
水蒸気透過度	10
スティックスリップ効果	8
絶縁破壊強さ	10
線膨張	8
線膨張係数	8

た

耐オゾン性	16
耐水性	15
体積抵抗値	11,12
耐電圧	10,12
耐トラッキング性	12
耐微生物性	14
耐放射線性	15
耐薬品性	14,16,17,19
弾性率	1,2
低温柔軟性	1

電気特性	10,12
同一時間応力-歪ダイアグラム	7
トラッキングインデックス	10

な

熱的特性	8
熱伝導	9,15
熱変形	8
熱膨張	8
燃焼ガスの腐食性	16
燃焼特性	15
ノッチ付衝撃強度	8
伸び	4

は

破断伸び	15
ピカット軟化温度	8,9
引裂き強度	6
引張り強度	4
比熱	9
捻り振動試験	3
捻り (トーション) 弾性	3
芳香族炭化水素	14
膨潤	14

ま・や・ら

摩擦	8
摩耗性	8
誘電率	11
溶剤	14,16,18
劣化	15