

物性ガイド

VICTREX™ PEEK

ビクトレックス・イノベーションの基盤となる超高性能ポリマー



目次

はじめに

機械物性	2
引張特性	2
曲げ特性	3
圧縮特性	3
クリープ特性	3
疲労特性	4
衝撃特性	4
熱的物性	5
熱変形温度	6
相対温度指数	6
熱老化	6
線膨張係数	7
熱安定性	7
レオロジー	8
可燃性と燃焼性	9
燃焼	9
可燃性	9
煙濃度	9
発煙性、有毒性および腐食性	9
電氣的性質	10
体積抵抗率	10
表面抵抗率	10
誘電特性	10
ESD特性と静電気拡散性材料	12
トライボロジー	13
摩擦と摩耗	13
ブロック・オン・リング摩耗試験	13
スラスト・ワッシャー	14
限界圧力速度積 (Lpv)	15
耐環境性	16
耐加水分解性	16
ガスおよび液体透過性	16
耐薬品性	17
耐放射線性	18
アウトガス性	18
仕様と認定	19
物性データ	20

ビクトレックス社は、VICTREX™ PEEKをはじめとする高機能樹脂ポリアリルエーテルケトン (PAEK) 類に関して、30年以上におよぶ経験と実績を持つ世界最大手のメーカーです。私たちは、市場で最も広範なポリアリルエーテルケトン類の製品ポートフォリオを保有しています。私たちはお客様と密接に協力し、お客様が直面している課題の解決に向けた技術主導のソリューションを提供すると共に、航空宇宙、自動車、エレクトロニクス、エネルギー、一般産業、医療、半導体といった市場においてこれまで以上のコスト低減、品質および性能向上の実現に取り組んでいます。

VICTREX PEEKは、幅広い温度範囲および厳しい使用環境下において卓越した性能を発揮します。この結晶性の線状芳香族樹脂は、現在市販されている樹脂材料の中でも、最高性能を有する熱可塑性樹脂として知られています。VICTREX PEEKは複数の優れた特性をバランス良く発揮する高機能樹脂です。

VICTREX PEEKに加えて、より過酷な高温環境下でも機械物性を保持可能なPAEKとして VICTREX HT™および VICTREX ST™を保有しています。

最終用途が3つ以上の複合的な性能を要求する場合、私たちのPAEKは多目的に利用可能な多くの優れたメリットを提供します。PAEK樹脂は優れた物性を兼ね備えているので、様々な使用環境と広範な用途に適用できます。

Why Victrex PAEKs?

- 複数の優れた特性をバランス良く発揮
- 広範な製品グレード
- 一般的な成形設備で加工が可能
- グローバルな標準仕様や規格に適合
- 厳重な品質管理
- 安定した供給
- 専門の技術チームによるグローバル・サポート

高温特性

卓越した高温特性を持ち、ガラス転移点は143°C – 162°C、融点は343°C – 387°Cです。

機械強度と寸法安定性

高強度、高剛性、クリープ特性および疲労特性に優れています。

摩擦摩耗性

摩擦係数が低く、優れた耐摩耗性および耐カットスルー性を発揮します。

耐薬品性

酸、塩基、炭化水素および有機溶媒といった様々な化学物質に対する耐性を示します。

耐加水分解性

低透過性で吸湿率が低く、蒸気、水および海水に耐性を示します。

電気的性質

広範な周波数域および温度環境でも安定した電気特性を有します。

低発煙性および有毒ガス放出性

添加剤を使用せずに難燃性を発揮。燃焼ガスは低毒性です。

純度

アウトガスと溶出物は微量です。

環境にやさしい

軽量化、リサイクル可能、ノンハロゲンでRoHS指令に準拠しています。

加工性

従来の成形設備で溶融加工が可能な高性能材料の1つです。

VICTREX™ PEEK

VICTREX™ PEEKを含む最も広範なポリアリルエーテルケトン（PAEK）の製品ポートフォリオ。ピクトレックス製品は、幅広い温度範囲および厳しい使用環境下において卓越した性能を提供します。

APTIV™ Films

Victrex APTIV™ フィルムは、VICTREX PEEKが持つ全ての特性を柔軟なフィルム形状で提供し、多目的に利用可能な高機能熱可塑性樹脂フィルムです。

VICOTE™ Coatings

環境にやさしいVICOTE™ コーティングはパウダーおよび水系ディスパーションが利用可能で、高耐熱性、卓越した耐引っかけ性、耐摩耗性、高強度および高耐久性を提供します。

ピクトレックス製品は、加工目的別に溶融粘度の異なるグレードが用意されており、高流動のPEEK 90シリーズは溶融粘度が最も低く、PEEK 450シリーズは標準溶融粘度です。製品は溶融濾過されたナチュラル・ペレット、粉碎されたファインパウ

ダー、様々なフィラーを充填したコンパウンドに加え、丸棒・板材、繊維、フィルム、パイプやコーティングといった最終製品形状での利用が可能です。表1にピクトレックス社の製品ポートフォリオを示します。

表1：ピクトレックス社の製品ポートフォリオ

VICTREX™ PEEK Polymers			
溶融粘度	90	150	450
粗粒パウダー	90P	150P	450P
ファインパウダー		150PF 150XF 150UF10	450PF
非強化グレード（ペレット）	90G	150G* / 150G903BLK	450G / 450G903BLK
ガラス繊維強化グレード	90GL30 90GL60	150GL15 150GL20 150GL30 / 150GL30BLK	450GL15 450GL20 450GL30 / 450GL30BLK
炭素繊維強化グレード	90CA30 90HMF20 90HMF40	150CA30	450CA20 450CA30 450CA40
摺動グレード		150FC30 150FW30	450FC30 450FE20
VICTREX HT™ Polymers		VICTREX ST™ Polymers	
粗粒パウダー	HT P22 / P45	ST P45	
ファインパウダー	HT P22PF / P45PF		
非強化グレード（ペレット）	HT G22 / G45	ST G45	
ガラス繊維強化グレード	HT 22GL30	ST 45GL30	
炭素繊維強化グレード	HT 22CA30	ST 45CA30	
VICTREX™ 特殊製品			
モノフィラメント、電線被覆用途	151G / 381G	高純度非強化VICTREX PEEK	
高摺動グレード	VICTREX WG™ Polymer WG101、WG102	高速/高荷重が求められる用途において標準摺動グレードを上回る性能を発揮	
帯電防止	VICTREX PEEK-ESD™ Polymer ESD101、ESD201	各種の表面抵抗率	

* 日本国内では、151Gに統一して販売

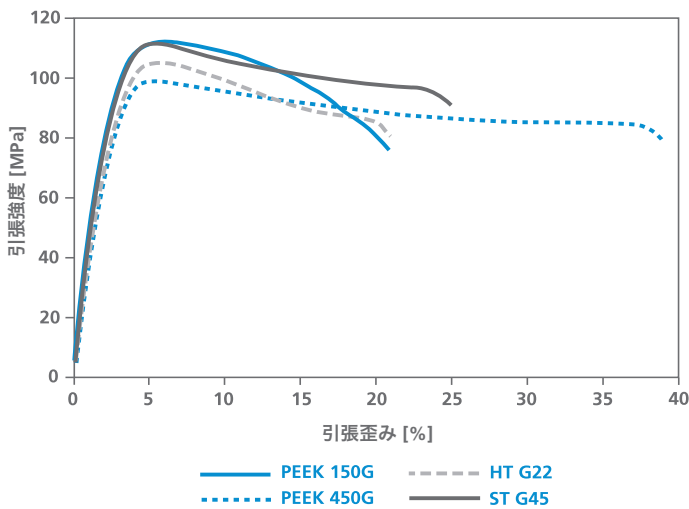
機械物性

ビクトレックス製品は、幅広い温度範囲および厳しい使用条件において安定した機械物性を示し、最高性能を有する熱可塑性樹脂として知られています。

引張特性

ビクトレックス製品の引張特性は、他の多くのエンジニアリングプラスチックを上回ります。引張特性はISO 527に従い評価し、非強化グレードの引張SSカーブ比較は図1の通りです。非強化グレードは延性挙動を示し、約5%の伸びで降伏点を迎え、引張強度は100MPaを超えます。

図1：非強化グレードの引張応力 - 歪み曲線



各種PEEKコンパウンドに関しては図2に示される通り、フィラーを充填することで強度と剛性が増加します。一般的に強化コンパウンドは降伏点を示さずに脆性破壊します。引張弾性率、強度および伸びはフィラーの種類と充填量によって大きく変わります。

図2：PEEKコンパウンドの引張応力 - 歪み曲線 (450Gとの比較)

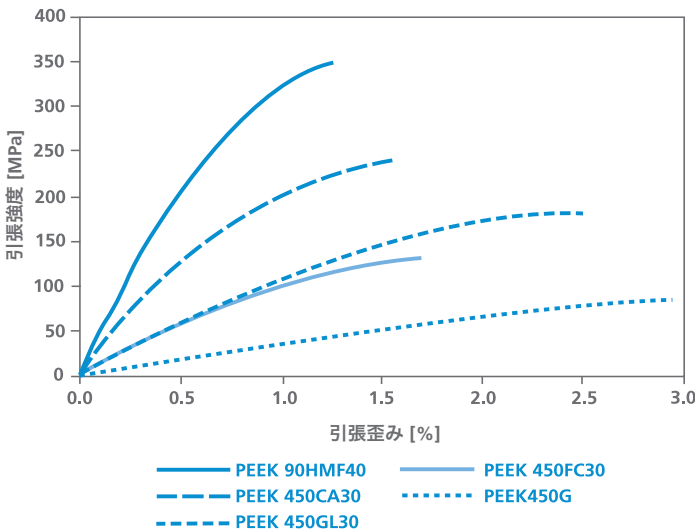
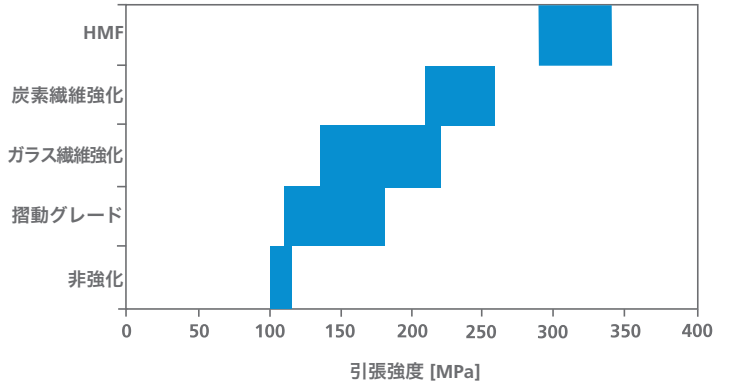


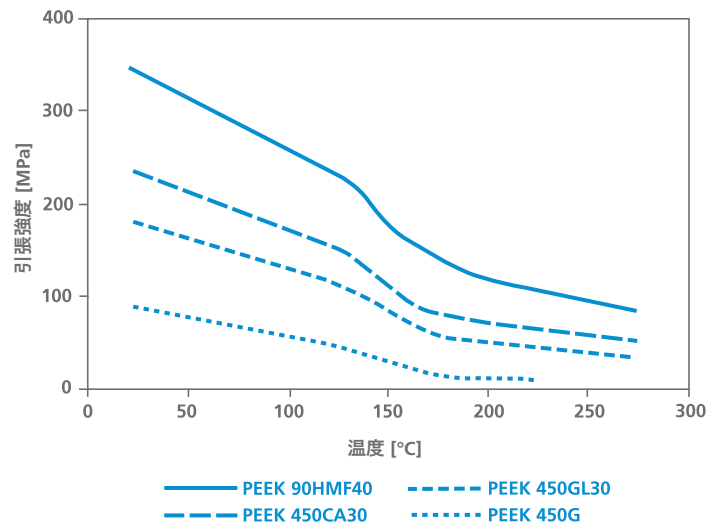
図3は非強化、ガラス繊維強化および炭素繊維強化グレードと摺動グレードの引張強度を示します

図3：ビクトレックス製品の引張強度



ビクトレックス製品は高温環境下で連続使用される構造部品に用いられます。図4は各種ビクトレックス製品の引張強度の温度依存性を示すグラフです。広い温度範囲において引張強度が高く保持されていることが分かります。

図4：各種ビクトレックス製品の引張強度 温度依存性

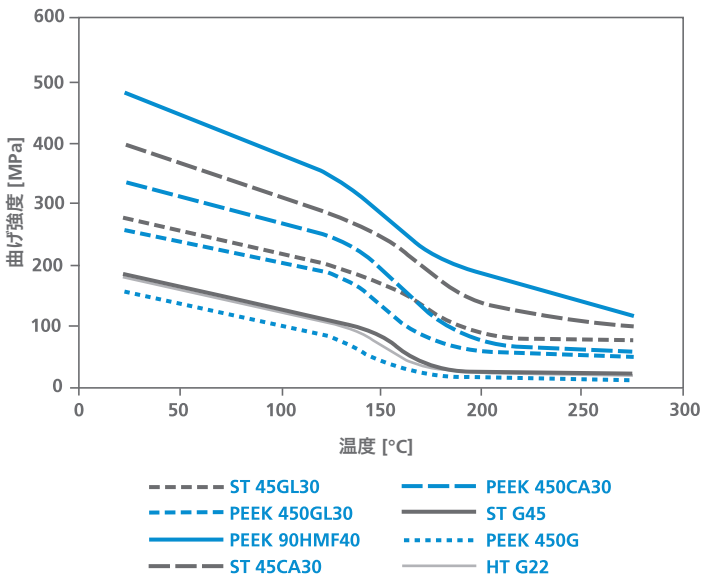


曲げ特性

ビクトレックス製品は広い温度範囲で卓越した曲げ特性を発揮します。曲げ強度はISO 178に従い評価し、曲げ強度の温度依存性を図5に示します。

あらゆる結晶性樹脂と同様に、ビクトレックス製品の曲げ強度は温度に依存し、ガラス転移点 (Tg) の前後で変曲点を有します。それでも強化グレードの曲げ強度はTg点以上の温度環境で200MPaを超えます。PEEKからHT、STにかけてTg点が上昇するため、グラフに見られる通り、曲げ強度の保持率は向上します。

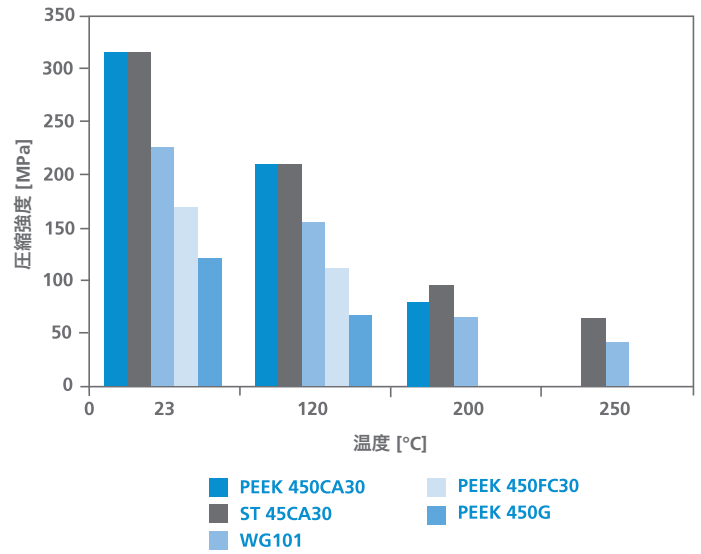
図5：各種ビクトレックス製品の曲げ強度 温度依存性



圧縮特性

圧縮強度はISO 604に従い、最高250°Cの温度環境で評価しました。図6は各種ビクトレックス製品の中でも特に摩耗や超高压環境に適したグレードと非強化PEEK 450Gの圧縮強度の温度依存性を示しています。

図6：各種ビクトレックス製品の圧縮強度 温度依存性

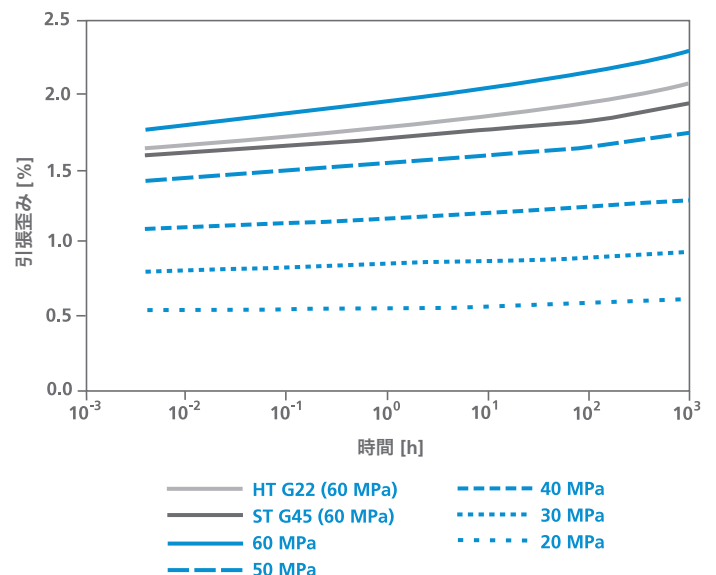


クリープ特性

ビクトレックス製品は卓越した耐クリープ性を有しており、若干の経時的な変形が生じるだけで、使用期間を通して大きな応力を支えることができます。クリープとは一定の応力が加えられた状態での経時的な変形です。引張クリープはISO 899に従い、23°Cで1000時間まで評価しました。

図7は20MPaから60MPaまで一定の応力について23°CにおけるPEEK 450Gの引張クリープの試験結果です。比較のため60MPaでのHTとSTのデータも表示しています。初期の引張歪みは引張試験から得られたものを使用しています。適用荷重の増加に伴い、クリープ曲線における初期歪みが増加しています。HTとSTは23°C、60MPaの条件下では450Gよりも穏やかなクリープ特性を示します。

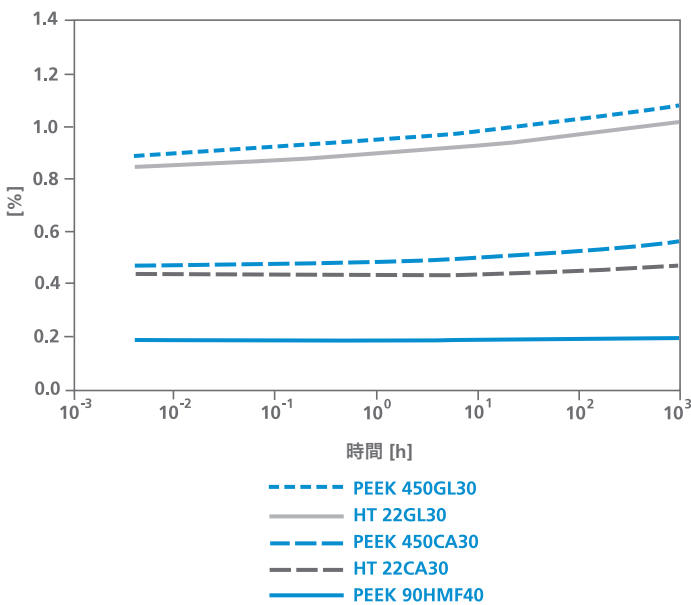
図7：PEEK 450G、HTおよびSTの引張クリープ (23°C)



非強化グレードにフィラーを充填すると、フィラーの種類と含有量に従い強度や剛性などの機械物性およびクリープ性能が向上します。図8はPEEKとHTコンパウンドの引張クリープ特性（23°C、90MPa）を示し、高強度・高剛性を示していることがわかります。

全てのビクトレックス製品の中で最も高い強度と剛性を示すPEEK 90HMF40は卓越したクリープ特性を示します。PEEK 450CA30とPEEK 450GL30には多少のクリープ変形が認められますが、PEEK 90HMF40は測定時間範囲内ではほとんどクリープ変形が見られません。HTコンパウンドは、PEEK品よりもわずかながら良好なクリープ性能を示します。

図8：PEEKとHTコンパウンドの引張クリープ(23°C 90MPa)

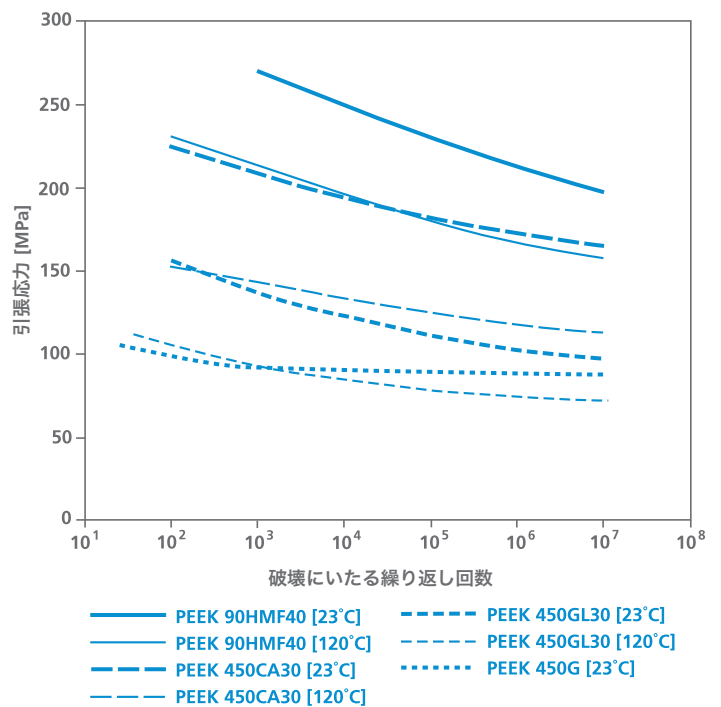


疲労特性

疲労特性は連続的な繰り返し荷重を受けた場合の物性低下として定義されます。引張疲労試験はISO引張試験片を用いて、試験応力の10~100%範囲の正弦波を5Hzで加えて評価しました。

図9は23°Cと120°Cにおける各種ビクトレックス製品のS-N曲線を示します。PEEK 450Gの23°CにおけるS-N曲線から、PEEKは疲労特性に優れていることがわかります。フィラー強化をすることで、高応力下においても繰り返し使用できることがわかります。

図9：各種ビクトレックス製品のS-N曲線（23°Cと120°C、5Hz）



衝撃特性

衝撃試験は衝撃時における破壊モードの測定および材料の靱性や強度を測定するために実施されます。衝撃試験には数多くの試験方法があり、低エネルギー衝撃は振り子形状の試験機を用いて測定し、高エネルギー衝撃は重量物を落下させる方法が一般的に用いられます。振り子形状の試験機はアイゾッド (ISO 180) にみられるカンチレバーサポートもしくはシャルピー試験 (ISO 179) のように3点曲げ構造が一般的です。いずれの場合もノッチ付きかノッチ無しの衝撃試験片を使用します。

図10と11は各種ビクトレックス製品のアイゾッドおよびシャルピー衝撃強度を示しています (ノッチ付き・無し、エッジワイズ)。非強化PEEKは非常に強靱でアイゾッドおよびシャルピーのいずれの衝撃試験でもノッチ無しでは破断しません。PEEKをフィラー強化するとノッチ付き衝撃強度が向上します。

図10：各種ビクトレックス製品のアイゾッド衝撃強度 (23°C)

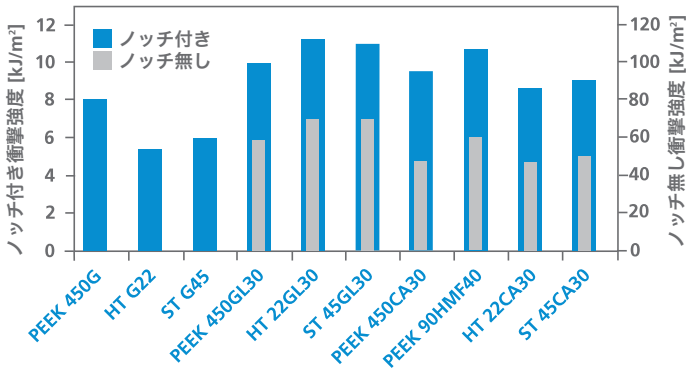


図11：各種ビクトレックス製品のシャルピー衝撃強度 (23°C)

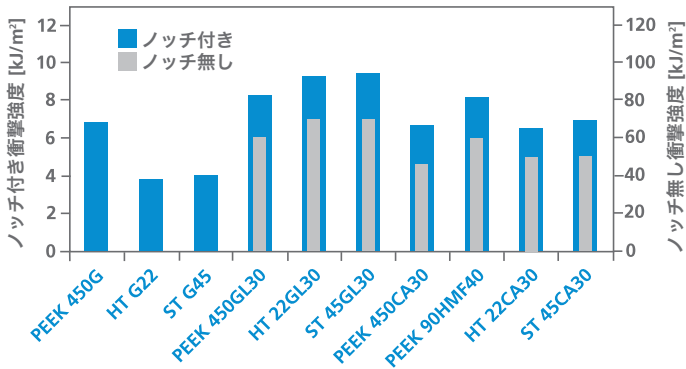
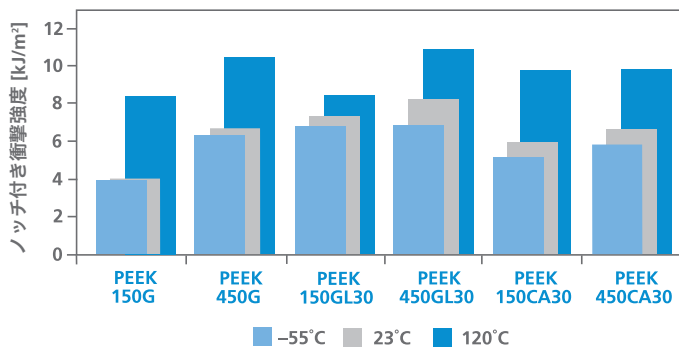


図12にノッチ付きシャルピー衝撃強度の温度依存性を示します (-55°C、23°C、120°C)。

図12：各種ビクトレックス製品のノッチ付きシャルピー衝撃強度 温度依存性

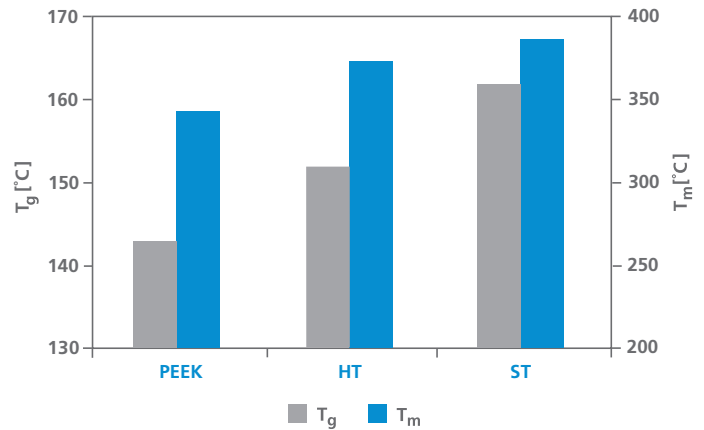


VICTREX™ PEEKは航空機ランディングギヤのホイールキャップに採用され飛行中に衝突する塵やゴミの衝撃に耐えると共に、厳しい使用環境において高性能を発揮します。

熱的物性

図13にビクトレックス製品のガラス転移点 (T_g) と融点 (T_m) を示します。PEEK樹脂は結晶性樹脂であり、融点付近の温度域まで優れた機械物性を保持します。

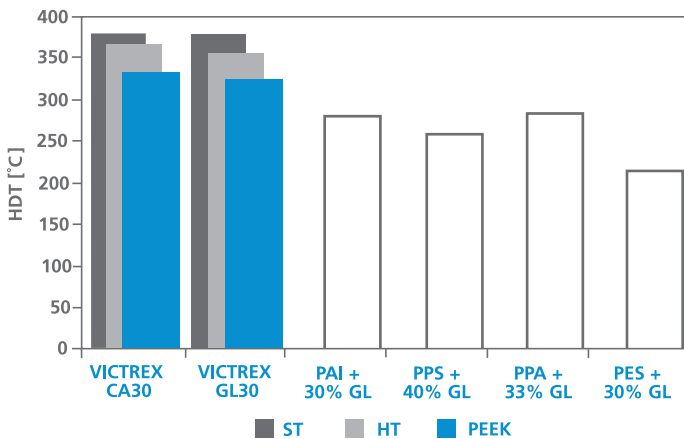
図13：DSC (ISO 11357) によるビクトレックス製品のガラス転移点 (T_g) と結晶性の融点 (T_m)



熱変形温度

材料の短期的な熱的物性は、熱変形温度 (HDT、ISO 75) によって示されます。HDTは一定の昇温速度および応力下(1.8MPa)において、規定された変形量が観察される温度です。ビクトレックス製品は高温環境下において高い剛性を発揮し、他の高性能ポリマーと比べて高いHDTを示します。

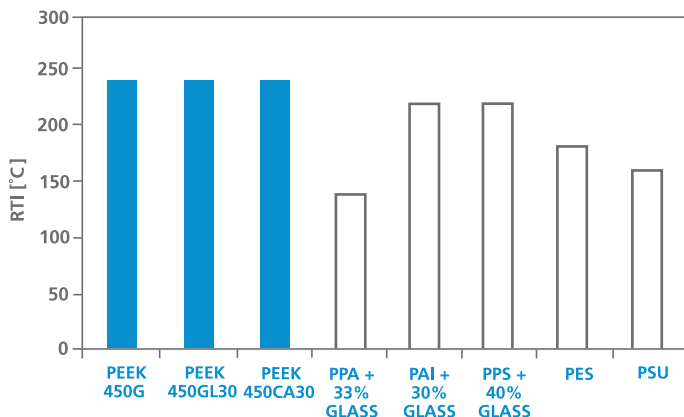
図14：ビクトレックス製品と他の高性能ポリマーの熱変形温度 (1.8MPa)



相対温度指数

ポリマーは高温環境下で熱劣化が生じます。この影響はUL (アンダーライタース・ラボラトリーズ) による相対温度指数 (RTI) が一般的に用いられます (UL 746B)。この指数はULが既知の材料と比較を行い、物性が50%保持される温度を推算したものです。(通常RTIは6万から10万時間相当を示しています)。ビクトレックス製品のUL RTI等級を他の高性能ポリマーと比較したものが図15です。

図15：様々な高性能材料の機械的な相対温度指数 (RTI) 機械物性 (衝撃以外)



熱老化

PEEKが優れた耐熱性を有していることは、各種温度において熱老化試験を実施した結果から理解できます (図16、図17)。図16および図17は引張強度の保持率を示しています。図16に見られる初期の強度上昇はアニール効果により結晶化が進行した結果であり、その後の強度低下は熱劣化によるものです。

図16：非強化PEEKの老化時間と保持率の関係 (150°C、260°C、300°C、320°C)

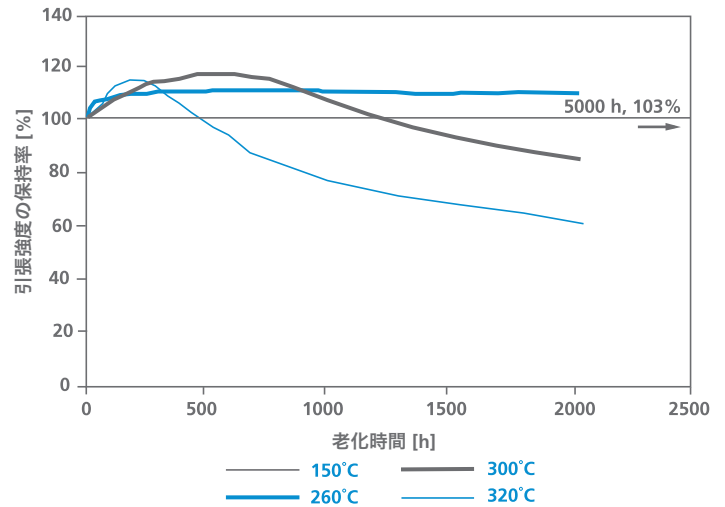
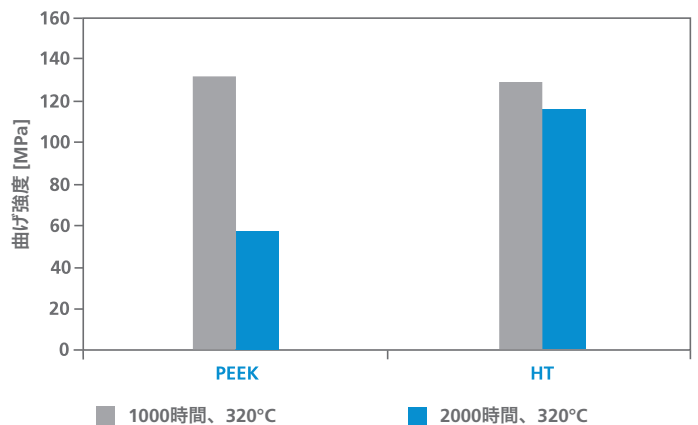


図17：ナチュラルPEEKとHTの熱老化後の曲げ強度



線膨張係数

線膨張係数 (CLTE) はISO 11359に従い、測定しました。強化グレードの異方性を明確にするため、材料を3軸方向で測定しています。図18は各種PEEKグレードの流動方向および3軸方向を平均したCLTEを示しています。PEEK 450Gなどの非強化グレードはほぼ等方的で、ほとんど異方性はありません。ですが、ガラス繊維や炭素繊維によって強化されたグレードは異方性を持ち、流動方向の線膨張係数は低く、垂直方向への線膨張係数は大きくなります。またTg点以上の温度環境では線膨張係数は増加しますが、強化系グレードでは流動方向の線膨張係数はほぼ一定です。

図18：Tg点以下とTg点以上における各種ビクトレックス製品の線膨張係数 (CLTE)

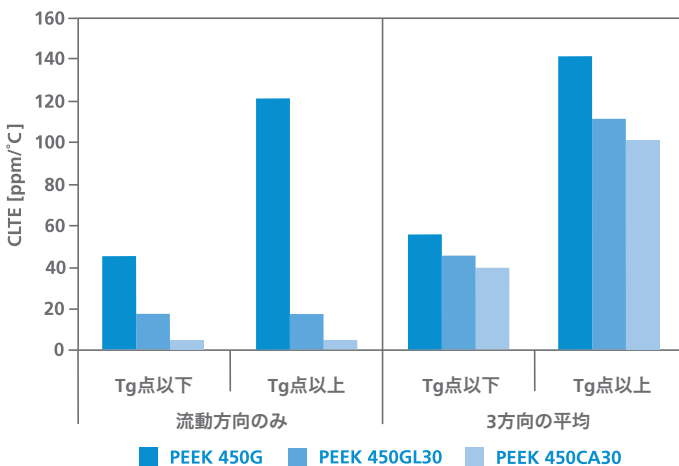
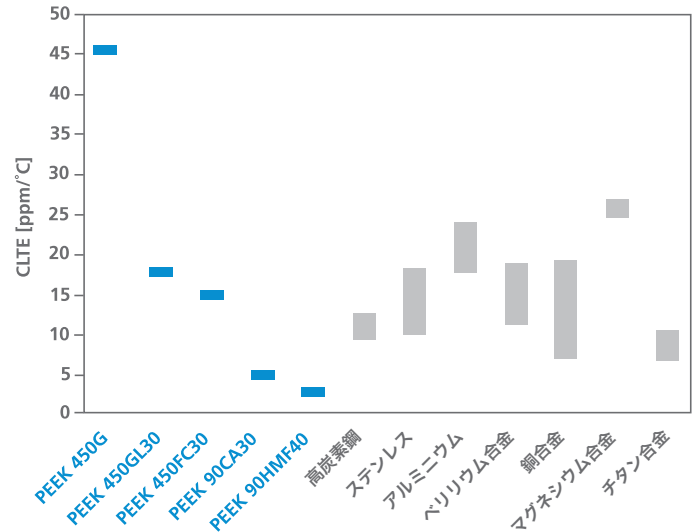


図19はTg点以下で流動方向のCLTEに関する各種ビクトレックス製品と様々な金属との比較です。

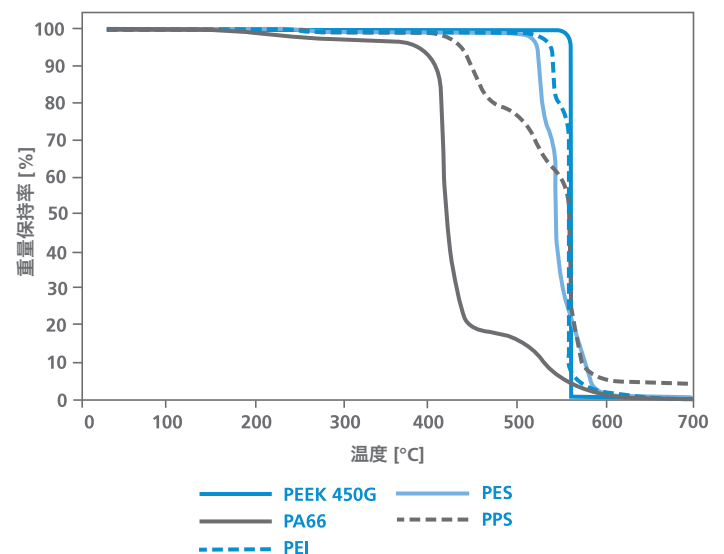
図19：各種ビクトレックス製品の線膨張係数 (CLTE) と金属との比較 (流動方向、Tg点以下)



熱安定性

熱重量分析 (TGA) は空気中におけるPEEKの熱安定性を示します。図20に示される通り、PEEK450Gは550°C以上でなければ分解は開始しません。低い温度では他の高性能ポリマーと比較して非常に安定であり、アウトガスも少ないです。

図20：PEEKと他の高性能ポリマーの熱重量分析 (TGA)



VICTREX™ PEEKは、優れた寸法安定性、無線周波数 (RF) の低損失および精密な機械加工が可能なることから、新たな冷却ジャケットの設計を可能とし部品の一体化を実現しました。

レオロジー

多くの熱可塑性樹脂と同様に、ビクトレックス製品の溶融粘度は温度に依存し、剪断による粘度の減少が見られます。様々な高性能ポリマーの剪断率1000/sにおける溶融粘度の比較を図21に示します。PEEKは最も高い加工温度を示す材料の1つですが、PEEK 450Gの溶融粘度はポリカーボネート溶融物と同レベルです。

溶融粘度はグレード、フィラーの種類や充填量によって異なります。PEEK 450を用いた材料はPEEK 150およびPEEK 90を用いた材料よりも高い粘度を示します。図22に見られる通り、ガラス繊維や炭素繊維を充填することで粘度が高くなること分ります。高流動グレードであるPEEK 90Gは、60重量%のフィラーを充填しても標準粘度PEEK 450Gの30%フィラー強化グレードよりも低い粘度を持たせることが可能です。また、充填量30重量%の摺動グレードは、他の30%充填製品と同等の粘度です。

図21：様々な熱可塑性樹脂の一般的な加工温度における剪断率1000/sでの溶融粘度

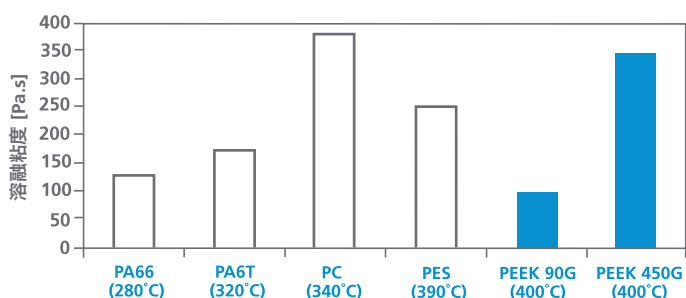
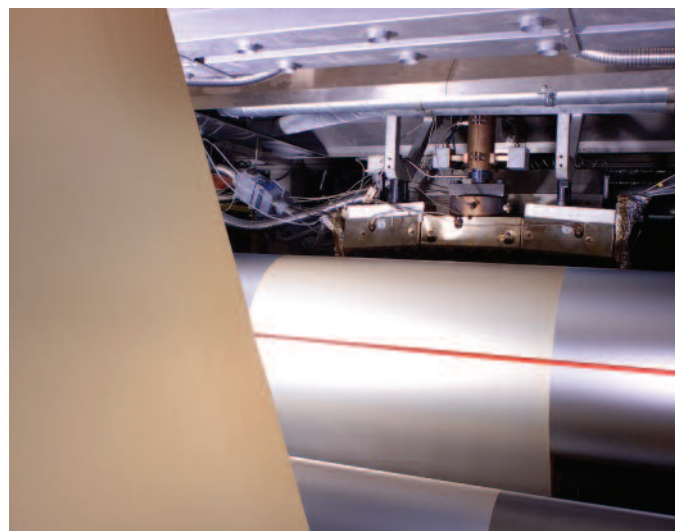
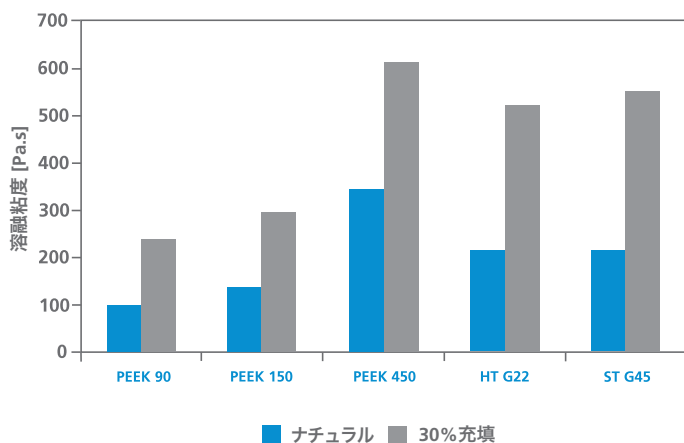


図22：各種ビクトレックス製品の剪断率1000/s、400°Cにおける溶融粘度 (STは420°C)



ビクトレックス製品は、標準の射出成形や各種の溶融加工に適しています。例えば、APTIV™フィルムのようにフィルムの押出成形も可能です



VICTREX™ PEEKは高速ローターや複雑軸受シェルなどの医療産業で使用される分離器具において金属を代替しています。

可燃性と燃焼性

燃焼性は材料が継続して燃焼する性質として定義することができます。燃焼性の高い材料は容易に着火し、燃焼が継続します。

ビクトレックス製品は本質的に難燃性の材料であり、燃焼時にも他のポリマーと比べた毒性および腐食性ガスの発生はわずかです。ビクトレックス製品の難燃性はフィラー（ガラス繊維や炭素繊維など）の充填によってさらに向上します。

燃焼

グローワイヤー試験 (IEC695-2-1) は材料の自己消化性および着火性を評価するものです。非強化グレードとそのコンパウンドグレードはGWI 960°Cを実現し、これらは960°Cで燃焼しますがグローワイヤーを遠ざけると自己消化します。

可燃性

プラスチック材料の燃焼性基準として最も広く認められているのはUL94-V垂直燃焼試験で、これは着火したプラスチック材料の自己消化能力を評価するもので、耐着火性を測るものではありません。ナチュラルPEEK 450Gは1.5mm厚でUL94-V0を達成します。ガラス繊維および炭素繊維強化グレードは広範なフィラー充填量において0.5mm厚でUL94-V0を実現します。

煙濃度

一般的にプラスチックは不完全燃焼に際して煙を発生します。煙は視界を低下させ、火災時には避難を困難にします。ビクトレックス製品の発煙レベルは航空産業における発煙性基準 (例：ボーイングBSS 7238) で指定された限界値より95%以上低いものです。

発煙性、有毒性および腐食性

プラスチックは燃焼によってシアン化水素 (HCN)、硫黄ガス (SO₂、H₂S)、亜硝酸ガス (NO、NO₂) および一酸化炭素 (CO) といった様々な有毒性の火災ガスを発生します。これら

は人の思考力や判断力を鈍らせ避難を難しくし炎自体よりも致命的な場合があります。フッ化水素 (HF) や塩化水素 (HCl) といった腐食性の火災ガスは精密な電子機器の破損を引き起こします。

ビクトレックス製品の主な燃焼生成物は二酸化炭素 (CO₂) と一酸化炭素 (CO) です。COの排出量は、航空産業における毒性基準 (例：ボーイングBSS 7239、エアバスATS-1000) で指定された限界値の5%未満です。

通常、毒性データは、人間の致死量と考えられるガスの量との対比で示されます。表2はNBSスモークチャンバーで行われた試験の結果を示しています、PEEKから発生する有害ガスは主に一酸化炭素であることがわかります。



難燃性に優れたVICTREX™ PEEKは航空宇宙産業で用いられるPクランプにおいて金属を代替し、軽量化と設置時間の短縮化に貢献しています。

表2：NBSスモークチャンバー試験による燃焼ガスの毒性

	無炎試験 [ppm]		有炎試験 [ppm]		最大許容濃度 [ppm]	
	90秒後	4分後	90秒後	4分後	90秒後	4分後
一酸化炭素(CO)	微量	1	30	100	3000	3500
塩化水素(HCl)	0	0	0	0	50	500
シアン化水素(HCN)	0	0	0	0	100	150
硫黄を含むガス(H ₂ S、SO ₂)	0	0	0	0	50	100
窒素酸化物 (NO _x)	0	0	0.5	1	50	100
フッ化水素(HF)	0	0	0	0	50	50

電気的性質

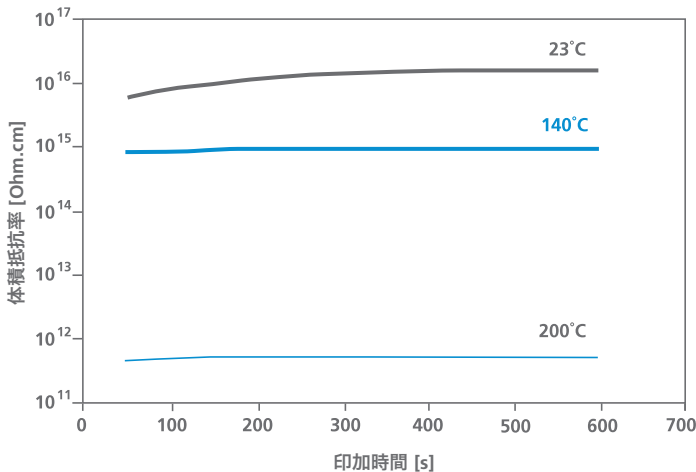
VICTREX PEEKは卓越した耐熱性、耐環境性、機械特性を有する絶縁材料として広く用いられています。

体積抵抗率

材料の体積抵抗は材料に流れる電流方向の電位差と電流密度の比として定義されます。

すべての絶縁材料は温度、湿度、部品形状、時間によって抵抗値が大きく変化するため、使用条件を明確にした後に設計する必要があります。これらの効果は体積抵抗と印加時間および温度との関係で表され、これを図23に示します。HTはこれらの条件下でPEEK 450Gと同様の体積抵抗率を示します。

図23：PEEK 450Gの体積抵抗率と様々な温度における印加時間の関係

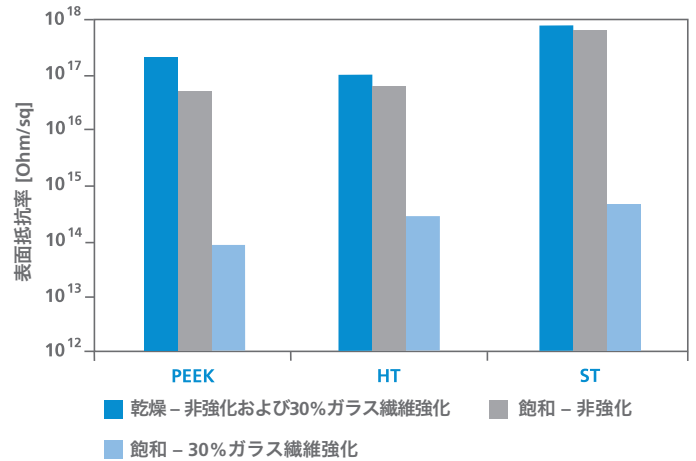


表面抵抗率

材料の表面抵抗はサンプル表面上の正方形をした2つの電極間の電位差とその電極間を流れる電流の比として定義されます。ビクトレックス製品は高性能樹脂に典型的な表面抵抗率を有しています。

図24はESD S11.11に準拠して試験されたビクトレックス製品の表面抵抗率と湿気の影響を示しています。すべての製品で吸湿時の抵抗率は減少します。強化系グレードでは吸湿前後で大きな変化が見られますがPEEK、HTとSTは絶縁を保ちます。

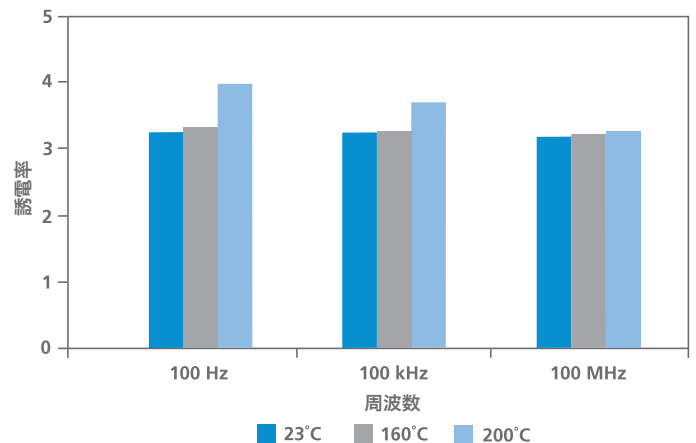
図24：ビクトレックス製品の表面抵抗率と吸湿の影響



誘電特性

誘電率（または比誘電率）は材料の誘電率と真空の誘電率の比率です。樹脂の誘電率は周波数と温度の関係から求められます。図25はPEEK 450Gの誘電率の温度と周波数依存性を示しています。

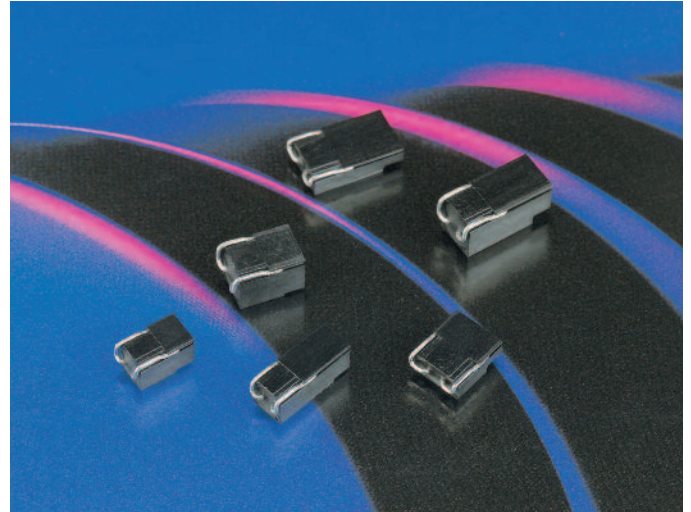
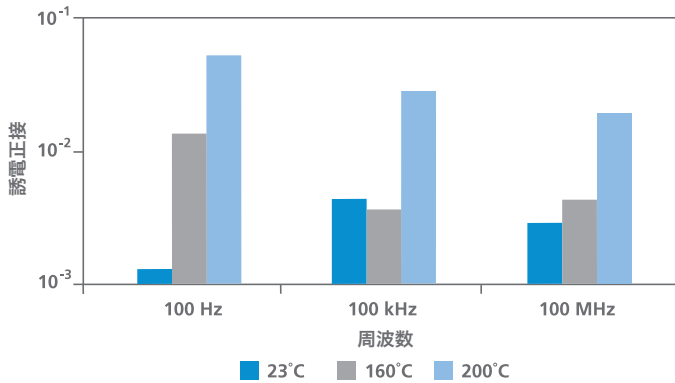
図25：23°Cから200°Cの温度と100Hzから100MHzの周波数におけるPEEK 450Gの誘電率



誘電正接（散逸率）は誘電体の内部を流れる電力と電力損失の比として表されます。

図26は様々な温度と周波数におけるPEEK 450Gの誘電正接で、他の高性能材料と同程度です。

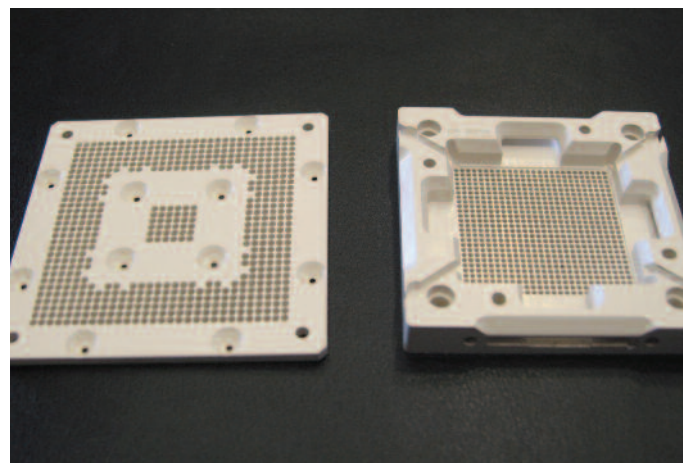
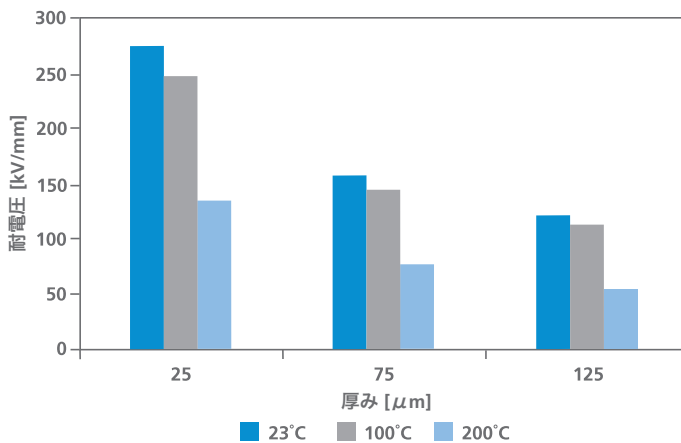
図26：PEEK 450Gの誘電正接（温度23°C、160°C、200°C；周波数100Hz、100kHz、100MHz）



VICTREX™ PEEKは電子産業で求められる鉛フリーはんだ技術に対応しており、アルミニウム電解コンデンサのハウジングに使用されています。

耐電圧は材料の絶縁破壊に必要な電圧であり、絶縁体としての電気強度の基準となります。また材料の種類は別として、耐電圧はサンプルの厚さや温度などにも影響を受けます。図27はPEEKフィルムの耐電圧における厚さと温度の依存性を示しています。

図27：結晶性PEEKフィルムの耐電圧 厚みと温度の依存性

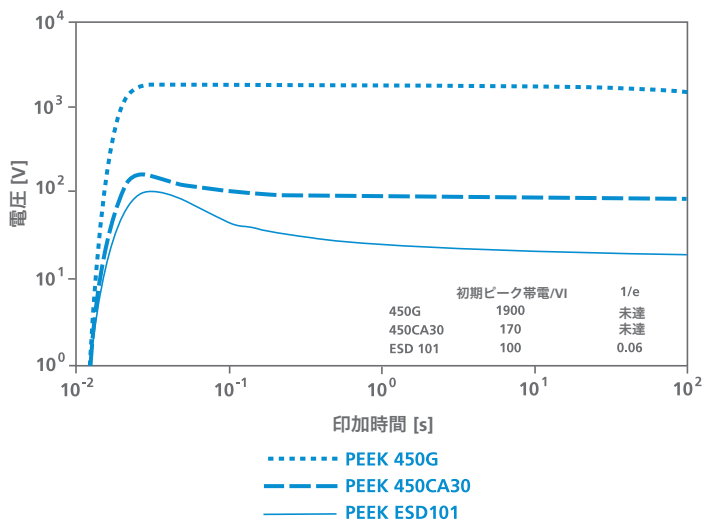


VICTREX™ PEEKは良好な切削性によってバリの発生が少なく非常に微細なピッチで加工できる上、繰り返し使用において電気特性を維持します。これにより半導体分野のバックエンドOEMの競争力向上に貢献しています。

ESD特性と静電気拡散性材料

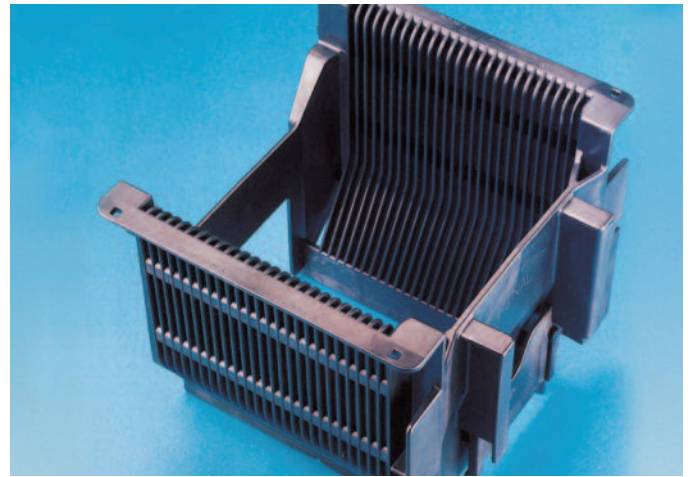
材料表面のESD特性は電気電子産業での大きな関心事です。図28は9kVのコロナ放電後のビクトレックス製品3種の静電気減衰特性を示しています。摩擦帯電環境における材料の適合性は、サンプル表面に生成される電荷量と時間経過とともに消失する電荷量によって決まります。PEEK 450Gは帯電し易く、ゆっくりとした減衰特性を示します。PEEK ESD101は最も帯電の影響を受けにくく減衰時間が早い材料です（1/eは初期ピーク帯電が測定された値の36.8%まで減衰するのに要した時間を示します）。

図28：PEEK 450G、450CA30およびESD101の静電気減衰特性



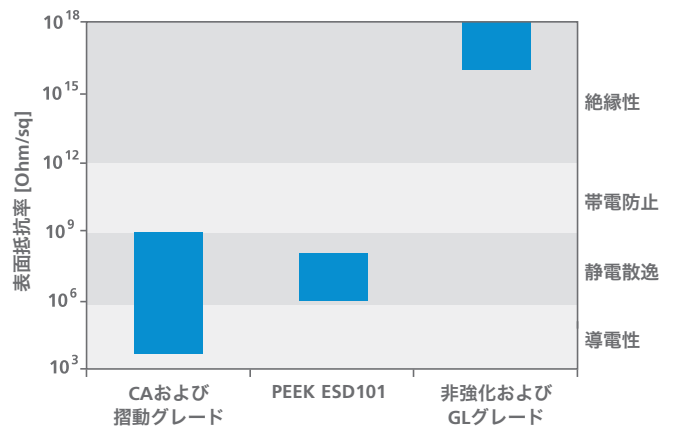
抵抗率に関してPEEK ESD101は静電気拡散性を示し、表面抵抗を 10^6 から 10^9 の範囲で厳密に管理可能です。

図29に見られる通り、ESD101以外のビクトレックス製品は表面抵抗率の幅が広く厳密な管理には向きません。非強化およびガラス繊維強化製品はいずれも絶縁性を示します。また炭素繊維強化製品は導電性からESD特性の間で表面抵抗率に幅があります。



VICTREX PEEK-ESD™を用いたウエハカセットは制御されたESD特性を有します。それにより静電気の発生を抑制することで、ウエハへの汚染や被害を低減させます。

図29：ビクトレックス製品の表面抵抗率



コネクタとセンサの製造に VICTREX™ PEEKを使用することで、広範な温度と周波数域における優れた誘電特性に加えて鉛フリーはんだ工程における寸法安定性、機械的強度、耐摩耗性やRoHS準拠といった特長を付与することができます。

トライボロジー

トライボロジーは荷重環境下での相対運動における接触面の相互作用に加えて、設計、摩擦、摩耗や潤滑を扱う工学の一分野です。

ビクトレックス製品は高圧および高速環境下において卓越した耐摩耗性を発揮することから摺動部品に使用されています。

摩擦と摩耗

摩耗は相対運動している材料の相互接触面における重量の減少です。摩耗の種類は疲労摩耗、アブレシブ摩耗や凝着摩耗といった様々なプロセスがあり、表面を平滑もしくは粗くします。比摩耗量が低いほど耐摩耗性に優れていることを示します。比摩耗量は特定の摺動条件における高さの減少割合で定義され、しばしば比摩耗量もしくは摩耗因子(圧力 x 速度)として表されます。

比摩耗量は試験条件（圧力と速度）によって影響を受けるため、摩耗因子が高速/低圧もしくは低速/高圧かを理解することが重要です。

摩擦は2つの表面間の滑り運動に対する抵抗です。これは無次元量 (μ) で、速度、圧力、温度、潤滑、平滑性や接触面の性質によって変化します。

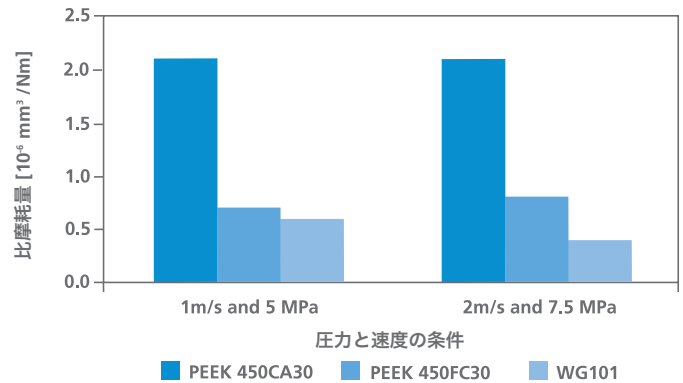
摩擦熱は部品の温度を上昇させます。特に廃熱が悪く、システムに熱がこもる場合では温度上昇は顕著になります。温度がT_g点以上に上昇した場合、材料が柔らかくなり摩耗率は増加する傾向が見られます。

ブロック・オン・リング摩耗試験

ブロック・オン・リング試験 (ASTM G137) は非潤滑下における材料の耐摩耗性を評価する方法です。これはASTM D3702に準拠したスラスト・ワッシャー試験で、異常発熱による早期溶融を伴う高荷重かつ高速での定常運転における摩耗率の測定に適しています。ASTM G137とASTM D3702は試験方法が異なりますが、2つの方法で実施された評価結果は相関を示します。

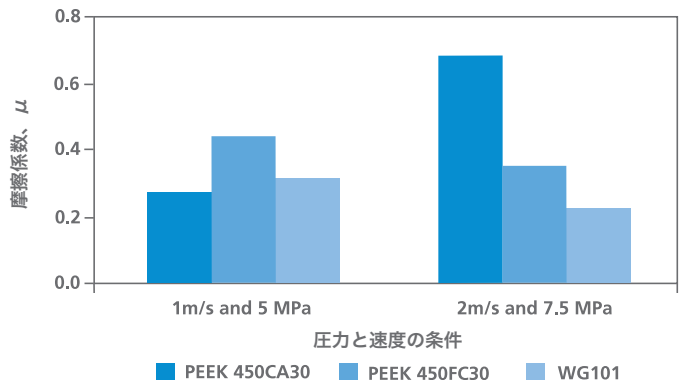
各種ビクトレックス製品の圧力速度積5~15MPa・m/sの範囲におけるブロック・オン・リング試験の結果から、摺動グレードがPEEK 450CA30よりも大幅に低い摩耗率を有することがわかります (図30)。

図30：ブロック・オン・リング試験による各種ビクトレックス製品の比摩耗量



速度と圧力の条件によって摩擦係数に多少の違いがあります。図31に見られる通り、高速で高圧な条件下において摺動グレードの摩擦係数は減少しますが、PEEK 450CA30では増加します。

図31：ブロック・オン・リング試験による各種ビクトレックス製品の摩擦係数



スラスト・ワッシャー

ASTM D3702スラスト・ワッシャー試験による摩耗量と摩擦係数の評価は、自動車業界において樹脂材料の比較に広く利用されています。

図32に、速度1-4m/s、圧力0.35-0.65MPa（PVレベル0.35-2.6MPa・m/s）で実施された各種ビクトレックス製品の摩耗試験の結果を示します。

炭素繊維強化グレード（CAとHMF）はガラス繊維強化グレード（GL）に比べて低い摩耗率を有します。摺動グレード（FC、FWおよびWG）はこれらの試験条件において最も低い摩耗率を示します。

図32：スラスト・ワッシャー試験による低PVレベルでの各種ビクトレックス製品の平均摩耗率

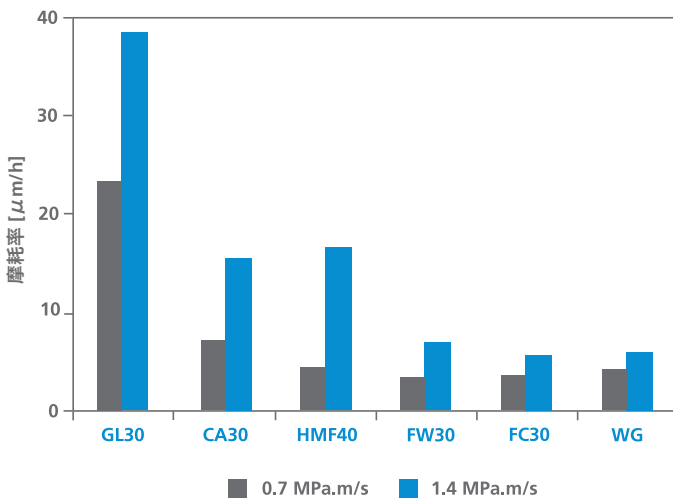
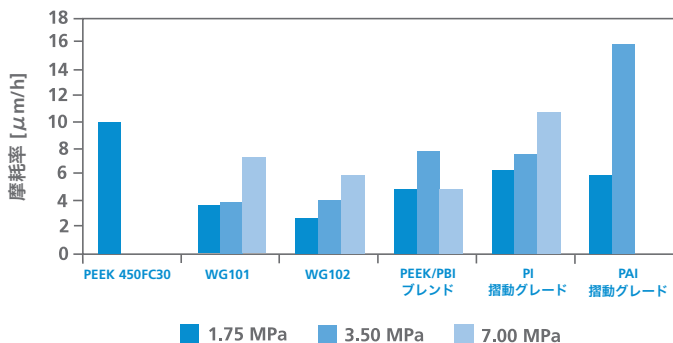


図33は摺動グレードと厳しい摺動条件下で使用される各種高性能ポリマーの摩耗結果であり、ASTM D3702によって最高6m/sの速度で破壊に至るまで試験されました。これらの結果からWGグレードが他の高性能材料よりも優れた摩耗性能を有することが分かります。

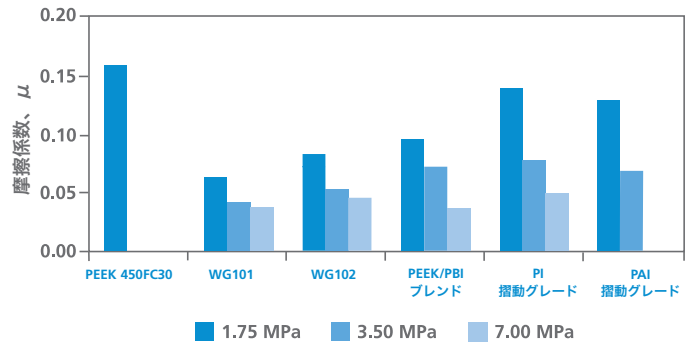
図33：1m/sの試験速度でのスラスト・ワッシャー試験による各種ビクトレックス製品と他の高性能材料の摩耗率の比較



*VICTREX PEEK 450FC30は1.75MPa以上、PAI摺動グレードは3.5MPa以上の試験条件に耐えられませんでした。

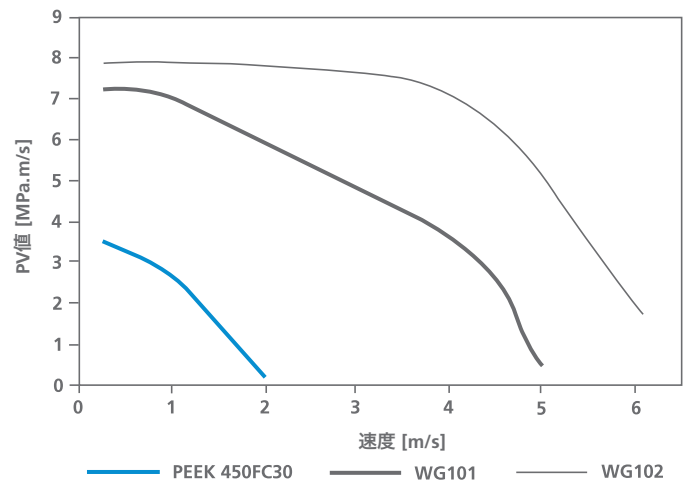
図34はVictrex WGが他の高性能材料よりも低い摩擦係数を持つことを示しています。前出のブロック・オン・リング試験（ASTM G137）に比べ摩擦係数が約1/4であることを注意して下さい。

図34：1m/sの試験速度でのスラスト・ワッシャー試験による各種ビクトレックス製品と他の高性能材料の摩擦係数の比較



ASTM D3702を基にした試験により、摺動グレードのアプリケーション・ウィンドウは図35に示されます。WG101とWG102は450FC30よりも大幅に高い速度とPV条件で使用できます。WG102は高速領域において卓越した性能を示します。

図35：ビクトレックス摺動グレードのアプリケーション・ウィンドウ



限界圧力速度積 (Lpv)

摺動特性が要求項目に挙げられる場合、材料選定には限界PV値 (Lpv) が一般的に用いられます。Lpvは材料が異常摩耗、溶融、亀裂発生などを示す圧力と速度の積で表されます。過酷な摺動環境にある材料は、圧力もしくは速度の上昇に起因する破壊を生じます。圧力が原因となる異常は、圧力増加に伴いサンプル表面が平坦になり、疲労によって異常に至ります。速度が原因となる異常は、相對運動が激しくなり材料界面での熱によって異常摩耗に至ります。

自動車業界における摩耗試験には、比較的低い速度で高荷重が想定される用途 (静的シール、スラスト・ワッシャーなど) や高速で比較的低い荷重 (動的シールなど) が想定される用途があります。同じPV条件においても、スラスト・ワッシャーは高荷重ですが、動的シールよりも回転速度は遅くなります。

ASTM D3702スラスト・ワッシャー試験に準拠し、低速/高荷重および高速/低荷重でのLpv値を測定しました。

低速/高荷重では、試験した全ての材料が圧力20MPa速度0.7m/s以上の条件に耐えました。高摺動グレード(WG101とWG102)は標準の摺動グレード(150FW30と450FC30)よりも大幅に低い摩擦係数と相手材表面温度を示しました。

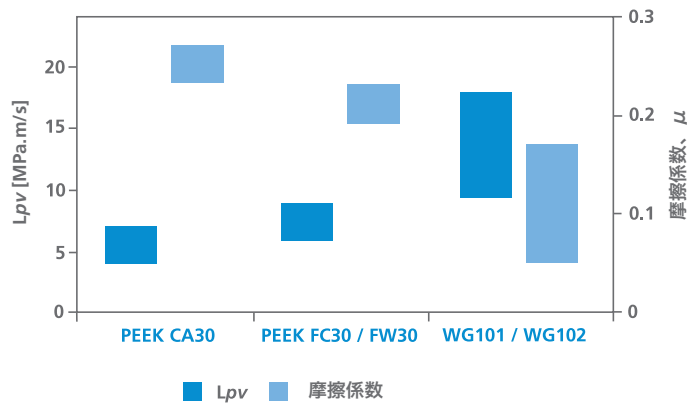
高速/低荷重では、これらの材料は3つの異なった特性を示しました (図30と31のASTM G137ブロック・オン・リング試験と同等の結果)。これを図36に示します。全てのサンプルは相手材表面温度が300°Cを超える環境に耐えられませんでした。

潤滑成分を含まない炭素繊維強化グレード(450CA30とHT22CA30)は、高い摩擦係数(0.25)で低いLpv(7MPa.m/s未満)を有します。

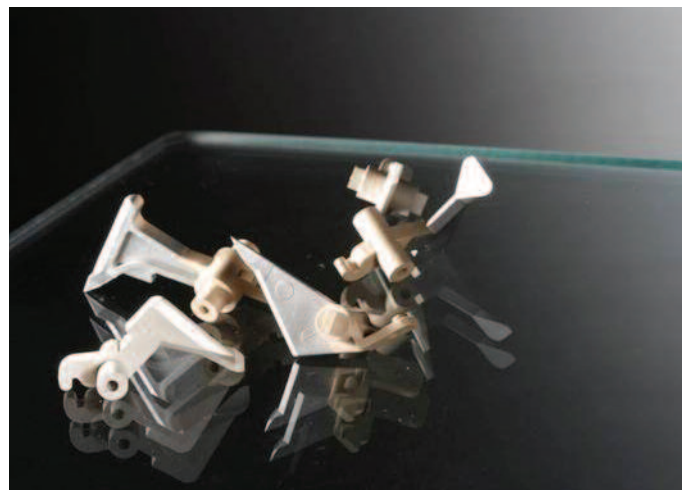
標準の摺動グレード(150FW30と450FC30)は、低い摩擦係数(0.20)で高いLpv(6-9 MPa.m/s)を有します。

高摺動グレード(WG101、WG102)は、非常に低い摩擦係数(0.05-0.15)で大幅に向上したLpv(10-18 MPa.m/s)を有します。WG102はこの試験における最大荷重/速度条件に耐えました。

図36：ビクトレックス製品の高速/低荷重条件におけるLpvと摩擦係数



VICTREX™ PEEKはバランス・シャフト・モジュールに使用されるギヤにおいて金属を代替し、耐久性、信頼性、効率の向上に貢献しています。



VICTREX HT™は従来フッ素コーティングされた金属が用いられていたプリンターの分離爪を代替し、高温での摺動特性に優れ、二次加工を不要にしました。



VICTREX™ PEEKは滅菌工程における高耐熱要求や耐摩耗性の要求を満たし、飲料ボトリングマシンのステンレスバルブとハウジングの代替材料として選択されました。



VICTREX™ PEEKは化学物質に対するPEEKの優れた耐薬品性やガス透過性が活かされ、石油ガス産業において耐摩耗性が求められる配管チューブの高性能ライナーとして使用されています。

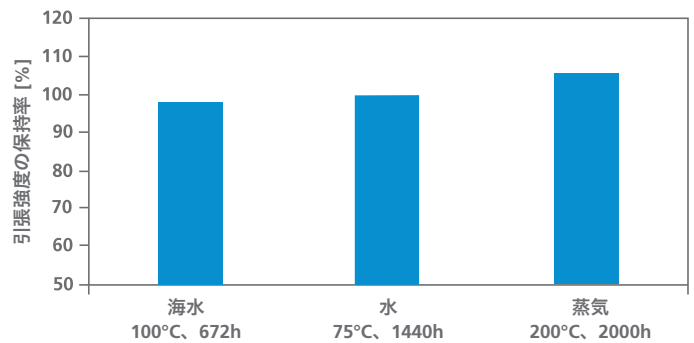
耐環境性

ビクトレックス製品は高温環境化でも保持される様々な卓越した耐環境性を有しています。これはビクトレックス製品が石油およびガスの掘削や繰り返し蒸気滅菌が求められる用途といった非常に過酷な環境で使用される部品に適用可能であることを意味します。

耐加水分解性

ビクトレックス製品は水、海水や蒸気への長期浸漬によっても浸食されないため、医療用部品、海中設備やバルブ部品などに対する最適な選択肢です。

図37：75°Cの水、100°Cの海水、200°Cの蒸気、14 barの圧力におけるPEEKの引張強度の保持率



ガスおよび液体透過性

PEEKは液体およびガスバリア性に優れています。PEEKへの液体やガスの溶解度、拡散や透過は一般的に用いられる樹脂よりも数桁低い値を示します。温度上昇に伴って分子鎖の動きは激しくなりますが、ガスの溶解度は温度が上昇してもほぼ一定で、ガラス転移点を超えている場合はいずれの透過係数においてもほとんど変化がありません。さらに、高圧力の影響も最小限に抑えられます：例えば、圧力が100倍に増加しても透過率はわずか10倍増加するだけです。各種液体やガスの低い透過性とPEEKの優れた機械特性は高速なガス減圧時にほとんど影響を受けません。

表3：様々な一般的なガスに対する100 μ m厚の結晶性PEEKフィルムの透過係数

ガス	透過係数 $\text{cm}^3 \text{m}^{-2} \text{day}^{-1}$
二酸化炭素	420
ヘリウム	1600
水素	1400
メタン	8
窒素	15
酸素	76
水蒸気	4

PEEK製パイプを介した硫化水素 (H₂S) などのガス透過に関する広範囲な研究では、表4に見られる通り、PEEKが他の高性能ポリマーに比べて優れたバリア性を発揮することが示されています。

表4：PEEKと他の高性能ポリマーにおけるガス透過性の比較

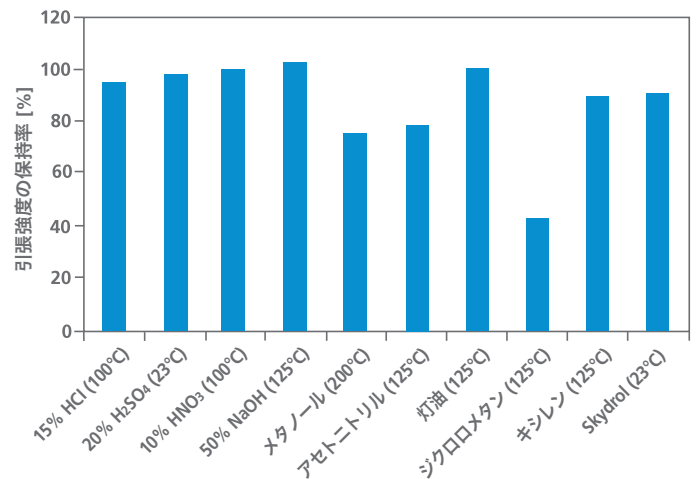
材料	温度 (°C)	透過係数Q ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1} \text{atm}^{-1}$)	拡散係数D ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$)
PEEK	155	6.2×10^{-9}	6.5×10^{-8}
PEEK	110	1.2×10^{-9}	1.3×10^{-8}
PVDF	100	1.3×10^{-6}	n/a
PA 11	100	6.6×10^{-7}	0.8×10^{-6}

耐薬品性

VICTREX PEEKは様々な薬品に対して優れた耐薬品性を有し、広い温度範囲において高レベルの機械的特性を保持し膨張や変色の少ない樹脂として広く知られています。耐薬品性の指標として、いくつかの薬品に様々な温度で28日間浸漬後のPEEK 450Gの引張強度の保持率を図38に示します。

最新の耐薬品性リストは当社ウェブサイトからダウンロードできます。www.victrex.com

図38：様々な化学薬品に対する4週間浸漬後のPEEK 450Gの引張強度の保持率

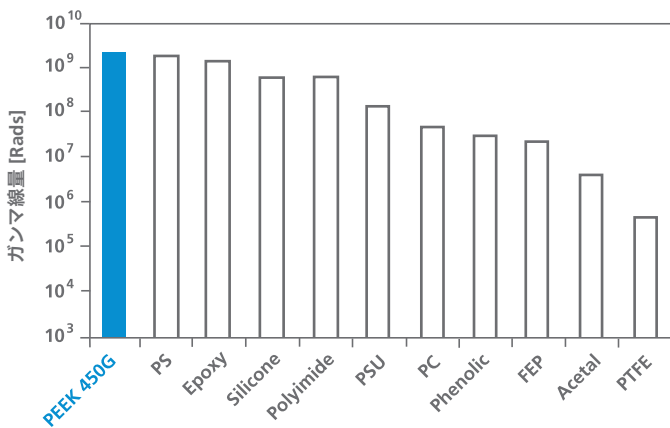


VICTREX™ PEEKは天然ガスの浄化、VOCの除去や攻撃的な溶剤の濾過といった要求特性の厳しい分離膜用途において、特許取得済みのPEEK-SEP分離膜技術が使用されています。

耐放射線性

熱可塑性樹脂は電磁波照射や放射線を受けると脆くなります。エネルギー的に安定した化学構造をもつビクトレックス製品で作られた部品は、高線量の放射線中でも十分に使用可能で、それによる繰り返し滅菌も可能です。図39の棒グラフはPEEK 450Gと他の高性能ポリマーの耐放射線性を比較したもので、縦軸はその材料の曲げ物性が劣化し始める放射線量です。このデータはビクトレックス製品が他の高性能ポリマーよりも高い耐放射線性を持つことを示しています。

図39：曲げ物性が劣化し始める、酸化力のあるガンマ線照射線量



VICTREX™ PEEKはウエハと接触するFOUP（Front Opening Unified Pod）の部品に最適な寸法安定性と高純度を提供します。

アウトガス性

ビクトレックス製品は低分子量の揮発性有機物の含有が非常に少なく本質的に高純度な材料です。表5はASTM 595Eによって求められたデータを示しています。本試験でPEEKは 5×10^{-5} Torrの真空環境下で24時間125°Cまで加熱されました。すべての値は試験サンプルの重量の割合として表わされています。ASTM E595はTMLの許容限界を最大1.0%、CVCMを最大0.1%と規定しています。

表5：各種ビクトレックス製品のアウトガス性

PEEK	%TML	%CVCM	%WVR
450G	0.26	0.00	0.12
450GL30	0.20	0.00	0.08
450CA30	0.33	0.00	0.12

TML – 質量損失比 – 総減量、試験片を一定温度下に一定時間放置した際に放出する総アウトガス重量分率

CVCM – 再凝縮物質重量比 – 試験片を一定温度下に一定時間放置した際に放出し、凝縮、回収可能な揮発重量分率

WVR – 再吸水量比 – 試験片を、湿度50%、温度23°C下に24時間放置した際の重量増加率

仕様と認定

ビクトレックス製品はエンドユーザーが最終製品の承認を得る必要がある航空宇宙（商用および軍用）、自動車、船舶、エネルギー（化石燃料および再生可能エネルギー）などの非常に幅広い分野で使用されており、エンドユーザーは国内および国際規格を容易に取得することができます。ビクトレックス製品はエアバス、ボーイング、ダイムラークライスラー、ボッシュ、米軍といった様々な業界における主要企業の仕様を満たしています。表6はビクトレックス製品が適合している国際的な認定についてまとめたものです。

表6：ビクトレックス製品が適合する国際的な認定

水との接触

WRAS - (BS 6920)	VICTREX PEEK 450G、450GL30、450CA30および450FC30はWRAS（英・水質規制諮問会議）認証を取得しています。非金属を対象としたBS6920による水質試験の結果は水との接触に適合性を示しており、冷水および最高85°Cの熱水と接触する国内向け水回り部品の製造に使用できます。
DVGW - (W270)	VICTREX PEEKナチュラル、GL30、CA30およびFC30はDVGW（独・ガス水道技術科学協会）による材料上の微生物増殖に関する規格W270に適合しており、飲料水との接触が可能です。- 試験と評価

食物接触

2002/72/EC	VICTREX PEEKナチュラル、ナチュラルBlk 903、GLxx、GLxx BlkおよびVICTREX HTナチュラルは食品との接触が想定される材料や製品に関する欧州指令2002/72/ECと改正規則975/2009および欧州規則（EC）No 1935/2004に準拠します（注：“xx”はフィルターの添加レベルを示します）。
FDA 21 CFR 177.2415	VICTREX PEEKナチュラル、ナチュラルBlk 903、GLxx、GLxx Blk、CAxx、FE20、FW30およびVICTREX HTナチュラルは食品接触用途に関する米国食品医薬品局（FDA）規則21CFR177.2415に準拠しています。
プラスチック材料に関する3A衛生基準	VICTREX PEEKナチュラル（90、150、380および450を用いた全てのグレード）、APTIV 1000および2000シリーズ押出フィルム、VICOTE 700シリーズのパウダー製品。

燃焼性

UL94	VICTREX PAEKとコンパウンドはUL（アンダーライタース・ラボラトリーズ）難燃性基準94-Vの一般要件に準拠しています。特定グレードの詳細についてはビクトレックス社にお問合せ頂くか、もしくはULのウェブサイトより参照番号QMFZ2.E161131にて入手可能です。
-------------	--

水との接触

ISO 9001:2008	ビクトレックス社のマネジメント・システムは設計、製造、高性能ポリケトンの販売についてISO 9001:2008の認証を受けています。
REACH	ビクトレックス・ポリマーはREACHの登録要件から免除されています。ポリマー製造に使用されるモノマーは、REACHの要件に従って事前登録されています。現時点で私たちが知る限り、ビクトレックス製品は0.1重量%以上のSVHC's（高懸念物質）を含んでいません。私たちは全ての新規および既存サプライヤーをチェックし0.1重量%以上の高懸念物質を含有する材料の供給を行いません。
RoHS	VICTREX PEEK、VICTREX HT、VICTREX STおよびコンパウンドはRoHS（電気電子機器における特定有害物質の使用制限）指令2002/95/EC（2003年1月27日）の要件に準拠しています。
ELV	VICTREX PEEK、VICTREX HT、VICTREX STおよびコンパウンドはELV（廃自動車）指令2000/53/ECの要件に準拠しています。これは部品や材料を含めた自動車および廃自動車に関する規制です。
WEEE	ビクトレックス製品は、RoHS指令に関連して、欧州WEEE（廃電気電子機器）指令2002-96-ECの要件に準拠しています。
FM 4910認証	VICTREX PEEKナチュラルはクリーンルーム用材料の難燃性試験法に関する米国標準規格ANSI/FM 4910の要件に準拠しています。FM 4910は半導体産業における火災安全材料に対する要求に応えるため開発されました。
MITI認証	VICTREX PEEKは経済産業省の認定を受けています。
環境方針	ビクトレックス社は環境方針を策定し英国環境庁が発行および監査する運用許可（参照番号BU5640IA）に沿って実施しています。また私たちはISO9001:2008登録の一部として監査を受ける社内環境マネジメント・システムを持っています。

ビクトレックス社は製品の仕様および認定が増加を続けている当社PAEK製品の新たな用途分野を常に模索しています。

ビクトレックス社へのお問い合わせは現地オフィスもしくは当社ウェブサイトwww.victrex.comをご利用下さい。

物性データ

	条件	測定法	単位	ナチュラル			
				PEEK 90G	PEEK 150/151G	PEEK 381G	PEEK 450G
機械的物性							
引張強度	降伏、23°C	ISO 527	MPa	110	110	100	100
	破断、23°C						
	破断、125°C						
	破断、175°C						
	破断、275°C						
引張伸び	23°C	ISO 527	%	15	25	40	45
引張弾性率	23°C	ISO 527	GPa	3.7	3.7	3.7	3.7
曲げ強度	23°C	ISO 178	MPa	180	175	170	165
	125°C			95	90	90	85
	175°C			20	19	18	18
	275°C			14	13	13	13
曲げ弾性率	23°C	ISO 178	GPa	4.3	4.3	4.2	4.1
圧縮強度	23°C	ISO 604	MPa	120	120	120	120
	120°C			70	70	70	70
	200°C						
	250°C						
シャルピー衝撃強度	ノッチ付き、23°C	ISO 179/1eA	kJ/m ²	4.0	4.0	6.0	7.0
	ノッチ無し、23°C	ISO 179/1U		破断せず	破断せず	破断せず	破断せず
アイゾッド衝撃強度	ノッチ付き、23°C	ISO 180/A	kJ/m ²	4.5	5.0	6.5	7.5
	ノッチ無し、23°C	ISO 180/U		破断せず	破断せず	破断せず	破断せず
熱的物性							
融点		ISO 3146	°C	343	343	343	343
ガラス転移点 (Tg)	開始温度	ISO 3146	°C	143	143	143	143
線膨張係数	流動方向<Tg	ISO 11359	ppm/°C	45	45	45	45
	平均<Tg			55	55	55	55
	流動方向>Tg			120	120	120	120
	平均>Tg			140	140	140	140
熱変形温度	1.8MPa	ISO 75A-f	°C	156	156	152	152
熱伝導率	23°C	ASTM C177	W/m°C	0.29	0.29	0.29	0.29
相対温度指数	電氣的	UL 746B	°C		260	260	260
	機械的、衝撃無し				240	240	240
	機械的、衝撃有り				180	180	180
流動性							
溶融粘度	400°C	ISO 11443	Pa.s	90	130	300	350
	420°C						
その他							
密度	23°C	ISO 1183	g/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
電氣的物性							
耐電圧	2.5mm厚	IEC 60243-1	kV/mm	16	16	16	16
トラッキング指数	23°C	IEC 60112	V	150	150	150	150
誘電損率	23°C、1MHz	IEC 60250	n/a	0.003	0.003	0.003	0.003
誘電率	23°C、1kHz	IEC 60250	n/a	3.3	3.3	3.2	2.8
体積抵抗率	23°C	IEC 60093	Ωcm	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶
推奨加工条件							
温度設定	ホッパー ノズル		°C	350-365	350-365	350-370	355-375
金型温度 (最高250°C)			°C	160-200	160-200	170-200	170-200
スパイラルフロー及び	ノズル温度		°C	365	365	370	375
成形収縮の評価条件	金型温度		°C	160	160	170	180
スパイラルフロー	肉厚1mm		mm	245	220	130	110
	肉厚3mm						
成形収縮	流動方向	ISO 294-4	%	1.0	1.0	1.0	1.0
	垂直方向		%	1.3	1.3	1.3	1.3

		ガラス繊維強化					炭素繊維強化				
HT	ST	PEEK	PEEK	PEEK	HT	ST	PEEK	PEEK	PEEK	HT	
G22	G45	90GL30	150GL30	450GL30	22GL30	45GL30	90CA30	150CA30	450CA30	22CA30	
115	115										
		190	190	180	200	200	260	260	260	260	
		130	115	115	125	130	180	150	160	170	
		80	70	60	75	80	110	95	85	110	
		45	40	35	55	50	65	55	50	70	
20	20	2.3	2.5	2.7	2.8	2.5	1.3	1.5	1.7	1.6	
3.7	4.3	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	27	26	25	26	
185	180	290	280	270	300	300	360	360	380	370	
110	110	190	190	190	210	200	250	250	250	240	
32	36	80	80	80	120	125	120	120	120	170	
16	21	50	50	50	85	75	60	60	60	90	
4.2	4.1	12.0	11.5	11.3	11.0	11.0	24	23	23	23	
140	145	250	250	250	290	290	300	300	300	300	
90	90	160	160	160	180	190	200	200	200	210	
30	35	55	55	55	75	75	70	70	70	95	
					50	50				65	
3.8	4.0	7.5	7.5	8.0	9.0	9.5	6.0	6.0	7.0	6.5	
破断せず	破断せず	45	55	55	70	70	45	45	45	45	
5.0	6.0	8.5	9.0	10	11	11	6.0	7.5	9.5	8.5	
破断せず	破断せず	40	50	60	70	70	40	40	45	45	
373	387	343	343	343	373	387	343	343	343	373	
152	162	143	143	143	152	162	143	143	143	152	
45	45	20	20	18	20	21	5	5	5	5	
55	55	45	45	45	45	40	40	40	40	35	
75	105	20	20	18	25	23	5	6	6	5	
130	125	110	110	110	110	100	90	100	100	90	
163	172	335	335	328	360	380	342	339	336	368	
0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.95	0.95	0.95	0.95	
			240	240							
			240	240				240	240		
			220	220				200	200		
190		220	280	560	500		260	320	675	550	
	220					550					
1.30	1.30	1.52	1.52	1.51	1.53	1.53	1.40	1.40	1.40	1.41	
17	21	17	17	20	16	19					
150	150	150	150	150	150	150					
0.0035	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004					
	3.0	3.3	3.3	3.2	3.2	3.3					
10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	
375-395	375-395	355-370	360-380	360-385	375-395	385-410	360-380	365-385	375-395	380-405	
190-215	200-220	170-200	170-200	180-200	190-215	200-220	170-200	180-210	180-210	190-215	
395	395	370	380	385	395	410	380	385	395	405	
200	200	180	180	190	200	210	190	200	200	200	
200	160	185	150	85	105	100	130	140	75	80	
	680			410		440			330		
1.0	1.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	
1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	0.5	0.5	0.7	

			摺動グレード				特殊グレード		
ST 45CA30	PEEK 90HMF20	PEEK 90HMF40	PEEK 150FC30	PEEK 450FC30	PEEK 150FW30	PEEK 450FE20	WG101	WG102	ESD101
270	280	330	150	140	180	78	180	190	120
180	190	220	100	95			125	130	
120	120	145	65	55			85	85	
70	80	85	35	35			55	55	
1.7	1.9	1.2	2.0	2.2	1.8	25	1.9	1.9	1.5
25	22	45	12.5	12.5	15	2.9	19	19	11.5
380	400	480	220	230	270	125	280	290	190
290	290	350					220	220	
190	180	220					140	145	
100	100	120					70	75	
22	20	37	11.5	11.5	14.5	3.2	17	17	10.5
310	270	310	170	170		105	220	250	
210	200	250	110	110		65	160	175	
95	90	120					65	80	
65							45	55	
7.0	7.5	8.0	4.0	5.0			5.0	5.0	
50	60	60	30	35			35	35	
9.0	9.5	10.5	5.0	6.0	5.0	7.5	5.5	6.0	3.5
50	60	60	30	35	35	破断せず	35	35	25
387	343	343	343	343	343	343	343	373	343
162	143	143	143	143	143	143	143	152	143
10	5.5	3.0	12	15	9	40	9	9	25
40	40	35	45	45	45	60	35	35	40
13	3.0	1.0	15	20	9	120	10	10	70
95	100	80	110	115	110	140	90	90	125
383	347	349	315	315			343	367	
0.95			0.87	0.87			1.30	1.30	
			240	240					
			180	180					
	200	330	290	550	260	340	350	600	275
560									
1.41	1.37	1.45	1.45	1.45	1.43	1.40	1.44	1.44	1.65
					21				
					0.004				
					2.8				
10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ⁷	10 ¹⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸
390-415	365-385	365-385	360-380	365-385	365-385	355-375	370-390	390-410	365-385
200-230	180-200	190-200	170-200	170-200	170-200	170-200	180-210	190-215	180-220
415	385	380	380	385	385	375	390	410	385
210	190	190	180	200	180	180	200	190	180
90	180	100	130	80	165	130	135	85	140
410				380				360	
0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	1.2	0.0	0.1	0.4
0.7	0.6	0.4	0.7	0.7	0.6	1.7	0.5	0.6	0.5

NOTES



ビクトレックス社(Victrex plc) は英国に本社をおく、VICTREX PEEKを中心とした超高性能ポリマー製造開発におけるリーディング・カンパニーです。

35年以上にわたって航空宇宙、自動車、エレクトロニクス、エネルギーおよび医療の各産業に向けて最先端ポリマーソリューションを提供し続けており、スマートフォン、航空機や自動車の構造部品、石油・ガスの採掘現場からインプラント用医療機器にいたるまで世界中で広く使用されています。

詳細については当社ウェブサイト をご覧ください：
www.victrex.com/jp

World Headquarters

Victrex plc
Hillhouse International
Thornton Cleveleys
Lancashire
FY5 4QD
United Kingdom
TEL +44 (0)1253 897700
FAX +44 (0)1253 897701
MAIL victrexplc@victrex.com

Americas

Victrex USA Inc
300 Conshohocken State Road
Suite 120
West Conshohocken
PA 19428
USA
TEL +1 800-VICTREX
TEL +1 484-342-6001
FAX +1 484-342-6002
MAIL americas@victrex.com

Europe

Victrex Europa GmbH
Langgasse 16
65719 Hofheim/Ts.
Germany
TEL +49 (0)6192 96490
FAX +49 (0)6192 964948
MAIL customerservice@victrex.com

日本

ビクトレックスジャパン株式会社
東京都港区三田1-4-28
三田国際ビルアネックス
108-0073
TEL +81 (0)3 5427 4650
FAX +81 (0)3 5427 4651
MAIL japansales@victrex.com

Asia Pacific

Victrex High Performance
Materials (Shanghai) Co Ltd
Part B Building G
No. 1688 Zhuanxing Road
Xinzhuan Industry Park
Shanghai 201108
China
TEL +86 (0)21-6113 6900
FAX +86 (0)21-6113 6901
MAIL scsales@victrex.com

©Victrex plc September 2016

Victrex plc believes that the information contained in this document is an accurate description of the typical characteristics and/or uses of the product or products, but it is the customer's responsibility to thoroughly test the product in each specific application to determine its performance, efficacy, and safety for each end-use product, device or other application. Suggestions of uses should not be taken as inducements to infringe any particular patent. The information and data contained here in are based on information we believe reliable. Mention of a product in this document is not a guarantee of availability. Victrex plc reserves the right to modify products, specifications and/or packaging as part of a continuous program of product development. Victrex plc makes no warranties, express or implied, including, without limitation, a warranty of fitness for a particular purpose or of intellectual property non-fringement, including, but not limited to patent non-infringement, which are expressly disclaimed, whether express or implied, in factor by law. Further, Victrex plc makes no warranty to your customers or agents, and has not authorized anyone to make any representation or warranty other than as provided above. Victrex plc shall in no event be liable for any general, indirect, special, consequential, punitive, incidental or similar damages, including without limitation, damages for harm to business, lost profits or lost savings, even if Victrex has been advised of the possibility of such damages regardless of the form of action. VICTREX™, APTIV™, VICOTE™, VICTREX PIPES™, VICTREX HT™, VICTREX ST™, VICTREX WG™, PEEK-ESD™ and the Triangle (Device), are trademarks of Victrex plc or its group companies.