

VESTAKEEP®

PEEK- ポリエーテルエーテルケトン





ダイセル・エポニック^{*}は、ダイセル化学工業(現：ダイセル)とヒュルス社(現：エポニック インダストリーズAG)の合弁会社として1970年に設立されました。以来、ポリアミド12系高機能樹脂の製造販売を中心に、C8&C12モノマー、PMMA成形用材料などを製品ラインアップに加え、日本国内のマーケットを軸に、アジアに進出している日系企業に向けて製品の提供と技術サポートを行っています。

PEEK(ポリエーテルエーテルケトン)、「VESTAKEEP[®]」は、2007年より日本国内での本格販売を開始しました。兵庫県姫路市に設置されたテクニカルセンターではPEEK専任の技術者を配しており、お客様のご要望に応じ、営業部と共に製品開発や技術面でのサポートをご提供しています。

^{*}ダイセル・エポニック株式会社は2022年に社名をポリプラ・エポニック株式会社に変更しました。





索引

1 はじめに.....	5
製造.....	5
アプリケーション.....	6
梱包.....	8
技術サービス.....	8
2 VESTAKEEP®コンパウンドの概要.....	9
3 VESTAKEEP®コンパウンドの物理的特性、熱的特性、 摩擦的特性、機械的特性、燃焼挙動.....	11
4 加工方法について.....	18
射出成形.....	18
押出成形.....	23
5 VESTAKEEP®コンパウンドの 生理学的／毒物学的評価.....	28
6 環境適合性および 安定性について.....	30
製品に関する詳細お問い合わせ先.....	31



VESTAKEEP®

高性能ポリマー ラインアップの拡大

ダイセル・エポニック^{*}はVESTAKEEP®ポリエーテルエーテルケトン(PEEK¹)コンパウンドの開発を通じて高性能ポリマー市場における技術リーダーの地位を強化しています。VESTAKEEP®コンパウンドは、極めて高い機械/熱/化学要件を満たす必要がある用途に特に適しています。

^{*}ダイセル・エポニック株式会社は2022年に社名をポリブラ・エポニック株式会社に変更しました。

VESTAKEEP®は、独エポニック社が世界的に供給を開始したポリエーテルエーテルケトン樹脂(PEEK¹)です。ダイセル・エポニックは日本及び在アジア日系のお客様への販売とテクニカルフォローを担当しています。このPEEKは、航空宇宙、半導体、自動車、電子部品などの先端分野にわたり世界的に注目・採用されている材料であり、今後の環境問題、新技術コストダウンの核となることが大きく期待されています。

VESTAKEEP®は様々な用途・工法に併せて商品群を幅広く取り揃えています。薄肉射出成形部品用の超低粘度(1000シリーズ)、一般加工用の低粘度(2000シリーズ)、中粘度(3000シリーズ)、押出加工用の高粘度(4000シリーズ)という4種類のグレードを機軸とし、さらにこれらの各グレードに、ガラス繊維、カーボン繊維を配合して機械的強度を高めたグレード、高温・高PV下の過酷な環境でも優れた特性を備えた高摺動グレードなどがあります。また、独自の粉碎工法により超微粒子化(直径10~50 μ)したグレードを用意し、静電粉体塗装、ファインフィラーとのコンパウンド向けやコンポジット作成にラインナップしています。

本カタログではVESTAKEEP®の特性と応用・加工方法について詳しくご紹介します。

VESTAKEEP®コンパウンドは、以下のユニークな機能特性を持ち合わせています。

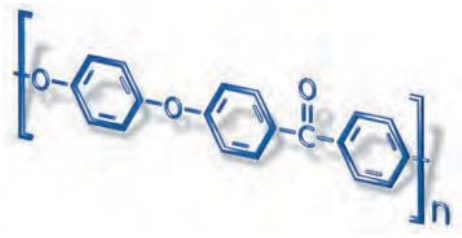
- 非常に高い耐熱性
- 高い剛性
- 吸水性が低く、寸法安定性が高い
- 高い表面硬度
- 高い機械的強度
- 滑り摩擦特性に優れ、磨耗を最小限に抑える
- 電気特性に優れる
- 耐薬品性に優れる
- 加水分解安定性に優れる
- 加工性に優れる
- 応力亀裂を生じにくい

¹ PEEKはISO1043に規定のポリエーテルエーテルケトンの正式略称です。本カタログではPEEKはポリエーテルエーテルケトンのみを指すものとします。

1 はじめに

製造

VESTAKEEP®は、ハイドロキノンと4,4'-ジフルオロベンゾフェノンの各基本成分を使用し複数の重合工程を経て製造されます。



基本グレードの融解粘度は400°Cで100～3,000Pasであり、剪断率は1sec⁻¹と低いため、射出成形や押出成形に適しています。

用途に応じ、製造工程においてさまざまな添加剤を加えることにより、PEEKの特性を調整することができます。




- ・添加剤により離型が容易になります。
- ・充填材や強化材により、高温下における剛性や寸法安定性を高められます。この目的には、チョップド炭素繊維が最適です。また、ミネラルやガラス製マイクロビーズもそりを抑える効果があります。



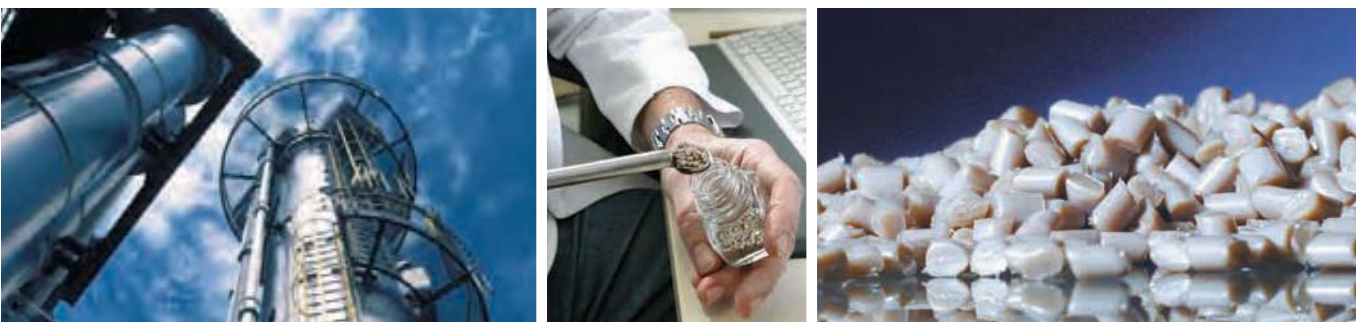
アプリケーション

VESTAKEEP®コンパウンドは、電気・電子(半導体)分野、自動車業界、一般工業用分野など、幅広い分野に応用できます。表1は、各分野において特に重要となる特性をまとめたものです。

表1：用途別のポリエーテルエーテルケトン パフォーマンス特性

		高温耐熱	耐薬品性
	自動車	■	■
	飛行機・鉄道車両	■	■
	機械要素部品	■	■
	電気・ケーブル	■	■
	エレクトロニクス・半導体	■	■
	医療機器	■	■
	食品加工機械	■	■

***PTFEを含むコンパウンドは「毒性ガスの発生無し」の記述には該当しません。
「6. 環境適合性及び安全性について」をご参照ください。



VESTAKEEP®の梱包形態

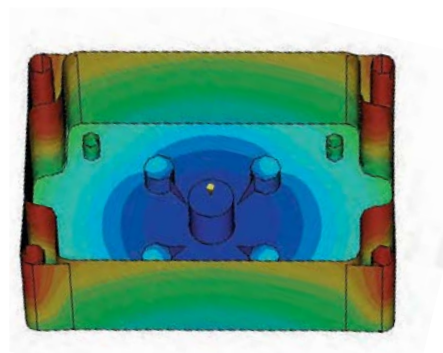
ペレット：総内容量25kgの箱入りで、2袋のポリエチレンライナーにより12.5kgずつに分かれて梱包されています。

粉末(パウダー)：1袋のポリエチレンライナーが付いた10kgの箱入りです。

微粉末(ファインパウダー)：1袋のポリエチレンライナーが付いた15kgの箱入りです。

通常の保管条件下では、外装に名損がない限りほぼ永久に保管できます。45°Cを超える場所での保管はお控えください。

他の部分結晶ポリアリールエーテルケトンと同様に、VESTAKEEP®ナチュラル材は熔融状態では琥珀色、固体結晶状態では灰色がかかったベージュ色をしています。このほか、添加剤や補強繊維を含有する製品の場合、特徴的な色をしていることもあります。いずれも5種類の粘度があり、それぞれVESTAKEEP®1000、2000、3000、4000、5000と指定されます。1000の粘度が最低で5000の粘度が最高になります。



サンプル部品への充填の検討例

2 VESTAKEEP®コンパウンドの概要

製品一覧

独エボニック社が扱うPEEKコンパウンドには、加工メーカーやエンドユーザーの要求に応じた様々な製品があります。表2は、最も重要な製品の特性とその典型的な用途の概要を示したものです。又、物理的特性の詳細を表3と4に示します。その他の特性についての御質問は、本書に記載の担当者までお問い合わせください。

Campus®

VESTAKEEP®コンパウンドのその他の特性、ならびに当社の高性能ポリマー事業で扱うその他の製品の材料情報については、プラスチックデータベースCampus®²に掲載し、定期的に更新しています。Campusにはウェブサイトwww.evonik.com/hpからアクセスできます。

開発製品

開発製品は、一般に特定用途向けに設計・開発されています。製品を市場に提供し、寄せられた結果をフィードバックして製品をさらに改良することが可能です。これに伴い成分や製造工程が変更され、製品特性がわずかに変化する場合があります。特定の要求事項を満たす製品をお探しの場合は、弊社の担当者までお問い合わせください。

パウダー

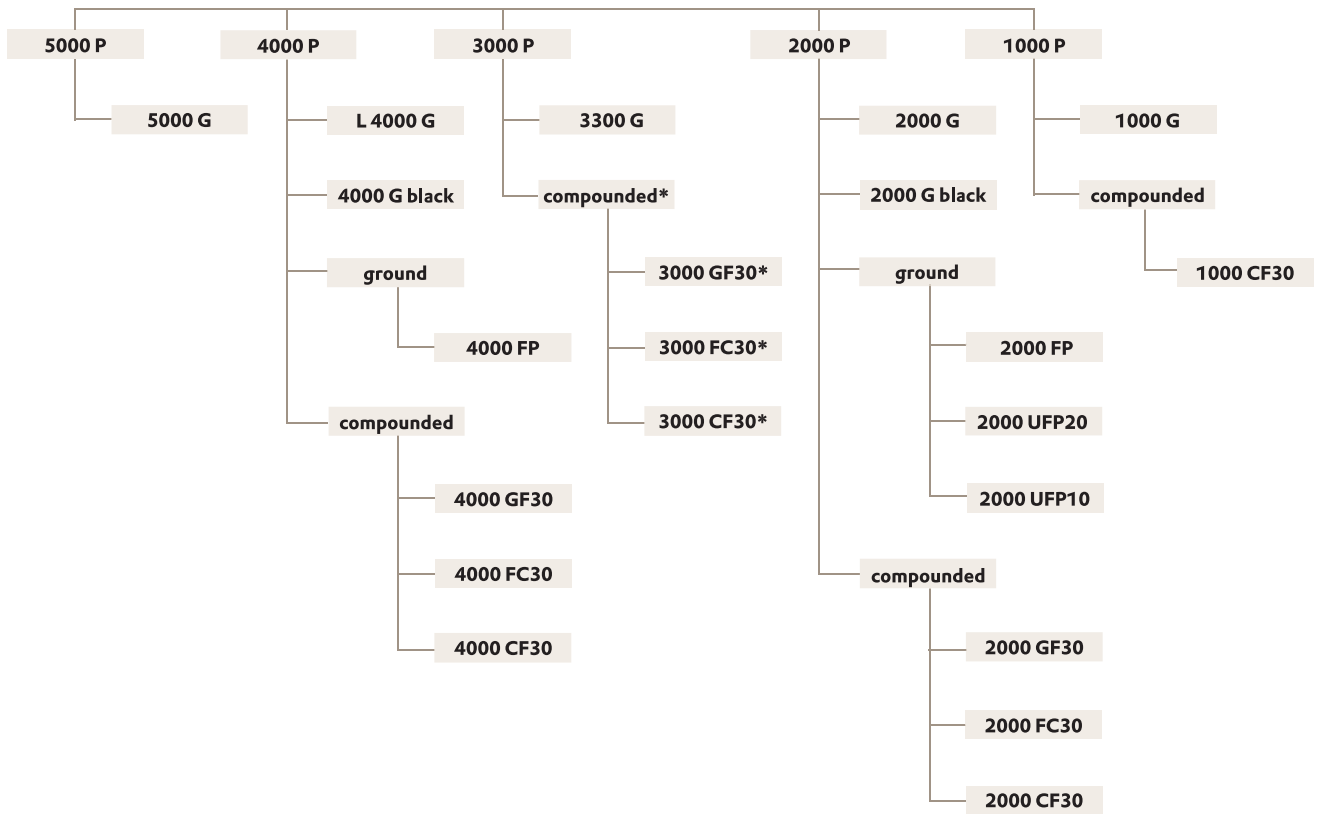
パウダー状のVESTAKEEP®も提供していません。VESTAKEEP®パウダーは、食品、電気・電子分野、ならびに自動車業界など、幅広い用途で使用できます。これらの粉末は、圧縮成形、静電粉体塗装、フレイム溶射、流動浸漬などの幾つかの異なる手法で加工されます。また、水性系と溶剤含有系の両方での加工が可能です。

詳しくは、当社営業部までお問合せ下さい。

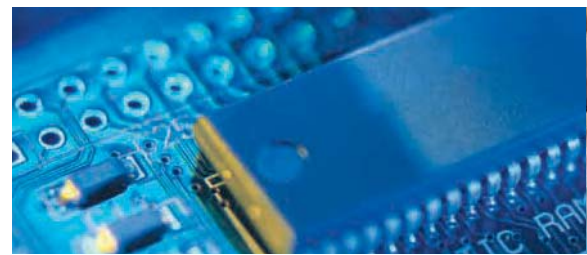
² Campus®は、CWF GmbH/Frankfurt (Main) の登録商標です。



Overview of VESTAKEEP® grades



G = Granules
 P = Powder
 FP = Fine powder
 UFP = Ultrafine powder
 GF30 = glass fiber-reinforced 30%
 FC30 = PTFE/graphite/carbon fiber (10:10:10)
 CF30 = carbon fiber 30%
 * on request



3 VESTAKEEP®コンパウンドの特性

表2：VESTAKEEP®コンパウンドとその特性の概要

VESTAKEEP®	特性	製品ラインアップおよび用途	加工
1000 G	非強化、低粘度、超良流動性	ギヤ部品、医療部品、半導体製造工程や一般機械要素部品などの製品向けの低～中粘度ベースグレード	射出成形
2000 G	非強化、中粘度		射出成形
2000 G black			射出成形
3300 G	非強化、中粘度	ケーブル産業用特殊グレード	射出成形、押出成形
4000 G black	非強化、高粘度	ギヤ部品、医療部品、フィルム、シート、中間素材などの製品向けの高粘度ベースグレード	射出成形、押出成形
L 4000 G	非強化、高粘度、		射出成形、押出成形
5000 G	非強化、超高粘度		押出成形
1000 CF 30	炭素繊維30%	機械、装置、ならびに航空／電気業界向けの低～中粘度炭素繊維またはガラス繊維強化・改良高剛性コンパウンド	射出成形
2000 CF 30	炭素繊維30%		射出成形
2000 GF 30	チョップドガラス繊維30%		射出成形
3000 CF 30*	炭素繊維30%	住宅用部品向けの中粘度炭素繊維またはガラス繊維強化・改良／高剛性コンパウンド	射出成形
3000 GF 30*	チョップドガラス繊維30%		射出成形
4000 CF 30	炭素繊維30%	高粘度炭素繊維またはガラス繊維強化・改良／高剛性コンパウンド	射出成形、押出成形
4000 GF 30	チョップドガラス繊維30%		射出成形、押出成形
2000 FC 30	グラファイト10%	電気工学、自動車、機械、装置製造業界で用いられる自己潤滑性を要するベアリング装置やギヤ部品などの用途に適した特殊高摺動グレード	射出成形
3000 FC 30*	炭素繊維10%		射出成形
4000 FC 30	PTFE10%		射出成形、押出成形

*ご要望に応じて対応可能

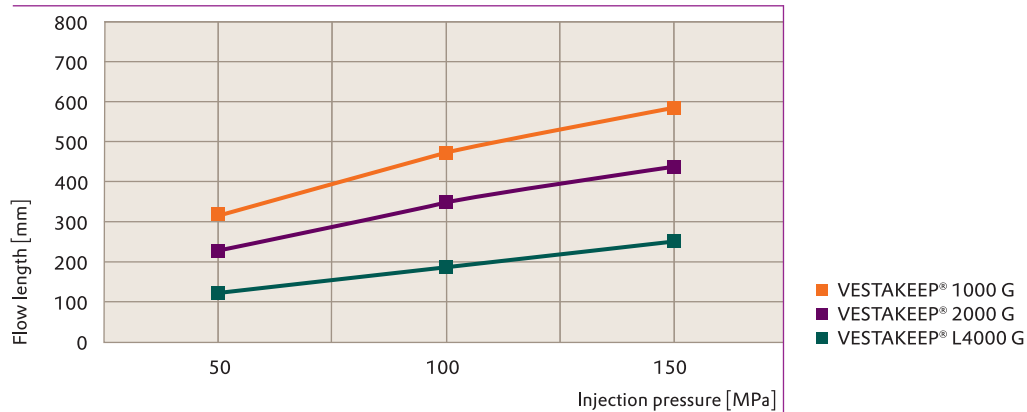


流動特性

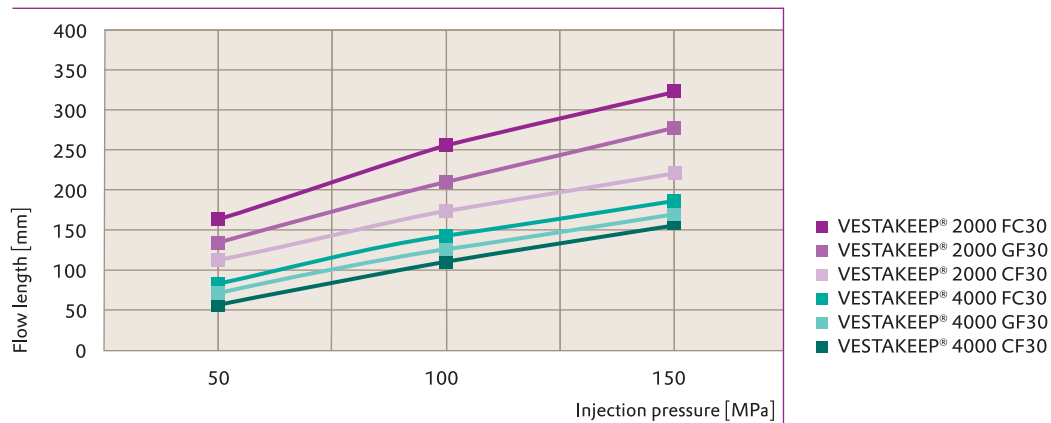
以下の図は、VESTAKEEP®コンパウンドのグレードを流動性観点から選択する際の指針となるものです。非強化コンパウンドと繊維補強コンパウンドの流動長さが射出圧によってどのように影響を受けるかが示されています。

表示の値は金型温度180° C、加工温度360~400° Cの範囲で測定されたものです。いずれの結果も6x2mmのバーフロー金型を用いて測定されています。

非強化グレード



VESTAKEEP® 2000 & 4000ベース繊維補強グレード



摩擦特性

摩擦力学(トライボロジー)は、互いに接触し合う複数の物体の摩擦、潤滑、磨耗を扱う分野です。下の表は、VESTAKEEP®でできたピンと100Cr6鋼でできた回転ディスクを互いに滑らせるというピンオンディスク試験方法における初期結果を示したものです。

速度は0.5m/sを設定し、合計2,000mの距離に渡って測定を行いました。現在、合計距離をさらに延長した追加試験を実施中です。これらの試験の進行状況については、当社営業部までお問い合わせください。

摩擦特性

	温度、荷重	VESTAKEEP®			
		2000G	L4000G	2000FC30	4000FC30
摩擦係数	23 °C, 1 N	0.4	0.4	0.33	0.31
	23 °C, 20 N	0.35	0.41	0.23	0.25
	200 °C, 1 N	-	-	0.26	0.32
	200 °C, 20 N	-	-	0.3	0.32
磨耗 [10 ⁻⁶ mm ³ /Nm]	23 °C, 1 N	9.1	9.14	6.87	3.31
	23 °C, 20 N	16.68	10.48	0.26	0.52
	200 °C, 1 N	-	-	12.6	20
	200 °C, 20 N	-	-	6.9	5.76

ウエルドライン強度

成形品のウエルド強度を測定するために、150x10x4mm³の引っ張り試験用バーを製作しました。この試験用バーは、金型のランナーインサートを交換することにより、ウエルドラインの有無を再現できます。それらの試験用バー使用による測定結果を下記の表にまとめました。金型の表面温度は、すべての引っ張り試験用バーで180°Cに設定しました。

試験はISO527に従って標準状態で行いました。お分かりのように、非充填成形用コンパウンドではウエルドラインによって降伏応力がほとんど低下していませんが、充填成形用コンパウンドでは引っ張り強度が50~70%低下しています。

ウエルドライン強度

VESTAKEEP®	ISO 527-1/2	負荷 [MPa]	
		ウエルド無し	ウエルド有り
2000G	50 mm/min	100	99
L4000G	50 mm/min	96	95
引張り強度			
2000CF30	5 mm/min	235	100
4000CF30	5 mm/min	236	111
2000GF30	5 mm/min	161	79
4000GF30	5 mm/min	152	82
2000FC30	5 mm/min	150	43
4000FC30	5 mm/min	146	41

各グレードのウエルド強度

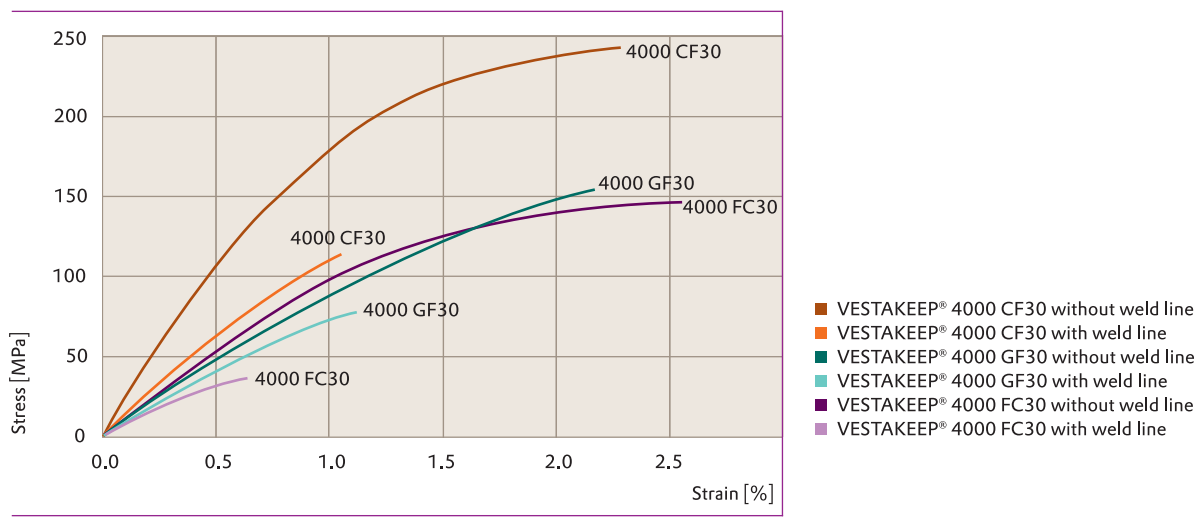
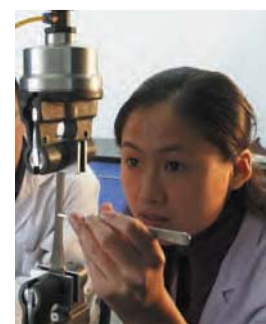


Table 3: Properties of VESTAKEEP® compounds

特性		試験方法	単位	VESTAKEEP 2000 G
物理的、熱的特性と燃焼挙動				
密度	23 °C	ISO 1183	g/cm ³	1.30
融点	DSC,2nd heating		°C	approx. 340
溶融粘度 (MVR)	380°C/5 kg 400°C/10 kg	ISO 1133 ISO 1133	cm ³ /10 min cm ³ /10 min	70 -
荷重たわみ温度		ISO 75-1/2		
A法 (高負荷)	1.82MPa		°C	155
B法 (低負荷)	0.45MPa		°C	205
ビカッ卜軟化温度		ISO 306		
A法	10N		°C	335
B法	50N		°C	310
線膨張率	23°C-55 °C 縦方向	ISO 11359	10 ⁻⁴ K ⁻¹	0.6
限界酸素指数	3.2 mm	ISO 4589	%	38
UL94燃焼性	0.8mm 1.6 mm	IEC 60695 IEC 60695		V-0 V-0
グローワイヤー試験	2mm	IEC 60695-2-12/13 IEC 60695-2-12/13	°C	875 960
成形収縮率	流動方向 直角方向	ISO 294-4	% %	0.7 1.2
吸水率	23 °C	ISO 62	%	0.5
機械的特性				
引張試験	50 mm/min	ISO 527-1/-2		
降伏点強度			MPa	100
降伏点伸び			%	5
破断伸び			%	30
引張試験	5 mm/min	ISO 527-1/-2		
引張強度			MPa	
破断伸び			%	
引張弾性率		ISO 527-1/-2	MPa	3700
シャルピー衝撃強度	23°C -30 °C	ISO 179/1eU	kJ/m ² kJ/m ²	N N
シャルピー衝撃強度 (ノッチ付)	23 °C -30 °C	ISO 179/1eA	kJ/m ² kJ/m ²	6 C 6 C
電気的特性				
耐トラッキング	CTI	IEC 60112	-	200
テストA	100滴			175
絶縁耐力	K20/P50 K20/K20	IEC 60243-1	kV/mm kV/mm	25 21
誘電率	50 Hz 1 kHz 1 MHz	IEC 60250	- - -	2.8 2.9 2.8
誘電正接	50 Hz 1 kHz 1 MHz	IEC 60250	- - -	- 0.003 0.005
体積抵抗値		IEC 60093	Ohm	10 ¹⁴
体積抵抗率		IEC 60093	Ohm*cm	10 ¹⁵
表面抵抗値		IEC 60093	Ohm	10 ¹⁴

	VESTAKEEP 3300 G	VESTAKEEP L4000 G	VESTAKEEP 2000 GF30	VESTAKEEP 4000 GF30
	1.30	1.30	1.50	1.50
	approx. 340	approx. 340	approx. 340	approx. 340
	20 -	11 -	17 -	2 -
	155 205	155 205	323 338	312 335
	335 305	335 305	340 335	340 335
	0.6	0.6	0.3	0.3
	38	38	45	45
	V-1 V-0	V-1 V-0	V-1 V-0	V-1 V-0
	850 960	850 960	875 960	875 960
	0.7 1.2	1.1 1.8	0.4 0.9	0.4 0.7
	0.5	0.5	0.4	0.4
	98 5 25	96 5 30		
			165 2	165 2
	3600	3500	11000	11000
	N N	N N	55 C 65 C	70 C 75 C
	6 C 6 C	7 C 6 C	9 C 8 C	10 C 9 C
	200 175	200 175	200 175	200 175
	25 21	25 21	25 23	25 23
	2.8 2.9 2.8	2.8 2.9 2.8	3.4 3.3 3.3	3.4 3.3 3.3
	- 0.003 0.005	- 0.003 0.005	- 0.002 0.004	- 0.002 0.004
	10 ¹⁴ 10 ¹⁵ 10 ¹⁴	10 ¹⁴ 10 ¹⁵ 10 ¹⁴	10 ¹⁴ 10 ¹⁵ 10 ¹⁴	10 ¹⁴ 10 ¹⁵ 10 ¹⁴



N = no break
C = complete break,
incl. hinge break H

Table 4: Properties of VESTAKEEP® compounds

特性		試験方法	単位	VESTAKEEP 2000 CF30
物理的、熱的特性と燃焼挙動				
密度	23 °C	ISO 1183	g/cm ³	1.38
融点	DSC, 2nd heating		°C	approx. 340
溶融粘度 (MVR)	380°C/5kg	ISO 1133	cm ³ /10 min	10
	400 °C/10 kg	ISO 1133	cm ³ /10 min	-
荷重たわみ温度		ISO 75-1/2		
A法 (高負荷)	1.8 MPa		°C	330
B法 (低負荷)	0.45 MPa		°C	340
ビカット軟化温度		ISO 306		
A法	10 N		°C	343
B法	50 N		°C	340
線膨張率	23°C-55 °C 縦方向	ISO 11359	10 ⁻⁴ K ⁻¹	0.1
限界酸素指数	3.2 mm	ISO 4589	%	47
UL94燃焼性	0.8 mm	IEC 60695		V-0
	1.6 mm	IEC 60695		V-0
グローワイヤー試験	2 mm	IEC 60695-2-12/13 IEC 60695-2-12/13	°C	875 960
成形収縮率	流動方向 直角方向	ISO 294-4	% %	0.1 0.7
吸水率	23°C	ISO 62	%	0.4
機械的特性				
引張試験	50 mm/min	ISO 527-1/-2		
降伏点強度			MPa	
降伏点伸び			%	
破断伸び			%	
引張試験	5 mm/min	ISO 527-1/-2		
引張強度			MPa	240
破断伸び			%	2
引張弾性率		ISO 527-1/-2	MPa	23000
シャルピー衝撃強度	23 °C	ISO 179/1eU	kJ/m ²	45 C
	-30 °C		kJ/m ²	45 C
シャルピー衝撃強度 (ノッチ付)	23 °C	ISO 179/1eA	kJ/m ²	9 C
	-30 °C		kJ/m ²	8 C
電気的特性				
耐トラッキング	CTI	IEC 60112	-	-
テストA	100滴			-
絶縁耐力	K20/P50	IEC 60243-1	kV/mm	-
	K20/K20		kV/mm	-
誘電率	50 Hz	IEC 60250	-	-
	1 kHz		-	-
	1 MHz		-	17
誘電正接	50 Hz	IEC 60250	-	-
	1 kHz		-	-
	1 MHz		-	0.23
体積抵抗値		IEC 60093	Ohm	10 ⁵
体積抵抗率		IEC 60093	Ohm*cm	10 ⁶
表面抵抗値		IEC 60093	Ohm	10 ⁵

	VESTAKEEP 4000 CF30	VESTAKEEP 2000 FC30	VESTAKEEP 4000 FC30
	1.40	1.45	1.45
	approx. 340	approx. 340	approx. 340
	- 3	15 -	2.5 -
	325 335	320 337	310 330
	343 340	340 335	340 335
	0.1	0.2	0.2
	47	44	44
	V-0 V-0	V-0 V-0	V-0 V-0
	850 960	900 960	900 960
	0.1 0.6	0.4 0.6	0.3 0.5
	0.4	0.4	0.4
	240 2	145 2	140 2
	23000	11500	11500
	60 C 60 C	40 C 40 C	45 C 45 C
	10 C 9 C	6 C 5 C	8 C 7 C
	- -	- -	- -
	- -	- -	- -
	- - 17	6.1 5.5 4.9	6.1 5.5 4.9
	- - 0.23	0.07 0.04 0.02	0.07 0.04 0.02
	10 ⁵ 10 ⁶ 10 ⁵	10 ⁵ 10 ⁷ 10 ⁵	10 ⁵ 10 ⁷ 10 ⁵



N = no break
C = complete break,
incl. hinge break H

4 加工方法について

概要

射出成形や押出加工では、VESTAKEEP®ポリマーおよびコンパウンドは主にペレットを用います。標準的なスクリー式機械のほとんどがこの加工方法に対応しています。可塑化ユニットは450°Cの最大加熱温度に耐えられるような設計が施されている設備を使用することを推奨しており、コントローラー、バンドヒーター、温度センサーなどの修正が必要な場合もあります。さらに、当社ではPEEKの加工においては以下の手順に従うことを推奨しています。

乾燥

VESTAKEEP®は、工場からの出荷時の水分は0.25重量%未満となっています。しかし、当社では安定した押出、射出成形品を得るために追加の乾燥処理を行うことを推奨しています。

- ・乾燥温度：150～160°C
- ・乾燥時間：乾燥空気ドライヤーまたは真空炉で2～3時間。ベース粉末(パウダー)には乾燥キャビネットの使用が適しています。また、フィルム用途には4時間以上の乾燥を推奨しています。
- ・ホッパー：加熱するか、断熱する。
- ・最大残留水分：ベース粉末ならびにペレットでは、残留水分を0.02重量%未満に抑えることが推奨されます。

ご提案：

- ・ドライヤーの飽和温度は、最低-30°Cであるべきです。
- ・ペレットには搬送中に乾燥空気だけを当てるようにします。
- ・搬送にはPVCホースではなくPUホースを使用します。

射出成形

可塑化ユニット

スクリーおよびバレル

通常は、長さ比18～24Dの標準スクリー(3部構成スクリー)が適しています。

- ・各部内訳：フィード部55～60%、圧縮部20～25%、計量部20～25%
- ・圧縮比：2.0～2.5:1

可塑化ユニットは、必要な計量体積(金型キャビティー容積)が最大可能ショット体積の30%～70%の範囲になるように設計すべきです。これによって、均一の溶融品質が得られます。

逆流防止弁

一般的な3分割逆流防止弁を使用します。射出成形機メーカーは設計が様々に異なる逆流防止弁を提供しています。成形品の品質と重量を一定に保つためには、射出時に逆流防止弁が迅速かつ繰り返し精度良く閉じることが不可欠です。

ノズル

一般に、オープンタイプノズルが推奨されます。計量工程後のスクリー位置(サックバック)を少々、具体的には約3～5mmほど軽減することで、ノズルからの溶融物の吐出(鼻たれ現象)が緩和されます。しかし、減圧距離が長すぎると空気が入り、部分的な焼けやゲート近辺にフローマークが発生します。シャットオフノズルは、射出圧力の損失が予想されるため、適切ではありません。また、保持時間が長すぎると「端部のデッドスポット」で熱損傷が生じる恐れもあります。

どの種類のノズルを使用するにしても、熱容量が十分であることを確認する必要があります。スプルーブッシュが射出ユニットに近接している場合のノズル内部の「未溶融物の発生」ならびに「コールドスラグ」の形成を防ぐために、バンドヒーターの加熱範囲は金型本体の全長をカバーする必要があります。

スプルーゲートが簡単に離型できるように、マシンノズルの出口部の直径をスプルーブッシュの直径よりも約0.5～1mm小さくする必要があります。





また、成形機のノズル半径をスプルーブッシュの半径よりも小さくする(例: ノズル半径=35mm、スプルーブッシュ半径=40mm)ことも重要です。

射出ユニット

VESTAKEEP®の射出シリンダー内での加工には、耐腐食性・耐摩耗性の高合金PMスチールでできたスクリューを通常使用します。当社では、バイメタルタイプの射出シリンダーを推奨しています。

VESTAKEEP®は金属面に対する強い接着性を持つため、冷却時に窒化スクリュー表面の窒化物層に亀裂が生じることがあります。接着性が極めて強いため、窒化物層がスチールのコアから剥離してしまうからです。

溶融物と直接接触する金属部位を入念に研磨することで、滞留時間が何らかの影響で延長された場合に熱分解につながるような異物の堆積を防ぐべきです。スクリューによる良好なフィーディングを得るために、ペレットとシリンダー壁間の摩擦がペレットとスクリュー表面間の摩擦よりも大きくなければなりません。

清掃(パージング)

一般

VESTAKEEP®コンパウンド加工に先立ち、他のポリマーを可塑化ユニットから完全に除去します。これは、シリンダーとスクリューを機械的に、あるいは適切な洗浄剤を使用して清掃することで達成できます。適切な洗浄剤とは約380°Cまで熱的に安定しているもので、適切な材料として高粘度のPC含有ガラス繊維(MAKROLON®8345、ASACLEAN®など)があります。上記以外にPES、PEI、制限付きで高粘度PPも適しています。PPは前述の加工温度で分解するため、効率的な換気を行うことが重要です。

VESTAKEEP®への材料交換

1. 除去する材料の通常の加工温度に設定します。
2. 洗浄剤を注入し、除去する材料の痕跡がなくなるまで継続的に計量洗浄します。
3. スクリューをアイドル運転します。
4. シリンダー温度をPEEK加工温度に設定します。
5. 必要な温度に達したら、シリンダーに材料を送り、汚れのない溶融物が得られるまで送り出し動作を継続します。

射出成形機シャットダウン時の洗浄

他の材料を加工する前に、溶融PEEKをシリンダーから完全に除去します。ただし、冷却時に溶融物がシリンダーとスクリューの窒化物層で凝固する恐れがあるので注意が必要です。溶融物の接着力が強いので、窒化物層が剥がれてスクリューが損傷するおそれがあります(「金型材質について」の項を参照)。シリンダーは洗浄し、完全に洗浄した後に冷却する必要があります。

洗浄手順:

1. 射出成形機(ホッパー)から材料を除去します。
2. 洗浄剤を注入し、PEEK材が目視で確認できなくなるまで継続して連続的に押し出します。
3. シリンダーの温度をPEEKに影響のない範囲で下げます(350°C)。
4. シリンダーの実測温度が300°Cを下回るまで、洗浄剤で連続的に洗浄します。洗浄剤の種類によっては、より低い温度(250°C未満)になるまで洗浄する必要があるかもしれません。
5. 必要であれば、機械的洗浄を行います。



型締ユニット

型締力

必要な型締力は、予定の成形品投影面積（スプルー面積と製品面積）の寸法、ならびに型締めの結果生じる金型内の圧力によって異なります。100～200MPaの射出圧力は他の射出成形工程と比べて極めて高いため、適切な型締力を使用する必要があります。流動距離／製品肉厚比が大きい精密部品や射出成形品の生産では、200MPaを超える圧力が生じる場合もあります。

金型

金型材質

キャビティには、高い金型温度（200°C近辺）でも約52～54HRCの硬度が得られる鋼グレードを使用します。例えば、次のようなグレードがあります：

- ・ 1.2343ESU (X38CrMoV51) – 研削が簡単
- ・ 1.2379 (X155CrVMo121) – コア強化
- ・ 1.2083 (X42Cr13) – コア強化、耐蝕性
- ・ 1.2316 (X38CrMo16) – 錆びない鋼で、研削が簡単

成形品の肉厚

最小肉厚：

- ・ 非強化PEEK成形用コンパウンドでは約1mm
- ・ 繊維強化PEEK成形用コンパウンドでは約1.5mm

流動距離／肉厚比

非強化材料で肉厚が2mmの場合の設定可能な流動距離／製品肉厚比は最大で200:1です（条件：熔融温度380°C、型温180°C、射出圧力140MPa）。

スプルー

- ・ 最小径：4mm、ダイレクトゲートの場合には成形品肉厚の1～1.5倍
- ・ 金型抜き勾配：2°以上
- ・ スプルーロックピン：ダイレクトゲート用の特殊仕様
- ・ マニフォルド：円形または台形（表面積を抑えるために、できる限り断面を大きくします）。

ゲート

熔融量、キャビティ数、コンポーネント形状によって異なります。ほぼすべての共通システムが使用できます。ただし、トンネルゲートのような小さいゲートは早く固化が生じるため、これらのゲートは必要な保圧時間が短い場合にのみ使用するべきです。ただし、薄肉の流れ部分に設置することは回避するべきです。

最小ゲート径：

- ・ 非強化材料では約1.0mm
- ・ 繊維強化材料では約2.0mm

ホットランナーシステム

当社では、ホットランナーシステムを用いたVESTAKEEP®の加工ではノズル先端に熱伝導トルピードを持った外部加熱特性の良い専用ノズルを使用することを推奨しています。これらのシステムは一般に圧力損失が小さく、流れを促進するために流れ経路の断面が明確に定義されています。

繊維強化VESTAKEEP®グレードでは、硬金属でホットチップを製作すると適切な摺動保護性が得られます。また、実際の適用ではニードル遮断システムも使用できます。ただし、繊維充填材（GF、CFなど）を含むコンパウンドではニードル遮断システムの使用は推奨できません。

PEEKをホットランナーシステムで加工するときは、クロム含有量が高い（1.2316、「金型」を参照）非腐食性スチールが用いられることがしばしばあります。これらのスチールでは、加工温度を常時450°C未満に保つ必要があります。

ノズルと金型の厳密な断熱性を得るために、ゲートの形状を決定する際はメーカーの指示に正しく従う必要があります。これは、表面の不具合やウエルドラインの発生を回避するためにも重要です。

ゲート部分の直径は、強化コンパウンドでは非強化グレードよりも約0.2〜0.3mm大きくする必要があります。

ホットランナーのコントローラーは、 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ までの温度のずれを補正する必要があります。

圧力損失を最小限に抑えるために、ゲートの開口部寸法をできるだけ大きく取るべきです。

多くのメーカーは、材料データに基づいてホットランナー内の圧力損失を計算することが可能です。

ベント

一般に、金型パーティング、特にランナー端部に深さ0.02mmでバリのないベントスロットを設けることを推奨します。必要であれば、深さを0.05mmまで増すことも可能ですが、この場合はバリが発生しないか確認する必要があります。

適切に設計された突出ピンによりさらに樹脂充填時の通気が可能です。また、重要なウエルド発生部分に通気設計を適用することも「焼け」の防止につながります。キャビティ内の圧縮空気の温度は最高 1000°C に達するため、高温で成形品が損傷する恐れがあります。また、洗浄時に簡単に取り外せるベントピンを設けると有効でしょう。

圧力計

当社では、射出切替位置を正確に設定するため、金型内部の圧力計使用を推奨しています。

金型温度制御

金型の表面温度は最高 220°C に達するため、当社では油圧式温度調整デバイスの使用を推奨しています。これらのデバイスは、最高 250°C の動作温度範囲を持つように設計する必要があります。また、高動作温度での適用が認められた特殊ホースを使用する必要があります。ダイフィードシステムでは、システムの開口部の封止や結合のために細密ネジ部を持ったジョイントを使用することが望まれます。

また、金型内で用いられるすべてのシーリング材 (Viton[®]、Kalrez[®])、ならびにコア・プラーの油圧シリンダー内のシーリング材の最大許容動作温度に注意することも必要です。

電気加熱式射出成形金型では、熱放散がないために温度変化に対する反応が大幅に遅くなりますが、このような金型を用いることも可能です。

熱伝導による外部への熱損失を最小限に抑えるために、金型の外面を断熱材プレートで覆うこともできます。当社では、射出成形機械のプラテンと金型の間に断熱プレートを使用することを強く推奨しています。





加工条件

シリンダーと金型温度

当社では、VESTAKEEP®を適切に加工するために以下の熔融温度を推奨しています。

熔融温度

VESTAKEEP						
1000 G	2000 G	3000 G	4000 G	4000 GF30	4000 FC30	4000 CF30
[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
360	370	375	380	390	390*	400

シリンダー温度パターンは、スクリーフィードリングゾーンの温度よりやや上昇するように、かつ最終シリンダー加熱ゾーン(ホッパー下)の温度は10~20°C低くなるように設定します。最適な熔融温度は、可塑化シリンダー内での保持時間や成形品の肉厚など、様々な要因によって変化します。上の表に示す推奨熔融温度を初期温度として使用すると良いでしょう。保持時間がより短い、あるいは肉厚がより小さい場合には、この温度を10~20°Cずつ上昇させてください。

一般的なシリンダー、金型温度

	Nozzle [°C]	Zone 3 [°C]	Zone 2 [°C]	Zone 1 [°C]	Hopper [°C]	Mold temp. [°C]
VESTAKEEP® G	370-380	360-380	360-370	350-360	70-100	160-200
VESTAKEEP® CF	400-410	390-410	390-400	380-390	70-100	180-220

高レベルの結晶化を達成するために、高温を選択してください。

スクリー速度

スクリー周速 回転速度、直径φ30mm スクリューの場合

非強化材料：5~10m/min 50~100rpm

繊維強化材料：最大6m/min 60rpm

上記よりも高い速度は、局所の剪断作用による摩擦熱によって、熔融物の熱的な過負荷が生じるため推奨されません。

背圧

背圧を2~8Mpa程度に設定すると、熔融物の均質性が向上します。但し、繊維強化VESTAKEEP®グレードでは、可塑化時に熔融ポリマーの充填繊維材が折損される可能性があるため、また必要な機械特性を得るために、背圧を低くすることを推奨します。

減圧

当社では、計量工程終了後の減圧距離を約3~5mmにすることを推奨しています。

射出速度

射出速度はできる限り高くするべきですが、この理由から、使用する金型条件(ゲート形状、バリ、通気など)によっては最高250MPaの射出圧力が必要になります。充填時間が短い場合には、アキュムレーター付き射出機械などを使用することが推奨されます。

* PTFE(FCグレード)を充填したVESTAKEEP®コンパウンドは、380°Cを超える温度では極めて有毒で腐食性の高いガスを発生することがあります。このような高温での分解が避けられない場合には、効率良い手段で換気するなど、作業員のガスへの直接暴露を防ぐ必要があります。

射出圧力

射出成形機は、最大250MPaの射出圧力を発生できるような設備を使用すべきです。必要な射出圧力は、基本的に熔融温度と金型温度、ならびにコンポーネントの流動距離／肉厚比によって決定されます。

保圧

基本的に、最大120MPaの保圧を最適な保圧時間と組み合わせることで、ひけマークを発生させずに成形できるはずです。3～5mmの熔融クッション幅を取ることで、射出シリンダーからキャビティへの適切な圧力の伝達が確実になります。

ゲートは、保圧を成形品に十分な時間作用させるために必要な、十分大きい寸法を持つ必要があります。

保圧時間

VESTAKEEP®材料は凝固開始点が高い(約345° C)ため、ゲートから成形品までの区間が早期に固化することがあります。このため、ゲートの封止点を決定することで最適な保圧時間を設定する必要があります。保圧時間が短すぎると、可塑化シリンダーからキャビティに材料が十分に供給されないためにひけマークや空隙が生じます。

生産停止

生産停止時間が比較的短い(1時間未満)場合には、材料を360° Cで維持しても顕著な変質は起こりません。

休止時間が1～3時間に渡るときは、温度を340° Cに下げるべきです。この温度であれば材料の熔融安定性を十分に確保できます。運転再開時には、シリンダーを十分洗浄して、最初の成形品を廃棄します。生産の中断が3時間以上続く場合には、洗浄を行うことを推奨します。「清掃」を参照してください。

射出成形品の不具合対策については、26ページの表5を参照してください。

押出成形

可塑化ユニット

押出成形機

前述したように、大部分の標準スクリー式機械は、必要な加工温度において高い信頼性で動作できる場合にはPEEK加工に適しています。長さが18～24Dの標準スクリー(3ゾーン型スクリー)は、一般にPEEK加工に適しています。ゾーン区分：フィードゾーン12D、圧縮ゾーン4～6D、計量ゾーン4～6D。フライト深さ比：2-3:1。

スクリーとパレルに関しては、十分な耐腐食性と耐摩擦性を持ったスチールやバイメタルの使用が推奨されます。

一般に窒化処理されている部品を使用するときは、必ずVESTAKEEP®の熔融物がその表面で冷却されないこと、また窒化物層で凝固しないようにしてください。接着性が極めて強いいため、亀裂が生じて窒化物層がスチールコアより剥がれる恐れがあります。





加工温度

PEEKの最適加工温度は、コンパウンドの粘度や押出成形機の条件設定パラメータなどの様々な要素によって異なります。

材料をホッパーで加熱することで、ペレットの熔融特性を向上させられます。推奨温度範囲は140°C~180°Cです。ホッパーを加熱することが不可能であれば、ペレット自体を加熱して供給することも可能です。フィードゾーンの温度は、材料の粘度と充填材に基づいて決定しなければなりません。最初の加熱ゾーンでは約350°C~360°Cに加熱する必要があります。従来の押出成形では、温度プロフィールは次のようになっています：

一般的な成形温度

	Nozzle [°C]	Zone 3 [°C]	Zone 2 [°C]	Zone 1 [°C]	Hopper [°C]
VESTAKEEP® G	370-380	360-380	360-370	350-360	140-180

金型

高温を均一に分布させるために加熱(温度管理)を最適化することを推奨します(平坦な板状の金型では金型を加熱するなど)。これらの温度を達成し、かつ維持するために、放熱量を低く抑えることが重要です。これが不可能であれば、適切な断熱材を使用して金型を断熱する必要があります。

熔融物と直接接触する金属部位を入念に研磨することで、熔融物が金属に付着しないようにします。こうすることで滞留時間が短縮され、熔融物の流れの乱れも少なくなります。

下流ユニット

下流ユニット(チルロール、カレンダー、温度校正装置など)を調整することで、異なる特性を得ることも可能です。VESTAKEEP®は、冷却特性によってその特性(透明性、色、機械特性など)が大きく変化する半結晶材です。半結晶構造を得る必要があるときは、下流ユニットでの押出材料を最高200°Cまたはそれ以上の温度に調整する必要があります。

材料の交換

別のポリマーからPEEKに材料を交換するときは、温度安定性がより低い現在の材料をシリンダーと下流ユニットから完全に除去する必要があります。前の材料が残っていると、分解反応やガスの生成が生じる恐れがあります。ただし、ほとんどの場合、当社では機械的洗浄を推奨しています。「機械的洗浄」の対象手順を参照してください。

他材からVESTAKEEP®への材料交換

1. 材料メーカーの推奨手順に従って洗浄剤を押し出します。除去する材料が完全になくなるまで継続して洗浄を行います。
2. スクリューをアイドル運転します。
3. PEEK加工に必要な温度に設定します。
4. 必要な温度に達したら、VESTAKEEP®を材料ホッパーに充填して汚れのない熔融物が得られるまで押出しを継続します。



VESTAKEEP®から他材への材料交換

別の材料を加工する前に、熔融PEEKをシリンダーから完全に除去する必要があります。分解反応やガス生成の発生を回避するために、次に加工するコンパウンドは温度に敏感でないものを選択する必要があります。

清掃

VESTAKEEP®コンパウンドを加工する前に、可塑化ユニットから他のポリマーを完全に除去します。これは、シリンダーとスクリーを機械的に、あるいは適切な洗浄剤を使用して清掃することで達成できます。ここでは、約380°Cまで熱的に安定している洗浄剤を用います。この目的に適した洗浄剤の一例に、ガラス繊維含有の高粘度PC (MAKROLON®8345、ASACLEAN®など)があります。上記以外にPES、PEI、ならびに条件は制限されますが高粘度PPも適しています。PPIは前述の加工温度で分解するため、効率的な換気を行うことが重要です。

洗浄手順

1. ホッパーから材料を除去します。
2. スクリューをアイドル運転します。
3. 洗浄剤を注入し、PEEK材が目視で確認できなくなるまで連続的に押し出します。
4. シリンダー温度をPEEKに影響のない範囲で下げ(350°C)、必要であれば洗浄剤の温度をさらに下げます。
5. その洗浄剤での代表温度に達するまで、洗浄剤で連続的に洗浄します。
6. 機械的洗浄に先立って、必要であれば金属より簡単に除去できる別の材料を使用して洗浄します。
7. 機械的洗浄を行います。

加工に関するその他の指示

休止時間が長いときは、温度を340°Cに下げてください。この温度であれば材料の加工溶融安定性を十分に確保できます。休止時間が3時間を超える場合には、洗浄を行うことが推奨されます。「清掃」を参照してください。

VESTAKEEP®の溶融物がシリンダー内で冷却されると、コンパウンドが硬化します(PCが硬化するのと似ています)。高い接着力が発生するため、特に従来の窒化処理面で亀裂が生じる、引いては窒化物層が剥離することも可能です。このような状態が生じるとスクリーが損傷する可能性が高くなります(「金型材質について」の項を参照)。

表5：PEEK射出成形時の不具合を回避するために

成形時の不具合	予想される原因	溶融温度	金型温度	ノズル温度	ノズル接触時間	スクリーン回転速度
脆さ	過熱	▼				▼
	応力	▲	▲			
	フローライン	▲	▲			
充填不足	射出量不足					
	流動性不足	▲	▲			
	金型設計					
成形品端部が透明/暗色	金型温度が低すぎる		▲			
コールドスラグ	ノズル内の未溶融ポリマー			▲	▼	
ひけ/ボイド	射出時間、 圧力条件が不十分	▼				
	金型設計					
焼け	キャビティー内に閉じ込められた空気					
バリ	型締力が低すぎる/ 金型ガイドピンのかみ合わせ精度	▼	▼			
シルバーストリーク	シリンダー設定温度の過熱	▼		▼		▼
	乾燥不足のある材料					
光沢不良 (繊維強化グレード)	射出速度不足	▲	▲			
	溶融せん断が強すぎる					▼

- ▲ = increase
- ▼ = decrease
- = do
- P = profile



射出速度	ショット量	射出圧力	保圧	サイクルタイム	ゲート断面	ゲート位置移動	キャビティの通気改善	型縮力	材料の乾燥
				▼					
		▼		▲	▲				
▲						■			
	▲								
▲		▲							
					▲	■	■		
		▲	▲						
▼		▼			■	■	■		
▼		▼	P					▲	
▼									
▲									■





5 VESTAKEEP®コンパウンドの 生理学的／毒物学的評価

高性能ポリマー事業部を担当する環境／衛生／安全／品質部門は、VESTAKEEP®コンパウンドの毒物学的特性ならびにVESTAKEEP®コンパウンドと食品との接触に関する関連分析についての一般的な情報を提供しています。また、同部門はVESTAKEEP®の製品安全性に関する情報の提供やEC安全性データシートの作成にも責任を持っています。これらの項目に関する質問は、すべて本書に記載の担当者までお問い合わせください。

VESTAKEEP®コンパウンドは非水溶性の固体ポリマーで、生理学的には非常に不活性です。一回の接触では毒性は予想されず、これは複数回の接触でも同じです。その理由は、VESTAKEEP®製品が皮膚にも、また消化管にも吸収されないからです。不活性な塵埃と同様に、VESTAKEEP®の粉末に接触した場合は上気道や目粘膜に機械的刺激を感じることがあります。ただし、皮膚の炎症や過敏化はないと考えられます。現段階の最新情報では、VESTAKEEP®のヒト、動物、植物、微生物に対する副作用はありません。製品安全性に関するご質問は、本書に記載の担当者までお問い合わせください。

食品との接触 —EUでの認可ステータス

欧州には、食品と接触するプラスチック材料に関する統一規制があります。具体的には、The EU Directive (2002/72/EC)とその修正条項です。この指令は承認されたモノマーの一覧を示すと共に、2006年12月31日からは承認されたプラスチック添加剤の一覧も記載しています。つまり、欧州では食品と接触する材料は承認されたモノマーまたは添加剤でなければならないということです。欧州内の各国で承認されただけでは、現在この目的では使用できません。ただし、各国で承認された添加剤の中で2006年12月31日前に欧州委員会に承認を求めて提出されているものは、例外となります。これらの添加剤は、欧州委員会による最終評価が行われて承認が下りるまで、暫定措置として2006年12月31日以降も引き続き食品と接触させることができます。

VESTAKEEP®の非強化グレードとガラス繊維強化グレードのコンパウンドは、使用するモノマーと添加剤が上記のガイドラインとその更新版に適合しているため、食品との直接の接触が欧州連合によって認められています。ただし、完成品で制限的移動による数値を観察する必要があり、ガラス繊維で強化されたVESTAKEEP®では特別な表示条件や使用条件に従う必要もあります（「相互認識」の原則）。



食品との接触 —FDAによる認可ステータス

米国では、FDA規則21 CFR 177.2415によって食品と接触するプラスチック類が規制されています。VESTAKEEP®の非強化グレードとガラス繊維強化グレードのコンパウンドは、使用するモノマーと添加剤がこれらの規制に適合しています。従って、これらのコンパウンドは、再利用を意図する品目に関する第177.1415項に基づいて、米国内における食品と接触する用途に適しています。

詳しくは、当社営業部へお問い合わせください。

医療用途

医療用途に関する欧州の承認手順は、Directive 93/42/EECに規定されています。ドイツでは、この指令に基づいて1994年8月にドイツ国内法Medizinproduktegesetz（医療機器法）が制定されました。準拠すべき具体的な手順は、関連の国際／国内基準（ISO 10993、DIN EN 30993-1など）に規定されています。特殊ケースの判断材料に使用できる法的規制の補助資料としては、the DAB monographs（German Pharmacopoeia、現行版）およびthe European Pharmacopoeia（2008年度現行版）があります。

曖昧な部分があれば、それぞれの使用条件を考慮しながら製造業者やユーザーがモールドイングや半完成品を調査する必要があります。お問い合わせいただければ、経験豊富な当社のスタッフが様々な承認手順に関するアドバイスを提供します。



6 環境適合性および安定性について

VESTAKEEP®コンパウンドは無害であり、特定の安全規定の規制対象に指定されていません。これらのコンパウンドは、地域の法令に従って処理することができます。詳しくは、VESTAKEEP®についてのEC安全性データシートをご覧ください。ただし、経済的理由からリサイクルが好ましいため、これを推奨しています。

VESTAKEEP®は、適切に加工する限り有害な副生物は一切発生しません。ただし、作業場では換気を行うよう注意してください。VESTAKEEP®製品の取り扱いに関する詳細については、本カタログの「加工」の項をご覧ください。

加工時に材料が劣化した場合、溶融物は変色します。劣化した材料は直ちに機械から取り除き、水で冷却することで悪臭やガスなどの問題の発生を最小限に抑えるべきです。

カドミウムを含む色素や添加剤は一切使用していません。

VESTAKEEP®コンパウンドは不燃性です。ただし、450° Cを超える溶融温度では可燃性ガスが発生することがあります。燃焼条件は破断スペクトルと燃焼生成物により大きく異なるため、一般論を述べることはできません。

VESTAKEEP®コンパウンドはPTFE (FCグレード)を充填しているため、380° Cを超える温度では極めて有毒で腐食性の高いガスを発生することがあります。このような高温での分解につながる条件の使用が避けられない場合には、効率良い手段で換気するなど、作業員への直接の暴露を防ぐ必要があります。当社の示す指示に加え、コンパウンドの安全性データシートの記載内容にも従ってください。

VESTAKEEP®は簡単にリサイクルできます。リサイクルした後も、材料の特性はわずかしか変化しません。VESTAKEEP®のリサイクルに関する質問があれば、本書に記載の担当者までお問い合わせください。

Integrated expertise: no region without direct contacts

Northern Germany, Benelux

Karsten Goldstein
phone +49 2365204790
mobile +49 1718130033
karsten.goldstein@evonik.com

Southern Germany, Iberia

Ludger Malmedy
phone +49 8251870157
mobile +49 1718130072
ludger.malmedy@evonik.com

Central Germany

Achim Hiltrop
phone +49 2017988871
mobile +49 1718130045
achim.hiltrop@evonik.com

Austria, Switzerland

Beat Bertschinger
phone +41 19380665
mobile +41 794453703
beat.bertschinger@evonik.com

Czech. Republic, Slovakia

Miroslav Sarman
phone +420 272111817
mobile +420 602336106
miroslav.sarman@evonik.com

France

Géraud Apchin
phone +33 139757985
mobile +33 607244714
geraud.apchin@evonik.com

Italy

Roberto Sacchi
phone +39 0371219363
mobile +39 3356840731
roberto.sacchi@evonik.com

Nordic

Göran Winnerstam
phone +46 40459500
mobile +46 706094570
goeran.winnerstam@evonik.com

Poland

Andrzej Wolak
phone +48 223181007
mobile +48 603202152
andrzej.wolak@evonik.com

Turkey

Mehmet Ali Ersudas
phone +90 2163959961255
mobile +90 5322311525
ali.ersudas@evonik.com

UK, Eire

Hameem Yasin
phone +44 1214432016
mobile +44 7890536447
hameem.yasin@evonik.com

Americas

Fernando Jorge
phone +1 9735418397
mobile +1 9738707778
fernando.jorge@evonik.com

Brazil

Germano Coelho
phone +55 113146 4150
mobile +55 1181427897
germano.coelho@evonik.com

Australia

Peter Gibson
phone +61 298914011
mobile +61 418270474
peter.gibson@evonik.com

China

Shelley Deng
phone +86 2161191368
mobile +86 13816269507
shelley.deng@evonik.com

India

Ashok Bandella
phone +91 2256307070
mobile +91 9820211866
ashok.bandella@evonik.com

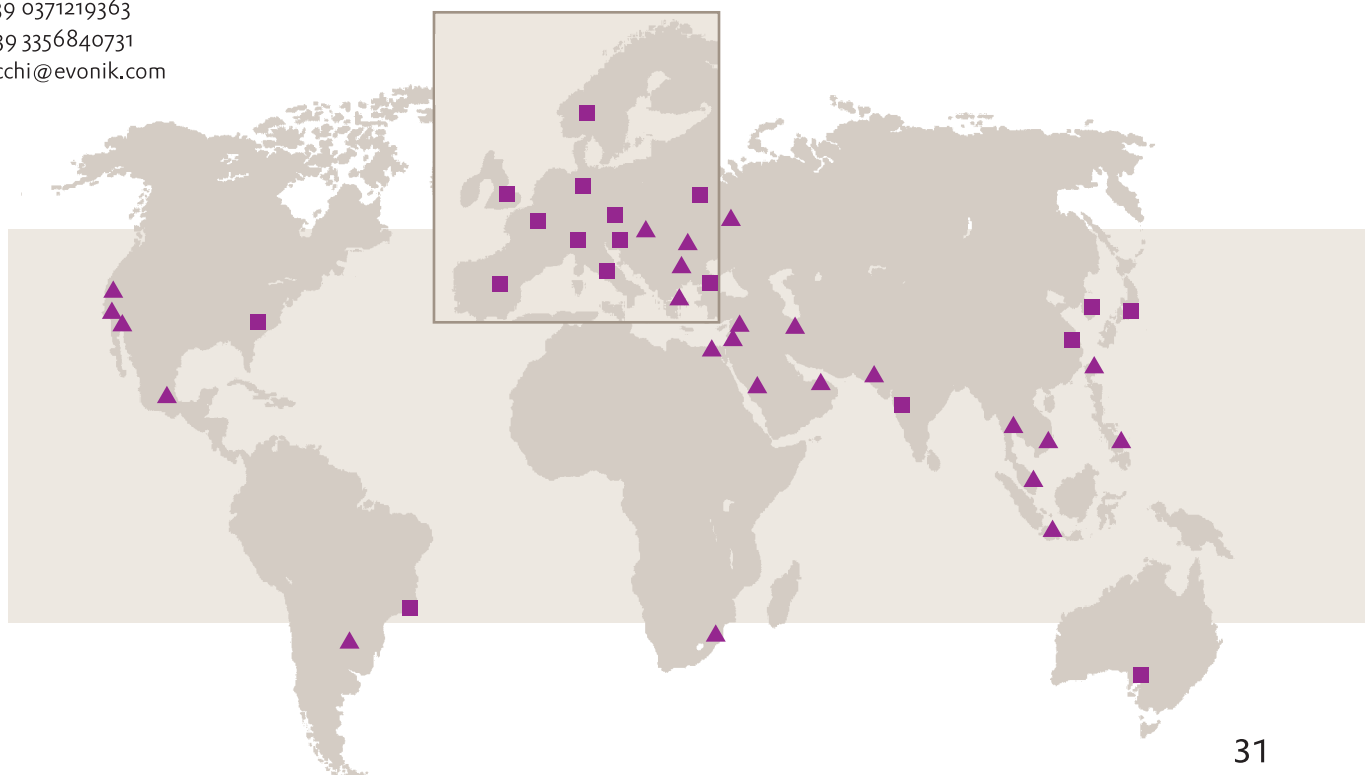
Japan

Katsumi Sawada
phone +81 353246332
mobile +81 9080018015
k.sawada@pp-evonik.com

Korea

Hongil Kim
phone +82 325102442
mobile +82 112520181
hongil.kim@evonik.com

■ direct contacts
▲ further contacts



「この文書に記した当社の情報、技術等は、現在の当社の知識・経験に基づくものです。当社はこれらの情報、技術等による第三者の知的財産権侵害問題などについて、いかなる保証責任及び賠償責任も負いません。また、当社は事前事後の通告なしに、いかなる場合でも、これらの情報、技術等を変更する権利を有します。当社の提供するこれらの情報、技術等の記載は当社の製品・サービス内容を記述したものであり、いかなる保証責任も意味するものではありません。また、当社製品のユーザーは、適切な資格を持つエキスパートによって製品の機能・適応性を検査する義務、および第三者に対する責任を負担します。この文書内の他社名・他社の商品名の引用は、他社の利益・損失を目的としたものではありません。



ポリプラ・エボニック株式会社

東京本社

〒163-0913 東京都新宿区西新宿2-3-1
新宿モノリス13階
Phone 03-5324-6332 (営)
Fax 03-5324-6336 (営)

大阪営業所

〒530-0011 大阪府大阪市北区大深町3-1
グランフロント大阪タワーB 31階
Phone 06-7639-6930
Fax 06-7639-6939

名古屋営業所

〒450-6325 名古屋市中村区名駅1-1-1
JPタワー名古屋25階
Phone 052-307-8578
Fax 052-582-7943

網干工場

〒671-1281 兵庫県姫路市網干区新在家
1239
Phone 079-274-3872
Fax 079-274-3927

テクニカルセンター

〒671-1281 兵庫県姫路市網干区新在家
1239
Phone 079-273-7034
Fax 079-274-2446

Polyplastics-Evonik Corporation

Head Office

Shinjuku Monolith 13F
2-3-1 Nishi-shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-0913, Japan
Phone 81-3-5324-6332
Fax 81-3-5324-6336

Osaka Office

31th Floor, Grand Front Osaka Tower B,
3-1 Ofuka-cho, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-0011, Japan
Phone 81-6-7639-6930
Fax 81-6-7639-6939

Nagoya Office

JP tower Nagoya 25F
1-1-1 Meieki, Nakamura-ku, Nagoya, 450-6325, Japan
Phone 81-52-307-8578
Fax 81-52-582-7943

Aboshi Plant

1239 Shinzaike, Aboshi-ku, Himeji, Hyogo 671-1281
Japan
Phone 81-79-274-3872
Fax 81-79-274-3927

Technical Center

1239 Shinzaike, Aboshi-ku, Himeji, Hyogo 671-1281
Japan
Phone 81-79-273-7034
Fax 81-79-274-2446