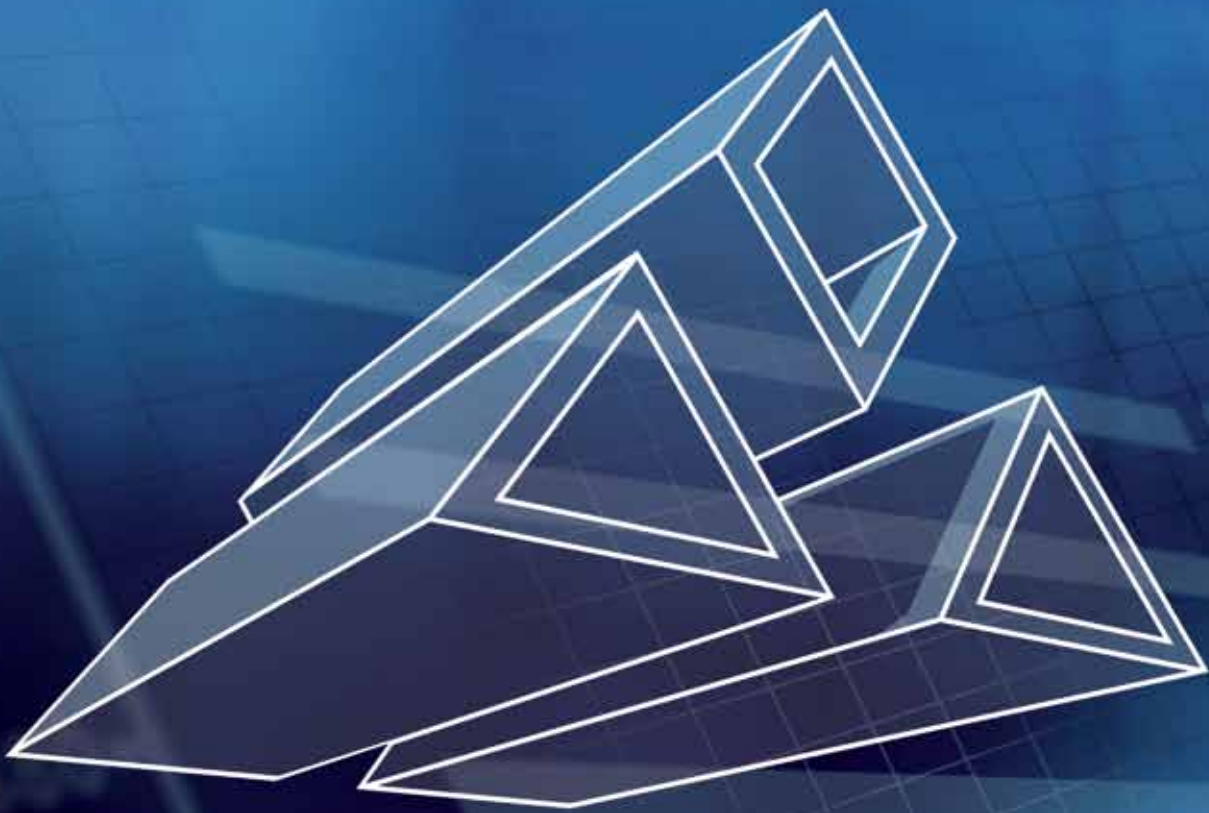




victrex®

PASSION • INNOVATION • PERFORMANCE



押出成形ガイド

## 目次

はじめに	2
前準備	2
保管方法	2
乾燥	2
加工性	2
色	2
成形設備	3
設計概要	3
加工設備の構成部品材質	3
スクリーノバレルの設計	4
バレル容量と滞留時間	4
バレルの温度	4
スクリーンとプレーカープレート	5
アダプター、ヘッド、ダイ	5
ページとシャットダウン	5
ワイヤとケーブルのコーティング	6
ダイとクロスヘッドの設計	6
加工設備	7
結晶性	7
フィルムとシートの製造	8
ダイの設計	8
薄手のフィルムとシートの結晶性	8
モノフィラメント	9

競争の激しい今日の市場環境において、高機能材料サプライヤーには単に材料を供給するだけでなく、より高付加価値なサービスの提供が求められています。高機能ポリマーの機能を最大限に引き出すため、材料選定や最適な加工法を考慮した製品設計が大変重要となります。これは最小限のコストで製品の高付加価値化や生産効率の向上を達成する上で欠かすことができません。適切な設計および材料選定による加工工程の最適化により、製品品質と生産効率を大きく向上させることができます。

ビクトレックス社はポリアリルエーテルケトン（PAEK）とその関連製品に関する30年以上の実績を持ち、ユーザーの皆様役に立つ製品を提供して参りました。当社は、広い温度範囲および過酷な環境下で卓越した性能を発揮する VICTREX® PEEK の幅広い製品ラインアップを提供しています。これらの製品は一般的な加工設備で容易に加工することができます。

ビクトレックス社はユーザーの皆様、ポリアリルエーテルケトンに関する設計、材料選定や加工といった様々な技術サポートを提供しております。こうしたサポートの一環として、当社は皆様の押出成形工程の最適化に役立てて頂けるよう、本ガイドを作成いたしました。また各国の当社技術チームは、試作、用途開発、設計、シミュレーションなどに加え、金属代替に向けたサポートも提供させていただきます。

当社ではテクニカルセンターの拡充を進めており、これらは VICTREX PEEK 製品の試作に向けた成形設備を備えると共に、加工に関するトレーニング、材料分析や特性評価の機能を有しています。また当社では日々増え続ける製品およびアプリケーションに裏付けられたデータベースに基づき、皆様の製品開発状況に応じて必要なデータをご提供いたします。加えて当社は、産学連携による様々な最先端の研究プロジェクトに関わることでさらなる知識の蓄積を図ると共に、ユーザーの皆様と共同でより創造的なソリューションの開発に取り組んで参ります。



victrex<sup>®</sup>

HIGH PERFORMANCE PEEK POLYMERS

VICTREX<sup>®</sup> PEEK および、より高耐熱な VICTREX<sup>®</sup> HT<sup>™</sup> と VICTREX<sup>®</sup> ST<sup>™</sup> は、市場で最も高機能な熱可塑性樹脂として広く知られています。これらの製品はペレットやファインパウダーに加え、各種の機能性フィラーや強化材を配合したコンパウンドとしての利用が可能です。すでに、これらは金属や他材料の代替として高機能製品の設計および製造に利用され、製品性能や設計自由度の向上、システムコストの低減に貢献しています。

aptiv<sup>®</sup>

VICTREX<sup>®</sup> PEEK FILM TECHNOLOGY

Victrex APTIV<sup>®</sup> (アプティブ) フィルムは、VICTREX PEEK が持つ全ての特性を薄く柔軟な形状で提供します。APTIV フィルムはサーモフォーミングが可能で、優れた音響特性を持ち、現在市販されている熱可塑性樹脂フィルムとしては最も高機能で多目的に利用できる製品です。また APTIV フィルムを使用することにより、設計自由度や加工性の向上が図れると共に、製品の高性能化やシステムコストの低減も可能です。

vicote<sup>®</sup>

VICTREX<sup>®</sup> PEEK COATING TECHNOLOGY

VICOTE<sup>®</sup> (ヴァイコート) コーティングは、VICTREX PEEK を原材料とする環境にやさしい高機能コーティング材料です。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、優れた耐引っかき性や耐摩耗性、高強度や高耐久性を付与します。また従来のコーティング材料と比べ、VICOTE コーティングは性能向上、製品の長寿命化、設計自由度の向上やシステムコストの低減に貢献します。

victrex pipes<sup>™</sup>

HIGH PERFORMANCE PEEK TECHNOLOGY

VICTREX Pipes<sup>™</sup> (ビクトレックス・パイプ) は、VICTREX PEEK を原材料とする軽量で耐久性に優れた押出パイプおよびチューブ製品で、高耐熱性に加え独自の優れた特性をバランス良く発揮し、金属や汎用樹脂に対する優れた代替材料となります。VICTREX Pipes は耐薬品性や耐腐食性、低透過性、耐摩耗性や耐衝撃性といった優れた特性をもったパイプおよびチューブです。

### 耐熱性

連続使用温度 260°C を示す卓越した高温特性を持ち、過酷な環境下における製品の長寿命化、信頼性および安全性の向上に貢献します。

### 機械強度と寸法安定性

ビクトレックス製品の卓越した強度、剛性、長期クリープ特性および疲労特性は、製品の軽量化に加え耐久性や強度の向上を実現します。

### 耐摩擦摩耗性

ウェットおよびドライ環境下において低摩擦係数と優れた耐摩耗性を発揮し、製品の長寿命化や品質保持に貢献します。

### 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、高温環境下においても優れた耐食性を発揮します。

### 耐加水分解性

ビクトレックス製品は低吸湿性および低水分透過性を有し、高温環境下においても水、蒸気や海水に対して加水分解しないため、成形品の大幅な信頼性向上に貢献します。

### 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、様々な電気電子用途でのニーズに対応します。

### 低発煙性と有毒ガス放出性

添加剤を使用せずに難燃性を発揮し、燃焼ガスの毒性は低レベルです。

### 純度

格段に少ないアウトガスおよび低溶出性により、クリーンな製造環境を可能にします。

### 環境にやさしい

リサイクル可能、ノンハロゲン、そして RoHS および REACH に準拠しています。

### 高品質と安定供給

製造を含めたビクトレックス社のマネジメント・システムは ISO 9001:2008 の認証を受けると共に、欧州の安全および環境規制を遵守しています。また当社は製品の出荷に当たってバッチ毎に 50 以上の試験を実施するなど細心の注意を払い、ユーザーの皆様に安定した製品品質を保証します。

世界で唯一、ポリketon製品を一貫生産するビクトレックス社は、安定した製品品質の確保に不可欠な原材料の選定段階から完全な管理を行っています。

また当社は将来の需要に先立つ生産設備への投資を重要方針とし、ユーザーの皆様に安心して頂ける製品供給体制を整備しています。現在、当社の独立した 2 つの生産プラントは年 4,250 トンの生産能力を有しています。そして当社独自の配送システムと現地の流通倉庫を通じて、世界のあらゆる地域に通常 7 日以内で迅速に製品を納入いたします。

## はじめに

ビクトレックス製品は一般的な押出成形法を適用できますが、ビクトレックス製品は高融点のため以下の注意が必要です。

### 適応温度:

450°C に対応した成形機を使用して下さい。バレルの対応温度は PEEK の場合で 400°C、HT および ST の場合は 430°C です。

### 冷却装置:

最適な結晶化度を得るため、空冷/ホットローラーはダイを離れた直後、成形品温度が Tg 点よりも高い間に使用して下さい。水冷の場合も結晶化が完了した後で押出成形物の冷却に利用できます。

### 含水量:

ビクトレックス製品は吸湿性の低い材料ですが、成形前には十分な乾燥が必要です。

### コンタミ回避:

コンタミを避けるため、専用のスコップや乾燥用トレイを使用して下さい。

### 成形開始手順:

ブラックスペック（黒点異物）の発生を防ぐため、成形前には毎回必ずスクリー、バレルおよびダイを取り外して清掃して下さい。

詳細につきましては各項目をご参照下さい。

## 前準備

### 保管方法

ビクトレックス製品はポリエチレン袋に密封され、運送用段ボール箱またはパレットサイズの大型箱に収納した状態で納入されます。材料は最初の包装状態で搬送・保管して下さい。材料を使用する際は、清潔な環境で開封し、コンタミを避けるよう十分注意して下さい。残った材料はできるだけ早く再密封し、15~20°C で直射日光の当たらない乾燥した場所に保管して下さい。ビクトレックス製品はこの状態で 10 年以上の保存が可能です。

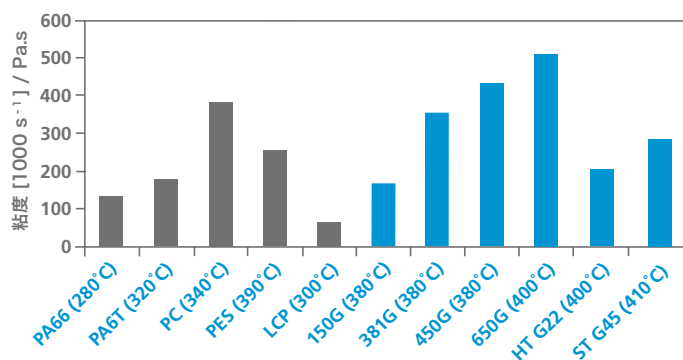
### 乾燥

ビクトレックス製品は通常、乾燥した状態で供給されますが、ペレット状のポリマーは最大 0.5% の大気水分を吸収します。湿気は PAEK の成形温度で高い蒸気圧を発生し成形物に泡沫が生じるため、成形前にはペレットを乾燥し水分量を 0.02% 以下に抑えて下さい。ペレットは空気循環オープンで 150°C、3 時間以上または 120°C で一晩乾燥してください。連続稼働などで大量の材料を使用する場合は、露点 -40°C の脱湿乾燥機をご利用下さい。

### 加工性

様々な高性能ポリマーの剪断速度  $1000\text{s}^{-1}$  における熔融粘度の比較を図1に示します。このうち PEEK、HT および ST は最も高い加工温度を要しますが、熔融粘度はポリアミド (PI) やポリカーボネート (PC) の溶融物と同レベルです。

図1: 代表的な加工温度における各種熱可塑性樹脂の剪断粘度 (剪断速度  $1000\text{s}^{-1}$ )



### 色

ナチュラルグレードおよび繊維強化された PEEK、HT および ST は、ナチュラル/ベージュ/黒の 3 色が利用できます。他のコンパウンドは充填材料の色を反映し、例えば炭素繊維強化製品は黒色になります。他の色についてもナチュラル PEEK、HT および ST へのマスターバッチによる着色、もしくは当社パートナーから着色材料を購入できます。詳しくはビクトレックスジャパンまでお問い合わせ下さい。

## 成形設備

### 設計概要

PEEK、HT および ST とコンパウンドは一般的な加工技術で容易に押出成形できます。特殊な条件については以下に詳述します。

押出成形機は PEEK の場合で 400°C、HT および ST の場合は 430°C まで対応可能なものを使用して下さい。

ベントは必要ありません。ギアポンプの使用も可能ですが、ゲルの生成やブラックスペックを防ぐため、デッドスポット(例えばフランジ周囲の隙間や適切に装着されていない打抜プラグなど)に十分な注意が必要です。スクリューは安定して圧力をかけられるよう設計されていれば、ほとんどの押出工程で十分に使用できます。

目的の温度および一定速度で均一な溶融物を供給するため、加工中は溶融温度と圧力を常に監視し適切に制御して下さい。

成形機中のポリマー滞留時間は最終製品の品質に影響を及ぼします。PEEK は抜群の熱安定性を持ちますが、HT および ST は融点が高いため HT、ST の順に熱安定性が下がります。全てのビクトレックス製品は長い滞留時間や高いバレル温度によって劣化する可能性がありますので、加工の際にはゲルの生成やブラックスペックを抑えるため押出成形機の容量および押出速度を調整して下さい。

### 加工設備の構成部品材質

溶融加工に適したスチール材を選定の上で最も重要となるのが温度で、PEEK の場合で 400°C、HT および ST の場合は 430°C まで対応する必要があります。ビクトレックス製品のガラス繊維および炭素繊維強化グレードのアプレシブ摩耗は、他のエンジニアリングプラスチックと同様です。ビクトレックス製品を加工する場合、PEFE を含む摩耗グレードを過度な高温で加工もしくは長期滞留させた場合を除き、腐食分解は発生しません。これらの加工条件に対応した押出加工機器は各設備メーカーから入手することができます。

当社で性能を確認している具体的な材質としてはバイメタル製のバレル (WEXCO 777 や Xaloy X-800)、粉末冶金製 (CPM-9V や CPM-10V) およびクロム合金製のスクリューが挙げられます。



最高品質の製品を押出加工する際は厳重な注意が必要

窒化材料を使用する際は、ビクトレックス製品が窒化コーティング層に接触し固着しないよう十分に注意して下さい。固着するとスチール基材からコーティング層を剥離する恐れがあります。またビクトレックス製品の劣化を引き起こす可能性があるため銅および銅合金の使用は避けて下さい。ビクトレックス製品を銅や銅合金と直接接触させるワイヤコーティングなどの用途では、溶融物と金属表面の接触時間が不十分な場合、ビクトレックス製品の結晶化および冷却に至る前に問題が生じます。

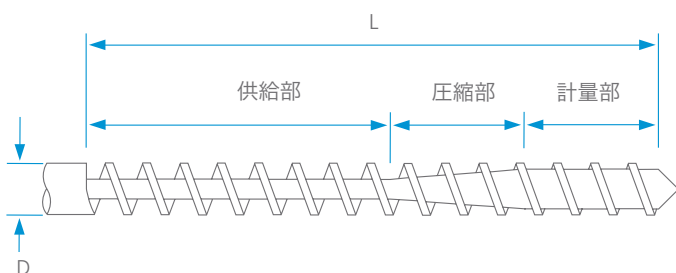
アダプター、ダイおよびヘッドなどの部品には、高温加工に対応した素材 (H13、Stavax、Hastalloy、Inconel など) を使用して下さい。

## スクリー/バレルの設計

推奨するバレルの最小L/D比は 24:1 ですが、30:1 に近い値で設計する場合もあります。バレル内部は平滑にしてください。供給部に溝付バレルを用いることはお勧めしません。

PEEK、HT およびSTは一般的なポリマーよりも融点が高いため、スクリー供給部をより長く設計して下さい。これにより、スクリーの供給部でペレットが融点に達する十分な滞留時間を確保できます。図 2 に示すように、スクリー供給部の長さは最低 8D を基本に設計して下さい。PEEK、HT および ST はポリアミドや液晶ポリマー (LCP) などと異なり、融点付近で粘度が大幅に変化することはありません。スクリーは供給部から計量部まで段階的に形状を変え、圧縮部は 5D 程度でも利用可能ですが 8D の方がより好ましいと考えられます。また圧縮比は 2~3 でほとんどの押出成形に対応できます。計量部の長さは 8D が一般的で、これより長いものも利用可能です。必要に応じて計量部に混練機を加えることもできます。スクリー先端の形状は球形または円錐形にし、先端部に隙間ができないよう注意して下さい。

図2: 推奨スクリー形状



## バレル容量と滞留時間

押出機の数と吐出量は短い滞留時間 (30 分以内が好ましい) に適したものを使用して下さい。スクリー回転速度が低いと (10rpm 以下) 滞留時間が長くなり熱履歴によって成形不良を生じる可能性が高まります。デッドスポットが無いことを確認して下さい。すべての内部面は押出成形を始める前に清掃し磨いておく必要があります。

## バレルの温度

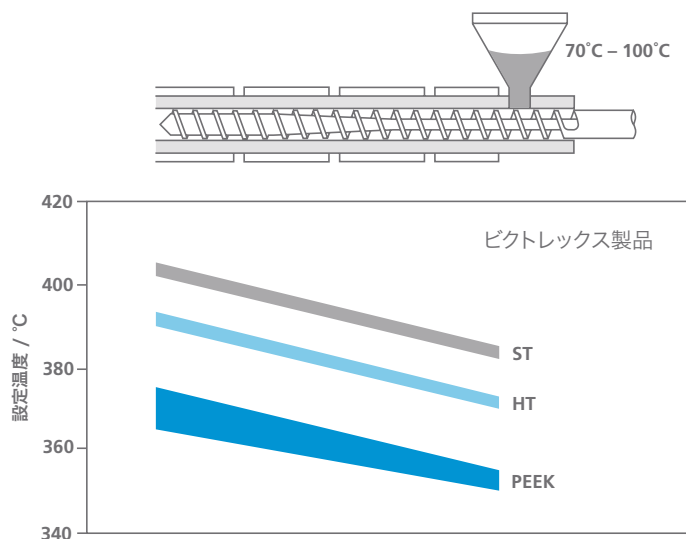
押出成形機のシリンダーヒーターは PEEK の場合で 400°C まで、HT および ST については 430°C まで加熱できるものを使用して下さい。ほとんどの押出成形機は改造する必要なく、この温度まで加熱できます。例外的に改造が必要な場合でも、より高温対応のバンドヒーターやコントローラーを取り付けるだけで済みます。セラミックバンドヒーターは、マイカバンドヒーターに比べて制御の再現性に優れています。加えて、加工性およびコスト低減の点から断熱カバーの使用をお勧めします。

スクリーおよびバレルからホッパーに向かっての熱伝導は供給効率を低下させます。適切なホッパー供給のために供給口は 70~100°C に保って下さい。熱制御には水冷却が利用されませんが、後部ゾーンの温度維持に注意して下さい。

バレルには最低4箇所の加熱ゾーンを設け、正確な熱制御のためにそれぞれ単独の熱電対と PID コントローラーを取り付けて下さい。バレルおよびクロスヘッド全体に十分な熱が行き渡るよう注意し、温度は  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  の範囲内に保ってください。

図 3 は代表的なバレル温度設定を示したものです。詳細な設定に関しては当社が提供している各製品のデータシートをご参照下さい。

図3: ビクトレックス製品の代表的な温度設定



## スクリーンとブレイカープレート

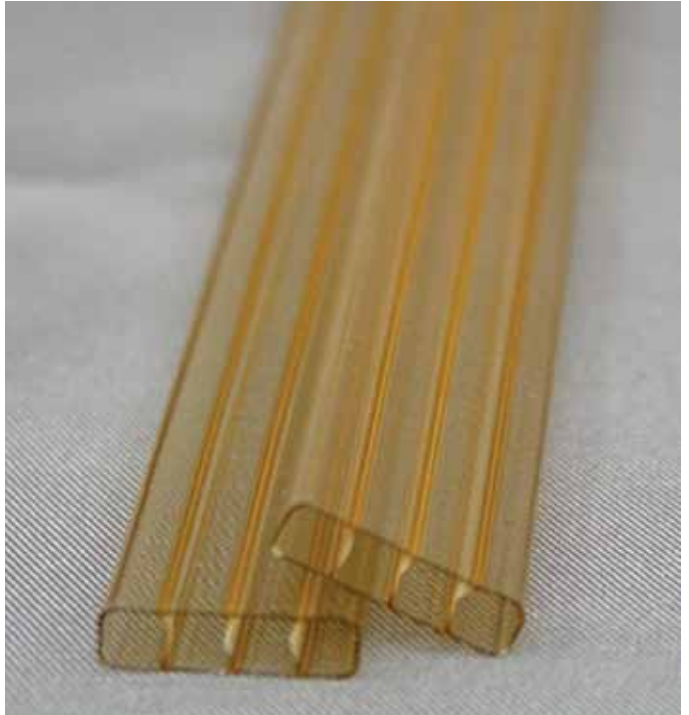
ブレイカープレートはスクリーン内の背圧を上げ溶融物の空回りを防ぎます。穴の大きさは押出成形機の大きさに適したものを使用し、可能な限りデッドスポットを排除して下さい。流動性を高めるため、穴は面取りをして下さい。通常フィルターパックは、材料中の残留不純物や工程中に混じった異物を除去すると共に、スクリーン内の背圧を高めるため、ブレイカープレートの前に取り付けられます。フィルターパックは目が細かすぎると溶融物の過剰な剪断や、フィルター前後での大幅な圧力降下を引き起こします。加工時には常に圧力を監視し、フィルターパックは適宜交換して下さい。スクリーンおよびブレイカープレート部分のヒーターと断熱は非常に重要です。

## アダプター、ヘッド、ダイ

デッドスポットの発生や流動性の低下は、溶融物に部分的な劣化を起こし材料の変色やブラックスペックを発生させます。これらを防ぐため、アダプター、ヘッドからダイまでは一貫した流れを保ち、特に断面積が変わる箇所や連結部分は形状を緩やかにして下さい。システムのモデル化を行うことで、低流動な箇所の有無を検証できます。気になる部位がある場合は改善して下さい。アダプター、ヘッドおよびダイの各部には個別制御が可能な（十分な大きさの）ヒーターを取り付け、可能な限り断熱処理を施して下さい。

## パージとシャットダウン

通常のシャットダウン工程では、最初に押出成形機を空にし、スクリーンを含めた全てのパーツを順次取り外して清掃します。完全に清掃するため、いくつかのパーツは炉に入れる必要があります。日々の稼働においては、1台の押出成形機に2セットのダイおよびスクリーンが必要な場合もあります。



正確な加工設定とダイ設計が厳密な公差を実現



押出成形された VICTREX Pipes

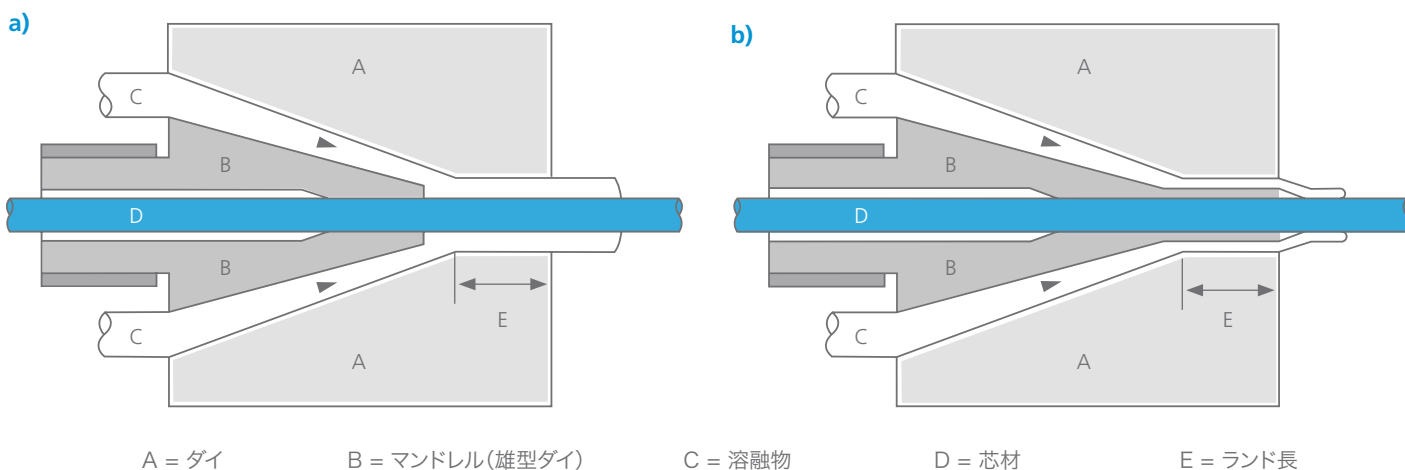
## ワイヤとケーブルのコーティング

PEEK はワイヤおよびケーブルに広く用いられており、HT と ST についても PEEK と同様の加工方法でワイヤコーティングに適用できます。主な用途としては、ワイヤおよびケーブルの一次絶縁、被覆やトップコートなどがあります。

### ダイとクロスヘッドの設計

PEEK、HT および ST の絶縁コーティングには圧力ダイおよびチューブオンシステムが利用できます(図 4)。数多くのワイヤコーティングでチューブオン加工による良好な成果が報告されています。

図4:ワイヤコーティング a) 圧力ダイ b) チューブオンダイ



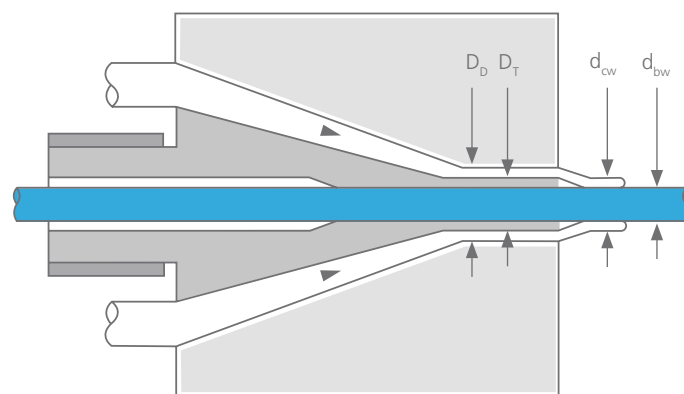
圧力ダイは計量されたコーティング材を導体の上に直接塗布しダイを通して引っ張るため、所定の直径にコーティングすることができます。導線とコーティングの接着性は高く、多芯導線の場合など、ダイの形状も維持されますが、絶縁層の厚みが変わる可能性(導線とワイヤの同心度が保たれない)があります。

チューブオンダイの場合、溶融物はダイを出るまで導線と接触しません。PEEK、HT および ST は導線を中心に保ったまま薄いチューブ状で押出成形されます。溶融物は導線に密着した状態でチューブ径を縮めながら引き出され、所定の厚みで絶縁層を成形します。

チューブオン加工は圧力ダイ加工よりも複雑ですが、コーティングと導体との密着性を抑制(ワイヤ終端のストリップ加工が容易)、絶縁膜厚の均一化、外観の向上といった利点があります。またチューブオン加工は既にコーティングされたワイヤの被覆にも利用できます。

チューブオン加工に関しては、図 5 に示す通り、ドロウダウン比(DDR) およびドロウバランス比(DBR) に注意して下さい。

図5:DDR とDBR の計算式



$D_D$  = ダイ開口部径

$D_T$  = ガイド先端径

$d_{cw}$  = コーティング済ワイヤ径

$d_{bw}$  = 未コーティングワイヤ径

ドロウダウン比

$$DDR = \frac{D_D^2 - D_T^2}{d_{cw}^2 - d_{bw}^2}$$

ドロウバランス比

$$DBR = \frac{D_D}{D_T} \cdot \frac{d_{bw}}{d_{cw}}$$



DDR は環状ダイと成形品の断面積比です。ナチュラル PEEK、HT および ST の推奨 DDR は 3:1 から 10:1 の間ですが、超薄肉コーティング用途については 50:1 に近い事例も報告されています。また DBR の設定にも注意し極力 1:1 に保ってください。

チューブオンシステムに使用するクロスヘッドの設計は、さほど重要ではありません。好ましい設計としては、良好な流線状の流動を保ちながら熔融物の流れを 90 度方向変換する単一流動スプリッターが挙げられます。より複雑な流動スプリッターも使用できますが、清掃が困難です。

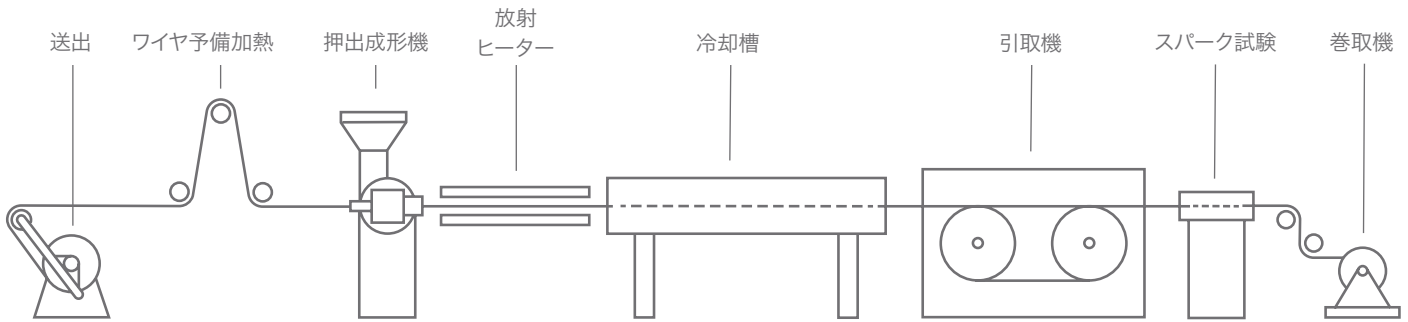
### 加工設備

図 6 は基本的なワイヤコーティングの設定に関する概要図ですが、用途によって必要な設備は異なります。



必要な結晶化度を得るために加工設備を適切に調整

図6:ワイヤコーティングの概要図



### 結晶性

PEEK、HT および ST の卓越した物性の多くはその結晶性に起因しています。

ワイヤとケーブルコーティングでは、熔融物はダイクロスヘッドから引き出され、空気中で約 1m (ライン速度により異なる) にわたり冷却されます。この間にナチュラル PEEK、HT および ST の色は透き通ったダークブラウンから不透明なグレー/ベージュに変わります。この色の変化は絶縁層表面の冷却と結晶化によるものです。

結晶化を起こした後に、さらに水冷を行う場合もあります。その際、熔融ポリマー内部の結晶化は大きな影響を受けません。非晶性のワイヤコーティングが必要な場合は水槽の位置をダイに近づけます。

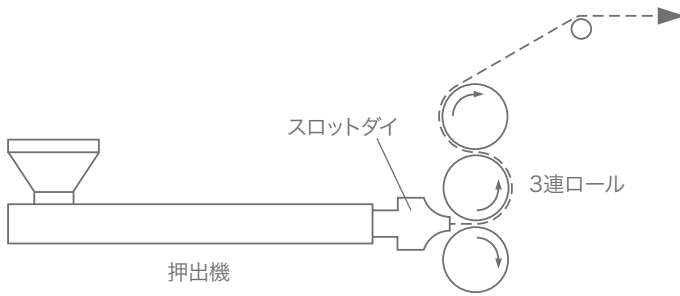
ワイヤとケーブルコーティングのプロセスでは、導体の温度によって結晶化速度が遅くなる場合があります。

このため高結晶化度が必要な場合は、クロスヘッドに入る前に導体を加熱して下さい。予熱加熱温度は導体の性質と形状によって異なりますが、120-200°C の温度範囲で良好な結果が得られています。これらの工程で必要なレベルの結晶化度が得られない場合は、その後の熱処理で絶縁層を後結晶化することが可能です。

## フィルムとシートの製造

PEEK、HT および ST はフィルムやシートの成形に用いられます。図7に示されるように、成形には適切なダイと引取装置を備えた通常の押出機を利用します。

図7:シート製造装置



### ダイの設計

PEEK、HT および ST のシート加工にはスロットダイが用いられます。加工設備は溶融物のスムーズな流動が得られるよう設計し、ホールドアップやスティックスリップの発生を防ぐため内部を研磨して下さい。良好なフィルム表面仕上げと寸法制御のため、ダイリップの温度制御が非常に重要です。

### 薄手のフィルムとシートの結晶性

薄手シート (<math>500\mu\text{m}</math>) はキャストドラムの温度を調節することで、結晶フィルムにも非晶フィルムにもなります。ドラム温度が  $T_g$  点以下の場合には透明な非晶フィルム、 $170^\circ\text{C}$  以上では不透明な結晶フィルムが得られます。厚手のフィルムは余熱で結晶化します。



押出成形された APTIV PEEK フィルムの厚み計測



高品質なフィルムを製造するにはクリーンな加工設備と厳重な工程管理が重要

## モノフィラメント

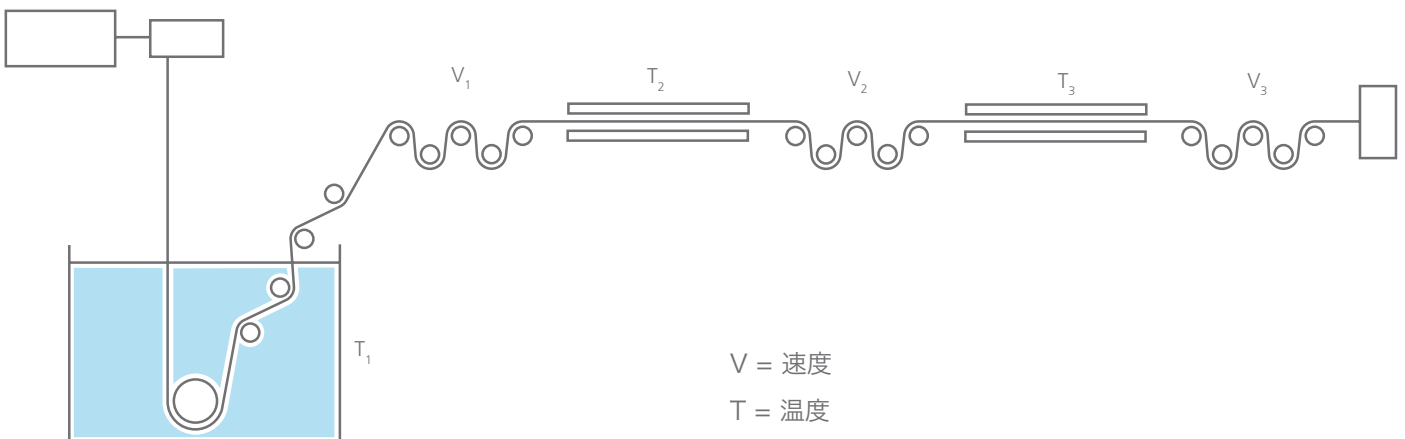
PEEK、HT および ST は押出機にダウンストリームの引取と延伸装置を取り付けて、モノフィラメントに成形されます。モノフィラメントの製造に用いられる押出機は通常ギアポンプが取り付けられており、これによって正確に計量された溶融物が一定の圧力でダイに供給されます。計量部を持たないシステムも十分に使用できます。代表的なモノフィラメント製造ラインを図 8 に示します。

図 8 に示される通り、押出機を通過後は溶融配向および溶融緩和の 2 つの工程に分けられます。押出物は溶融配向しながら空冷および水冷されます。フィラメントは材料の  $T_g$  点以上の温度 ( $T_2$ ) のオープンでさらに高速 ( $V_2 > V_1$ ) で延伸されます。速度の増加によってフィラメントを延伸し、直径を減少させると共に配向させます。溶融緩和行程において、フィラメントは材料の溶融温度近く ( $T_3$ ) に設定された 2 つめのオープンで熱処理されます。



押出成形された VICTREX PEEK モノフィラメント

図8:モノフィラメント製造設備の概略図



## 技術サポート

ビクトレックス社はポリアリルエーテルケトン製品に特化し、高い品質、充実した技術サポート、安定した供給など、皆様のあらゆるご要望にお応えします。競争の激しい今日の市場環境において、ビクトレックス社は高度な技術を持つサプライヤーと協力し、市場での成功に欠かせない綿密で迅速な技術サービスを提供致します。

ビクトレックス製品の詳細および技術サポートについてはビクトレックスジャパンにお問い合わせ頂くか、当社ウェブサイトをご参照下さい。 [www.victrex.com](http://www.victrex.com)

Victrex Polymer Solutions, a division of Victrex plc, is the world's leading manufacturer of Polyaryletherketone high performance polymers, which are sold under the brand names VICTREX® PEEK polymer, VICTREX® HT™ polymer, VICTREX® ST™ polymer, VICOTE® Coatings, APTIV® films, and VICTREX Pipes™. With production facilities in the UK backed by sales and distribution centres serving more than 30 countries worldwide, our global market development, sales, and technical support services work hand-in-hand with OEMs, designers and processors offering assistance in the areas of processing, design and application development to help them achieve new levels of cost savings, quality, and performance.

**World Headquarters**

Victrex plc  
Hillhouse International  
Thornton Cleveleys  
Lancashire FY5 4QD  
United Kingdom  
Tel: +44 (0)1253 897700  
Fax: +44 (0)1253 897701  
Email: victrexplc@victrex.com

**Americas**

Victrex USA Inc  
300 Conshohocken State Road  
Suite 120  
West Conshohocken, PA 19428  
USA  
Tel: +1 (0) 800-VICTREX  
Tel: +1 (0) 484-342-6001  
Fax: +1 (0) 484-342-6002  
Email: americas@victrex.com

**Europe**

Victrex Europa GmbH  
Langgasse 16  
65719 Hofheim/Ts.  
Germany  
Tel: +49 (0)6192 96490  
Fax: +49 (0)6192 964948  
Email: eurossales@victrex.com

**Japan**

Victrex Japan Inc.  
(ビクトレックスジャパン株式会社)  
ジャパン・テクノロジー・センター  
東京都港区三田1-4-28  
三田国際ビル アネックス  
108-0073  
Tel: 03 5427 4650  
Fax: 03 5427 4651  
Email: japansales@victrex.com

**Asia Pacific**

Victrex High-Performance  
Materials (Shanghai) Co Ltd  
Asia Innovation and  
Technology Center  
Part B Building G  
1688 Zhuanxing Road  
Xinzhuang Industry Park  
Shanghai 201108  
China  
Tel: +86 (0)21 6113 6900  
Fax: +86 (0)21 6113 6901  
Email: scsales@victrex.com

VICTREX PLC BELIEVES THAT THE INFORMATION CONTAINED IN THIS BROCHURE 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 HEREIN ARE BASED ON INFORMATION WE BELIEVE RELIABLE. MENTION OF A PRODUCT IN THIS DOCUMENTATION 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® IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTREX MANUFACTURING LIMITED. VICTREX PIPES™ IS A TRADEMARK OF VICTREX MANUFACTURING LIMITED. PEEK-ESD™, HT™, ST™ AND WGT™ ARE TRADEMARKS OF VICTREX PLC. VICOTE® AND APTIV® ARE REGISTERED TRADEMARKS OF VICTREX PLC.

VICTREX PLC MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, A WARRANTY OF FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR OF INTELLECTUAL PROPERTY NON-INFRINGEMENT, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO PATENT NON-INFRINGEMENT, WHICH ARE EXPRESSLY DISCLAIMED, WHETHER EXPRESS OR IMPLIED, IN FACT OR 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.

