

第5回国際高分子加工学会レポート

ブロー成形, 繊維・フィルム成形

金井俊孝*

1. ブロー成形

ブロー成形は8件の研究発表があった。内容としては、ブロー成形過程の解析技術に関するものが6件で多く、そのうち原料性状を含めたパリソン形状の予測解析が2件、ブローアップ過程解析が3件、ブロー全般の解析に関するものが1件であった。また、高性能ブロー成形機の紹介、ブロー成形による自動車用ガソリタンクの開発について、1件ずつの発表があった。

Kamalは今まで長年の研究成果を総括するかたちで講演した。

同氏はブロー工程として、三つの段階、つまりパリソン形成過程、ブローアップ過程、冷却・固化過程に大別し、それぞれの工程に関する解析研究を紹介した。

① パリソン形成過程

パリソン形状はスウェルとドロウダウンによって決定されるため、この二つの現象を正確に予測する必要がある。

粘弾性を入れたRhyanとDuttaの研究は、パリソン形成の支配方程式を導いた点及び物質定数とパリソン形状の定性的な関係を明らかにした点で重要である。実際のパリソン長さを純粋なドロウダウンとスウェルの寄与の差を押し出速度長さに加えた形で算出している(図1)。

*Toshitaka Kanai
出光石油化学(株) 樹脂研究所

パリソン形状の具体的な計算手法はKamalらによって研究されており、径スウェル及び厚みスウェルの時間依存性が明らかになれば、精密な形状予測が可能であることが実証されている。

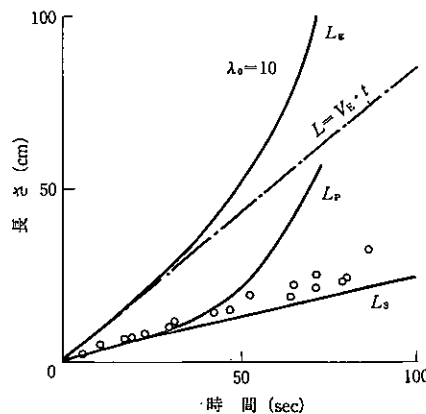
最近、Kamalらはキャピラリーで得られたダイスウェルとパリソンのスウェルの間で、次式を得ており、

$$S_w(t) = S_0(t) \cdot S_T(t) \\ = [B(t)]^2$$

キャピラリーのデータで実際のスウェルを推定している(図2)。

なお、 $S_w(t)$ 、 $S_0(t)$ 、 $S_T(t)$ 、 $B(t)$ はそれぞれ重量、径、厚み、キャピラリーのスウェルである。

② ブローアップ過程



L_d : ドロウダウン効果のみによるパリソン長さ
 L_s : スウェル効果のみによるパリソン長さ
 λ_0 : レオロジーパラメーター
 L_p : 予測されたパリソン長さ
 L : 押し出速度から計算したパリソン長さ

図1 経過時間に対するパリソン長さの計算結果と実験結果

パリソンを薄膜として取扱うか、長さ方向を無視した円筒として取扱うかによって、研究例は大別される。薄膜の場合、厚み変化が無視されてしまい、円筒の場合、パリソンの端部の形状予測ができない。

金型内インフレーションでは、Rosenzwigらの研究があるが構成方程式を取入れるところまでには至っていない。

最近、このプロセス解析は有限要素法を用いて行われるようになってきており、プロセスのモデル化にとって、非常に期待される。

③ 冷却と固化

冷却、固化過程は非定常の熱伝達問題として取扱われている。結晶化の効果を比熱に含ませることにより、うまく説明できる。

篠原からは一軸伸長粘度を用いたブロー成形予測についての報告があった。この研究の特徴は時間経過に対する

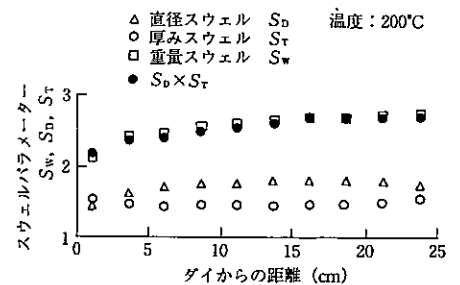


図2 樹脂Dのパリソンスウェルパラメーターの分布

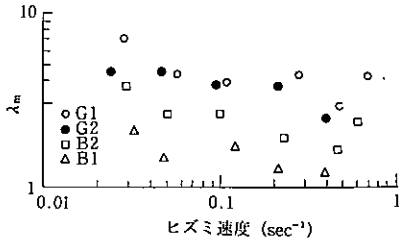


図3 立上がり度 λ_m のヒズミ速度依存性 (ブロー成形性能の優先順位 $G1 > G2 > B2 > B1$)

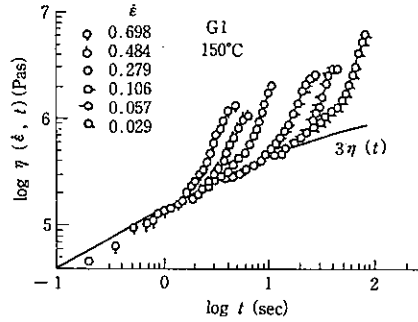


図4 実験した4サンプルの中で最もブロー成形性の良好な伸長粘度

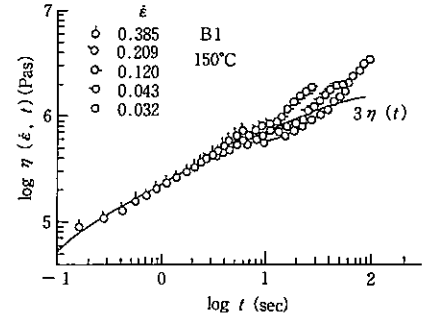


図5 実験した4サンプルの中で最もブロー成形性の悪い伸長粘度

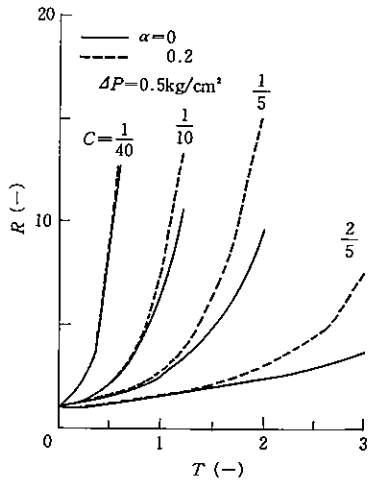


図6 パリソンフリーインフレーションのパリソン厚み依存性 (R, T, C はそれぞれ無次元パリソン半径, 無次元時間, 無次元パリソン厚みを表す)

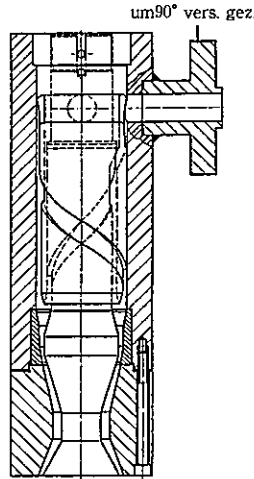
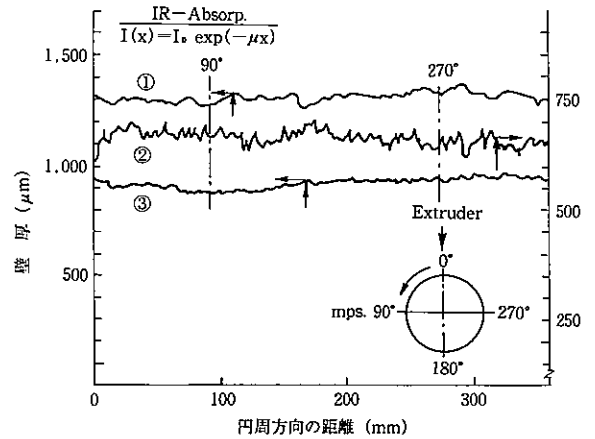


図7 Twin Cardiod システムを含む押出ヘッド



ポリマー	m (kg hr ⁻¹)
① PP ATO chem 3020GN3	64.0
② Lupolen 5261 Z (HMW)	36.0
③ Lupolen 5021 D	82.0

図8 ポリオレフィン使用の1,000 cm³ボトルの厚み分布

伸長粘度の立上がり度を実験から求め、この立上がり度を粘弾性モデル Larson 式の中に組み込んでいること、及びダイ内の流れで伸長変形を仮定し、このダイ内で受けた伸長応力により生じるダイ出口以降のスウェル、緩和現象を自重の影響と組合せることにより、パリソン形状を予測している点にある。

Larson 方程式

$$\dot{\epsilon} + \frac{2\alpha}{G} D : \tau(\tau + G\delta) + \frac{\tau}{\theta} = 2GD$$

ここで、 $\dot{\epsilon}$: Convected Derivative

α : 非線形パラメーター

伸長粘度の測定結果より、立上がり度 λ_m が大きいほど、ブロー成形性である

$\lambda_m = \eta(\dot{\epsilon}, t) / 3\eta(t)$
ドロウダウン性、パリソンの厚み分布が良好となり、ブローアップによる厚みの均一性も良くなることを示している(図3)。

図4にはブロー成形性の良好な伸長粘度の例を示しており、図5は成形性の悪い例を示している。

この予測結果は実験から得られた厚み分布の均一性の傾向と一致している。このことから、ブロー成形グレードとしてはブローアップがかなり進行し、ヒズミ速度が速くなった段階で伸長粘度が上昇し、変形に抵抗する樹脂、つまり同一分子量では伸長粘度の大きい

ほど成形性が良好であることを示唆している。

図6はブローアップの経過時間に対するフリーインフレーション時のパリソン半径であり、立上がり度の大きい、つまり α の小さい樹脂ほど R の急激な変化が長時間側につれ、上昇度合も小さく、偏肉が生じにくいことを示している。

Fritz 教授は、ブロー成形においてパリソン形成過程がブロー成形品の品質を決定する上で最も重要であることを強調している。ブロー成形品の品質を決定する因子はパリソンの厚み分布、ウエルドラインの数とその性質、パリ

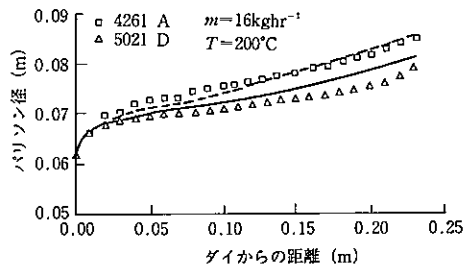


図9 計算及び実験によるパリソン分布 (押出スウェル)

ソンの表面状態と配向状態、パリソンと金型との関係などである。

図7に示した Twin Cardioid 構造を有するブロー成形用ダイは、マニホールドと扇形部のリップ流れから成り立っており、ダイ出口での均一な平均流速と均一な厚み分布となるように設計されており、樹脂に関係なくほぼ一定の厚み分布が得られる(図8)。

また、ブローアップ後の成形品の厚み分布を均一にするには、パリソン径が重要な意味を持つため、パリソン径を予測するプログラムを開発している。これは、ダイ出口のパリソン壁の応力分布とパリソンの自重の両方を考慮することにより計算される。

パリソンの回復できる変形量を押出量、溶融樹脂温度、チャンネルの形状、ポリマーの非線型粘弾性モデルを適用したパラメータを利用して計算することにより、図9に示すようにパリソン径について、予測値と実測値に良い相関性が得られている。

Nied からは有限要素法を用いて、ブローアップ後の厚み分布の予測に関する報告があった。

ブロー成形のブローアップ解析、金型設計解析という面では、<MOLD FLOW>のブロー版とも言うべき解析技術であろう。初期条件はパリソン厚みが一定で、温度分布に関係なく、樹脂は弾性変形するものと仮定し、ブローアップ後の厚み分布を予測している。

まず最初に基本形状、例えば円筒、

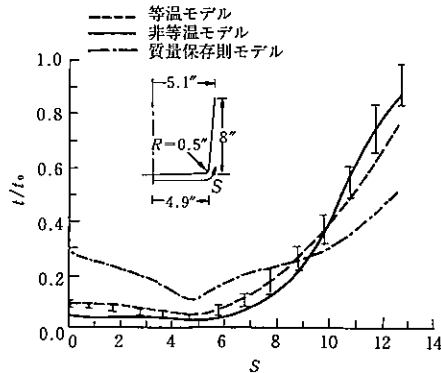


図10 深絞り円筒形状の測定値と予測値の比較

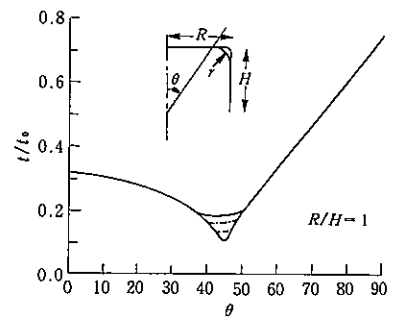
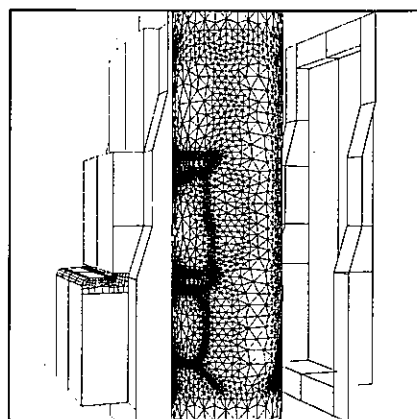
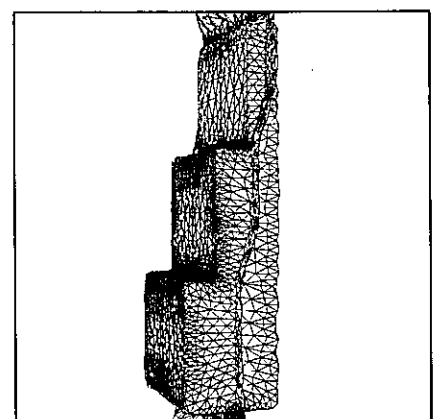


図11 コーナーRを持つ円筒形状の厚み分布



(a) パリソンのFEMメッシュと金型



(b) シミュレーションの最終結果

図12 ブロー成形プロセスのFEMシミュレーション

円錐形、矩形、コーナー部を持つ形状などや絞り角、半径、深さの異なった幾何学形状に対して、ブローアップ後の厚み分布を検討している。図10にHIPSの深い円筒形コップの成形品厚み分布を示しているが、実験結果と予測結果ともに良い一致を示している。

図11はコップ形状でコーナーRの取り方でコーナー部の厚みがかなり異なることを示しており、このような計算結果を持つことにより、必要な厚みを維持するためのコーナーRの設計に有益な情報を与えることを示している。

より一歩進めて、三次元の有限要素法を用いて、一般的な金型形状に対して、ブローアップ後の成形品厚み分布を予測している。

図12(a)には、パリソンの三次元

FEMメッシュとブロー金型の概略図を示してあり、図12(b)にはシミュレーションによるブロー成形品の最終形状を示している。また、図13にはボックス形状の最終製品の厚み分布の等厚線を示しており、各位置における厚み分布の様子がよく分かる。

第一ステップとして、基本形状による計算結果を利用し、あらかじめ希望する成形品の厚み分布を概略的に予測する。精度の高くなった金型形状設計に対して三次元有限要素法を用いて、精度良く計算することにより、金型設計と成形品の厚み分布の予測が可能となり、研究にかかる時間の節約と高品質の製品を製造することが可能となる。

この研究に関しては、今後パリソンの厚み分布や温度分布の考慮、ポリマ

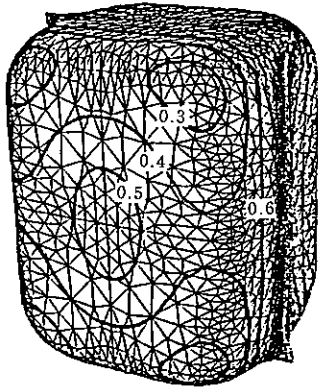


図13 最終ボックスの等厚線

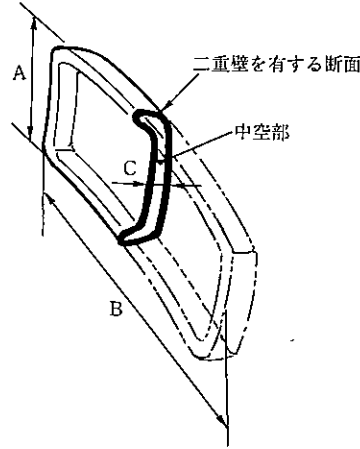


図14 深絞り二重壁ブロー製品の成形工程

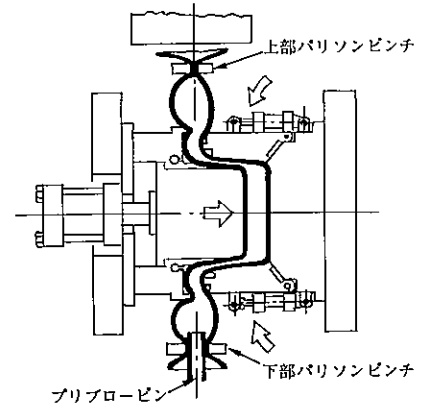


図15 上下のバリソンピンチと金型左右の型締め開閉動作

一の粘弾性因子の導入，非等温でのブローアップを考慮できれば，成形品の力学強度，座屈強度などのデータと合わせかなり精度の良い設計技術が確立できるものと期待される。

太田より多機能型ブロー成形機の紹介があった。

この成形機は，三つの機構を持つアイデアから成り立っている。

- 1) 金型傾斜機構
- 2) 金型揺動機構
- 3) 金型左右の型締め開閉動作

この機構の概略図を図14に示した。

金型の傾斜は垂直から50度傾斜までの範囲で移動可能であり，バリソンの押出しに伴って金型揺動することにより，

ドローダウン性を改良している。

1), 2)の機構を組合せると長尺で曲がりのきつい管状製品も側バリなしで成形可能であるし(写真1), ドローダウンによる肉厚分布の悪化や左右対称品である必要性などを解消できる。

写真2はGF-PPSを用いた自動車用エアダクトの製品例であるが，インタークパイプなどにも利用できる。

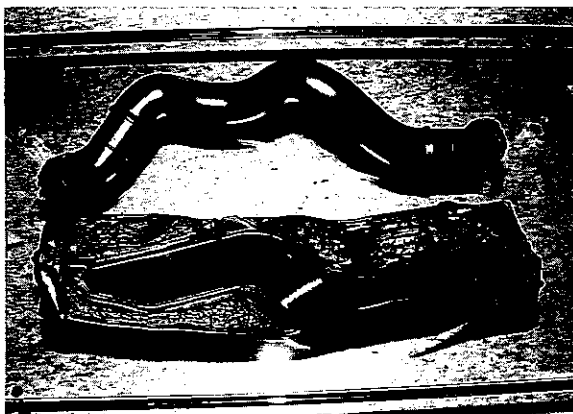
また，大型薄手の二重壁構造の成形品が成形可能であると報告している。

3)の機構は図15に示した機構であり，上下のバリソンピンチと金型左右の型締め開閉動作が特徴であり，これを利用することにより，超深絞り二重壁成形が可能であり，超深絞り時に従来の側面の肉厚が薄くなることが避けられる。

自動車部品のブロー成形化傾向が高まる状況下で，耐熱性，耐油性，ガスバリア性が要求されているが，エンジン回りに耐熱性を付与するためにエンブラの使用やガスバリア性・耐油性を付与するための多層化技術を，上記技術と組み合わせることにより，複雑形状でかつ機能性を持たせたブロー成形品が製造可能である。

館岡からはサドル型プラスチック燃料タンクの開発に関する報告があった。

プラスチック製燃料タンクは金属製



多目的ブロー成形機によるほとんどバリのない中空成形品(上)と，通常のブロー成形機によるバリが多い(製品と同等重量)中空成形品(下)

写真1 超高分子量HDPEによる自動車用エアダクト



写真2 GF-PPSによる自動車用エアダクト(本来はPPSの特徴を生かすためインタークパイプなどに用いられる)

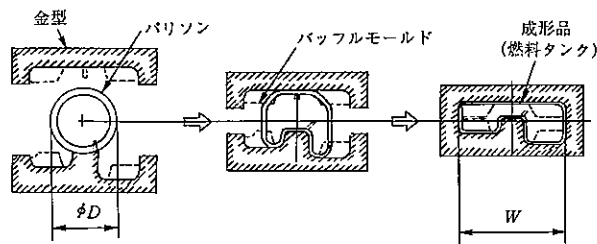


図16 成形過程中の燃料タンクの断面形状

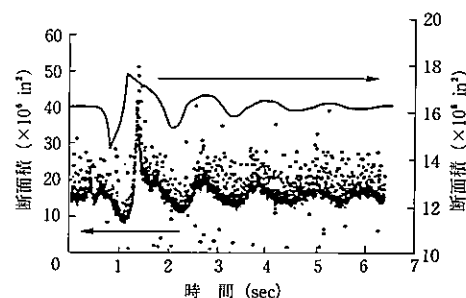


図17 冷却エアの変動により生じる引取位置でのファイバー断面積の変動

に比較し、デザインの自由度があるため、より効果的に空き空間を利用でき、錆がなく、生産コストも安価である点でメリットがある。

サドル型プラスチック製タンクの特徴は以下のようなものである。

1) パリソン径の変化が可能であり、燃料表面の波立ちを防止するためタンク内にバブル構造を有している。

2) 燃料だめ間の燃料輸送システムとしてジェットポンプを使用しており、改良燃料レベル測定システムを採用している。

成形過程中の燃料タンクの断面形状は図16に示した。

複雑な形状を得るために、プリブロー技術を採用し、希望のパリソン径を得ることを可能にしている。

パリソンの変形モードを実験的に解析しており、その結果、ヒケや厚みの不均一性を起こすことを防止する最適バブル形状を見いだすことを可能にしたと報告している。

今回のPPS-5では広範囲に渡って発表が行われたが、ブロー成形技術が進歩するにつれ、ガソリンタンクをはじめとする自動車部品のブロー成形化や日常生活用品の多様化に伴う中小型の多層ブロー成形容器の開発が活発になってきている。

こういったブロー成形品の開発に伴い、今回の研究発表にもあったように、有限要素法を用いたブロー成形品の厚み分布予測技術及びこの結果を用いたブロー金型の設計技術が更に活発になると予想される。そのためには樹脂性状である伸長粘度、ドロウダウン、ス

ウェルの予測によるパリソンの厚み分布、温度分布、更にこの値を初期値として、ブローアップ過程の予測、FEMによるブロー成形容器の厚み分布、応力分布、ブローアップ時間、更に冷却解析による冷却固化過程の解析技術が、より高品質な製品を、試行錯誤ではなく、より短期間に開発するために大きな役割を果たすものと期待される。

また、一方では太田による発表のように、制御技術とアイデアにより機械的な面から複雑な形状で付加価値の高い商品が生み出されていくものと期待される。

2. 繊維・フィルム

シンポジウム6の繊維とフィルム部門の発表は合計14件で、繊維に関するものが8件、フィルムが3件、繊維・フィルム1件、二軸延伸フィルムが2件であった。この中で興味のある数件の発表について紹介してみたい。

Denn教授による基調講演は、“繊維とフィルムに関する漸近解析の考察”と題して行われた。

繊維関連の解析は、加瀬、松尾らの溶融紡糸の定常解析研究の紹介から始まり、粘弾性モデルを用いたドロウゾナンス解析、摂動法を用いた外乱による糸径変動の解析まで広い範囲の話題にわたった。

フィルム成形としては、インフレーション成形に関して、Pearson, Petrie

の研究で開始された理論研究から粘弾性モデルで非等温解析の例まで、幅広い研究成果が紹介された。

図17は、冷却エア流れに摂動法を適用して解析したPET紡糸ラインの繊維断面積の変動結果を実験結果と一緒に並べて表したものであり、外乱による変動に対してもかなりの精度で予測できることを示している。

鞠谷は、PBTの高速紡糸過程中に特徴的に観察されるネック状変形に関して、この変形領域の細化過程と結晶化挙動に深い関係のある温度分布についての研究結果を示した。

レーザーによる繊維の径測定と赤外温度計を連動させて温度を測定した結果、ネック状変形の直後で約10℃の温度上昇を示し、結晶化度に換算して15%に相当する変化が0.6ms以内という短時間に起こっていることが観察された(図18)。

ネック状変形の詳細な形状を直径測定の時系列データとネック位置の移動速度から解析し(図19)、ネック状変形完了点付近では引取速度が速いほど急激な変化が起こっていることが示された。

これらの変形過程の動的挙動は、ネック変形機構の解明及び高速紡糸過程の結晶化、構造発現機構の知見を得る上で、かなりの情報が得られるものと期待される。

溶融紡糸系の非定常性に関する信州大学の鳥海教授による基調講演では、

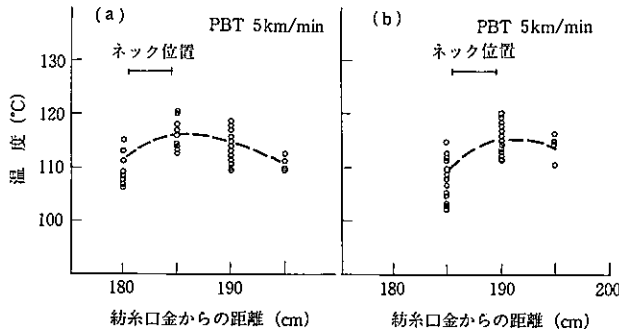
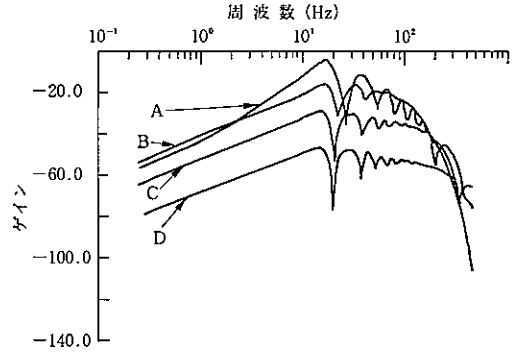


図18 ネック位置でのファイバー温度分布



出力：フィラメント径
入力：局所的な冷却エア速度
変動の範囲 (cm) A：0~10 B：10~20
C：20~30 D：30~40

図20 ボード線図

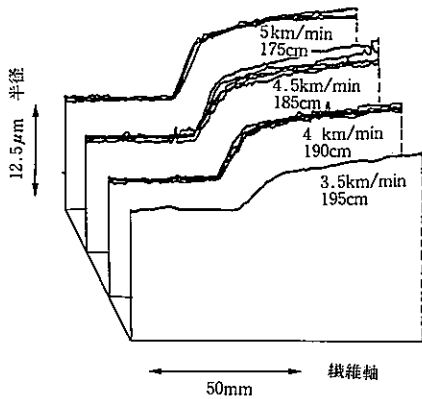


図19 ネック状変形領域の直径分布

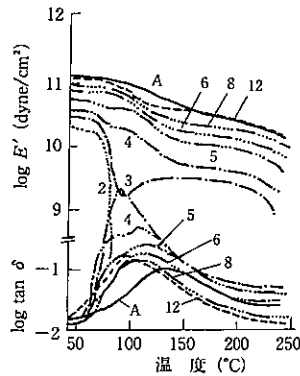


図21 PETファイバーの $\tan \delta$ -温度の関係 (図中の数値は引取速度 V_s (km/min) で、Aは市販延伸PET)

定常状態の熔融紡糸系を記述する基礎方程式の紹介から、定常解回りで微小な時間変動を仮定した摂動展開法、冷却風速、温度などの変動を含む入力ベクトルと紡糸線上の繊維径分布など状態変数ベクトルとの関係を記述する状態方程式の誘導へと進み、具体的に伝達関数の形を示すことは難しいものの、系の周波数応答特性は数値計算によりボード線図として表現できることが示された。

更に応用例として、紡糸線上で局所的に冷却風の速度が変動する場合につき、変動の位置と周波数に対する直径変動の応答特性を表すボード線図により、紡糸口金近傍での冷却条件の変動が直径変動に特に大きな影響を及ぼすことが示された(図20)。また多孔紡糸系で、直交冷却風の風上側の繊維に比べ風下側の繊維の直径変動が大きいのは、

風上側の糸の振動に伴い、風下側で冷却風の温度や速度の変動が起こることが主な要因であると指摘された。

高速紡糸法は延伸工程を省略できるという点で大きな経済的利点を持つ製糸法であり、近年6~8 km/minでの操業も可能になりつつある。栗木は、12 km/minという超高速で紡糸したPET繊維の高次構造、染色性、力学的性質を報告した。

力学的損失正接 ($\tan \delta$) 曲線の測定結果から、紡糸速度の増加に伴いピーク温度は5 km/minを境に上昇から低下に転ずるのに対し、ピーク値は単調に減少するという従来の知見に加え、更に高速の8 km/min以上ではピーク値が増加するという新たな傾向が見い

だされた(図21)。また、干渉顕微鏡を用いた屈折率の繊維断面内分布の測定結果から、速度増加とともに繊維断面内の構造分布は著しさを増し、12 km/minでは繊維中心部の複屈折は約0.06まで低下すること、また、染色性は紡糸速度の増加に伴い5 km/minで極小値を示した後、12 km/minまで増加傾向を示すことが報告された(図22)。

また、高速化に伴い分子鎖が疎に充てんされている領域が増大することが染色性の向上に通じていると述べている。

ポリカーボネート光ファイバーに関して、嵐より報告があり、ポリカーボネートをコアにする光ファイバーとして現在報告されている中で最も伝送損失の低い0.52 dB/mが、近紫外の770 nmで測定された(図23)。

ポリカーボネートは主鎖にベンゼン

図22 染色性 (D_e) と引取速度 (V_s) の関係

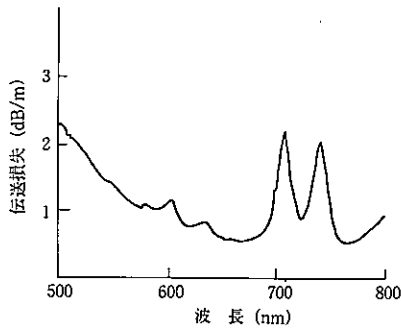


図23 PC光ファイバーの伝送損失スペクトル

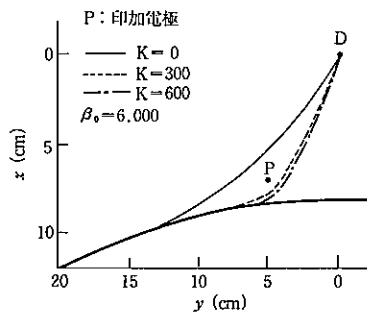
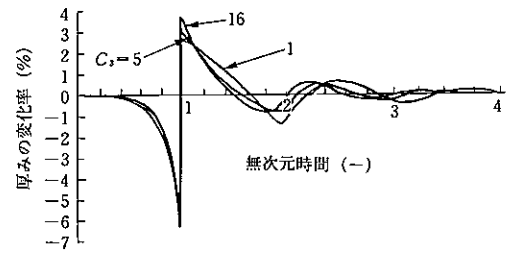


図24 粘度 $\beta_0=6,000 \text{ dyne} \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ での成形中のフィルム経路



入力：ダイ出口でのポリマー粘度の変動
出力：チルロール位置でのフィルム厚み

図25 粘度が1%ステップ的に変化した時の時間とフィルム厚み変化の関係

環を有するため、ポリマーの分子構造に基づいた吸収損失が大きい、PMMAよりも耐熱性が高い。

伝送損失を左右する因子は、吸収損失、異物、密度ゆらぎによるレイリー散乱など多くの因子があるが、報告では成形加工因子に起因する配向複屈折、真円度、コア径の変動と成形条件、伝送損失の相関性について検討している。

溶融紡糸解析の利用により、コアの中心温度が T_g 以下になる温度位置と真円度、張力の大きさと径の変動の相関性を見いだした。成形条件により伝送損失を低減させるためには、真円度を向上させることと径変動を抑制することが重要であり、最適な冷却条件によりそれが可能であることを指摘している。

東洋紡績と京都工芸繊維大学の加瀬教授との共同研究による、フラットダイによるフィルムキャストのシ

ミュレーションに関する2件の報告があった。

静電印加方式はフィルムのロールの密着、有効幅の増大、成形安定性の向上などの長所が得られるが、この報告で、静電印加がフィルム成形の変形挙動に与える効果を予測している。

これらの研究の特徴は、フィルムの固化点を一定に保つために用いられているピニング電極を有するフィルムキャストに関する新しい数学モデルを導きだして、静電密着力による定常時や過渡時のフィルムの挙動を推定していることにある。この数学モデルは表面張力、空気抵抗、端部でのネックイン効果を見逃し、ピニング電極による静電密着力はクーロンの法則に従うものとし、フィルムの幅方向の特性は均一な二次元等温ニュートン流体を仮定して、支配方程式を導出している。

図24には、伸長粘度 $6,000 \text{ dyne} \cdot \text{sec}/$

cm^2 で、フィルムがロールにタッチするまでの変形経路を示しており、印加電圧が大きいほどフィルムはロール近傍に寄り、スリットとロール間距離が短くなる。また、変形は速く起こり、静電印加電極近傍で張力が大きくなることを予測している。

静電力が大きく、ポリマーの粘度が小さいほどフィルムの薄肉化は早く起こる。ポリマーの粘度が大きいと成形中の張力は大きくなる。

これらの解析は、ダイスリット幅、エアギャップ、チルロール径、静電印加条件、押出条件についての変形、応力予測に適用可能である。

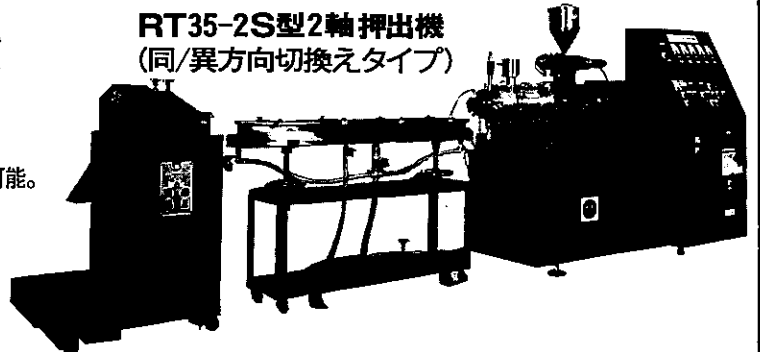
過渡状態におけるシミュレーションの報告では、前述の支配方程式を無次元化し、定常解回りの微小変動に対して展開して、摂動方程式を導いている。これらの摂動方程式を用いた解析例として、無次元化された重力係数

小型2軸押出機

- 主な特長
- 複合材料等、多用途向きコンパクト型2軸押出機。
 - スクリュ/バレルはセグメント構造を採用。
 - スクリュ交換により、同方向/異方向回転の切替えが可能。
 - コンピュータコントローラ搭載機種あり。

営業品目

試験研究用押出機
インフレーションフィルム製造装置
軟・硬質PVC押出成形装置
モノフィラメント製造装置
軟質紐状成形品自動捲取機
その他関連装置の設計・製作



株式会社 塚田樹機

〒359 埼玉県所沢市下富1235
電話 0429(42)7700 ファックス 0429(42)6844

($C_0 = \rho g L^2 / V_{00} \beta_0$, ρ : 密度, g : 重力加速度, L : チルロールとダイ間の距離) をパラメーターに用いて, ボード線図やベクトル軌跡などの自動制御理論を応用した系の安定性評価や, ダイ出口の粘度変化(1%)によるフィルム厚み(ξ)の経時変化の予測をしている(図25).

この図より, ダイ出口の粘度が1%ステップ的に変化すると, フィルム厚みが7~10%も一時的に変動するが, その変動幅は C_0 (密度, エアギャップ, 流速) にあまり大きな影響を受けないものと推定される.

チューブラ二軸延伸に関するテーマで2件の報告があった.

1件は, 高重によるナイロン6のチューブラ二軸延伸の成形挙動についての報告である.

成形中の応力レベル, 延伸中の変形挙動及びスケールアップの三つの話題であり, 応力, 変形パターンと成形安定性, 連続生産性, 偏肉精度の関連, スケールアップの適用性について考察している.

延伸応力はバブル内圧と引取ロールにかかる張力より算出式を用いて, MD, TDの最大応力値を実験的に求めており, MD, TDの最大応力がバランスする点で, 連続生産性及び成形安定性が最も良好となっている. 応力があるレベル以下であると成形不安定となり, ある応力以上になると, バブル

の破袋につながる.

また, 延伸中の変形挙動から考察すると, MDの急激な変形が生じるが, TDの延伸がゆっくりであると, 最終変形まで到達しないうちに, 結晶化度の増大, 水素結合の規制が作用し, 成形不安定現象が生じる.

そのため, 延伸は短区間でMD, TDの変形が終了することが好ましく, この条件下では成形安定性, 連続生産性の向上のほか, 延伸後のフィルム厚み精度もかなり向上する.

応力解析に基づいて, チューブラ延伸のスケールアップ則の適用性について報告した. バブル径, 厚みが一定になった地点で, 応力レベルが一定となるようにスケールアップ条件を設定することにより, MD, TDのバランスが同一になる地点をバブル径, スケールの大きさによらず設定できることを実証し(図26), 実際の設計に応用している.

アクロン大学では, PETのチューブラ延伸について, 成形安定性の領域の探索や二段目延伸時のMD, TDの延伸比と結晶化, DSCによる熱的安定性, 複屈折やX線回折による配向などの関係について検討している.

延伸装置としては, 図27に示したように, 試験用のインフレーション成形機の上に, もう一段の延伸バブル装置を設け, 二段目のエアリングから延伸温度よりも少し高め熱風エアを吹付

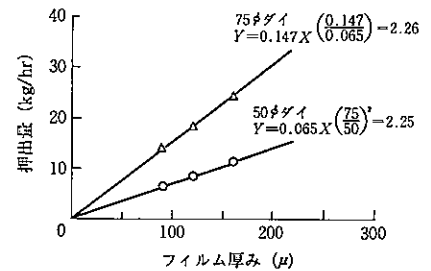


図26 フィルム厚み, 押出量に対するMD, TDのヒズミ速度の交差点

け, 延伸温度80°Cで二軸延伸実験を行っている.

二段目の延伸で, ブローアップ比が小さい場合に広範囲なバブルの安定性が得られるが, ブロー比が大きくなると低ドロウダウン比において, バブル径の変動の不安定現象が生じる.

最大のブロー比は3で, ブロー比の増大とともに限界のドロウダウン比は小さくなる(図28).

得られたフィルムのDSCによる結晶化温度はドロウダウン比の増大とともに減少し, ブロー比は結晶化温度にあまり影響しない. 一般にアニール処理をすると結晶化度を増大させるが, 高延伸条件下でアニール未処理品は, アニール処理品と同レベルの結晶化度を示す.

図29にはX線解析の結果が示されているが, ブロー比の増大とともに等二軸延伸に近づいている. 一方, 高ドロウダウン比では一軸延伸形態になって



チッソ株式会社
CHISSO CORPORATION

ニ	ポリ	ット	:	Polyvinyl Chloride
ビ	レ	ック	F	Polyvinyl Formal
D	O	P	:	Diocetyl Phthalate
D	O	A	:	Diocetyl Adipate
オ	ク	タ	ール	Octyl Alcohol
チ	ッ	ソ	ポリ	Polypropylene
チ	ッ	ソ	ポリ	Polyethylene

TOKYO OFFICE: Tokyo Bldg., Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo
OSAKA OFFICE: 6-32, Nakanoshima 3-chome, Kita-ku, Osaka

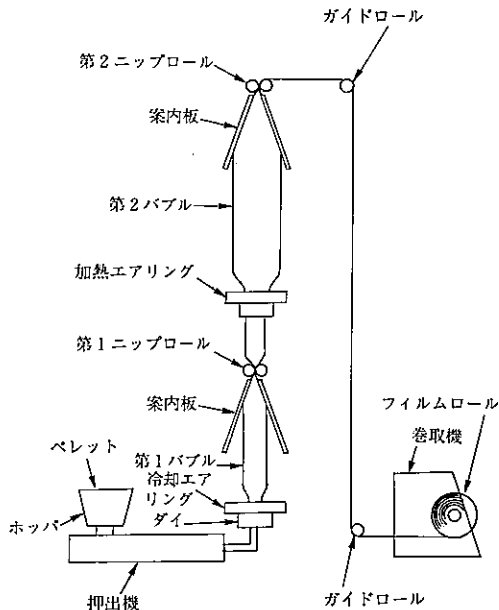


図27 チューブラ二軸延伸装置の概略図

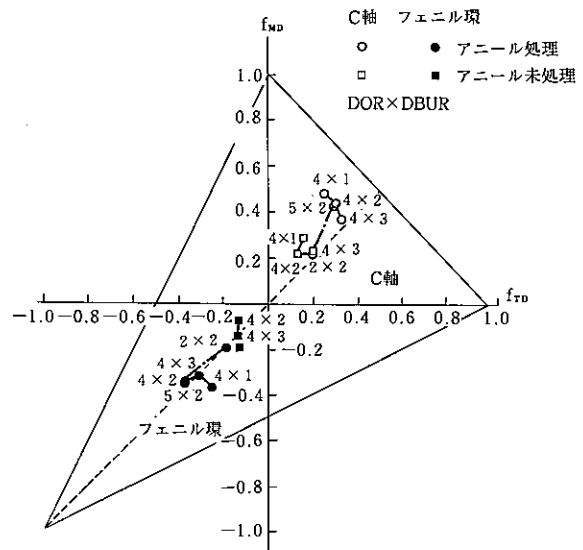


図29 PET二軸延伸フィルムのWhite-Spruiell二軸配向関数

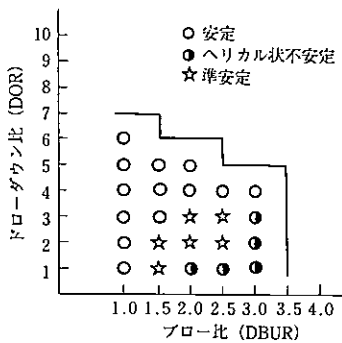


図28 PETに関するチューブラフィルム成形の成形領域図(二段目バブル)

いる。
 今回のこの分野の傾向として、繊維、フィルムの成形過程の動的な解析、特に理論解析による変形予測、ドロレゾナンスや外乱により生じるファイバ径の変動、成形プロセスの動的測定による変形過程解析などの研究発表の多いが目立った。
 また、工業的な面では、最近広く用いられるようになった高速紡糸プロセスの解析や二軸延伸フィルムの製造法としてポピュラーなチューブラ延伸に

関して、成形プロセスの変形解析や成形品の物性などについての興味深い発表があった。
 分野としては広範囲にわたっており、特徴を一言で述べにくいだが、この分野としては成形プロセスの変形過程解析を行うことにより、成形性から製品の品質に関する基本的な知見を得ることが可能であり、高品質の製品を生み出していくための基盤技術として、今後の研究が期待される。

EK 永大化工株式会社

本社工場 大阪市平野区平野北二丁目三番九号
TEL(七九)三三五五〇八

奈良工場 奈良県北葛城郡香芝町大字尾寺四〇八
TEL(〇七四五)七七七五二一三

滋賀工場 滋賀県大津市田上里町字谷田二二〇の一
TEL(〇七七五)四六一〇二七六

関東工場 栃木県小山市大字喜沢字海通間公六〇七
TEL(〇二八五)二一三〇一〇

柏田工場 東大阪市柏田十九の一
TEL(七二九)五五三一〇二

特許 第432724号
特許 第400983号
実用新案登録 454758号

工業用異形 押出成形専門

PVC、EVA(ウルトラセン)
ABS、スチレン、その他

電気器具用 洗濯機、冷蔵庫、冷凍機
建築車輛用 サッシュ・壁材料
家具用 スチールテーパー縁
建材用 止水板、木目建材
(低発泡)