

純流体素子による繊維断面計測について

青沼 茂・小林俊一・篠原 昭・村上 尚

(信州大学繊維学部機能機械学科)

1. はじめに

本研究は純流体素子を応用して、繊維状物質の断面積を、非接触かつ動的に検出する測定装置の試作とその応用に関するものである。最近では異形断面の合成繊維等が多くなり、繊維断面のもつ力学的効果のメカニズムが問題となっている^{1)~3)}。その場合、繊維断面の周長や断面積とくにその動的な測定が必要になる。そこで、とりあえず繊維の断面計測の立場から、被測定物の断面形状を大別すると、(1)乾式熔融紡糸による合成繊維等で一般によく見られるような円形断面、(2)天然繊維や湿式紡糸による再生繊維等に見られる複雑で特有な断面、あるいはまた絹に似た風合いに近づける目的で、断面のもつ力学的効果をねらってつくられた異形断面、(3)中空糸のような中空断面等の3つに区分できる。(1)の円形断面の場合は、直径を機械的あるいは光電的に測定する方法⁴⁾が適用されている。(2)の異形断面に対しては、F. I. Frank らの毛管水銀柱を貫通する試料の断面積変化を電気抵抗変化に変換する方法⁵⁾、また樋口らによる空気マイクロメータの原理を応用した方法⁶⁾等がある。なお、(3)に対しては、回路の1つを構成する固定した空気コンデンサの間隙に被測定試料を通して生じる静電容量の変化を測定する方法(Uster式⁷⁾)等の応用が考えられる。その他、繊維集合体の平均断面積を測定するものとして、流体透過法による織度の測定に見られるような、マイクロネア、エアロメータ⁸⁾等がある。しかし、これらの方法にはそれぞれ一長一短がある。例えば、測定断面が円形の場合に限られるもの、静的な計測には有効でも動的な計測には不適なもの、被測定物の材質が特定なものに限定されるもの、取り扱い操作が複雑なもの等の制約がある。したがって、あらゆる断面形状に対して、非接触かつ動的に測定できる方法は少ない。筆者らは、本研究の目的に適合する素子(仮称:単安定アナログ純流体素子)を考案試作したので、これを断面積検出センサとして使用する場合の、素子設計条件と入出力特性との関係、またこれを繊維状物質の引張り試験機に應用して、真応力あるいは見掛けのポアソン比等を測定した試験結果^{9)~10)}ならびにそれらの性能について報告する。なお、試作した断面積検出センサの性能を比較検討するため光電式断面積測定装置を使用した。この装置ならびに測定結果についてもあわせて報告する。

2. 空電式断面積測定装置

2.1 断面積測定用単安定アナログ純流体素子の構造と測定原理

図1は試作した単安定アナログ純流体素子各部の名称および可視化による噴流の状態を示したものである。なお、図には本素子の特色を示すために、比較対照用として、

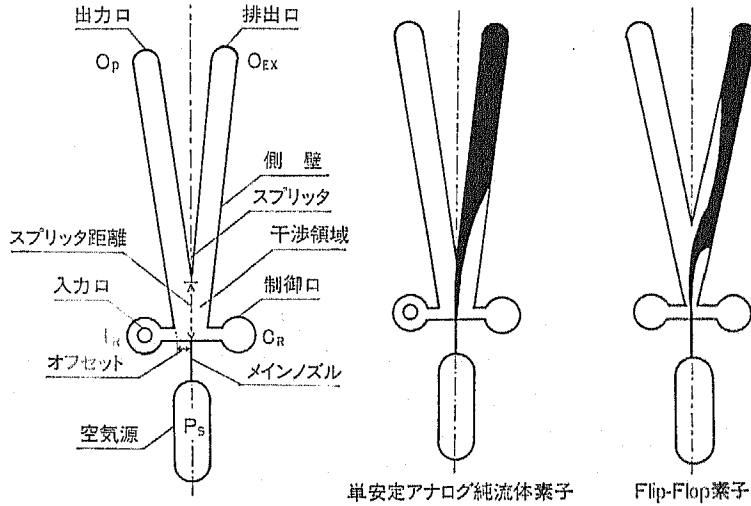


図1 試作した断面検出センサ（単安定アナログ純流体素子）
各部の名称と可視化による素子噴流パターン

表1 試作した単安定アナログ純流体素子設計仕様

ノズル幅	アスペクト比	オフセット値	スプリッタ距離	スプリッタ角	
				出力側	排出側
0.6mm	8.3	2.5mm	7.8mm	8°	7°

Flip-Flop 素子の付着噴流パターンを併記した。Flip-Flop 素子は左右制御口の入力状態により、ON-OFF 的に出力流を生じる。これに対して、本素子は一見素子の形態および各部の名称は類似しているが、作動特性は本質的に異なる。表1の素子設計仕様を示すように、スプリッタ角はメインノズルを中心として、排出口側を僅かに小さくしている。したがって、メインノズルから流出する主噴流は、入力口に試料がない場合は一方的に排出口側へ流出する。左右両制御口のうち、出力口側（左側）の制御口は、図2に示すように、試料を挿入するため、上下を貫通して、これを入力口として使用する。この場合、出力口には入力に応じたアナログ出力流が生じる。これは、図1に示す噴流の可視化パターンで明らかなように、Flip-Flop 素子ではコアンダ効果¹⁾により主噴流は側壁に付着して流出するが、本素子では、逆に内側のスプリッタ壁に付着して流出するためである。このため、同サイズの Flip-Flop 素子と比較して、本素子の設計ではスプリッタ距離を短縮し、また、オフセット量を大きくしている。図2に示すように、入力口は試料の挿入によって流入する巻き込み流が減少する。したがって、素子の干渉領域では入力口と制御口の巻き込み流の差によって、入力口側に負圧が生じる。その結果、排出口より流出していた空気の一部は、挿入試料による入力口遮蔽率（入力口面積

に対する試料断面積の比率)に応じて比例的に出力口側へ切り替えられて流出することになる。この出力口回復圧をピトー管で検出し、微圧計で空電変換して試料断面積を電圧に変換する。素子の製作には、板厚5mmのポリ塩化ビニール板を使用し、設計仕様にもとづき、素子パターンを切削・研磨し、これを上下2枚のポリ塩化ビニール板でサンドイッチ状に重ね、瞬間接着剤(サンロイド®)で接着固定する。さらに、最上面の所定位置に制御口および入力口を、また空気源、出力および排出流路に沿った板の側面に空気供給口、出力口および排出口を開口して仕上がりとなる。ただし、前述のように入力口は上下を貫通して開口する。また入力口遮蔽率と出力口回復圧との関係を比例関係に保つためには、後述するように、制御口対入力口または排出口対出力口の面積比等を調節し、適正值を実験的に求めることが必要である。また、各開口部の面積を調節するには、予め種々の口径の円形開口部を設けた板厚1mmの透明プラスチック小型プレートを用意し、必要に応じて各開口部に接着(両面接着テープ使用)する方法を用いた。

2.2 試作装置の構成

図3は本素子を用いた空電式断面積測定装置の信号系統図である。空気源からの圧縮空気は定圧弁を経て素子メインノズルに送られる。次に入力口に試料を挿入し、これによる出力口回復圧(総圧)をピトー管で検出し、微圧計およびマンオメータで計測する。ここにマンオメータは圧力のモニタ用である。微圧計には受圧部容量等による応答遅れを極力減少するため、超小型シリコンダイアフラム(TEAC製XCS-190-5G)を使用した。微圧計の実測時定数は0.21秒で、またその静特性を図4に示す。

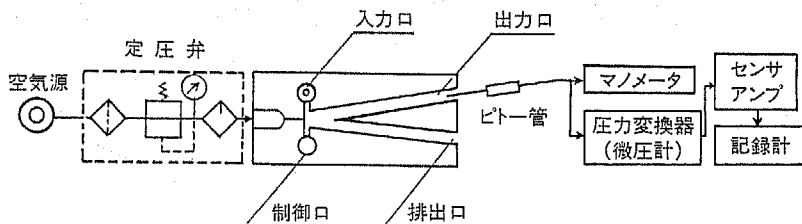


図3 空電式断面積測定装置の信号系統図

2.3 素子設計条件と入出力特性

素子入出力特性として、入力口遮蔽率(%)に対する出力口回復圧(微圧計出力電圧)

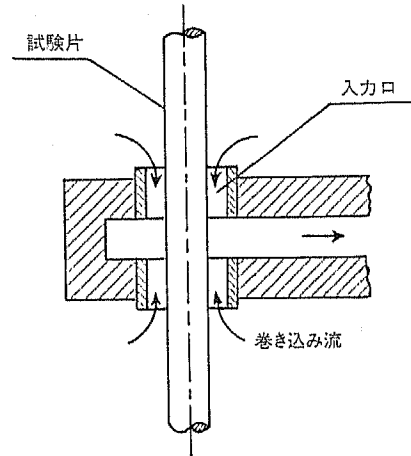


図2 断面積検出素子入力口拡大図

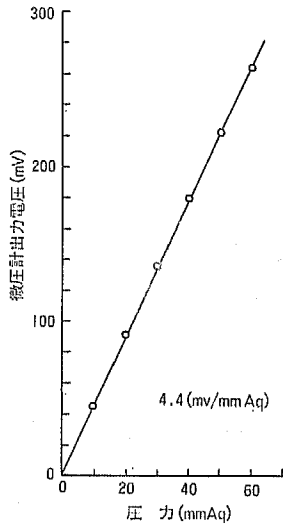


図4 微圧計の入出力特性

の関係を素子の設計条件毎に実験的に求めて検討した。素子設計条件としては、(a)制御口対入力口面積比、(b)素子供給圧力、(c)排出口対出力口面積比等が考えられる。実験の結果、これら各条件の入出力特性に及ぼす影響は次の通りである。

(a) 制御口対入力口面積比

断面積測定時は入力口を上下に貫通して使用するが、この場合、素子入出力特性は素子上下の開口部面積によって支配されることが実験的に認められた。このため、入力口の片面をセロテープ®で閉鎖して、反対側に入力口面積に相当する開口部を設け、これに入力口面積可変装置として、テーパ角 15° のニードル弁を挿入し、これをマイクロメータヘッドで操作して、連続的に入力口面積を変えて実験を行った。図5は制御口対入力口面積比と入出力特性との関係を示す。図中()内の数字はそれぞれ制御口径対入力口径を示す。ただし、排出口径 4.5mm 、出力口径 3.2mm の場合の一例である。図に示すように、入力口径が制御口径と同じ 4mm の場合、その入出力関係は、入力口遮蔽率

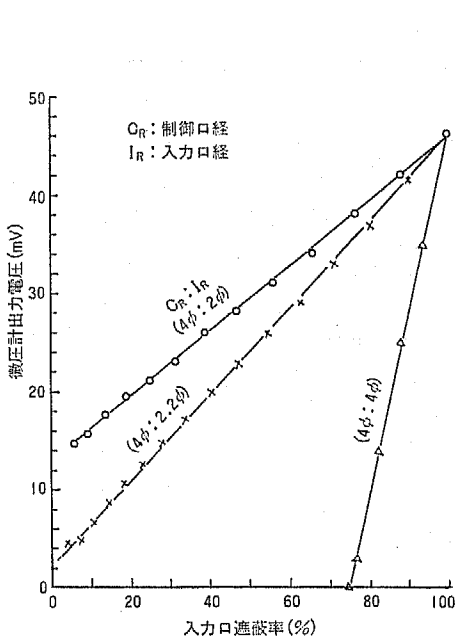


図5 制御口対入力口面積比と入出力特性との関係

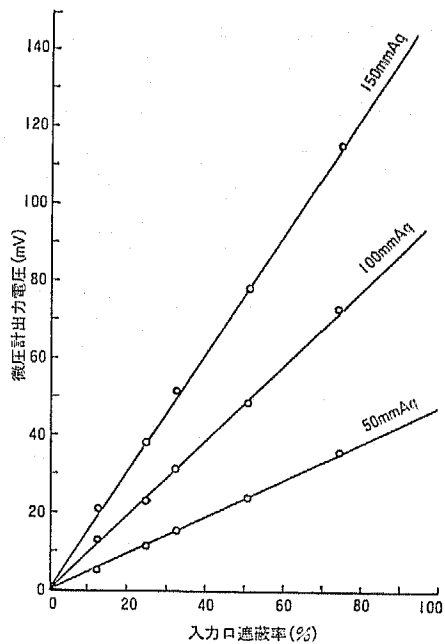


図6 素子供給圧力別入出力特性

約75%まで不感帯を生じ、入出力比例範囲は残り約25%の狭い範囲にとどまる。これに対して予め入力口面積の約75%を同心円状に前記プレートで遮蔽して、残り約25%に相当する開口部(口径2.2mm)をあらたに入力口として実験した結果、入出力比例範囲がほぼ0~100%の全域に拡大されることが認められた。ただし遮蔽率20%以下では発振をともしやや不安定になる場合も認められた。また、入力口面積をさらに縮小すると、ついには無入力状態(入力口開放状態)で初期出力を生じる。すなわち、入力口に逆バイアスがかかることによって、素子の動作点を移動することができる。その動作特性はトランジスタ増幅における固定バイアス回路による効果と類似することが認められた。図5で明らかなように、制御口径一定(4mm)の下で入力口径を縮小すると、入出力関係を示す直線の勾配が減少し、したがって感度は低下することが認められた。

(b) 素子供給圧力

図6は制御口径4mm、入力口径1.4mmの場合の素子供給圧力(mm Aq)と入出力特性の関係を示す一例である。ただし、図中に示す圧力は入力口を完全に遮蔽した時の出力口最大回復圧である。図から明らかなように、素子供給圧力を増すと共に感度は増大することが認められた。

(c) 排出口対出力口面積比

図7は排出口径一定(5mm)の下で、出力口径を変えた場合の入出力特性を示す。出力口径を縮小すると、入出力関係を示す直線の勾配は殆ど変わることなく切片が低下す

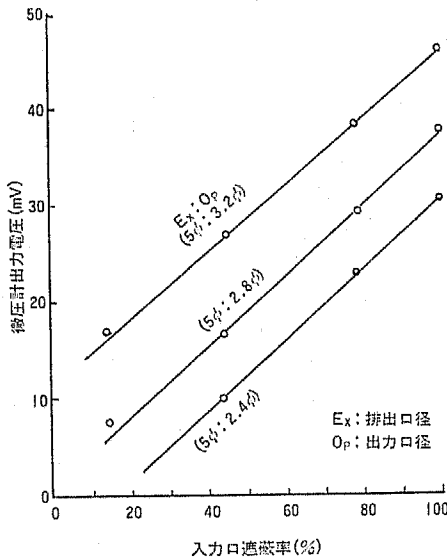


図7 排出口径一定下の出力口径別入出力特性

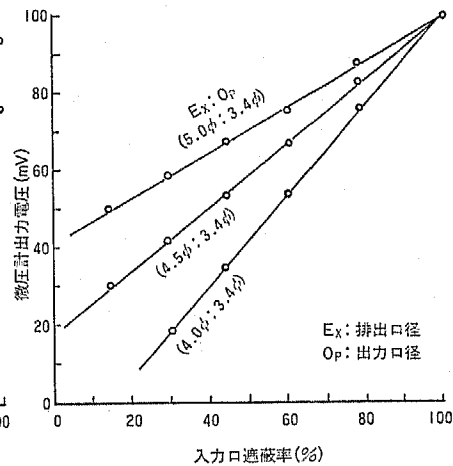


図8 出力口径一定下の排出口径別入出力特性

ることが明らかである。ただし、この場合の制御口および入力口径はそれぞれ4mmおよび2mmの場合について実験した結果である。また、図8は出力口径一定(3.4mm)の下で排出口径を変えた場合の入出力特性を示す。排出口径を縮小することにより、遮蔽率100%時の最大出力電圧は変わることなく、入出力特性を示す直線の勾配が増大し、排出口径4.0mmでは入力口径遮蔽率の低い領域に不感帯を生じることが認められた。したがって、素子各部の設定条件によって、無入力時に初期出力を生じるような場合、排出口径の調節によってゼロ調整の可能なことが判明した。

3. 空電式断面積測定装置による測定結果

図9は電子型万能試験機¹²⁾に取り付けた本装置の構成ならびに信号系統図を示す。ただし図中の点線は、後述する5. 応用試験において必要な信号線であり、断面積の測定には不要である。

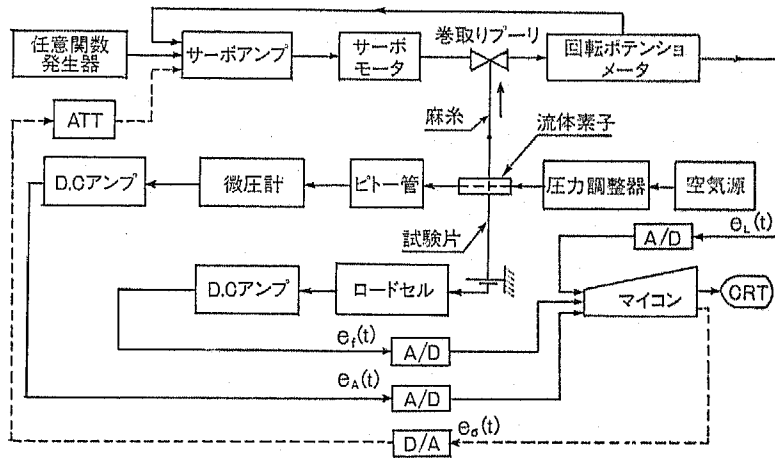


図9 空電式断面積検出センサを装着した電子型万能引張り試験機の信号系統図
注：破線部は応力入力試験時に必要な回路

なお、実験試料には後述する光電式断面積測定結果と比較対照しやすくするために、断面円形のオルボンゴム®丸糸90番(断面直径465 μ m, 1350d, 東洋護謨化学工業K. K.)を使用した。また、異形断面糸を模擬して同上糸6本を束状にして実験試料とした。図のように本引張り試験機は変位入力型で構成されており、任意関数発生器からの信号で種々の変位入力引張り試験が可能である。実験試料の一端を荷重検出端子に固定し、他端は直接巻取りプーリに巻かれて試験長が変化することを防ぐために、とりあえず実験上伸度ゼロに等しい麻糸を介して、巻取りプーリに連結し、等速引張り試験(25mm/sec)を行った。本装置により、引張り試験過程の各伸長比に対応する試料の断面積は空電変換され、試料の伸長変位(伸長量)は、巻取りプーリに直結した多回転式ポテンシヨメータにより電圧変換されて、それぞれ一定のサンプリングタイム毎にA/D変換後マイ

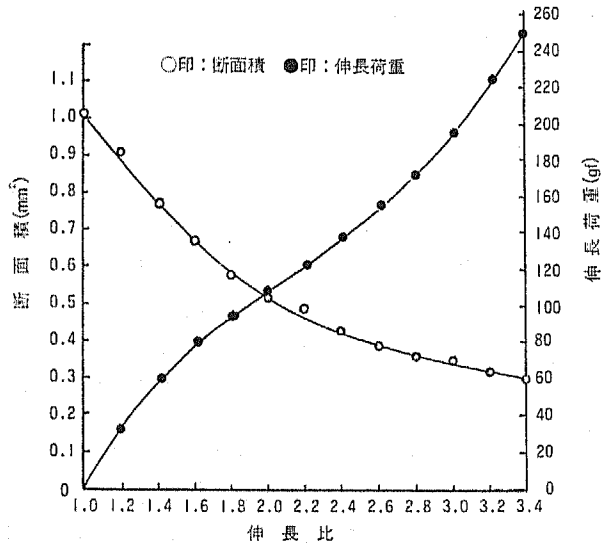


図10 空電式断面積検出センサによるオルボンゴム丸糸の各伸長比に依する断面積と伸長荷重との関係

クロコンピュータ（以下マイコンと略称する）の記憶部に格納される。これらの格納されたデータは、試験終了後マイコンにより計算されて、伸長過程の断面積が CRT 上に表示される。図10はこの場合の伸長比と断面積の関係を示したものである。その結果を例えば伸長比 2.0 における対 1 本当たりの断面積に換算して、後述する光電式による測定結果と比較すると、光電式で $8.9 \times 10^{-2} \text{mm}^2$ に対して空電式との差は 0.5% 以下であり実用可能な検出器と考えることができる。なお図には参考までに各伸長比に対する伸長荷重も示した。

4. 比較実験用光電式断面積測定装置の概要ならびにその性能

試作した上記の空電式断面積測定装置の性能を検討するため、比較実験用として使用した光電式断面積測定装置の概要は次の通りである。

試料の断面形状が円形の場合は、従来の光またはレーザー光線等による断面直径測定器を利用できる。本研究では帝人加研式光電式外径測定器（Faster® 光電式外径測定器 GM 型）¹³⁾ を前記空電式の場合と同様に、電子型万能試験機に取り付けて使用した。この測定原理は、光源からの平行光線を繊維軸に直交するように投射して、試料による遮蔽光量をフォトセルで受けて断面直径を電圧に変換するもので、その性能は表 2 の通りである。試料の透過光量による影響は、実験に使用したゴム糸については殆ど無視できる程度である。また、ガラス繊維等の透明体では、3~7% マイナスに指示されることが認められている。図11はワイヤゲージをもちいて実測した光電式外径測定器の入出力特性を示す。線径 1mmφ での誤差は最大 1% 程度であり、また優れた直線性が認められ

表2 Faster 式外径測定器の性能

測定範囲	測定誤差	ドリフト
0~10mm	$\pm 5\mu\text{m}$	$\pm 3\mu\text{m}/\text{h}$

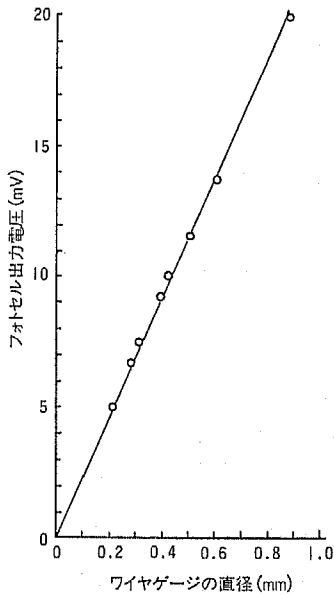


図11 光電式外径測定器の入出力特性

た。図12は比較実験用に使用した光電式断面積測定装置の信号系統図である。図9において断面積検出部を光電式に変えた以外は殆ど同様である。図13(a)および(b)は、円形断面試料として前記のゴム糸を使用し、等速引張り試験(25mm/sec)を行った場合の伸長比に対する断面直径および断面積測定結果である。実線は引張り過程で体積変化がないものとして求めた計算値である。図から明らかなように、伸長比2.8位までの実測値はほとんど計算値と一致し、この測定装置の性能は比較実験用として有効なことが認められた。

注：ゴムのポアソン比は0.49で、引張りに対する体積変化は無視できることが認められている。これはゴム弾性の大部分がエントロピー弾性であり、残り僅かがエネルギー弾性であるためである。

5. 応用試験例

5.1 真応力測定用引張り試験への応用

繊維高分子材料は金属と異なり、高伸長性であり、伸長にともなう太さの変化を無視できない場合が多い。したがって、伸長にともなう断面積の変化は重要な意味をもって

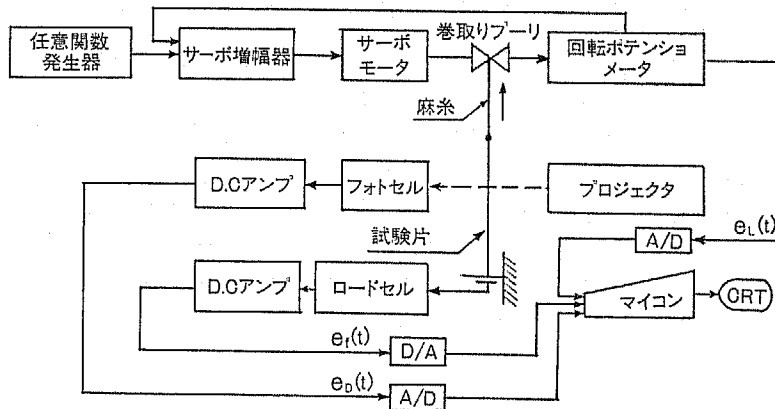


図12 光電式外径測定器を装着した電子型万能引張り試験機の信号系統図

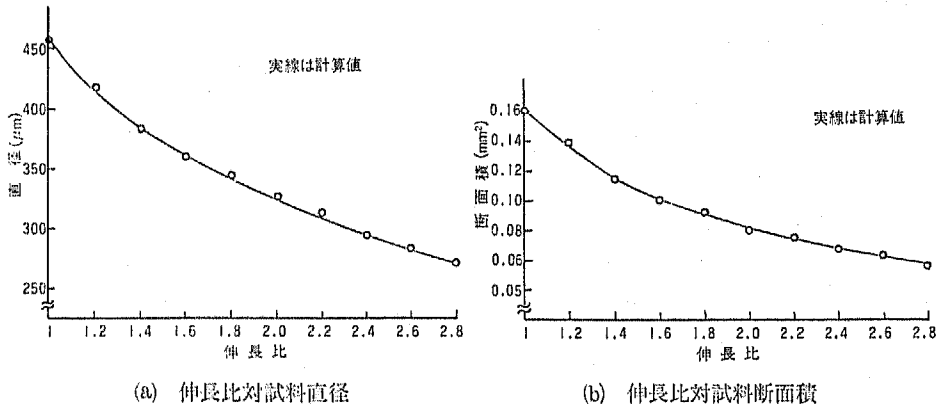


図13 光電式外径測定器によるオルボンゴム糸の各伸長比に対する断面直径および断面積の測定結果一例

くる。しかし従来の引張り試験機では、伸長過程の断面積を直接に計測する機能をもつものは見られない。弾性領域を取り扱う初等材料力学で定義されている応力には、変形前の初期断面積 A_0 で各伸長率における力を除したいわゆる公称応力 σ_0 が適用されている。また、公称応力から真応力を求めるには、計算または図式的におこなう方法がある。これは伸長過程でネッキングを生じるまでは、体積変化がないとする仮定の下に成り立つものである。しかし、大変形をとまらぬ繊維高分子材料の引張り試験等においては、直接に真応力-ひずみ線図を求めるための試験機が必要である。図9に真応力測定

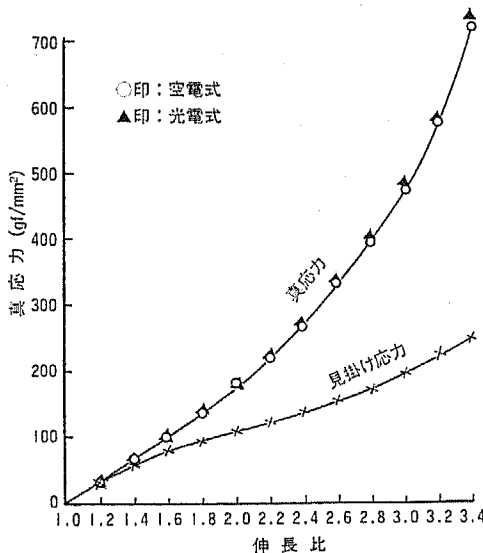


図14 応力-ひずみ曲線 (オルボンゴム糸)

用引張り試験機の回路構成を示す。試料断面積の測定には空電式を用いて、伸長過程における伸長変位出力電圧 $e_1(t)$ 、伸長荷重出力電圧 $e_f(t)$ および断面積出力電圧 $e_d(t)$ をそれぞれ所定のサンプリングタイム毎に A/D 変換し、マイコンに取り込み、試料断面に作用する真応力をリアルタイムで演算するものである。図14は前記同様にゴム糸6本を試料として、等速引張り試験 (25mm/sec) によって求めた各伸長比に対する真応力を示す。これはまた、同一試料1本について、図12の光電式断面積測定装置を応用した真応力測定用引張り試験機により測定した結果 (図中▲印) と殆ど一致し、試作した空電式断面積検出センサの有効性

が実証された。

5.2 応力入力引張り試験への応用

高分子材料特に繊維材料の機械的性質を判定するための引張り試験においては、引張り方法によって種々の材料特性が検討されている。従来、引張り試験法は、その入力信号によって、変位入力型と荷重入力型に大別される。しかし任意関数で与えられる応力を入力できるものはほとんど見受けられない。その理由は繊維断面積の動的な測定が比較的困難なためと考えられる。したがって、既に図9に示した回路構成によって応力入力型引張り試験をおこなった。試料断面積の測定には空電式を用い、引張り試験過程における伸長荷重、伸長変位ならびに断面積等をそれぞれ A/D 変換してマイコンに転送し、真応力 σ_e を実時間で演算処理しつつ、これを D/A 変換して引張り試験機の入力部にフィードバックするものである。したがって、入力信号に追従する応力が試料に加えられ、これに対するひずみが出力されることになる。ただし、データをサンプルし、演算処理後次のサンプルまでの間、すなわちサンプリング周期の間における荷重、変位および断面積の変化は無視できるような入力方法でなければならない。本研究では応力がゼロから等速で増加するいわゆる等速応力入力型 ($6.58\text{gf/mm}^2/\text{sec}$) で実験した。

図15にゴム糸6本を使用して、等速応力入力型引張り試験をおこなった場合の、引張

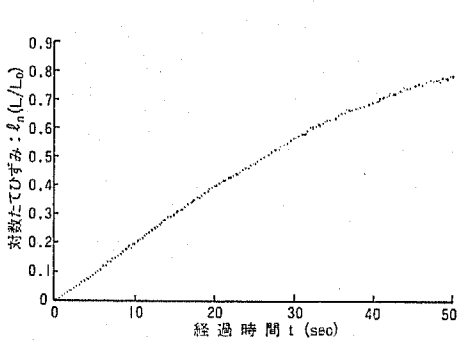


図15 等速応力入力に対する対数たてひずみ出力曲線

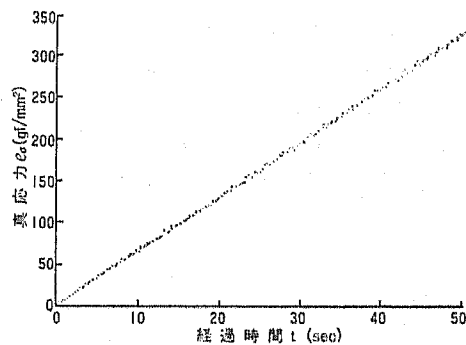


図16 等速応力入力線図

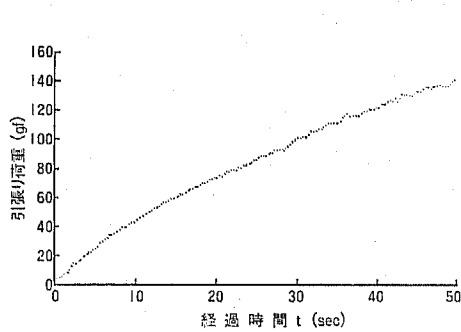


図17 等速応力入力時の荷重曲線

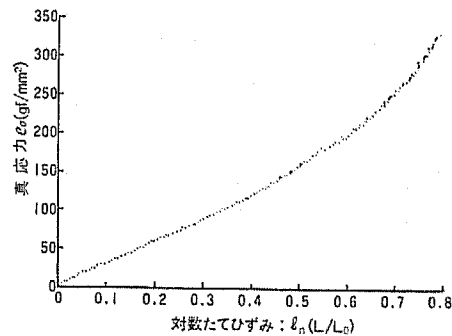


図18 等速応力入力試験時の真応力—対数たてひずみ曲線

り経過時間に対するひずみ出力曲線（対数たてひずみ）を示した。伸長変位は後述する大変形時に合理的な対数ひずみ $\varepsilon = l_n(L/L_0)$ を用いて表現した。なお参考までに、実際に試料に負荷された等速応力入力線図、等速応力入力時の荷重曲線およびこの場合の応力—ひずみ線図を図16～18に示した。

5.3 見掛けのポアソン比の動的測定への応用

繊維材料の伸長過程で生じるたてひずみとよこひずみの比すなわちポアソン比の測定は、材料特性を検討する上に極めて重要である。繊維のポアソン比については、すでに引張り¹³⁾¹⁴⁾および横圧縮法¹⁵⁾¹⁶⁾等によって行われた測定結果があるが、本研究では前記図9の断面積測定装置によって、繊維状物質の見掛けのポアソン比の動的な測定をおこなった。

ただし、ここでも大変形領域の記述に合理的な対数ひずみを用いて、下記の対数ポアソン比を測定した。

一般にたてひずみ ε_L は、試料長さを L 、試料原長を L_0 とすると、 $\varepsilon_L = (L - L_0)/L_0$ で表されるが、繊維のように、伸長率が大きな場合は、伸長過程のそれぞれの微小ひずみを加え合わせたものをひずみとする方が妥当である。すなわち、

$$\varepsilon_L = \int_{L_0}^L (dL/L) = l_n(L/L_0) \quad \dots\dots\dots(1)$$

同様に、よこひずみ ε_D についても、 D を直径、 D_0 を原直径とすると

$$\varepsilon_D = \int_{D_0}^D (dD/D) = l_n(D/D_0) \quad \dots\dots\dots(2)$$

また、ポアソン比 μ は

$$\mu = -(dD/D)/(dL/L) \quad \dots\dots\dots(3)$$

あるいは、

$$\mu = -\frac{d\{l_n(D/D_0)\}}{d\{l_n(L/L_0)\}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

で示される。

また、断面積の変化からよこひずみを求める場合は、断面積を A 、原断面積を A_0 とするとポアソン比は

$$\mu = -\frac{1}{2} \cdot \frac{d\{l_n(A/A_0)\}}{d\{l_n(L/L_0)\}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

で示される。

本研究では、円形断面試料に対しては、図12の回路構成で、よこひずみを光電式外径測定器により連続測定した。一方たてひずみは巻取りプリー直結の回転ポテンショメータで測定し、それぞれ A/D 変換後マイコンにより、下記の計算によりたてひずみおよびよこひずみの演算処理をおこなった。

$$\varepsilon_{Li} = (L_i - L_0) / L_0 \dots \dots \dots (6)$$

$$\varepsilon_{Di} = (D_i - D_0) / D_0 \dots \dots \dots (7)$$

ただし、 L_i および D_i はそれぞれ i 番目のサンプリング時の試料長および試料直径である。また、 L_0 および D_0 は試験開始時の試料長および試料直径である。

実験にあたり、予め試料の L_0 および D_0 を初期値としてマイコンに入力する。引張り試験の開始とともに、各サンプリングタイム毎に L および D の測定値を記憶し、初期値に対する比を自然対数に変換して、たてひずみおよびよこひずみを計算し、これらの関係を CRT 上に表示する。さらにこの出力データから、低ひずみ部分の直線の勾配を最小二乗法でもとめてポアソン比とする。図19はゴム糸を伸長速度 4mm/sec で、伸長

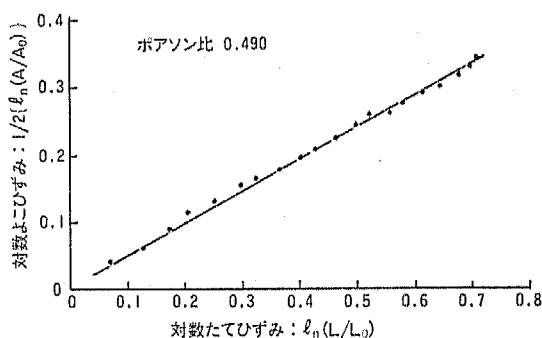


図19 たてよこひずみ関係とポアソン比 (オルボンゴム丸糸, 光電式)

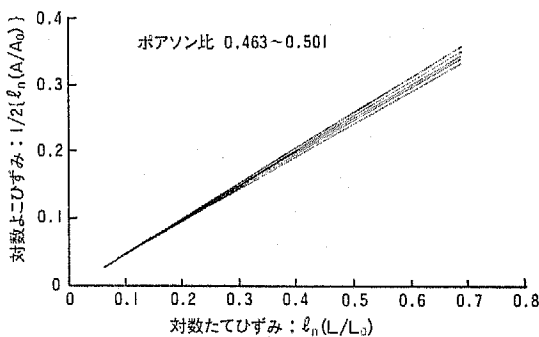


図20 たてよこひずみの回帰関係とポアソン比 (オルボンゴム丸糸, 空電式)

比約 2 (伸度約 100%) まで等速伸長した場合のたてひずみとよこひずみの関係を示したものである。この図は、データのばらつきを平滑化するために、サンプリングタイム 1 秒で検出した測定値を 5 個ずつ平均してプロットしたものである。このような実験から、ポアソン比が 0.47~0.50 の範囲で再現性が認められた。

また異形断面試料を対象とする空電式の場合も、前記同様に引張り開始とともに、サンプリングタイム1秒毎に試料断面積および試料長を読み取り、マイコンでポアソン比を算出した。ただし、この場合は、試料断面積の変化よりよこひずみを求めるため、式(5)を使用してポアソン比を算出した。

図20はゴム糸6本を使用して異形断面を模擬し、図9の回路構成により試料断面積を空電変換して測定した場合の、たてひずみとよこひずみの関係を示す回帰直線群である。図は前記光電式の場合と同一引張り条件で5回測定した場合の一例である。これらの直線部分の勾配からポアソン比を求めた結果、約0.49の値で再現性が認められた。なお、本実験ではポアソン比の値がよく知られているゴムを使用して、前記の円形断面試料1本にたいする光電式測定結果と同一試料数本を用いて異形断面を模擬した場合の測定結果とを比較した結果、両者にほとんど差がみとめられないことから、本測定法は十分実用に供することができるものと考えられる。ただし、中空糸に対しては対象外である。

5.4 張力の非接触測定への応用

以上のように、繊維断面積の動的計測法が可能になると、従来不可能とされていた種々の計測法が実現可能となる。その1つに非接触張力測定法がある。従来、繊維または糸に作用する張力の測定に関しては、多くの研究が見られるが、測定子を接触するだけでその値が変わるため、正確な張力の測定は昔から計測分野における難題の1つとされている。したがって、真の張力を測定するには、非接触で測定する必要がある。そこでマイコンおよび空電式センサを利用して、非接触張力測定をこころみため、その実験方法ならびに測定結果を次に述べる。

張力の非接触測定にあたっては、まず予め特定の試験材料を伸長し、その伸長過程の張力と試料断面積との関係を求めて、それぞれ対応する形でマイコンに記憶し、これを張力推定の基準値とする。次いで同一の実験試料に未知の張力を負荷し、その伸長変形にともなう試料断面積変化を空電変換してマイコンに入力し、先に記憶されている張力推定基準と照合して、各測定時の張力を推定表示するものである。なお、空電式断面積測定法による測定値には、ある程度のバラツキをともなうため、同一試料について同一引張り試験を10回反復し、各データをマイコンのファイル内に格納したのち、これらの

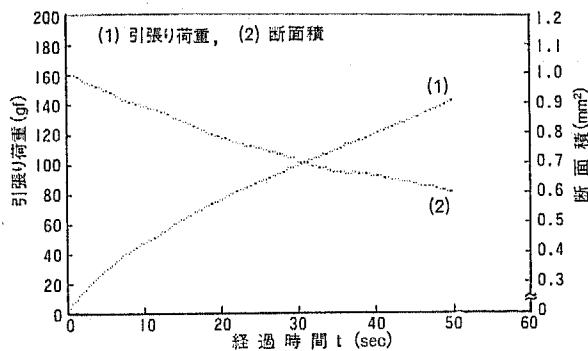


図21 張力推定基準としてマイコンに記憶させた引張り荷重と断面積との関係

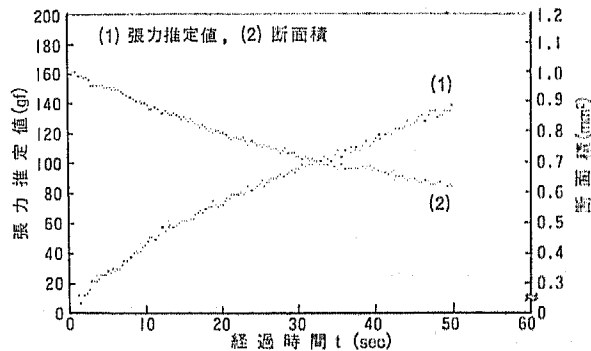


図22 引張過程の断面積より求めた張力推定値の一例

平均値で基準値を決定し、張力の推定精度の向上をはかった。図21はオルボンゴム丸糸6本の束状糸を使用し、等速変位入力引張り試験を10回反復し、その平均値で求めた張力推定基準曲線である。また、図22は前記同一試料を同一条件で等速伸長し、その伸長過程で測定した断面積変化曲線と前記の記憶（図21）にもとづき、マイコンで推定した張力推定曲線である。図のように、推定張力にはある程度のバラツキが見られるものの、その中心的傾向は実際の張力とかなりよい近似で推定できることがみとめられた。なお、一般の繊維に作用する張力を考える場合、張力に関与すると考えられる測定環境因子の1つたとえば湿度による影響などを推定条件に加味することにより、一層推定精度の向上がはかれるものと考えられる。

6. む す び

繊維状物質の断面積を非接触かつ動的に検出するためのアナログ純流体素子を考案試作し、素子設計条件と入出力特性との関係を明らかにするとともに、その性能を比較検討した結果、入出力特性の直線性ならびに再現性共に実用可能なことを認めた。また、本素子による空電式断面積測定装置を応用して、従来実施の困難であった真応力測定用引張り試験、応力入力引張り試験、見掛けのポアソン比の動的測定および非接触張力測定等をおこない、これらの測定における本素子の有効性を確認した。なお、本研究を行うにあたり実験に協力された元本学繊維機械学専攻大学院生美斉津 晃・細川 元両君に深謝する。

引用文献

- 1) 古下昭雄；繊維工学，18，8，553～562（1965）
- 2) 篠原 昭；織機誌，33，7，38～43（1980）
- 3) 篠原 昭；織機誌，34，2，33～38（1981）
- 4) 帝人繊維加工研究所；帝人タイムス；42，397，33～40（1967）
- 5) F.I. Frank and A.L. Ruoff；Text. Res. J. 28，213（1958）
- 6) 樋口健治，高井英雄；織機誌，13，1，24（1960）

- 7) 藤野清久他；むらの理論と実際, 162~168 (1965) 日本繊維機械学会
- 8) 白樫 侃, 久世栄一；繊維工業計測制御技術要覧, 104~105 (1955), コロナ社
- 9) 青沼 茂, 村上 尚, 篠原 昭；日本繊維機械学会第33回年次大会前刷27~28 (1980)
- 10) 青沼 茂, 小林俊一, 村上 尚；繊維学会秋季研究発表講演会要旨集87 (1982)
- 11) 原田正一, 尾崎省太郎；流子工学, 95 (1969)
- 12) 村上 尚, 青沼 茂, 内藤光雄, 青柳鷹之助；織機誌, 18, 10, T632~T641 (1965)
- 13) 4) に同じ
- 14) 5) に同じ
- 15) 6) に同じ
- 16) D.W. Hadley, I.M. Ward and J. Ward ; Proc. Roy. Soc., A285, 275 (1965)
- 17) P.R. Pinnak, I.M. Ward and J.M. Wolfe ; ibid, A291, 267 (1966)

Summary

On the Measurement of Cross Sectional Area of Fibrous Materials by Pure Fluidic Analogue Device.

Shigeru AONUMA, Toshikazu KOBAYASHI, Akira SHINOHARA and Takashi MURAKAMI

Department of Functional Machinery and Mechanics, Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, Ueda, 386, Japan

A mono-stable pure fluidic analogue device has been designed and constructed as a sensor in order to detect the cross sectional area of fiber assemblies under non-contact and dynamically measurement, and the utility of this sensor has been recognized from the experimental result of examination to explain the relations between the design of this sensor and characteristics which is input to output properties of this apparatus.

On the other hand the usefulness of this sensor for the purpose to perform the tensile testing hitherto difficult has been confirmed, for example to test the load-extension behavior with any actual stress of test piece taken as input signal, or to test the actual stress during the normal tensile testing, and to determined the apparent Poisson's ratio of fibrous materials dynamically during tensile testing, and to test the tension of filament yarn under non-contact condition.