

絹織物の風合いに関連する表面特性の解析

著者	松平 光男
著者別表示	Matsudaira Mitsuo
雑誌名	平成3(1991)年度科学研究費補助金 一般研究(C)研究成果報告書
巻	1990-1991
ページ	1-22
発行年	1992-03-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/40727



絹織物の風合いに関連する表面特性の解析

02808012

平成3年度科学研究費補助金（一般研究C）

成果報告書

平成4年3月

研究代表者 松平光男

（金沢大学 教育学部助教授）

研究組織

研究代表者：松平 光男（金沢大学教育学部助教授）

研究経費

平成2年度	1300千円
平成3年度	400千円
計	1700千円

研究発表

(1)学会誌等

1. M. Matsudaira, J. D. Watt and G.A. Carnaby: "Measurement of the Surface Prickle of Fabrics Part I: Evaluation of Potential Objective Methods", J. Text. Inst., 81, 288-299, 1990.
2. M. Matsudaira, J. D. Watt and G.A. Carnaby: "Measurement of the Surface Prickle of Fabrics Part II: The Effect of Finishing on Fabric Prickle", J. Text. Inst., 81, 300-309, 1990.
3. 松平光男、宮川まり子: "布の仕上げ工程における力学特性及び風合い変化"、繊維機械学会誌（論文集）、43(12), T120-127, 1990.
4. 松平光男、J. D. Watt and G. A. Caenaby: "布の仕上げ処理工程による布表面のちくちく性の変化"、金沢大学教育学部紀要（自然科学編）、40, 69-76, 1991.
5. M. Matsudaira: "The Effect of Fiber Shape and Fiber Assembly Structure on FUKURAMI of Silk Filament Weaves", J. Text. Inst., 83, in press 1992.
6. 松平光男: "布表面のちくちく性を評価するための客観評価法ーピックアップ法の紹介ー"、繊維機械学会誌（繊維工学）、44, P311-P318, 1991.

(2)口頭発表

1. 松平光男、宮川まり子：“羊毛織物の仕上げ処理工程による風合い変化”、第19回繊維工学研究討論会、1990.8.
2. 松平光男、松井雅男：“ポリエステル織物の各種仕上げ工程における風合い変化”、第20回繊維工学研究討論会、1991.8.
3. 戴 淑慧、松平光男：“表面及び圧縮特性からもたらされる絹織物のソフト感”、日本繊維機械学会北陸支部研究発表会、1991.12.

絹織物の風合いに関連する表面特性の解析

金沢大学 松平光男

1. 緒言

人が布に触れるとき、第一に人が感じるその性質は布の柔らかさや滑らかさであると言われている。これらの性質は布の風合い判断の中でも最も基本的なものであり、とりわけ婦人用薄手布のような、人がわずかな力で布の性質を判断する場合¹⁾極めて重要になってくる。

婦人用薄手布の代表としては、昔から絹織物が知られており、絹織物の風合いは人間にとって最も好ましく、各種合繊繊維開発の歴史は正に絹織物の風合いを目指した闘いであった、と言っても決して過言ではない。

筆者は絹織物の風合いについて、川端らによって開発された布風合いの客観評価法²⁾を用いて検討し、従来から主観的に言われている³⁻⁶⁾、絹織物がソフトで滑らかであり、ふくらみに富み、適度のかたさを持つことを確認している⁷⁾。また、とりわけ絹織物が示すせん断柔らかさや、低荷重域における伸び柔らかさと圧縮柔らかさに注目し、その原因を繊維や糸の力学特性及び布構造との関連で解析している⁸⁻¹⁰⁾。

しかしながら、絹織物の表面特性については、適度の摩擦係数を有し滑らかである程度のことにはわかっているものの⁷⁾、より厳密な絹単繊維の性質と結び付けた研究は見当たらない。その理由としては布の表面にかすかに触れる程度の表面特性を計測する手段がないこと、また絹単繊維のような細い繊維を変形するのに必要なわずかな力の検出装置がなかったことが考えられる。

そこで本研究では、まず布表面に突出している絹単繊維1本に人が触れる時のわずかな力を検出する装置を試作し、人が布表面から受ける力を求める。次に最近開発されている単繊維の評価技術¹¹⁾を利用して絹単

繊維の力学特性を計測し、これら繊維の特性が繊維集合体である布の表面特性に及ぼす影響を明らかにする。更に、絹単繊維1本の性質から絹織物の風合い（例えば、絹織物の特徴ともいえる基本風合いの1つであるFUKURAMIやKISHIMI）を予測する方法を提出することを目的とする。

2. ピックアップ法の原理及び測定方法

絹単繊維1本から人が受ける力を検出するため、オーディオピックアップのスタイラス（針）を改良して用いる”ピックアップ法”を採用する。本方法は、最近筆者らが羊毛織物の”ちくちく感”を客観評価すべく、ニュージーランド羊毛研究所（WRONZ=Wool Research Organization of New Zealand）において研究開発した方法である^{12,13)}。以下にその測定原理を示す。

スタイラスが布表面に突出している繊維と衝突するときの様子をFig. 1に示す。布試料はレコード盤と同様な円板状（直径29cm）とし、ターン

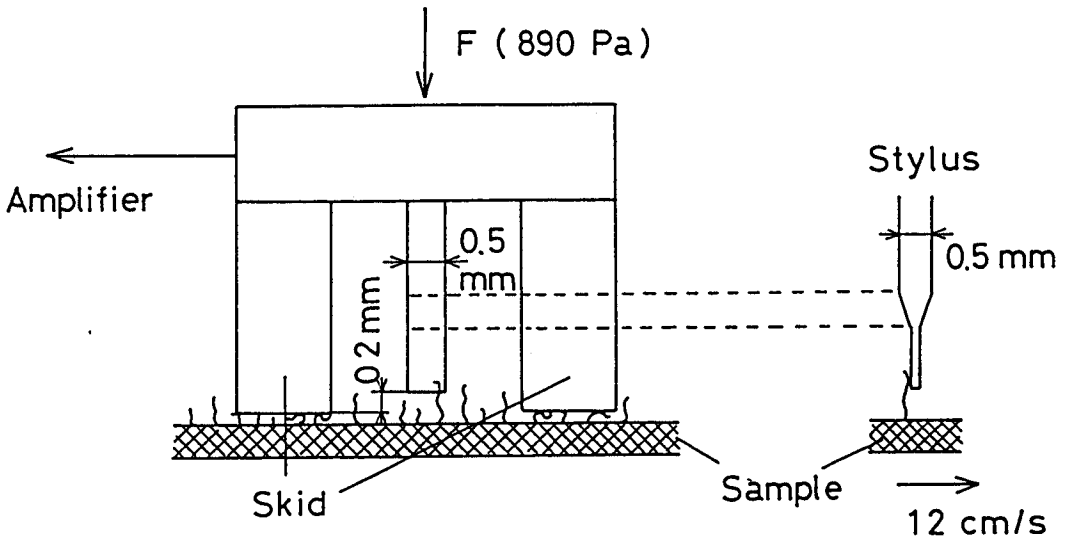


Fig.1 A model of the modified audio pick-up head (the Pick-up Method) to catch an protruding fiber on fabric surface.

テーブル上を定速（可変であるが、今回は12cm/s一定）で回転する。スタイラスと布接触面との垂直距離はスタイラス両側に設けたスキッドによって可変であるが、得られる信号はこの距離に大きく依存する。今回は0.2mm一定とした。スキッドの圧力はピックアップアームのバランスおもりによって可変であるが、信号の安定性の観点から3.0gfとし、この時のスキッドと布表面との接触面積は0.33cm²となるため、圧力としては、890Paとなった。得られた信号はデジタルメモリーレコーダー（日置電気；メモリーハイコーダー8801）で記録し、また信号を数えるためのパルスカウンター及び信号の面積を算出するためのインテグレーターを用いた。

ピックアップのスタイラスが布表面の繊維と衝突した時に得られる信号の典型例を羊毛サーズ織物及びカシミアツイル織物についてFig.2に示す。このサーズは、繊維径の太い（34 μ m）ニュージーランドウールが用いられているため、太くて剛い繊維が多く布表面に突出している。そのため布の肌触りは悪く、布表面は粗くちくちくしている。信号の振幅は大きく信号の数も多い。カシミアの場合、細い繊維が多く布表面には突出しているものの、極めてソフトな布である。信号の数は多いが、その振幅は小さい。1つの信号はスタイラスと繊維1本との衝突を表している。Fig.2の横軸を100倍に拡大した信号例をFig.3に示す。

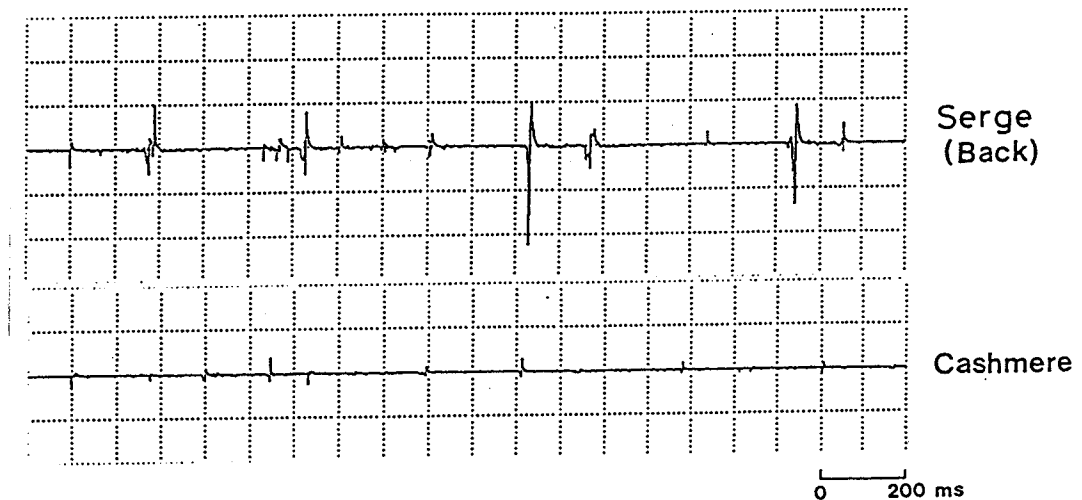


Fig.2 Examples of signals for two different types of fabric obtained by the Pick-up Method.

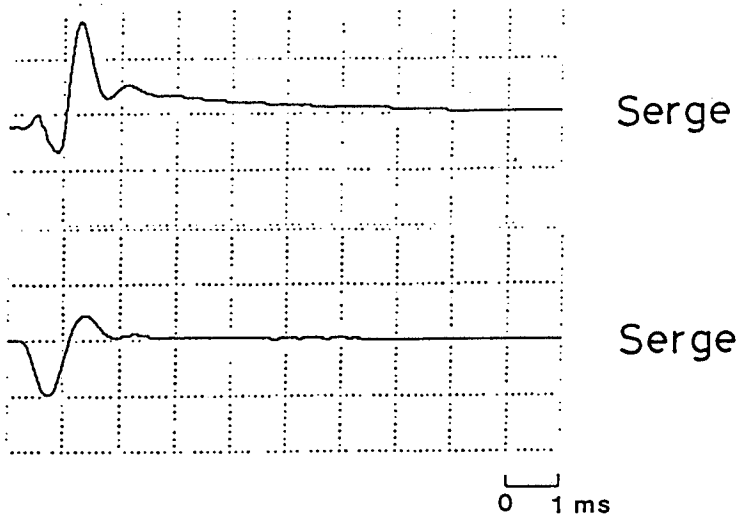


Fig.3 Two typical examples of signal for a Serge fabric obtained by the Pick-up Method.

信号の出力はスタイラスの移動速度に比例しており、繊維との遅い（12cm/s）衝突によってスタイラスが曲げられた状態からの回復速度を表している。スタイラスの速度対時間の関係は振動子の減衰振動あるいは臨界振動領域に相当していると考えることが出来る。この場合、振動子の運動方程式は次式となる。

$$M \frac{d^2y}{dt^2} + C \frac{dy}{dt} + Ey = 0 \quad (1)$$

但し、M；振動子の質量、C；振動子の粘性定数、E；振動子の弾性定数、y；振動子の変位、t；時間。

減衰振動をする場合、(1)式の解は¹⁴⁾、

$$y(t) = Ae^{-\alpha t} \cos(\omega t - \delta) \quad (2)$$

但し、 $\alpha = C/2M$ 、 $\omega = \sqrt{4MC - C^2}/2M$ 、A、 δ ；定数。

スタイラスの変位は始めの衝突時に繊維によって与えられる力；Pに比例すると考えられるから、

$$y(0) = A \cos \delta = KP \quad (3)$$

$$\frac{dy}{dt}(t=0) = \omega \sin \delta - a \cos \delta = 0 \quad (4)$$

$$\int_0^{\infty} \frac{dy}{dt} dt = y(\infty) - y(0) = -KP \quad (5)$$

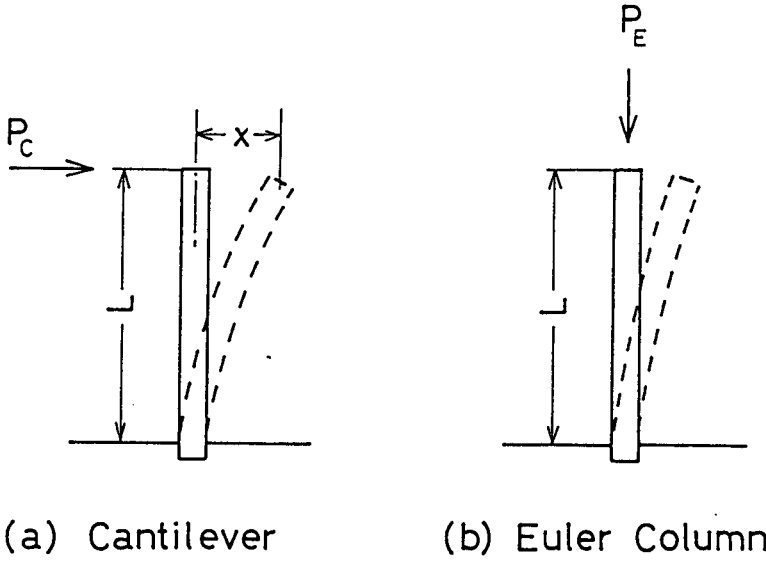
それ故、信号と基準線との間の面積（積分値）はスタイラスが繊維によって押されたときの力に比例している。臨界振動をする場合も(5)式と同様な結果が得られる。

信号の較正はナイロンモノフィラメント（直径；80 μ m、ヤング率；3.6 $\times 10^9$ N/m²）を用いて行なった。長さの異なるナイロンモノフィラメントを塩ビ円板上に樹脂で垂直に固定し、布の測定と同様にピックアップのスタイラスとナイロンとを衝突させた。その時ナイロンはFig.4(a)のように片もちはりと同様に曲げられ、その反作用でスタイラスが力を受けると仮定して測定した。その結果、得られた信号の最大振幅及び信号の面積はナイロンの有効長の3乗の逆数に比例し¹⁵⁾、片もちはりの仮定が正しいことを確認出来た。布の表面に突出している羊毛繊維から人が受ける力としては、0.5-2.0mN程度であった。

人が突出繊維から受ける力はFig.4(b)のオイラーの長柱の場合やそれ以外の、例えば繊維がループを作っていたり、斜めに傾いている場合が考えられるが、人が指で布に触れてそっとさする時にはFig.4(a)のような片もちはりの的な力を受けている場合が多いと思われる。それ故、まず本ピックアップ法によって絹織物の表面の単繊維から人が受ける力の検出を試みる。

3. 試料

絹織物の中で、布表面に毛羽として単繊維が突出する可能性のある紡績糸からなる織物を検討の対象とし、Fujiginu及びTsumugiを選んだ。また参考のためフィラメント糸からなるHabutae及びDechineについても検



$$P_C = \frac{3\pi d^4 E x}{64 L^3}$$

$$P_E = \frac{\pi^3 d^4 E}{256 L^2}$$

Fig.4 Models of loaded cantilever (a) and Euler column (b).
 E ; Young's modulus, d ; diameter

討した。これらの布は主に婦人用薄手布の範中に属し、ブラウス、ワンピース、ドレス、等に用いられる布であり、市販品の中（1988-1991年）から各々代表的な5点を選んだ。また比較のため、通常のメリノ羊毛織物（平織物、平均繊維直径； $22\mu\text{m}$ ）及び極めてソフトで滑らかな肌触りを持つカシミア織物（2/2-綾織物、平均繊維直径； $17\mu\text{m}$ ）についても併せて検討した。更に、ポリエステル紡績糸織物（平織物、繊維直径； $18\mu\text{m}$ ）、及びFUJIGINUを目指して開発されたシルクライクポリエステル織物（平織物、異形断面繊維、平均最長； $15\mu\text{m}$ ）についても検討し、シルクFujiginuとの比較を試みた。試料の概略をTable 1に示す。

単繊維の検討には、各々の布から繊維を取り出して用いた。

4. 絹単繊維の力学特性実験

絹単繊維の力学特性として、引っ張り特性、曲げ特性、ねじり特性、

Table 1 Outline of Samples

Fabric (Numbers)	Density(/m)		Counts(tex)		Twist(/m)*		Weight (g/m ²)	Thickness** (mm)
	Warp	Weft	Warp	Weft	Warp	Weft		
Fujiginu (5)	3800-5300	3100-4200	7.1-7.8	7.3-14.9	+	+	62-95	0.225-0.311
Tsumugi (5)	2600-3400	2000-2800	12.5-18.8	14.2-22.4	+	+	122-228	0.384-0.562
Habutae (5)	4300-6800	2700-5200	4.8-18.4	5.2-15.4	-	-	40-111	0.135-0.264
Dechine (5)	5200-8400	3600-5000	3.2-7.8	3.4-11.8	-	++	52-85	0.179-0.363
Wool (1)	2200	2200	18x2	18x2	+	+	193	0.540
Cashmere (1)	2100	2000	62x2	64x2	+	+	284	0.685
Polyester (1)	2600	3200	12.2	12.2	+	+	112	0.298
Silk-like Pet (1)	4300	4800	6.4	6.8	+	+	87	0.164

* ++; 2000-4000 /m, +; 600-1200 /m, -; <200 /m

** Thickness is measured at the pressure 49 Pa.

横圧縮特性及び摩擦特性について検討した。引っ張り特性についてはKES-G1精密引っ張り試験機を用いて計測し、応力-ひずみ曲線からFig.5に示す方法¹⁶⁾でクリンプ率 (ϵ_r) 及びヤング率を求めた。繊維の破断強度や破断ひずみについては、風合いが問題にされるわずかな力のレベルでは特に問題にはならないため、検討はしなかった。

絹繊維の曲げ特性については、糸の曲げ特性をKES-FB2で測定して曲げ剛性及びヒステリシスを求めた。繊維の曲げ剛性を測定することは今の所は困難であるため、次式より計算によって求めた。

$$B = E \times I \quad (6)$$

但し、B; 単繊維の曲げ剛性、E; ヤング率、I; 繊維の断面二次モーメントであり、繊維が円形断面の場合、繊維の直径をdとすると、

$$I = \pi d^4 / 64 \quad (7)$$

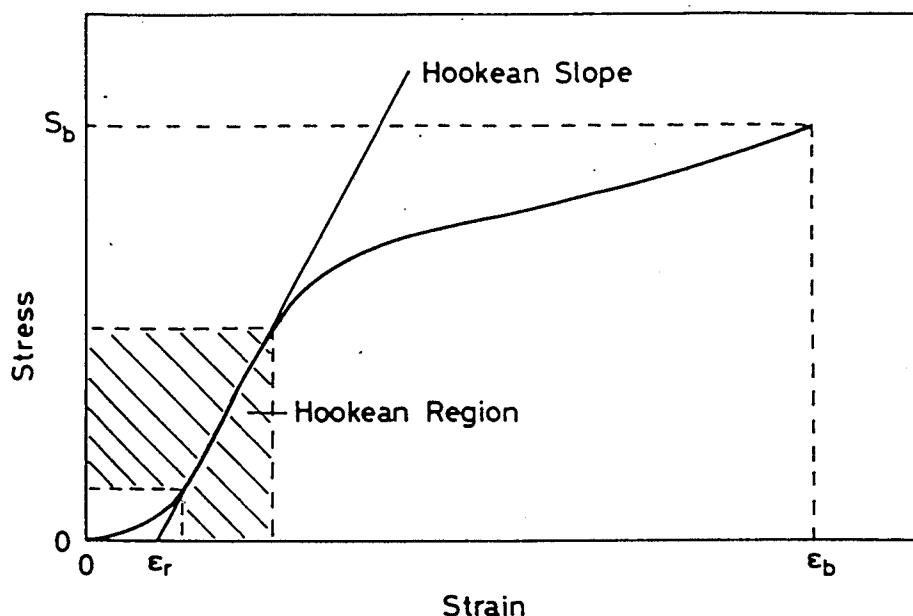


Fig.5 A representative stress-strain curve of a silk fiber with crimp shrinkage.

で求められるが、絹繊維の断面は不規則であるため、実際の絹繊維を代表する典型的な断面形状を決定し、その断面二次モーメントを定義に従って¹⁷⁾算出した。絹及びシルクライクポリエステル単繊維を50本ほど観測して決定した代表的な断面形状をFig.6に示す。

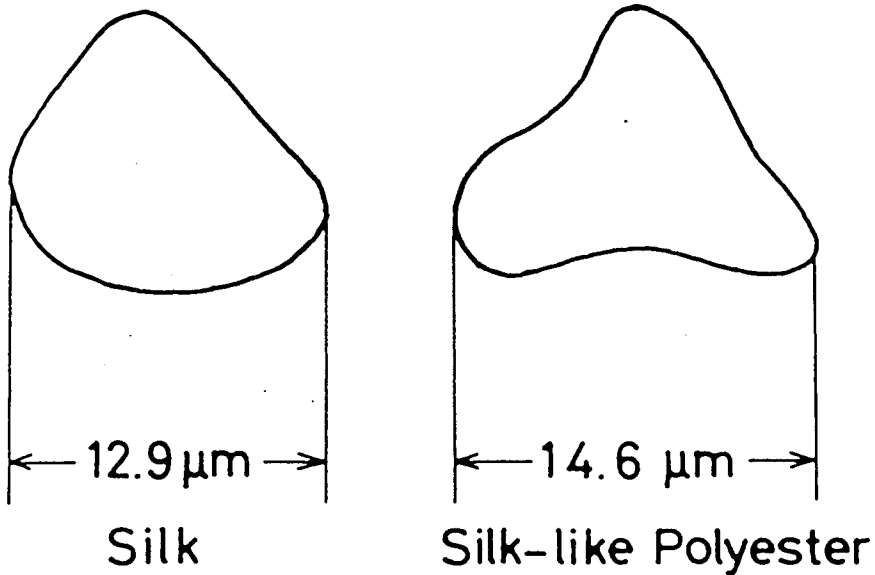


Fig.6 Typical cross-section of silk and silk-like polyester fiber.

ねじり特性については、ねじり試験機KES-Vによってねじりトルク対ねじり角の関係を求め、繊維のせん断弾性率Gを次式によって算出した。

$$G = T_r l / (I_p \cdot \theta) \quad (8)$$

但し、 T_r ；繊維をねじるのに必要なトルク、 l ；繊維の長さ、 θ ；ねじり角、 I_p ；繊維の断面二次極モーメントであり、繊維が円形断面の場合、繊維の直径を d とすると、

$$I_p = \pi d^4 / 32 \quad (9)$$

となるが、絹繊維の場合、上記の形状と考え、最小となる断面二次極モ

ーメントを算出した。ねじり試験機で測定している様子及び測定結果の例をFig.7に示す。

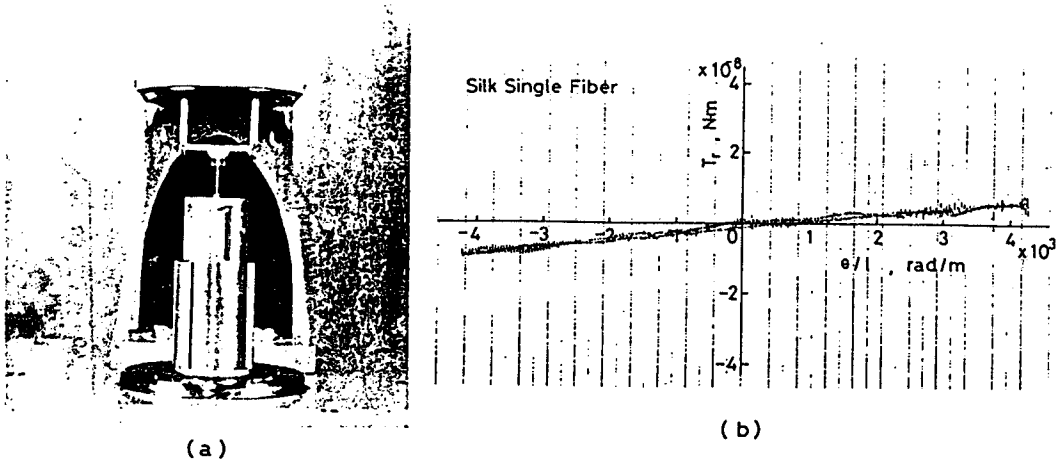


Fig.7 Appearance of the torsion tester(KES-Y)(a) and an example of the result of silk single fiber (b).

絹繊維の横圧縮特性については、精密圧縮試験機を用いて測定した。単繊維を平らな鋼板状に横たえ、0.2mm角の平らな先端を有す圧縮板によって繊維を横方向から圧縮し、圧力対ひずみの関係から圧縮弾性率を求めた。測定モデル図をFig.8に示す。

圧縮力をFとするとその時の円形断面繊維の直径変化Uは次式で表される¹⁸⁾。

$$U = \frac{4F}{\pi} (S_{11} - \nu_{LT}^2 S_{33}) \left(0.19 + \sinh^{-1} \frac{d}{b} \right) \quad (10)$$

但し、

$$b^2 = \frac{4Fd}{\pi} (S_{11} - \nu_{LT}^2 S_{33}) \quad (11)$$

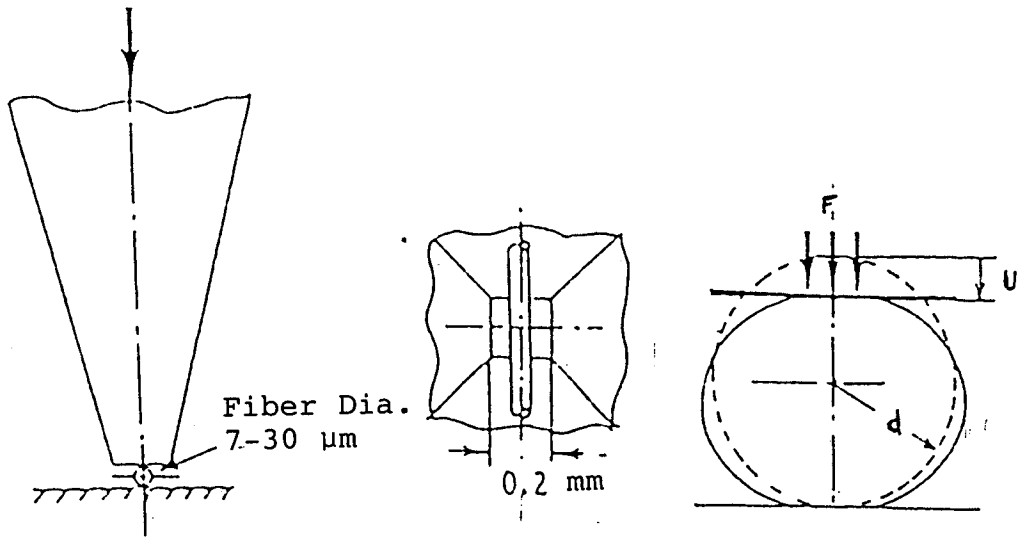


Fig.8 Transverse compression of single fiber.

d ; 繊維の変形前の直径、 F ; 繊維単位長さあたりの圧縮力

$S_{11}=1/E_T$ 、 E_T ; 繊維の圧縮方向の弾性率、

$S_{33}=1/E_L$ 、 E_L ; 繊維の軸方向の弾性率（ヤング率）

実際の測定においてはゼロ点付近では誤差が生じる可能性もあるので、2点間の変化より、弾性率を計算した。即ち、圧縮力 F_1 、 F_2 における直径変化を各々 U_1 、 U_2 とすると、

$$U_2 - U_1 = f(E_T) \Big|_{F=F_1} - f(E_T) \Big|_{F=F_2} \quad (12)$$

力の程度としては塑性変形する降伏点以内の、1-10 gf/0.2mmを採用した。また繊維断面については絹もシルクライクポリエステルもすべて円形を仮定して計算した。

絹繊維の表面特性としては、繊維同志の交差部における摩擦係数の測定をした。測定モデル図と結果の一例をFig.9に示す。この時繊維同志の動摩擦係数（ μ ）は次式で定義した。

$$\mu = \Delta F / W \quad (13)$$

但し、 ΔF ；繊維を動かすのに必要な力、 W ；繊維にかかる張力。

絹繊維の実験は全て京都大学工学部高分子化学教室、川端研究室内に設置してある装置を拝借して行なった。実験環境としては温度； $298 \pm 2\text{K}$ 、相対湿度； $50 \pm 10\%$ 条件下で行なった。

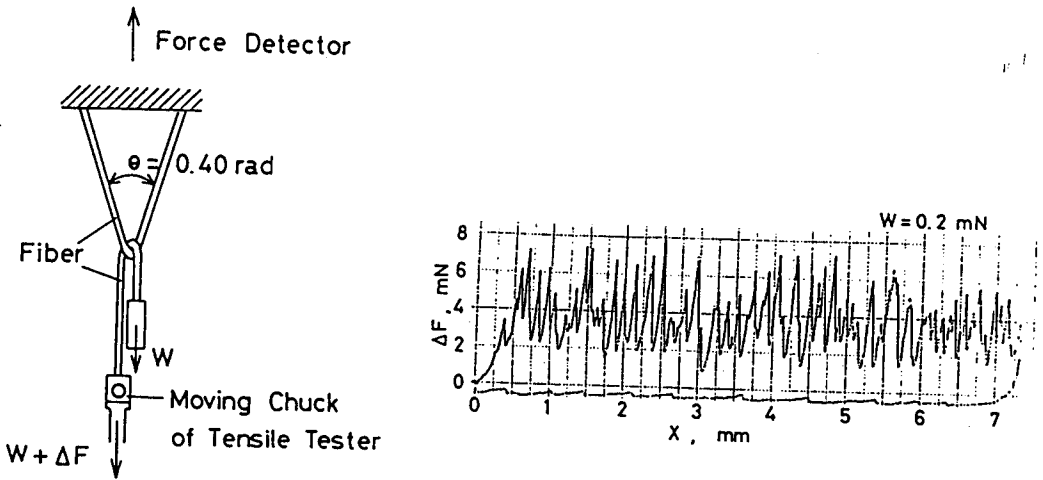


Fig.9 Measurement of the frictional coefficient of silk fiber and an example of the result.

5. 結果

5-1 ピックアップ法の結果

ピックアップ法で求めた5秒間の信号の数及び積分値の結果をTable 2に示す。これらの値は布表面の測定部位を変えて10回以上測定した値の平均値及び標準偏差であり、各々最低値と最高値の範囲を示している。1信号当りの積分値も最後の列に示したが、この値は人が布表面を滑らしたときに繊維1本から受ける力に比例しており、主観的に求めた布表面の

Table 2 Results of Number and Area of Signals Obtained by Pick-up Method.

Fabric	Numbers		Area		Area/Signal	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Fujiginu	5-10	1-2	12-24	7-8	2.1-3.7	0.5-0.9
Tsumugi	14-23	2-5	27-39	12-17	2.0-5.6	1.1-1.8
Habutae	2-4	0-1	5-8	2-5	2.5-3.1	0.4-0.6
Dechine	1-5	0-1	4-10	2-4	2.0-3.3	0.4-0.7
Wool	64	17	885	206	13.8	
Cashmere	213	51	644	183	3.0	
Polyester	27	14	167	58	6.2	
Silk-like Pet	2	1	4	2	2.0	

ちくちく感とも一致することが確認されている^{12,13)}。

信号の数はスタイラスが受ける力として0.05mN以上の信号を検出した。絹織物で得られた信号の最大値はせいぜい0.2-0.3mNであり、ちくちく感の強い羊毛織物で得られた信号(0.5-1.0mN)^{12,13)}に比べて小さな信号であった。紡績糸であるFujiginuやTsumugiに比べフィラメント糸からなるHabutaeやDechineは信号の数は小さかった。しかしながら、1信号当りの積分値ではこれら4種の布間では差異は認められなかった。比較のために測定したウールに比べ、1信号当りの積分値はすべての絹織物で小さな値しか示さず、カシミアの値とほぼ同様であった。このことは絹繊維が

細いために人の皮膚に対しては小さな力しか及ぼさず、カシミア織物同様ソフトで滑らかであることを示している。ポリエステル紡績糸織物はシルクに比べて力が大きく、シルクの2-3倍であり、羊毛の半分程度である。しかしながら、繊維径の細い異形断面繊維からなるシルクライクポリエステル織物はシルク以上に小さな値しか示さなかった。この理由としては、このポリエステル織物は、Fujiginu調ではあるが、フィラメント糸から構成されている織物であるため、布表面に毛羽が全く突出していない点が考えられる。そのため、フィラメント糸からなるシルクHabutaeやDechineの値に近い。

5-2 絹単繊維の力学特性の結果

絹織物及び羊毛織物より取り出した単繊維について実験した、引っ張り特性、曲げ特性、ねじり特性、横圧縮特性、及び摩擦特性についての結果を、Table 3に示す。いずれも布より取り出した10本以上の繊維の平均結果である。繊維の引っ張り特性についてはヤング率 (E_L) 及びクリンプ率 (ϵ_r) を、曲げ特性については曲げ剛性 (B) を、ねじり特性についてはせん断弾性率 (G) を横圧縮特性については横圧縮弾性率 (E_T) を、摩擦特性については動摩擦係数 (μ) を求めた。羊毛やカシミアのように摩擦係数に方向性のある繊維もあるので、全ての繊維について両方向の平均値を求めた。

絹織物については、織物の種類によらず、絹単繊維の力学特性は同じ値を示しており、紡績糸もフィラメント糸も同じであることが示されている。この場合、繊維の集合構造や糸の集合構造が布のソフト感や滑らかさに効いていることになる。

羊毛織物の場合、ヤング率は小さいが、繊維径が太いために曲げ剛性は大きくなっている。羊毛織物の柔らかさは繊維が持っているクリンプ率に大きく依存していると考えられる。

カシミアはヤング率は羊毛よりも小さいが繊維径が小さいために羊毛よりも曲げ剛性が小さくソフトさをもたらしている。羊毛やカシミアの滑らかさは動物繊維特有の油脂が繊維表面を覆っていることにも起因している。

Table 3 Results of Tensile, Bending, Torsional, Lateral Compressional and Frictional Properties of Silk Single Fiber.

Fabric	Fiber	E (GPa)	ϵ_r (%)	B nNm ²	G MPa	E _r GPa	μ
Fujiginu	Silk	15	1.8	0.011	860	1.2	20
Tsumugi	Silk	14	2.2	0.013	820	1.2	19
Habutae	Silk	16	1.4	0.012	970	1.4	19
Dechine	Silk	16	1.3	0.012	950	1.3	19
Wool	Wool	4.8	5.2	0.055	790	0.6	10
Cashmere	Cashmere	7.2	3.1	0.030	650	0.7	6
Polyester	Polyester	6.2	0.2	0.034	790	1.0	11
Silk-like	Pet Pet	14	0.6	0.011	880	0.7	14

今回使ったポリエステルステーブル繊維のヤング率は小さく、通常のポリエステルフィラメント繊維の半分以下の値であった。その結果、ポリエステル繊維の曲げ剛性も比較的小さく、このポリエステル織物は羊毛織物やカシミア織物と同程度の柔らかさを示すことが予想される。しかしながら、実際にはポリエステル織物の方が硬く、その原因としては、繊維のクリンプ率が小さい点が考えられる。

シルクライクポリエステル織物は異形断面のフィラメント繊維からなり、ヤング率は大きいですが、繊維径が小さいために、曲げ剛性は極めて小

さくなっている。しかしながら、絹繊維と比べるとクリンプ率が小さくやはり絹織物に比べるとソフト感や滑らかさの点では劣っていた。

6. 考察

ピックアップ法の結果では人の指先が繊維1本から受ける力を検出でき、絹繊維が織物の種類によらず極めてわずかな力しか人に及ぼしていないことが示された。この力は絹繊維を曲げる力に基づいており、その力が小さいために、人が布表面をさすときソフトで滑らか感を感じるのではないかと考えられる。事実、絹単繊維1本の曲げ剛性は他の繊維に比べて小さくなっている。1信号当りの積分値と単繊維の曲げ剛性との相関をFig.10に示すが、両者の相関は良く（有意水準；1%）、ピックアップ法が単繊維の曲げ硬さを測定していることを示している。これは原理的にも十分納得出来ることである。

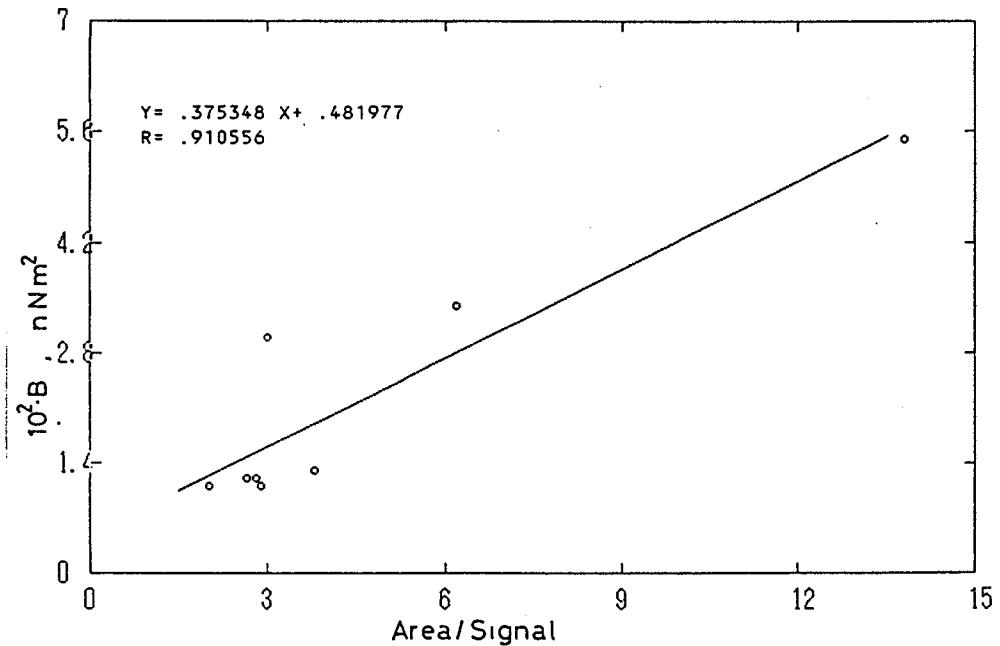


Fig.10 Relationship between bending rigidity of single fiber and area/signal obtained by the Pick-up Method.

ピックアップ法により単繊維から得られるわずかな力を検出できるが、本方法は較正に難点がある。信号は動的にしか得られることが出来ないため、較正も動的な測定を行わなければならない、大変手間がかかり、かつ精度も悪い。そこで現在は、わずかな変位も把握できる高性能ひずみゲージを用いて布表面上の繊維から受ける力が検出できるかどうかの検討を行っている。

絹繊維の他の力学特性では、例えばヤング率や横圧縮弾性率の絹繊維の値は他の繊維に比べて大きく、また動摩擦係数も大きく、絹が決して柔らかい繊維ではないことを示している。このことは、絹織物のソフトさや滑らかさは繊維自身に依存するだけでなく、糸や布を形成する時の繊維の集合構造に基づいている⁷⁾ことがより明確になった。フィラメント糸に比べ、スパン糸の方が繊維間により多くの空隙を含むため、かさ高く柔らかくなることは常識となっている。事実フィラメント織物に比べ、スパン織物の方がバルキーであり、一般にソフトで滑らかであるとされている。また、糸の柔らかさや布のFUKURAMIには繊維の持つクリンプ率が大きく効いていることもわかっている^{19,20)}。それ故、糸や布の集合構造のモデル化が次に必要となってくる。

絹織物や絹糸（フィラメント糸及びスパン糸）の繊維集合モデルについて検討するため、現在塩ビ被覆細線を使ってモデルの形成にアタックしている。この成果については来年度以降に報告したい。

7. 結論

絹単繊維からもたらされるわずかな力を検出し、他の一般的な力学特性も含めた絹繊維1本の性質から、絹織物のソフトで滑らかな風合いを、特に表面特性について解析し、以下の結論を得た。

- (1)絹紡績糸織物の表面から突出している絹繊維から受けるわずかな力の大きさをピックアップ法で確認できた。この力は羊毛やポリエステル繊維に比べて小さかった。
- (2)絹単繊維の基本的な力学特性を計測し、ヤング率、せん断弾性率、横圧縮弾性率、及び動摩擦係数値を求めることが出来た。これらの値で

- 考える限りにおいては、絹織物のソフト感や滑らか感の根拠は見あたら
ず、むしろ糸や布の集合構造にその原因があることが確認された。
- (3)絹繊維の曲げ剛性は他の繊維に比べて小さく、繊維が曲げ柔らかいこ
とが絹織物の風合いに大きく寄与している。
- (4)絹繊維のクリンプ率は羊毛に比べたら小さいが、ポリエステルに比べ
て大きく、繊維集合構造には大きく貢献する。

8. 文献

- 1) 松平光男、川端季雄、丹羽雅子： 繊維機械学会誌（論文集）、37
(4), T49 (1984).
- 2) 川端季雄： 「風合い評価の標準化と解析」、第2版、日本繊維機械
学会（風合い計量と規格化研究委員会）、大阪、(1980).
- 3) 江森俊昭： 「布の風合いー基礎と実際ー」、日本繊維機械学会、
大阪、p.257 (1970).
- 4) 皆川基： 「絹の科学」、関西衣生活研究会、大阪、p.334(1980).
- 5) 篠原昭： 「統・絹糸の構造」、(北条編)、信州大学、長野、
p.499 (1980).
- 6) 有本肇： 繊維製品消費科学会誌、24, 82 (1983).
- 7) 松平光男： 京都大学工学博士学位論文、(1988).
- 8) Mitsuo Matsudaira and Suelo Kawabata: J. Text. Inst., 79, 458
(1988).
- 9) Mitsuo Matsudaira and Suelo Kawabata: J. Text. Inst., 79, 476
(1988).
- 10) Mitsuo Matsudaira and Suelo Kawabata: J. Text. Inst., 79, 490
(1988).
- 11) Suelo Kawabata: J. Text. Inst., in press
- 12) Mitsuo Matsudaira, Jack D. Watt and Garth A. Carnaby: J.
Text. Inst., 81, 288 (1990).
- 13) Mitsuo Matsudaira, Jack D. Watt and Garth A. Carnaby: J.
Text. Inst., 81, 300 (1990).

- 14) 齊藤秀雄： 「工業基礎振動学」、養賢堂、東京、P.35 (1977)
- 15) 渥美光、鈴木幸三、三ヶ田賢次： 「材料力学」、森北出版、東京、P.82 (1986).
- 16) 松平光男、川端季雄： 繊維機械学会誌 (論文集)、34(9), T177 (1981).
- 17) 同15)、p.40
- 18) I. M. Ward: "Mechanical Properties of Solid Polymers", 2nd ed., John Wiley & Sons, p.263 (1983).
- 19) Mitsuo Matsudaira, Sueo Kawabata and Masako Niwa: J. Text. Inst., 75, 267 (1984).
- 20) Mitsuo Matsudaira, Sueo Kawabata and Nasaka Niwa: J. Text. Insti., 75, 273 (1984).