ニット製品のぬめり風合い計測法

日本エクスラン工業 西大寺工場 荒井 康二郎 (会員)

A Test Method of "Numeri" of Knitted Fabrics.

Kojiro Arai,

Saidaiji Plant, Japan Exlan Industry Co., Ltd., Okayama, Okayama-ken.

Abstract

Attempts have been done to make clear the physical frictional meaning of smooth slicky feeling so called "Numeri" between wool fabrics and to evaluate the "Numeri" feeling of knitted fabrics as mechanical characteristics, which had been judged with a sensory panel test by human hand.

Analizing the fingers' action of handling at "Numeri" sensory test, it is realized that "Numeri" of knitted fabrics depends on the dynamic frictional behavior between fabrics under finger pressure of 300 up to 1 300 g.

This frictional "Numeri" characteristics can be duplicated in figure by means of enlarged measurement of stic-slip friction-slip distances curve by a specially designed heavy loading frictional tester between knitted fabrics. Moreover, the rate of frictional depression at slipping (NI) of an enlarged curve shows good agreement with "Numeri" marks of sensory test.

The heavier the loading, the more distinguishable th difference of this frictional character among test samples as same as high fingers' pressure is found to judge the slight difference of "Numeri" by hand.

(Received January 22, 1973)

摘 要

目 的 従来、人間の手による官能試験でしか評価できなかったニット製品の「ぬめり」感を力学特性によって計測、評価する一方法を提案する。

成 果 (1) ニット製品の「ぬめり」官能判定動作の解析から、「ぬめり」感が、主として布間の動摩擦特性に起因することを明らかにした。

(2) ニット製品の「ぬめり」風合い官能判定時の圧縮荷重は、従来の布間摩擦測定条件に比べて高く、300～1300 gであった。

(3) 上記結果に基づき、官能判定時の指圧を想定した高圧縮荷重下において、布間摩擦の凹凸性を拡大計測する測定法を開発し、摩擦力～変位曲線の形状が、「ぬめり」風合いの特徴を良く表わしていることを示した。更に、すべり時の応力低下率 (NI) と凹凸性 ($h-l$) によって「ぬめり」感を定量化し、官能評価の結果と良く対応することを明らかにした。

(4) 圧縮荷重の増加は、試料間の NI, $h-l$ の差を拡大し、試料のもつ布間摩擦特性 (ぬめり) の特徴を一層明確にする。このことは、経験的に知られているニット製品を強く握るほど、試料間の「ぬめり」感の差をとらえやすいことと一致する。

(昭和48年1月22日受理)

1. 諸 言

近年、布の風合いを力学特性によって表現しようとする研究が、主として織物について活発に行なわれているが、その中でも、松尾ら²⁾⁽³⁾の布の風合いを基本風合いに分解し、個々の基本風合いと対応する力学特性を計測するハンドメトリーは実用的ですぐれた方法であり、筆者の共感するところである。しかし、個々の力学特性の計測方法は、まだ十分なものではなく、特に布の表面特性、摩擦特性の評価方法は、松尾⁴⁾、小林ら⁵⁾によっても指摘されているように不十分である。

一方、繊維の摩擦特性は、繊維工業において、加工性や製品性能上きわめて重要であり、多くの研究が報告されており、すぐれた著書もある。しかし、それらの研究のほとんどが単繊維静摩擦の理論的、基礎的研究や、繊維加工プロセスに関連した動的摩擦に関するものであり、繊維製品の性能、特に風合いに関連した布の摩擦に関する研究は、沢路らの絹鳴りの研究、川端らの織物(服地)の風合研究などすぐれたものがあるが、数少ない。特にニット製品の「ぬめり」感を力学特性と関連づけた研究はほとんどない。

「ぬめり」感はニット製品、特にウールのセーターなどの分野で製品の価値を左右する重要な性能であり、布の摩擦特性との関連が大きい特性であることが経験的に知られているが、しかし布間の摩擦係数や、布間すべり時の凹凸性の単なる大小のみでは「ぬめり」感を十分説明できていないのが実情である。

本報では、ニット製品の「ぬめり」官能判定動作の解析と、そのシュミレーションから得た、高圧縮荷重下の布間摩擦測定法によって、「ぬめり」感を機器計測する方法を見出したのでその検討結果を報告する。

2. ぬめり風合い官能判定動作の解析

2.1 触感の分析

布の風合いを人間の手によって判定する場合、その触り方にはいろいろな方法があり、たとえば、紳士服地については川端ら^{8) 9)}の報告がある。セーターなどバルキーなニット製品およびその編地に対しては、よく第1(a)図に示す触り方が行なわれる。すなわち、人差指、中指と親指との間にはさんだ2つ以上に折りたたんだ布を、親指で押しすべらせながら判定する。この時、人間の感覚が知覚しているのは(1)指と布の接触感、(2)指と布のすべり抵抗感、(3)布と布のすべり抵抗感、(4)布の圧縮抵抗

(a) 素手で握る

(b) 樹脂引手袋をして握る

(c) モメン手袋をして握る

(d) 指の甲で布の表面をなでる
(第1図) 実験1における布の触り方

感と考えられる。伸長変形、剪断変形、曲げ変形も起きているであろうが、影響が小さいと考え無視する。布の圧縮抵抗感は別個に計測可能であり、「ぬめり」感に

(第1表) いろいろな触り方をした時の「ぬめり」の順位

試料	A	B	C	D	E	F
	ヤミ ミ ミ ミ	ミ ミ ミ ミ	ミ ミ ミ ミ	ミ ミ ミ ミ	ミ ミ ミ ミ	ミ ミ ミ ミ
(a)素手で握る	1	2	3	4	5	6
(b)樹脂引手袋をして握る	1	2	3	4	5	6
(c)木綿手袋をして握る	1	2	4	6	3	5
(d)指の甲で布の表面をなでる	1	5	4	6	2	3

対して影響はするが支配的でないことがわかっているの
で除外し、上記 (1)~(3) の効果を分離し、「ぬめり」感
に対して、そのどれが最も支配的であるかを実験1によ
って調べた。

〔実験1〕

ニット製品の風合い判定に経験豊富な専門家に対し
て、第1表に示した天竺組織のニット6点を示し、第1
(a)~(d)図に示した4つの方法で触らせ、各方法につい
て「ぬめり」感を一対比較順位法で判定してもらった。
視感の影響をなくすため、被験者には目かくしをした。

- 素手で、通常の方法によって握った場合(標準)。
- 樹脂引手袋をして(a)と同様に握った場合(この
時、布と手袋との間のすべりはほとんどなく、指
と布の接触感もない)。
- 綿手袋をして(a)と同様に握った場合(この時、
布と手袋との間のすべりは起こるが、指と布の接
触感はない)。
- 素手の指の甲で、布の表面をなでた場合(指と布
の接触感のみがある)。

実験結果を第1表に示す。(b)の結果は(a)の結果とま
ったく一致し、(c)、(d)は「ぬめり」感の大きく異なる試
料間の差は判定できるが、比較的小さい差の判定は困難
であった。この結果から、「ぬめり」感は、主として布
間の摩擦特性に起因するものと考えられる。

2.2 モデル布間摩擦感覚と「ぬめり」感覚

「ぬめり」の官能感覚を布間摩擦でモデル的に計測す
る場合、その接触条件、圧縮条件を単純化することが必
須であるが、計測結果が良好に官能値と対応するもので

なければならない。「ぬめり」感覚と3.1で述べる機器
計測法を想定した布間摩擦感覚との対応を実験2によっ
て調べた。

〔実験2〕

つぎの4つの方法による「ぬめり」感覚を(a)~(b)、
(a)~(c)、(a)~(d)の各組合せで判定し、その感覚の同一
性を検討した。パネルおよび用いた試料は実験1と同じ
である。

- 通常の方法で握った場合(第1(a)図)。
- 木製実験台上に2枚の試験布を互いに表が接する
ように置き、上の布を親指で押しすべらせた場合。
- 木製実験台上に ぬめした鹿皮を置き、その上に
2枚の試験布を(b)と同様に置いて親指で上の布を押
しすべらした場合。
- 下側の布を(c)と同様に置き、上側試験布を有効
接触面積 3 cm² のスライダに固定して置いて、
スライダを親指で押しすべらせた場合。

(b)よりも(c)の方が、さらに(d)の方が(a)の方法との対
応が良好であった。(b)の場合は、布の組織に基づく凹凸
接触感が拡大して知覚される。(c)は(b)よりも鹿皮の圧
縮性とその凹凸感を吸収し、比較的(a)に近い感覚とし
て知覚される。(d)は布と指との直接の接触はなく、指は
布の凹凸性を直接知覚することなく、布間すべりの凹凸
のみを感じる。(a)の場合、指~布間のすべりはあまり大
きくなく、主として布間の凹凸性が指に知覚されている
ものと推定される。したがって、試料台と試験布の す
べりは、布間のすべりより小さいことが必要であり、鹿
皮はこの役目を果たしていると考えられる。計測時の試
験布間の接触条件については、まだ工夫の余地がある。

2.3 官能判定時の圧縮荷重

従来の布間摩擦測定の前圧縮荷重は比較的小さく、たと
えば松尾らは 50 g/2 cm² の条件を採用している。パ
ルキー ニット製品の「ぬめり」感を評価する専門家の判
定動作と、そのときの布変形の観察、および筆者の布を
握った時の圧縮感覚から、布間に作用する圧縮荷重は数
100 g のオーダーであることが予想された。また試料間
の「ぬめり」感の差が小さいときは、強く握るとその差
をとらえやすいことが経験的に知られている。これらの
ことから、官能判定時の圧縮荷重を知ることが「ぬめ
り」計測化の条件設定のために重要と考え実験3によっ
て圧縮荷重を実測した。

〔実験3〕

ニット製品の風合い判定に経験豊富な専門家に対して

実験1の試料および各種の油剤処理をほどこした天竺組織のアクリルニット数点を示し、共和電業(株)製超小型圧力変換器PS-2KA型を、第1(a)図の布の間にはさんで、通常の方法で「ぬめり」判定動作を行ない、PS-2KAで検出した圧縮力を記録計に記録した。

この結果、たとえばカシミア肌着や細デニル使いのウールセーターのように、「ぬめり」感の良好な布に対しては300~500g、たとえば柔軟剤のわずかに異なるアクリルセーター間のように、比較的小さい「ぬめり」感の差を判定するときには、700~1300gという。従来の布間摩擦測定条件に対して、大きな圧縮荷重の作用していることが明らかとなった。官能判定時の加圧荷重は、対象とする「もの」(たとえば織物、ニットなど)によって異なるであろう。たとえば、紳士服地についての専門家が、婦人セーターの風合いを判定すると必ずしも良い判定結果が得られるとは限らない、と言われる原因は、注目する変形挙動の違いと同時に、加圧荷重の差にも一因があるものと推定される。

また、判定動作の観察から、指で圧縮される布間の接触面積は約 3 cm^2 と推定された。

3. 布間摩擦による「ぬめり」計測

3.1 測定法

測定装置の概要を第2図に示した。この装置による布間摩擦特性計測図を第3図に示した。一端を固定し、他端に30gの荷重を作用させた試験布を固定した試験台を、12mm/minの等速で移動させ、スライダに固定した試験布との間に発生する摩擦抵抗力を、スライダに接続した抵抗線歪計で検出し、増幅、記録する。これを第3図で説明すると、試料台の移動に伴い、まず布間のすべりが起こらずに応力の増加がみられ(A→B)、

A: 試料台, B: 試料押さえ, C: 鹿皮,
D: スライダ, E: 試料, F, G: 荷重
H: 滑車, I: ストレインゲージ, J: 増幅器
K: 記録計

(第2図) 布間摩擦測定装置

最大値(C)を経て動摩擦力のレベルではば一定となる。(B)ここでゼロ点を低応力側にシフト(D→E)した後、感度を5~10倍にアップ(F→G)し、動すべりの凹凸を拡大計測する。第3図の(b)は(a)のH部分を拡大図示したものである。この計測図から次の5特性を定義した。

(第3図) 布間摩擦計測説明図
(b)は(a)のH部分の拡大図である

(記号)	(単位)	(定義)
静摩擦力	S	g
動摩擦力	m	g
すべり凹凸性	$h-l$	$g \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (h_i - l_i)$
凹凸のピッチ	w	$mm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i$
すべり勾配	NI	$g/mm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (NI)_i$

この中で特に布間のすべりやすさとしての m 、凹凸感としての $h-l$ 、狭義の「ぬめり」感としてのNIが注目すべき特性値と考えられる。NIは「ぬめり」感が、「布間の動的すべり時の応力変化である」と仮定すると、等速変形時の応力増加率(凹凸の立上がり)は一定であり(このとき布間のすべりは起こっていない)、人間の指がすべりを感じるのは応力低下の起こるとき(布間のすべりが起こっている)であり、試料布の「ぬめり」の特徴が、応力低下率で明確化されると予想されたことに基いて定義された。NIは第3図(b)において摩擦力が低下するときの直線部分の勾配であり、試料台とスライダの相対移動距離1mm当たりの低下応力(g)で

表示した。

この計測系のばね定数は 190 g/cm であり、ばね定数に対して摩擦力が大きいことから、また計測時に試料台の移動を停止させると、もはやスティックスリップ波形を示さない実験事実から、この系の減衰は大きく固有振動の影響は無視できる。

3.2 布間摩擦特性の圧縮荷重依存性と「ぬめり」感覚の対応

〔実験4〕

ぬめり感の異なる天竺組織ウールニット2点（第2表の試料No. 2 および No. 8）を用い、3.1で述べた測定法により (1)移動速度 12 mm/min, (2)スライダーの有効接触面積 3 cm², (3)圧縮荷重 10 g, 50 g, 143 g, 450 g における布間摩擦挙動を計測し、各特性値の圧縮荷重依存性を検討した。

実験結果を第4～6図に示す。「ぬめり」感に明瞭な差のある試料でも、 m は圧縮荷重 10～450 g の範囲で差はない（第4図）。 $h-l$ および NI は、圧縮荷重の増加に伴って試料間の差が拡大し（ぬめり感の大きいほど $h-l$, NI とも小さい。）圧縮荷重 100 g 以上でその増加率が鈍化する。このことは、ニットの「ぬめり」判定時に高い圧力を作用させることが妥当であること、強く握るほど「ぬめり」の試料間の差が明瞭になること、を良く説明している。凹凸のピッチ (w) は2試料とも、ヤーンの太さに対応する 1 mm であり、圧縮荷重の増加によりやや大きくなるが、これは布の伸長変形に起因している。 $h-l$ の m に対する比率は圧縮荷重の増加に伴って低下する。上記2試料の 450 g/3 cm² 条件下における

○：試料 No. 2, △：試料 No. 8
（第4図）ぬめり感の異なるウールニットの布間動摩擦荷重依存性

($h-l$)/ m は2～5%であり、 m と同じ計測条件で $h-l$ の微少な差をとらえることは困難である。したがって高圧縮荷重下の布間摩擦計測においては、感度を増すことによって凹凸性を拡大して計測することが、きわめて重要であると言える。

□は2サンプルの ($h-l$) の差を平均値で割った値
○：試料 No. 2 (ぬめり大), △：試料 No. 8
（第5図）ぬめり感の異なるウールニットの布間摩擦凹凸性 ($h-l$) の圧縮荷重依存性

□は2サンプル間の差を平均値で割った値
○：試料 No. 2 (ぬめり大) △：試料 No. 8
（第6図）ぬめり感の異なるウールニットの布間摩擦 NI の圧縮荷重依存性

3.3 ウールニットの布間摩擦計測例とその「ぬめり」感覚との対応

〔実験5〕

第2表に示す天竺組織セーター類9点について、3.1で述べた測定法により、(1)移動速度 12 mm/min, (2)ス

(第2表) ぬめり計測試料明細

試料 No. (官能判定ぬめり順位)	試料	度 目 (/in ²)	目付け (g/m ²)	番 手 (メートル番手)	備 考
1	紳士肌着 (カシミア／ウール)	284	273	2/21	市販品
2	紳士肌着 (カシミア／ウール)	285	263	2/21	市販品
3	紳士セーター (ウール100%)	569	257	2/75	市販品
4	紳士セーター (ウール100%)	601	375	2/73	市販品
5	子供セーター (ウール100%)	387	329	2/45	市販品
6	紳士セーター (ウール100%)	389	277	2/51	市販品
7	紳士セーター (ウール／アクリル)	415	242	2/32	市販品
8	紳士セーター (ウール100%)	584	256	2/78	市販品・防縮加工
9	試作編地 (ノーオイルアクリル)	409	242	2/36	CCl ₄ で脱脂

(注) いずれも天竺組織

(a) 試料 No. 2, カシミア／ウール

(b) 試料 No. 4, ウール

(c) 試料 No. 7, アクウル／ウール

(d) 試料 No. 8, ウール

(e) 試料 No. 9, ノー オイル アクリル

(第7図) 布間摩擦計測波形の例

(第3表) ぬめり感の異なる試料の布間摩擦特性

試料 No. (官能判定ぬめり 順位)	S	m	h-l	w	NI
	(g)	(g)	(g)	(mm)	(g/mm)
1	156	108	1.47	1.47	6.8
2	187	126	2.88	1.41	7.8
3	166	153	3.76	1.32	13.8
4	172	152	4.26	1.09	13.6
5	201	177	4.50	1.33	16.2
6	162	150	5.30	1.23	17.0
7	168	149	4.79	1.18	18.3
8	187	161	6.33	0.96	27.0
9	270	186	15.56	0.33	>100

ライダーの有効接触面積 3 cm², (3)圧縮荷重 450 g, (4) 記録紙送り速度60 mm/minでの布間摩擦挙動を計測し, その波形および特性値を求めた. 「ぬめり」官能判定順

位は実験 1 (a)の方法で決定した。

計測波形の一例を第 7 図に示した。著しく「ぬめり」感のあるカシミア ニットは凹凸が小さく、滑らかな波形を示す。「ぬめり」感の良好なウール ニットは滑らかな波形であり、凹凸は比較的小さいが、カシミアニットに比べると大きい。ウール ニットでも防縮加工した試料 No. 8 の波形は滑らかではあるが凹凸が大きく、試料 No. 2 に比べて「ぬめり」感に乏しいことが理解される。また合成繊維の中で最もウールに近い風合いをもつといわれるアクリル繊維とウールとの混紡品は、比較的「ぬめり」感の良好なウール ニットに近い布間摩擦波形を示している。アクリル繊維は、通常その「ぬめり」感をよりウールに近似させるために、各種の柔軟処理剤を付着させており、その布間摩擦波形はウールに近似しているが、モデル的に四塩化炭素で柔軟剤をまったく取り去った試料 No. 9 は鋸歯状の典型的なスティックスリップ波形を示し、ぎしぎしした触感を示すことが波形から良く理解できる。

このように、布間摩擦波形によって布の「ぬめり」感を表現することができるが、数値化することによって応用範囲が一層拡大する。第 3 表に測定結果を示すが、3.1 で定義した 5 特性の内、 $h-l$ と NI の値が「ぬめり」感の官能判定結果と良く一致している。 $h-l$ と NI の 2 軸直座交標上に各試料の計測値をプロットし、第 8 図に

図中の添字は「ぬめり」感官能判定の順位を示す
試料 No. 9 は図の「わく」内をはずれ右上方に位置する

(第 8 図) ぬめり感の異なる布間摩擦 ($h-l$) と NI

示した。添記した数字は、第 2 表の試料 No. であり、「ぬめり」官能評価の順位である。典型的なスティックスリップ波形を示す試料 No. 9 はこのグラフの「わく」内をはずれ、はるか右上方に位置する。これらの結果から、 $h-l$ 、NI がともに小さいときは、カシミア、ウールライクな「ぬめり」となることがわかる。 $h-l$ が大で NI が小のときは凹凸感のある「ぬめり」、 $h-l$ が小で NI が大のときは、凹凸感はないが「ぬめり」の乏しい風合いを示すものと推定される。

4. 結 言

本報ではニットの「ぬめり」風合いの官能判定動作を解析し、「ぬめり」感が主として布間の摩擦特性、特にすべり時の応力変化に依存することを明らかにし、布間すべり時の凹凸性を拡大して計測する方法、および官能評価との一致性について述べた。本計測法は、波形のデジタル化にまだ改善の余地を残しているが、従来官能試験でしか評価できなかった「ぬめり」感の力学特性による評価を可能にした。

本計測法の特長は、従来の布間摩擦測定法に比べ、(1) 人間の指圧を想定して高圧縮荷重を作用させたこと、(2) すべり時の凹凸性を測定感度を上げることにより拡大して計測したこと、(3) すべり勾配 (NI) など力学特性値によって「ぬめり」感を数値化したことにある。

本測定法による計測例はまだ少なく、織物、組織の異なるニット製品などに範囲を拡大し、その有用性の確認が必要である。

最後に、本研究の発表を許可された日本エクスラン工業(株)西大寺工場、中島章研究部長、本研究に際してご指導いただいた関口英人室長、曾根正夫主任研究員、ならびに本研究に協力いただいた野村勝昭、竹原晴雄両氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) たとえば、日本繊維機械学会。織物の風合い講習テキスト(1971) 繊維学会関西支部。第 6 回繊維科学講座テキスト(1971)
- 2) 松尾; 繊維誌, 23, T134 (1970)
- 3) 那須, 斎藤, 松尾; 繊維誌, 24, T58 (1971)
- 4) 原田, 斎藤, 松尾; 繊維誌, 24, T126 (1971)
- 5) 小林; 繊維と工業, 3, 753 (1970)
- 6) H.G. Howell K.W. Mieszkis, D. Tabor; Friction in textile, Butterworths Scientific Publication, 1959
- 7) 沢路, 川口, 乾; 繊維機械学会要旨集 C-22(1970)
- 8) たとえば川端; 繊維と工業, 5, 277 (1972)
- 9) 川端; 繊維機械学会第24回年次大会講演論文集 p.154 (1971)