衣服材料の力学的性質データ集*

—風合い計量と規格化研究委員会報告—

その2 日本における外衣用編布

委員 丹 羽 雅 子**

1. 緒 言

日本繊維機械学会“風合い計量と規格化研究委員会”（委員長 川端季雄）では男性用スーツ地織物について、風合い値を力学量から導く研究を進めてきて、すでに述べたように実用域に達せしめたが、同じ方法を外衣用編布についても適用するため、日本羊毛紡績会およびウールニット協会のジャージ研究専門委員会等との共同研究で、外衣用編布のための風合い変換式が開発された。その際集められた試料は283点あり、それらの力学的特性が風合い計量と規格化研究委員会計測グループによって計測されている。

前報⁴⁾で外衣用織物、主として男性用スーツ地織物を中心とした秋冬用、夏用織物の力学的性質について報告した。本報では外衣用編布の特性が織物と比較できるように前報と同様に編布のこれらのデータを整理し報告する。

試料はウールニット協会と本研究委員会によって、日本において実用されているものを各社から無作為に集められた。その内訳を表1に示している。

表1 試 料

	梳 毛	梳毛と 合繊混	合 織 加工糸	その他 混 紡	計
試 料 数	95	121	54	13	283
百分比(%)	33.6	42.8	19.0	4.6	100

これらの試料のデータが示す力学的性質の分布は全市販品のそれらの分布とみなしても差支えないように、収集時になるべく多種にわたって試料を収集する配慮がなされている。

ここでは、それらデータのほかに梳毛糸編布と合織加工糸編布との比較や、梳毛糸を用いた編布と織物の比較もできるようにまとめている。

力学的性質の測定は、東レ（多林逸男、北弘二）クラレ（山口新司）、花王石鹼（佐藤利男）、奈良女子大（小松かおり）の各委員がそれぞれKE S-Fシステム⁵⁾を用いて分担した。

2. 力学的性質の計測

KE S-Fシステム⁴⁾を用い、前報と同様の基本的力学特性、すなわち引張特性、曲げ特性、せん断特性、圧縮特性と表面特性、形態特性の6ブロック計16個の力学的またはそれに関連する物理的性質を計測した。

外衣用編布の計測条件およびその方法は、編布の特性を適確にとらえ、かつ再現性のあるデータを得るための方法について予備実験を重ねて本研究委員会で検討した結果、表2のように定めた。⁶⁾

前報の織物の場合と比べると、引張り、せん断特性の測定条件に変更がなされたが、他は同一条件でよいことが確かめられた。すなわち、織物に対して変わったことは、織物構造と編布構造の相違から、引張荷重の上限を織物の場合の1/2とすること、せん断特性の計測はウェールとコース方向の両方向について計測し、またヒステリシス幅はせん断角0.5°と3°における値を採用する。

3. 基本特性の計測結果—データ(1)

283点の外衣用編布の力学的特性および物理的性質の平均値、標準偏差、最小値、最大値、単位を表3に示している。

* Data File of the Mechanical Properties of Clothing Materials. Part 2 : Knitted Fabrics Used for Out Wear.

** M. Niwa, Member. 奈良女子大学 家政学部

表 2 力学的特性および物理的特性項目と計測条件

特性ブロック	特性項目	特 性 値 の 内 容	織物の計測条件と異なる点	測定装置
引 張 り	*LT *WT *RT	引張り特性の直線性 引張り仕事量 引張りレジリエンス	最大荷重 $F_m=250\text{g/cm}$	KES-F1
曲 げ	*B *2HB	曲げ剛性 曲げヒステリシス		KES-F2
表 面	*MIU *MMD *SMD	摩擦係数 摩擦係数の変動 表面の凹凸の変動		KES-F4
せん断	*G *2HG *2HG3	せん断剛性 せん断角 0.5° におけるヒステリシス せん断角 3° におけるヒステリシス	ウェール方向とコース方向について計測する。 せん断角 3° におけるヒステリシスを2HG3とする。	KES-F1
圧 縮	LC WC RC	圧縮特性の直線性 圧縮仕事量 圧縮レジリエンス		KES-F3
厚さと重量	T W	厚さ 単位面積当りの重量		KES-F3 天 秤

注) *印はウェール方向、コース方向の特性値を計測する。

図1～図16は各特性値別のヒストグラムである。ウェール方向にそった性質を添字-1、コース方向のそれに添字-2を付し、方向別の性質と、ウェール、コース方向の平均値(添字なし)をそれぞれ表および図中に示している。

図 1 引張特性LTの分布

図 2 引張特性WTの分布

図 3 引張特性RTの分布

図 4 曲げ特性Bの分布

図 5 曲げ特性2HBの分布

表3 日本における外衣用編布, 主としてジャケット用編布の力学的性質および
物理的性質の平均値, 標準偏差, 最小値, 最大値 ($N=283$)

		$\bar{X}_i$	σ_i	MIN	MAX	UNIT
TENSILE	LT-1	0.815	0.1025	0.420	1.044	—
	LT-2	0.721	0.1621	0.279	0.989	
	LT	0.768	0.1152	0.415	0.982	
	WT-1	19.55	6.105	1.58	41.42	g · cm / cm ²
	WT-2	29.88	9.847	4.80	58.86	
	WT	24.72	6.802	3.61	38.78	
	RT-1	42.2	6.71	22.9	60.5	%
	RT-2	37.3	10.18	12.5	92.7	
	RT	39.8	7.49	18.2	73.2	
BENDING	B-1	0.246	0.1916	0.015	1.563	g · cm ² / cm
	B-2	0.162	0.1210	0.010	0.890	
	B	0.204	0.1427	0.013	1.107	
	2HB-1	0.240	0.1537	0.010	1.013	g · cm / cm
	2HB-2	0.152	0.1369	0.005	1.110	
	2HB	0.196	0.1331	0.007	0.972	
SURFACE	MIU-1	0.216	0.0462	0.143	0.416	—
	MIU-2	0.285	0.0650	0.172	0.477	
	MIU	0.250	0.0493	0.162	0.413	
	MMD-1	0.0179	0.00916	0.0076	0.0770	—
	MMD-2	0.0326	0.01771	0.0103	0.0933	
	MMD	0.0253	0.01069	0.0101	0.0726	
	SMD-1	8.33	5.712	2.00	30.10	micron
	SMD-2	9.25	4.968	3.15	38.40	
	SMD	8.79	3.928	3.15	32.25	
SHEAR	G-1	1.76	0.834	0.68	5.89	g / cm · deg.
	G-2	1.57	0.614	0.56	4.90	
	G	1.66	0.667	0.62	4.78	
	2HG-1	2.62	0.934	0.70	6.06	g / cm
	2HG-2	2.74	0.901	1.00	6.76	
	2HG	2.68	0.884	0.85	5.78	
	2HG3-1	3.60	1.372	1.20	10.26	g / cm
	2HG3-2	3.47	1.132	1.30	7.25	
	2HG3	3.53	1.207	1.25	8.21	
COMP	LC	0.420	0.0834	0.255	0.702	—
	WC	0.482	0.2931	0.172	2.210	g · cm / cm ²
	RC	48.1	5.51	35.4	62.6	%
THICK. WEIGHT	T	1.602	0.5299	0.750	4.620	mm
	W	30.2	6.80	17.2	55.2	mg / cm ²

図6 表面特性MIUの分布

図11 せん断特性2HG3の分布

図7 表面特性MMDの分布

図12 圧縮特性LCの分布

図8 表面特性SMDの分布

図13 圧縮特性WCの分布

図9 せん断特性Gの分布

図14 圧縮特性RCの分布

図10 せん断特性2HGの分布

図15 厚さTの分布

図16 平面重さ W の分布

図1～図16のヒストグラムは、前報の織物の特性と比較できるように頻度を規格化して、ヒストグラムのつむ面積が1になるようにして図示している。

編布の力学的性質の分布の範囲は、同じ用途に用いられる織物の性質がもつ範囲に比べると各特性値とも広いことが特徴的で、特に厚さや重量の分布の幅が大きいので、曲げ特性 B 、 $2HB$ の分布が広範囲におよんでいる

こと、せん断特性 G 、 $2HG$ 、 $2HG3$ の分布や表面特性 MMD 、 SMD の分布も比較的広いことなどが図から明らかである。

4. 衣服着用時の布の変形挙動に直接関与する力学特性値—データ(2)

衣服を着用したときの布の変形や形態に直接関与する力学的性質として、表4に示す基本特性の組み合わせ値が考えられる。これらはドレープやハング、ライブリネス、しわ、仕立ばえ等の外観特性や着心地、肌ざわり等にも関係する値である。表5にこれら基本特性の組み合わせ値のもつ意味を簡単にまとめている。

図17～図24に、表4の組み合わせ値のヒストグラムを示している。また、秋冬用の織物（試料数472点、前報で用いた試料）の値も比較のため図に記入した。したがってここでは編布と織物を比較しながらこれらの特性を

表4 衣服着用時の形態や変形挙動に關与する力学的特性
外衣用編布 ($N=283$)

	$\bar{X}$	σ	MIN	MAX
$B-1/W$	0.0078	0.00495	0.00087	0.04308
$B-2/W$	0.0052	0.00334	0.00058	0.02187
B/W	0.0065	0.00361	0.00072	0.02429
$2HB-1/W$	0.0077	0.00412	0.00058	0.02288
$2HB-2/W$	0.0049	0.00398	0.00029	0.02727
$2HB/W$	0.0063	0.00364	0.00043	0.02133
$2HB-1/B-1$	1.077	0.6088	0.0234	8.7500
$2HB-2/B-2$	0.916	0.3246	0.1041	2.2774
$2HB/B$	1.016	0.4978	0.0347	6.8125
$MMD-1/SMD-1$	0.0027	0.00134	0.00064	0.01341
$MMD-2/SMD-2$	0.0038	0.00190	0.00098	0.01271
MMD/SMD	0.0031	0.00105	0.00110	0.00735
$2HG3-1/G-1$	2.17	0.526	0.553	4.854
$2HG3-2/G-2$	2.33	0.586	0.976	4.107
$2HG3/G$	2.23	0.508	0.844	4.182
WC/W	0.0162	0.00879	0.0062	0.0614
WC/T	0.289	0.0787	0.123	0.537
W/T	19.66	4.195	8.42	31.10
$\sqrt{B-1/W}$	0.192	0.0349	0.095	0.351
$\sqrt{B-2/W}$	0.167	0.0337	0.083	0.280
$\sqrt{B/W}$	0.182	0.0313	0.090	0.290
$\sqrt{2HB-1/W}$	0.0847	0.0230	0.0241	0.1513
$\sqrt{2HB-2/W}$	0.0657	0.0247	0.0170	0.1651
$\sqrt{2HB/W}$	0.0765	0.0217	0.0208	0.1460

表5 衣服着用時の形態や変形挙動に関与する基本特性の組み合わせ値とその意味

基本特性の組み合わせ値		値のもつ意味、関係する実用的意味
B/W	単位面積当りの重量 W に対する曲げ剛性 B の比	自重で布がたれ下がるときの形態に関係し、値の小さいものほど深くたれ下がり、ハングがよくない。
$2HB/W$	単位面積当りの重量 W に対する曲げヒステリシス幅 $2HB$ の比	自重で布がたれ下がるときの形状の不確定さに関係し、大きい値をもつものほど形態が不確定で、動作したときの布の動きがリブリーさに欠ける。
$2HB/B$	曲げ変形における弾性成分とヒステリシス成分の比	大きな値をとるものほど着用による型くずれやしわが生じやすい。 適度な値をもつものが形態保持性にすぐれ、仕立映える。
$2HG/G$	せん断変形について同様の比	
MMD/SMD	表面粗さ SMD に対する摩擦係数の変動 MMD の比	小さな値をもつものほど表面のタッチがなめらかで、肌ざわりの良し悪しに関係する。
WC/W	単位面積当りの重量 W に対する圧縮エネルギー WC の比	大きな値をもつものほど繊維の充実度のわりに圧縮やわらかい。
WC/T	厚さ T に対する圧縮エネルギー WC の比	大きな値をもつものほど圧縮やわらかい。
W/T	厚さ T に対する単位面積当りの重量 W の比	見かけ比重で、小さい値をとるものほど空気の内容量が大きくふっくらしている。
$\sqrt{B/W}$	"Bending length" ⁷⁾	布の自重によるたれ下がりに関係する量 ⁷⁾ 、布の自重で同じ曲げ角度に曲げるときの布の曲げ長さに対応する値で、このように呼ばれる。大きいものほど曲げかたく、ドレープ係数が大きくなる。
$\sqrt{2HB/W}$	"Un bending length" ⁷⁾	布の自重によるたれ下がりにおいて曲げヒステリシス効果のため、たれ下がり形状の形態不定に関係する量 ⁷⁾ 。ドレープ形状ではその形状不確定さに関係するパラメータで、大きい値をとるほどドレープ形状が定まらずリブリーさに欠ける。

みていく。

表4の組み合わせ値も編布では値のとり範囲が織物に比べて広くなる傾向がみられる。

図17は B/W の値の分布を示しているが、この組み合わせ値は布のたれ下がり形状に関与する特性で、編布と織

図17 B/W の分布 図18 $2HB/W$ の分布 図19 $2HB/B$ の分布

図20 MMD/SMDの分布

図21 2HG3/Gの分布
(織物は2HG5/Gの分布)

図22 WC/Tの分布

図23 WC/Wの分布

図24 W/Tの分布

物ではその平均値はほとんど同程度の値をとるのが興味深い。しかし編布ではその分布の範囲は大きい。

図18, 図19はそれぞれ2HB/W, 2HB/Bの分布であるが、織物に比べて大きな値をとり、分布の形状は大きい値の側に裾をひく。これら2つの特性値は、布の曲げ挙動においては非弾性的性質に関係するので、編布は曲げ形態の回復性が織物に比べて低いといえる。

図20の表面特性MMD/SMDは表面の凹凸のわりに表面摩擦係数の変動が小さい、つまりなめらかさを表しているが、編布と織物の構造の相違から差がみられる。図24の単位厚さ当りの重量W/T (みかけ比重)にも大きな相違が認められる。

布における弾性項とヒステリシス項の関係を引張り、曲げ、せん断特性についてそれぞれ図27, 28, 29に示している。編布では弾性成分のわりにヒステリシス成分の大きいことが、いずれの基本変形様式においても顕著に認められる。

また、衣服は肩と腰を支点として自重でたれ下がり、その形状を保持するが、このため単位面積当りの重量Wと各力学特性との関係が重要で、図34~38はそれらのプロットである。これらについては織物と比較して次節で述べる。

5. 力学特性からみた織物と編布の比較—データ(3)

織物と編布の16個の基本特性を、それらの値の範囲を一覧できるように共通の軸で図25, 図26に示している。図25は表3の平均値 $\bar{X}_i$ と標準偏差 σ_i を用いて各特性値を(1)式、すなわち

$$x_i = (X_i - \bar{X}_i) / \sigma_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

図25 外衣用編布の力学的性質および物理的性質の範囲

図26 外衣用織物（秋冬用）の力学的性質
および物理的性質の範囲

により規格化しているが、また同時にそれぞれの数値も記入している。図26に前報で述べた秋冬用の織物の値と比較のために示した。

図には規格化した軸のほかには特性値をそのまま示しているの、外衣用の編布と織物の特性値のとり範囲が比較できる。

また、編布の力学的性質をこの図25の上にプロットして、布の特性を各特性値の平均からの偏差値でみる事ができるし、良い品質の編布の性質をプロットすると、良い品質を得るための布の設計に有用であろう。

現在までに計測した試料編布および織物の中から梳毛糸を用いた編布と織物をおのおの54点ずつ無作為に抽出して各力学特性の組合わせ値および基本特性相互の関係を図28～図42にプロットした。これらの図から編布と織物との布の構造の違いによる力学特性の相違をみようとした。図中の●印が梳毛糸編布、△印が梳毛糸織物である。

図27 梳毛糸編布と合織加工糸編布の
WTとRTとの関係

図28 合織加工糸編布、梳毛糸編布と織物の
Bと2HBとの関係

図29 合織加工糸編布、梳毛糸編布と織物の
Gと2HGとの関係

図30 合織加工糸編布、梳毛糸編布と織物の
MIUとMMDとの関係

図31 合織加工糸編布、梳毛糸編布と織物の
SMDとMMDとの関係

図32 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物のWCとTとの関係

図33 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物のTとWとの関係

図34 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物のBとWとの関係

図35 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物の2HBとWとの関係

図36 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物のGとWとの関係

図37 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物の2HGとWとの関係

図38 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物のWCとWとの関係

図39 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物のBとTとの関係

編布と織物の相違によって、図28、図29の曲げヒステリシス幅2HB、せん断ヒステリシス幅2HGに、図31の表面粗さSMD、図32の圧縮エネルギーWCと厚さTなど

の基本特性に著しい差が認められる。

図33～図38は単位面積当りの重量Wと基本特性との関係をプロットしているが、編布構造はWのわりにT、

図40 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物の
GとTとの関係

図41 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物の
B/Wと2HB/Wとの関係

図42 合繊加工糸編布、梳毛糸編布と織物の
2HB/Bと2HG/Gとの関係

2HB, 2HG, WCのいずれも大きい値をとることがわかる。

図39, 図40は厚さTとBおよびGとの関係を示している。編布構造はBやGのわりにTが大きい。

図41はB/Wと2HB/Wとの関係で、編布は織物に比べて2HB/Wの大きいことが特徴的である。また、図42に示した2HB/B, 2HG/Gはともに編布構造が大きな値をもつことなど編布の特徴が現われている。

6. 梳毛糸編布と合繊加工糸編布の特性 比較—データ(4)

梳毛糸編布と合繊加工糸編布の特性の相違をみるため図27～図42の中に○印で合繊加工糸布を梳毛糸編布と同数プロットしている。

図27～図32の図中の たて軸, よこ軸の目盛は, (1)式で規格化した x_i の目盛である。すでに述べたようにこの規格化は梳毛, 合繊, 梳毛と合繊混紡編布などすべてを含む283点試料の平均値と標準偏差とでなされている。梳毛糸編布と合繊加工糸編布の特性が上記平均値からの程度へだたっているかをみるために記入している。梳毛糸編布に比べて加工糸編布では単位面積当りの重量が小さい傾向がみられる。その他は梳毛糸と加工糸間の顕著な差は認められない。これは加工糸編布では重量を減じることによって梳毛糸編布とほぼ同じ力学的性質を与えるという手段を物語るものであろう。

7. 力学的性質間の相関係数—データ(5)

16個の力学的, および物理的性質相互間の相関係数の算出結果を表6に示している。図27～図40に示した二対の力学量間の関係とあわせてみていただきたい。

また, ウールニット協会と本研究委員会が調査した熟練技術者による“こし”, “ぬめり”, “ふくらみ”の項目別風合い評価値と16項目の特性値との相関係数も表6に付加している(次ページ参照)。

8. 結 語

以上のデータは, 日本において現在使用されている外衣用(主としてジャケット用)の編布がもつ力学的性質の範囲を示しており, 外衣用の織物に比べてかなり広範囲にわたっている。

編布が外衣用素材として用いられるようになってまだ日も浅く, 品質の管理基準が不確定であることや, 衣服として良い品質の編布の追求が充分なされていないことなどが編布の特性が広範にわたる理由の一つとも考えられる。しかし, また編布のもつ変形しやすい性質が, こうした特性の広い範囲を許容させ得るのかも知れないと考えられる。

文 献

- 1) 川端季雄; 風合い評価の標準化と解析, 日本繊維機械学会 (1975)
- 2) 丹羽, 計測小委員会; H. E. S. C. Technical Report No.28, 日本繊維機械学会 (1975)
- 3) 丹羽, 藤原, 計測小委員会; H. E. S. C. Technical Report No.33, 日本繊維機械学会 (1975)
- 4) 丹羽雅子; 繊維誌, 28, p. 634 (1975)
- 5) 川端季雄; 繊維誌, 26, 721 (1973)
- 6) 計測小委員会; H. E. S. C. Technical Report No.25 (1974)
- 7) 川端季雄; 第3回繊維工学研究討論会講演要旨 p. 37 (1974)

表6 外衣用編布の力学的性質および物理的性質相互の相関係数,
力学的性質と項目別風合いとの相関係数 (N=283)

	LT	WT	RT	B	2HB	MIU	MMD	SMD
LT	1.0000							
WT	-0.0727	1.0000						
RT	0.1431	-0.5159	1.0000					
B	0.1556	0.0736	0.0104	1.0000				
2HB	0.0531	0.2740	-0.2186	0.8136	1.0000			
MIU	-0.0166	0.3433	-0.4397	0.3391	0.5415	1.0000		
MMD	0.1870	-0.0208	0.1663	0.0927	0.0779	0.3243	1.0000	
SMD	0.0904	-0.1158	0.2538	0.1750	0.1369	0.1341	0.5824	1.0000
G	0.4837	-0.1603	0.3641	0.1929	0.0920	-0.1633	0.2671	0.3864
2HG	0.3908	0.1270	-0.0153	0.2507	0.3134	0.0611	0.2255	0.2841
2HG3	0.4841	0.0320	0.0384	0.2622	0.2899	0.0435	0.2388	0.3021
LC	-0.1581	0.0134	-0.1257	0.0947	0.1207	0.3159	-0.0111	0.0294
WC	-0.2985	0.1316	-0.4187	0.4139	0.5235	0.4720	-0.2572	-0.1975
RC	-0.3086	-0.1616	0.2385	-0.0388	-0.2114	-0.4423	-0.3452	-0.1268
T	-0.2037	0.2471	-0.3542	0.5865	0.6750	0.5085	-0.1501	-0.0646
W	-0.1088	0.1711	0.2473	0.5596	0.5091	0.0715	-0.0486	0.1582
KOSHI	0.4092	-0.0306	0.3948	0.4951	0.4362	-0.0175	0.2523	0.3699
NUMERI	-0.5425	0.1485	-0.3075	-0.1910	-0.1391	-0.1357	-0.5029	-0.5096
FUKURAMI	-0.4170	0.2578	-0.2817	0.2654	0.3555	0.1483	-0.4130	-0.2745

	G	2HG	2HG3	LC	WC	RC	T	W
G	1.0000							
2HG	0.7480	1.0000						
2HG3	0.8040	0.9714	1.0000					
LC	-0.2062	-0.1952	-0.1814	1.0000				
WC	-0.3879	-0.2041	-0.2425	0.3616	1.0000			
RC	-0.1741	-0.4408	-0.4329	0.1089	0.1309	1.0000		
T	-0.2048	-0.0103	-0.0593	0.2269	0.8990	0.0730	1.0000	
W	0.2119	0.1613	0.1330	-0.0484	0.2877	0.2403	0.5301	1.0000
KOSHI	0.6319	0.5854	0.6084	-0.1736	-0.1618	-0.1439	0.1066	0.5972
NUMERI	-0.5187	-0.4182	-0.4758	0.0651	0.3919	0.4307	0.2469	0.0175
FUKURAMI	-0.3367	-0.1997	-0.2570	0.2425	0.7149	0.4176	0.7114	0.4816

前報 (その1) の正誤表

繊維工学 Vol. 28, No.11 (1975) の前報のうち下記
諸点訂正します。

- P 638 図17のX軸 $\times 10^{-2}$
P 640 図24のX軸 $\times 10^{-1}$
P 640 図25のX軸 $\times 10^{-1}$

- P 642 図30のX軸 $\times 10^{-1}$
P 642 図32のX軸 $\times 1/1.3$
P 643 図38の説明 $B' \rightarrow G', 2HB' \rightarrow 2HG'$
P 643 図39の説明 $G' \rightarrow B', 2HG' \rightarrow 2HB'$
P 646 右 ↓ L 6 表 1 → 表 2
P 647 左 ↓ L 6 と図50の説明

ある英国製 → 17種の英国製