技術報告

各種衣服材料の伸長 特性と衣服圧との関係

会 員 土 田 和 義*
〃 原 田 隆 司**

1. 緒 言

人が衣服を身につけて運動するときの動きやすさは、衣服の快適性の主要因の1つである¹⁾。

動作によって皮膚が伸びる場合、“ゆとり”で吸収できないときは、“衣服のずれ”と“衣服材料の伸び”でカバーする。衣服材料の伸びの伸長力が法線方向の分力を発生して圧迫力となる。これが衣服圧と言われるものである。

用途別に適切なストレッチ特性を有する衣服材料を開発する立場からすると、次のような基本的な事項の解明を必要とする。

- (1) 部位ごとの動作による皮膚伸び
- (2) 感覚量と相関関係のある精度よい衣服圧の計測法
- (3) 衣服材料のストレッチ特性の評価法

(1)について、公表されているものは多くない²⁻⁴⁾。筆者らは男女各1名のデータではあるが、男性9動作12部位、女性12動作13部位という多数の動作、部位について測定した⁵⁾。

(2)の衣服と皮膚の間にセンサを挿入して衣服圧を計測する方法については多くの研究例がある。水銀柱に連結した扁平ゴム球による方法⁶⁾、抵抗線歪計素子による方法^{7-11,15)}、2枚の円形ゴムシートに白金を貼った素子に空気を送入して空気圧を読取る方法¹²⁾、水圧を読取る方法¹³⁾、シリコンオイルを封入したゴム袋の中へ半導体圧力センサを入れ計測する方法¹⁴⁾、塩化ビニールで作成したバルーンの空気圧

The Relation between the Tensile Properties of Clothing Materials and the Clothing pressure

By, Kazuyoshi Tsuchida and Takashi Harada,
Katata Research Center, Toyobo Co., Ltd., Otsu, Shiga

The clothing pressure is an important factor in the wear comfort. This is a force of the vertical direction that be oppressed on the skin by the clothing.

A new apparatus has been developed to measure accurately the clothing pressure. A pressure sensor of this apparatus is used a small sensor of 0.6 mm in thick and 6 mm in diameter. Another feature of this apparatus is wireless, so that this apparatus is able to measure the clothing pressure under the state of body in exercise.

The experimental examination has been made to investigate a relation between the clothing pressure on this apparatus and the sense of oppression on the field test. The results are summarized as follows:

- (1) In case of training pants, the maximum clothing pressure of a knee under the state of body in exercise has a high correlation with the sense of oppression on the field test. And that pressure has a high correlation with the pressure that has been calculated by the following equation ; $P = T_H/r_H + T_V/r_V$ where, P = pressure, T = tensile, r = radius of curvature, H = horizontal direction, V = vertical direction.
- (2) In case of the sleeve of leotard, the clothing pressure that has been measured on an elbow of manikin has a high correlation with the sense of oppression on the field test. This manikin has the size and steadiness of skin that is closely akin to the body.

(Received October 8, 1987)

を読取る方法¹⁵⁾、抵抗線歪計による方法¹⁶⁾等が報告されている。これらはセンサを人体と衣服の間に入れるために、衣服の着用状態を乱す、人体に埋まる、受圧面積に依存するなど問題点がある。又、圧迫感は最大の衣服圧がかかったときに感じると考えられ、過渡現象を計測することが重要と思われるが、これまで報告されている方法は静的な測定法である。

* K. Tsuchida, Members, 東洋紡績(株)総合研究所

** T. Harada, Members, 東洋紡績(株)研究総括部

Kirk の式³⁾を使って曲率半径と張力から間接的に衣服圧を求める方法があるが、この式は曲率のある微小部分については成立する。しかし、圧迫感は部位のかなり広い部分で感じるので、感覚量と結び付けるには、その限界について留意を要する。

(3)の衣服材料のストレッチ特性をJIS L 1018 カットストリップ法の幅5cm×長さ20cmの試料を1軸伸長する方法では着用時の衣服伸び、皮膚伸びや衣服圧との関連を説明できない。2軸伸長変形様式で評価する方法がより適切であるとの指摘がある^{17,18)}が充分解明されているとは言えない。2軸伸長のデータをKirkの式に導入して議論はされているものの^{14,19)}、感覚量との関係は検討された例は見当らない。

本報では、各種の伸長特性を持った衣服材料の圧迫感と衣服圧の関係を明らかにすることを目的としている。

そのため、①実際の着装状態で、②動作時の衣服圧が経時的に連続して計測できる装置の試作を試みた。反復使用に耐える小型で精度のよい圧力センサと動作時に障害となるセンサとアンプとの結線を除くことが必要な要件である。この衣服圧測定装置による値と感覚量(圧迫感)との関係を明らかにし、さらに衣服材料の伸長特性(1軸伸長様式と2軸伸長様式との比較を含む)との関連を検討する。

このとき、留意すべき点がある。本衣服圧測定装置でも、センサが人体に埋まる問題は未解決のままである。又、ゆとりのない場合、動作によりセンサの位置がずれる問題が発生する。従って、衣服のゆとりの有無や部位によってアプローチの方法を変える必要がある。このため、代表的なケースである次の2種の衣服を検討対象とした。

(1) トレーニングウェア…ゆとりがある場合

センサが人体に埋まることが少ない膝を検討対象の部位とし、膝頭にセンサを貼付け、人体によ

り動的な衣服圧を直接測定し、感覚量との対応をとる。膝を曲げたとき圧迫感のあるものは好まれない。

(2) レオタード…ゆとりのない場合

人体で直接衣服圧を測定する方法ではセンサ位置のずれが起こる。又、センサを例えば肘に付けてから、ゆとりのない衣服を着装させることは難しい。他の部位ではセンサの人体への埋まりもある。そのため、人体に近似した皮膚表面のかたさを有するマネキンに各種衣服を着せて静的な衣服圧を測定する。一方、人体の腕に付けたときの官能テストを行い、マネキンによる衣服圧計測値との対応をとる。着用したとき圧迫感のありすぎるものは好まれない。

2. 衣服圧測定装置の試作

2.1 衣服圧検出部

衣服圧検出部は①小型であること、②精度がよいこと、③繰返し反復使用に耐えること、④電気信号により圧力値が検出できることが要求される。

試作した衣服圧測定装置の衣服圧検出部の拡大詳細図を図1に示す。

衣服圧検出部は電気信号により圧力値が得られるので動作時の衣服圧が経済的に迅速容易に計測できる特徴を持つ大きさ6mmφ、厚さ0.6mmの高感度半導体圧力センサを用いた。過激な動作をしても、動作時のセンサとリード線の接点やリード線自体の切断を避けるため、フレキシブルフィルムボードに銅箔を貼ったフレキシブルプリント基板をリード線として用い、さらに、プリント基板に圧力センサの接点を屈曲部と反対側の位置に航空機のコイル作りの技術を利用して接着固定している。

新たに試作した衣服圧検出部の性能は10R50度反復使用で1万回以上切断のない高耐久性を持ち、

図1 衣服圧検出部

最小0.1 g/cm², 最大 2,000 g/cm² の圧が測定できる。
圧力値は20 g/cm² 以上で直線性を示す。

2.2 機構及び原理

試作した衣服圧測定装置のシステムを図2に、ブロックダイアグラムを図3に示す。

本装置は衣料縫製品を着装し、動作時の衣服圧を連続して計測できるようにするため、2.1のような衣服圧検出部の工夫以外に、衣服圧検出部と増幅、記録部を無線化し、動作時に障害となるセンサとアンプとの結線（リード線）を除いた。本装置は衣服圧検出部、高感度半導体圧力センサからの出力を電送する発信部、電送された出力を増幅する受信部からなる。

本装置の原理は、高感度半導体圧力センサで動作時の衣服圧を経時的に連続して電圧の変化として検出し、FM テレメータ方式で電送し、受信部で受信後増幅し記録計へ出力するものである。伝送距離は60 m である。

3. トレーニングウェアの場合

3.1 試料及び衣服圧の測定と解析

測定は衣服圧検出部の圧力センサが膝頭中央部にくるようにフレキシブルプリント基板を膝頭に貼付固定し、表1に示すストレッチ性の異なる4種の編地で同一寸法に縫製したトレーニングズボンを被験者成人男子1名に着装させた。測定条件は図4に示すように脚を約2秒で最大まで曲げた場合と、脚を約2秒で90度まで曲げた場合の2動作について膝頭中央部の衣服圧を測定した。

脚を最大まで曲げ、その後脚をそのまま曲げた状態にした場合の本装置によって得られた測定結果を図5に示す。衣服圧はいずれのトレーニングズボンとも、3～4秒で最大値を示し、脚をそのまま曲げた状態にしていると、衣服圧は徐々に低下し、約30秒後に平衡状態になる。動作後瞬時の衣服圧と平衡状態の衣服圧が異なることが初めてわかったのは、本装置では動作時の瞬間の衣服圧が計測できるためである。動作後瞬時の衣服圧と平衡状態の衣服圧が

図2 試作装置のシステム

図3 ブロックダイアグラム

表1 試料明細 (トレーニングズボン)

		A	B	C	D
素 材		ポリエステル / 綿	ポリエステル	ナイロン / 綿	ポリエステル 特殊仮燃糸
組 織		モックロディ	3 段スムーズ	スイスダブルピケ	スイスダブルピケ
2 軸伸長 30%伸長時荷重 (kg / cm)	たて方向	5.5	3.1	0.6	0.3
	よこ方向	3.2	2.0	0.5	0.2
1 軸伸長 0.2kg/cm荷重時 伸長率 (%)	たて方向	12.5	21.3	45.2	35.3
	よこ方向	48.0	51.4	50.0	66.2

(測定条件) 2 軸伸長: XY 方向 1 : 1, 引張り速度 1mm/sec., 伸長率30%
1 軸伸長: JIS L1018カットストリップ法, 荷重 1 kg / 5 cm 幅, 伸長速度 20cm/min.

被験者: 成人男子 1 名
トレーニングズボン着装

図4 測定条件

図5 試作装置による測定結果

図6 繰返し動作時の衣服圧

異なるのは、トレーニングズボンの膝部の編地が最大まで伸長された後、編目がよってくるとともに、そのため、ずれも起こるためと考えられる。

なお試料 A を着装し、脚を約 2 秒で最大まで曲げ、動作後約 4 秒で元に戻す繰返し動作をしたときの膝頭中央部の衣服圧を図 6 に示す。衣服圧はいずれも動作後 3 ～ 4 秒で最大値を示し、繰返し動作すると衣服圧は 0 から最大値まで上下するが、最大値は 82 ～ 94 g/m² の範囲内にある。

3.2 衣服材料の伸長特性との関係

表 2 には 4 種のトレーニングズボンの脚を 90 度まで曲げた場合と最大まで曲げた場合の膝頭中央部の本装置による動的 clothes 圧の最大値と平衡値を示す。90 度まで曲げた場合及び最大まで曲げた場合とも、伸びにくいもの (XY 方向 1 : 1 で引張り速度 1 mm/秒の 2 軸伸長 30% 伸長時の荷重が大きいもの) ほど衣服圧は高い。圧迫感を 5 段階絶対評価法 (圧迫感がない - 2 ～ 0 ～ 圧迫感がある + 2) で官能試験を行った結果を表 3 に示す。動的 clothes 圧の順位と圧迫感の順位は一致している。

脚を 90 度又は最大まで曲げた状態で動作を固定した後、本装置と同じ高感度半導体圧力センサを膝頭中央部に別の箇所から挿入し衣服圧 (以下これを静的 clothes 圧と称する) を測定した。静的 clothes 圧は表 2 に示したように 2 つの動作とも動的 clothes 圧より小さ

表2 トレーニングズボンの衣服圧

				A	B	C	D
素 材		ポリエステル/綿		ポリエステル	ナイロン/綿	ポリエステル 特殊仮燃糸	
組 織		モックロディ		3 段スムーズ	スイスダブルピケ	スイスダブルピケ	
膝 皮膚伸び		2 軸 伸 張 30%伸長時 荷重 (kg/cm)	たて方向	5.5	3.1	0.6	0.3
			よこ方向	3.2	2.0	0.5	0.2
		衣 服 伸 び (%)	水平方向	14.0	16.0	10.0	16.0
			垂直方向	6.0	10.0	16.0	24.0
	水平方向 16.0% 垂直方向 46.0%	静的衣服圧 (g/cm ²)		5.9	4.1	2.8	2.8
		動的衣服圧 (g/cm ²)	最 大 値	60	59	43	27
			平 衡 値	20	17	12	7
膝 皮膚伸び		衣 服 伸 び (%)	水平方向	14.0	18.0	14.0	16.0
			垂直方向	12.0	20.0	22.0	30.0
		静的衣服圧 (g/cm ²)		10.5	9.9	3.8	5.3
		動的衣服圧 (g/cm ²)	最 大 値	89	70	50	32
			平 衡 値	40	32	10	9
	水平方向 10.0% 垂直方向 58.0%						

表3 トレーニングズボンの圧迫感(官能テスト)

	A	B	C	D
膝90度迄曲げた場合	+1	+1	0	-1
膝最大迄曲げた場合	+2	+1	0	-1

(数字は圧迫感を 圧迫感がない 圧迫感がある
の5段階で評価した値)

い値を示す。実際にトレーニングズボンを着装し動作すると、被験者は強い圧迫感を受けると申告していることから、動的衣服圧の最大値の方が被験者の感覚と合っていると考えられる。

膝頭は曲率のある微小な部位と見なされるので、Kirk の式³⁾が適用できる。本衣服圧測定装置により実測された衣服圧と Kirk らの衣服圧計算式³⁾

$$P = T_H/r_H + T_V/r_V$$

T_H ：水平方向の張力

T_V ：垂直方向の張力

r_H ：水平方向の曲率半径

r_V ：垂直方向の曲率半径

との対応を見た。脚を90度曲げた場合と最大まで曲げた場合の衣服伸び(表2に示す)と図7に示すX方向、Y方向同時1：1で引張り速度1mm/秒の2軸伸長試験の荷重－伸長曲線より応力 T_H 、 T_V を求めた。曲率半径は動作後動作を固定し、膝部の型取りをし、膝を球形と見なして図8の箇所の寸法を測定し以下の計算式から算出した。

$$r = \frac{(D/2)^2 + H^2}{2H}$$

図7 2軸伸長特性(試料明細：表1)

図8 曲率半径の求め方

図9 衣服圧実測値と計算値の関係

脚を最大まで曲げた場合は r_H は6.9 cm, r_V は9.4 cmである。

脚を最大に曲げたときの本装置による膝頭中央部の動的衣服圧の最大値と Kirk らの衣服圧計算式で計算した衣服圧との関係を図9に示す。本装置で測定した衣服圧の最大値は、静的衣服圧よりも Kirk らの衣服圧計算式による衣服圧に近い。

ゆとり、曲率が同じ場合は、2軸伸長試験の荷重—伸長曲線より求めた応力を使って Kirk の式から衣服圧の計算値を算出でき、その衣服圧計算値と官能試験による圧迫感とは対応がとれる。

4. レオタードの場合

4.1 試料及び官能テスト

試料は表4に示す10種のストレッチ性の異なる経編地である。1軸伸長特性と2軸伸長特性を比較す

ると、試料Dは1軸伸長ではよこ方向に伸びやすいが、2軸伸長では伸びにくい、試料Fは1軸伸長ではたて方向に伸びにくい、2軸伸長では伸びやすい、試料Gは1軸伸長でたて方向が伸びやすくよこ方向が伸びにくい、2軸伸長ではたて、よこ方向のどちらの方向が伸びやすいとはいえないなど必ずしも1軸伸長特性と2軸伸長特性とは対応しない。2軸伸長特性をみてみると、10種の試料の中で、試料J, Iはたて方向、よこ方向とも伸びやすく、試料Aはよこ方向に伸びにくく、試料D, Eはたて方向に伸びにくい。

官能テストはレオタードの袖を想定して、表4に示した編地で図10の大きさの袖を作成した。官能テストに袖を用いたのは、予備試験で市販レオタードを着用し、種々の動作を行い圧迫感を感じる部位を調査した結果、腹部や臀部など腕以外の部位では圧迫感を感じにくく、圧迫感を感じるのは腕であることが判明したためである。

図10 試作した袖の寸法

表4 試料明細 (レオタードの袖)

素 材	組 織	密 度 (本 / in)		1軸伸長 2kg/5cm幅荷重時の伸長率 (%)		2軸伸長 30%伸長時荷重 (kg / cm)	
		ウェール 数	コース 数	たて方向	よこ方向	たて方向	よこ方向
A ポリエステル/綿50's/1ナイロン70 ^D /ポリウレタン210 ^D	トリコネット	59	35	109	81	75	84
B ナイロン70 ^D /ポリウレタン280 ^D	パワーネット	52	32	114	68	76	70
C ポリエステル/綿50's/1ナイロン70 ^D /ポリウレタン80 ^D	メッシュ	18	38	117	97	67	40
D ポリエステル/綿50's/1ナイロン70 ^D /ポリウレタン280 ^D	サテンネット	38	52	73	123	121	57
E ポリエステル/綿50's/1ナイロン70 ^D /ポリウレタン280 ^D	パワーネット	54	42	107	106	85	40
F 綿100's/1ナイロン50 ^D /ポリウレタン40 ^D	トリコット	84	52	93	137	45	24
G ポリエステル50 ^D /ポリウレタン40 ^D	トリコット	108	56	159	77	72	44
H ポリエステル50/1's/ポリウレタン40 ^D	デンビアトラス	91	42	117	132	40	30
I 綿100's/1ナイロン50 ^D /ポリウレタン40 ^D	トリコット	86	56	157	105	37	24
J ナイロン50 ^D /ポリウレタン40 ^D	トリコット	108	56	236	236	26	22

(測定条件) 1軸伸長: JIS L1018カットストリップ法, 荷重2 kg/5cm幅, 伸長速度20 cm/min.

2軸伸長: XY方向1:1, 引張り速度1 mm/sec., 伸長率30%

者の腕の寸法を示す。試料として作成した袖の寸法は、被験者の腕の袖丈、上腕最大囲より小さく、手首囲とはほぼ同じである。調査方法は図11に示すアンケート調査方法によるSD法5段階評定（-2～0～+2）で官能用語11対で行った。実施方法は左右の腕に試料の袖を着用し、一対比較法により、右は左に比べてどうかをアンケート用紙に記入させた。10種類の試料すべてについて行うので、組合わせは

45通りになる。左右の官能値の差はほとんどないことをあらかじめ確認している。なお、実施時期は昭和60年5月で被験者1人について5通りごとに休憩をはさみ1日（約6時間）で行った。

官能テストの再現性について検討した。表6は被験者5（表5）について、官能用語“圧迫感がある”の結果であるが、1回目の官能テストの結果と2回目とでは、各試料の官能値の平均値はやや違うが、

図11 アンケート調査の内容

表5 被験者の腕の寸法 (cm)

		被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4	被験者 5
上 腕 最 大 囲	右	24.3	24.6	22.9	23.0	23.3
	左	24.2	23.4	23.3	22.0	22.2
肘	右	21.6	22.3	23.0	21.0	20.5
	左	20.8	21.1	22.8	21.0	20.2
手 首	右	15.1	15.0	15.5	14.8	13.9
	左	14.7	14.5	15.6	15.0	13.8
袖	右	51.5	51.0	52.7	49.0	50.5
	左	51.5	51.0	52.0	48.0	50.0

表6 官能テスト1回目と2回目の比較 (被験者5の場合)

官能テスト		試料No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
圧 迫 感	1 回目		+1.0	+1.3	+0.4	+0.7	+0.5	-1.1	-0.1	-0.5	-1.1	-1.2
	2 回目		+1.0	+1.3	+0.7	+0.8	+0.7	-1.2	-0.5	-0.5	-1.0	-1.2

(数字は“圧迫感がない” “圧迫感がある”の5段階評価の平均値)

順位はほぼ同じであり、再現性はあるといえる。

各官能因子について、被験者5名の平均値をとった結果を表7に示す。この結果をもとに、各官能因子間の相関係数(表8)、主成分分析(表9)を計算し、各官能因子間の関連を検討した。その結果、“圧迫感がある”は“フィットする”以外の“しめつけられる”、“伸びにくい”等の他の9項目の官能因子と高度な関連があり、ほとんど同一の内容として判定されていることがわかる。

表10に“圧迫感がある”の各試料の被験者別の結果と被験者5名の平均値を示す。試料F, I, Jが最も圧迫感がなく、試料Bが最も圧迫感がある。

4.2 マネキンによる衣服圧測定

緒言で述べたように、ゆとりのないレオタードの袖を人体に装着させ衣服圧を計測するのは大変難しい。そこで人体に近似した寸法、硬さの人体モデル(マネキン)を試作した。試作したマネキンは、日本人女性20~29才の平均体型²⁰⁾を参考に作成したもので、表11にマネキンの腕の寸法と試料の袖の寸法(図10)とマネキンの腕の寸法(表11)から計算した試料の伸長率を示す。マネキンの腕の硬さは、腕全体が同じ硬さで、100 g/cm²加圧下で模擬皮膚表面が0.13 mmへこみ、被験者10名(20歳台の成

表7 官能テストの結果(被験者5名の平均値)

項目 \ 試料No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
圧迫感がある	+0.62	+1.06	+0.52	+0.58	+0.48	-0.94	-0.16	-0.26	-0.96	-0.98
しめつけられている	+0.72	+1.04	+0.46	+0.52	+0.52	-0.88	-0.16	-0.28	-0.92	-1.02
伸びにくい	+0.72	+0.92	+0.78	+0.38	+0.42	-0.70	-0.30	-0.24	-0.90	-1.08
きつい	+0.64	+0.98	+0.40	+0.62	+0.52	-0.88	-0.08	-0.24	-1.02	-0.92
着用している感じがする	+0.68	+1.00	+0.44	+0.50	+0.50	-0.90	-0.14	-0.18	-0.92	-0.98
ひきしまった	+0.42	+0.72	+0.38	+0.46	+0.52	-0.84	-0.02	-0.10	-0.78	-0.78
着脱しにくい	+0.72	+1.04	+0.78	+0.40	+0.44	-0.88	-0.28	-0.30	-0.96	-1.04
動きにくい	+0.72	+1.00	+0.68	+0.44	+0.52	-0.74	-0.36	-0.30	-0.94	-1.08
フィットする	-0.08	-0.34	-0.30	-0.02	-0.38	-0.18	+0.42	+0.16	+0.02	+0.54
腕を曲げた時生地がくいこむ	+0.70	+1.12	+0.62	+0.56	+0.58	-0.76	-0.38	-0.34	-1.00	-1.10
不快である	+0.66	+1.00	+0.58	+0.46	+0.60	-0.54	-0.36	-0.38	-0.90	-1.14

表8 各官能因子間の相関係数

	圧迫感がある	しめつけられている	伸びにくい	きつい	着用している感じがする	ひきしまった	着脱しにくい	動きにくい	フィットする	腕を曲げた時生地がくいこむ	不快である
圧迫感がある											
しめつけられている	0.997										
伸びにくい	0.977	0.980									
きつい	0.996	0.995	0.965								
着用している感じがする	0.998	0.999	0.977	0.996							
ひきしまった	0.989	0.985	0.955	0.991	0.990						
着脱しにくい	0.988	0.988	0.996	0.976	0.986	0.967					
動きにくい	0.985	0.989	0.997	0.976	0.985	0.964	0.996				
フィットする	-0.583	-0.603	-0.679	-0.551	-0.582	-0.537	-0.640	-0.686			
腕を曲げた時生地がくいこむ	0.989	0.991	0.989	0.983	0.987	0.968	0.991	0.997	-0.682		
不快である	0.973	0.979	0.986	0.966	0.972	0.948	0.981	0.993	-0.739	0.994	

表9 官能因子の主成分行列表

	F ₁	F ₂
圧迫感がある	0.992	0.114
しめつけられている	0.994	0.089
伸びにくい	0.992	-0.025
きつい	0.985	0.153
着用している感じがする	0.992	0.116
ひきしまった	0.976	0.168
着脱しにくい	0.993	0.031
動きにくい	0.998	-0.026
フィットする	-0.671	0.739
腕を曲げた時生地がくいこむ	0.998	-0.017
不快である	0.993	-0.099
寄 与 率 (%)	93.5	5.9

表11 マネキンの腕の寸法と袖着用時の伸長率

	寸 法 (cm)	伸長率 (%)
上腕最大囲	27.1	42.6
肘 囲	23.7	46.3
手 首 囲	16.3	14.0
袖 丈	52.5	11.9

貼ったフレキシブルプリント基板をリード線として用いて、プリント基板と圧力センサの接点をコイル作りの技術を利用して接着固定しているので、レオタードの袖のようなゆとりのない試料を装着しても切断することがなく、表12に示すように安定した衣服圧測定値が得られる。

4.1の官能テストによる官能値“圧迫感がある”と本衣服圧測定装置でマネキンを用いて測定した衣服圧測定値の関係を図12に示す。衣服圧測定値と官能値“圧迫感がある”とは相関係数0.88で高度な相関関係がある。

4.3 衣服材料の伸長特性と衣服圧との関係

試料（袖）をマネキンの腕に装着し、腕を曲げず

人女子）で前腕部のへこみをテンションゲージを用い測定した値とほぼ同じかたさである。

衣服圧は各試料を装着する前にマネキンの右腕の肘部に2.1の圧力センサを貼付し袖（試料）を付けて測定した。なお、腕の動作はなく、ずれも生じないように袖の両端を固定した。本衣服圧測定装置の圧力センサはフレキシブルフィルムボードに銅箔を

表10 “圧迫感がある”の各被験者別結果

試料No. 被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
被験者1	+0.5	+0.8	+0.6	+0.7	+0.6	-0.9	-0.2	-0.2	-0.8	-1.1
被験者2	+0.4	+0.8	+0.7	+0.2	+0.4	-0.6	-0.4	0	-0.8	-0.7
被験者3	+0.3	+1.1	+0.6	+0.6	+0.3	-0.8	-0.2	-0.2	-1.0	-0.8
被験者4	+0.9	+1.3	+0.3	+0.7	+0.6	-1.3	+0.1	-0.4	-1.1	-1.1
被験者5	+1.0	+1.3	+0.4	+0.7	+0.5	-1.1	-0.1	-0.5	-1.1	-1.2
平均値	+0.6	+1.1	+0.5	+0.6	+0.5	-0.9	-0.2	-0.3	-1.0	-1.0

表12 衣服圧の測定結果（マネキンによる）

試料 No.	衣服圧測定値 (g/cm ²)	n=10	平均値 (g/cm ²)	標準偏差
A	32 ・ 29 ・ 33 ・ 30 ・ 32 ・ 30 ・ 32 ・ 31 ・ 31 ・ 32		31.2	1.23
B	34 ・ 29 ・ 32 ・ 32 ・ 29 ・ 31 ・ 33 ・ 35 ・ 30 ・ 31		31.6	2.01
C	29 ・ 28 ・ 30 ・ 31 ・ 26 ・ 25 ・ 25 ・ 29 ・ 28 ・ 30		28.1	2.13
D	32 ・ 30 ・ 31 ・ 30 ・ 32 ・ 30 ・ 34 ・ 34 ・ 31 ・ 32		31.6	1.51
E	27 ・ 28 ・ 29 ・ 29 ・ 27 ・ 27 ・ 28 ・ 24 ・ 26 ・ 24		26.9	1.79
F	28 ・ 27 ・ 29 ・ 23 ・ 24 ・ 24 ・ 23 ・ 24 ・ 23 ・ 24		24.9	2.23
G	23 ・ 25 ・ 26 ・ 26 ・ 25 ・ 27 ・ 26 ・ 25 ・ 24 ・ 26		25.3	1.16
H	25 ・ 24 ・ 25 ・ 24 ・ 25 ・ 23 ・ 25 ・ 23 ・ 23 ・ 23		24.0	0.94
I	23 ・ 23 ・ 24 ・ 23 ・ 23 ・ 23 ・ 24 ・ 24 ・ 25 ・ 23		23.5	0.71
J	19 ・ 19 ・ 18 ・ 20 ・ 20 ・ 21 ・ 23 ・ 18 ・ 19 ・ 19		19.6	1.51

図12 衣服圧 (マネキンによる) と圧迫感との関係

に衣服圧を測定した。この場合、試料のたて方向(腕の長さ方向)の曲率半径は無限大と仮定される。衣服材料の伸長特性から Kirk の式²⁾で衣服圧計算値を求めると衣服圧計算値は肘のよこ方向の曲率半径と試料の伸長特性から求められることになる。表4の伸長特性と表12の衣服圧の比較から、試料の伸長特性の順位と衣服圧計測値の順位とは一致しない。従って、この場合は衣服材料の伸長特性から衣服圧は予測できないといえる。2軸伸長特性のデータで試料 I, J, F のようにたて方向、よこ方向とも伸びやすいものは衣服圧は低く、試料 A, D のようによこ方向、たて方向のどちらか一方が伸びにくいもの、試料 B のようによこ方向、たて方向とも伸びにくいものはいずれも衣服圧が高くなる。

レオタードの袖を想定した試料で腕の屈曲のない場合の衣服圧をマネキンを使って測定したが、動作がある場合でも、レオタードの生地は一般的にはストレッチ性に富むので衣服圧にはさほど影響を与えないものと考えられる。

5. 結 言

各種の伸長特性を持った衣服材料の圧迫感と衣服圧の関係を明らかにするため、実際の着装状態で動作時の衣服圧が経時的に連続して計測できる衣服圧測定装置を試作し、本装置による衣服圧と圧迫感との関係をゆとりがあるトレーニングウェアの場合とゆとりのないレオタードの場合について検討した。

4種のストレッチ性の違うトレーニングウェアでは膝部の動作時の最大衣服圧と圧迫感の順位は一致し、2軸引張り試験の荷重—伸長曲線より求めた応力を使って Kirk の式から計算した衣服圧計算値とも対応がとれることがわかった。

10種のストレッチ性の違うレオタードの袖では、人体に近似した寸法、硬さの試作マネキンの肘部で測定した衣服圧と圧迫感とは高度な相関関係があることがわかったが、試料の伸長特性との対応はとれない。

本衣服圧測定装置では、ゆとりのある場合でも人体の柔らかい部位の衣服圧を測定しようとするセンサが皮膚に埋まり、センサの位置により衣服圧計測値が異なる。ゆとりのない場合に直接人体で衣服圧を計測したり、マネキンモデルで計測しようとするセンサが皮膚に埋まる他に動作時にセンサがずれるという問題がある。どの部位でも圧迫感と対応のとれる衣服圧を計測するにはどうすればよいか今後の課題としたい。

実験及び結果の解析に御協力をいただいた東洋紡績総合研究所の竹中佳世子氏に感謝します。

引用文献

- 1) 原田; 繊維誌, **36**, P212 (1983)
- 2) 荒谷; 繊維誌, **23**, 129 (1982)
- 3) Wm. Kirk, S. M. Ibrahim; Text. Res. J., **36**, 37 (1966)
- 4) 笹井; 「服装造形」(1965) 技報堂
- 5) 原田, 土田, 苅坂, 入矢; 繊維誌, **36**, P275 (1983)
- 6) 米田; 京都医大誌, **58**, 59 (1955)
- 7) S. M. Ibrahim; Text. Res. J., **38**, 950 (1968)
- 8) 渡辺, 中橋, 田中; 家政誌, **20**, 252 (1969), **22**, 118 (1971)
- 9) 渡辺, 田村, 岩崎; 家政誌, **23**, 325 (1972)
- 10) 渡辺, 田村, 細井; 家政誌, **26**, 366 (1975)
- 11) 渡辺, 田村, 岩崎, 嶋根; 家政誌, **28**, 490 (1977), **30**, 457 (1979), **31**, 439 (1980)
- 12) 徳田, 高崎, 玉川; 繊維誌, **19**, 189 (1978)
- 13) P. H. Fentem, M. Goddard; J. Text. Inst., **70**, 198 (1979)
- 14) 吉村, 石川; 繊維誌, **39**, T-525 (1983)
- 15) 石井, 橋本, 池田, 大久保; 東京都立織工試研究報告書, **33**, 10 (1985)
- 16) 大野; 家政誌, **30**, 134 (1979)
- 17) 丹羽, 川端; 繊維誌, **23**, T159 (1970)
- 18) 丹羽; 染色工業, **30**, 216 (1982)
- 19) 長谷川, 石川; 繊維誌, **42**, T-475 (1986)
- 20) 日本規格協会編: 「日本人の体格設定のための調査報告書」(1985) 日本規格協会