皮膚伸びと衣服伸び*

会 員 原 田 隆 司**
 土 田 和 義
 苅 坂 佳 世 子
 入 矢 昌 子

1. はじめに

人が衣服を身につけて運動するときの動きやすさは、衣服の快適性の主な要因の一つである¹⁾。衣服材料(布)のストレッチ特性と衣服の快適性との関係については多くの研究がある^{2)~5)}が、衣服材料を製造する立場から用途別にどのようなストレッチ特性をもつものを充当すべきかという疑問に答えてくれるデータは少ないのが実状である。

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。皮膚伸びの方が大きいと、ずれが生じ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。これが衣服圧であり、ある値以上になると不快感をおぼえるといわれている。同じ ゆとりの衣服のときには衣服材料の伸びが小さいと衣服圧は大きく ずれの量も多い。衣服材料の伸びと ゆとりは相互に補完し合っており、衣服材料の伸びが小さいときには ゆとりの大きいいわゆるダブダブスタイルにせざるをえない。

身体と衣服の位置関係が動作によって変化しないとすれば、衣服材料の伸びと ゆとりとは皮膚伸びをパラメータとして反比例の関係にある⁶⁾ので、理論的には各部位・動作の皮膚伸び率を知ることにより ゆとり率を指定すれば衣服材料の必要な伸び率を算出できる。

このような訳で動作による皮膚伸び率が基本的なデータとして必要であるが、公表されているのは少なく^{6)~8)}、それも動作や部位の数が少なかったり、水平/垂直のい

ずれか片方のデータしかなかったりして利用するには不十分である。

本報では、男女各1名のモデルを使って計測した皮膚伸びのデータおよびストレッチ特性の異なる衣服材料からなる衣服を着用したときの衣服伸び、ずれ、衣服圧の違いについて述べる。

2. 動作による皮膚伸び

男性9動作12部位、女性12動作13部位について、身体に直接標点をつけ、直立不動の姿勢を基準として動作をしたときの標点間隔の変化から皮膚伸びを求めた。結果を表1、図1、図2に示す。このデータによると、

- (i) 部位・動作によっては垂直方向に伸びても、水平方向に縮むことがある(腋窩部、脇部など)。腕を垂直にあげたときに腋窩部は垂直方向に66~72%も伸びるが、水平方向には20~27%縮む。
- (ii) 水平方向に最も伸びる部位は後肘部で肘を曲げたときで30~42%も伸びる(垂直方向にも38~62%伸びる)。
- (iii) Du Pontのデータ⁷⁾では、男女は体型、体重、サイズについては大きな差があるのに皮膚の伸び率についてはあまり大きな差はみられないとされている。しかし本実験では肘を曲げたときの後肘部など部位によっては皮膚の伸び率に男女のモデルで差が認められるが、各1名なので男女差か個人差かははっきりしない。そこで肘を曲げたときの後肘部の皮膚伸びをモデル以外に男女各3名について測定した(表2)ところ、男女差があることをうかがわせる結果が得られた。

表2 肘を曲げたときの後肘部の皮膚伸び(男女差)

	方向	男女 各 4 名の皮膚伸び	平均
男性	水 平	30% (モデル), 30%, 24%, 22%	26.5%
	垂 直	38% (モデル), 48%, 50%, 50%	46.5%
女性	水 平	42% (モデル), 34%, 34%, 40%	37.5%
	垂 直	62% (モデル), 60%, 64%, 68%	62.5%

注) 動作前の標点間距離は5.0cm

など、これまで公表されたデータにはなかった知見も得られた。

3. 衣服伸びと衣服圧

伸縮特性の異なる衣服材料からなる衣服を皮膚伸びを測定したモデルに着用させ、動作による衣服伸び、衣服圧、衣服のずれを測定した。

衣服伸びは直立不動の姿勢で皮膚伸びを測定したのと同じ位置の衣服上に標点をつけ、動作前後の標点間隔の変化から求めた。

* Body Skin Strain and Stretch Properties of Fabrics.

** T. Harada, K. Tsuchida, Members. K. Fusaka and M. Iriya, 東洋紡 繊維研究所

図1 皮膚伸びの計測(部位別データ)男性

図2 皮膚伸びの計測(部位別データ)女性

表1 皮膚伸び (動作による部位別データ)

部 位	動作	方向	男 性			女 性		
			動作前 (cm)	動作後 (cm)	皮膚伸び率 (%)	動作前 (cm)	動作後 (cm)	皮膚伸び率 (%)
① 肩甲上部	①	水平	44.8	46.4	3.6	40.0	37.2	- 7.0
		垂直	5.8	6.8	17.2	5.8	6.7	15.5
	②	水平				40.0	39.2	- 2.0
		垂直				5.8	6.5	12.1
	③	水平	44.8	47.2	5.3	40.0	43.0	7.5
		垂直	5.8	6.3	8.6	5.8	6.4	10.3
② 肩甲部	①	水平	13.8	16.1	18.1	12.0	13.4	11.7
		垂直	22.9	25.0	9.2	22.9	23.9	4.4
	②	水平				12.0	14.1	17.5
		垂直				22.9	24.2	5.7
	③	水平	13.8	16.3	18.1	12.0	14.0	16.7
		垂直	22.9	24.7	7.9	22.9	24.7	7.9
③ 脇 部	①	水平	14.0	13.3	- 5.0	10.0	9.8	- 2.0
		垂直	30.0	33.0	10.0	20.0	20.2	1.0
	②	水平	14.0	13.3	- 5.0	10.0	9.7	- 3.0
		垂直	30.0	37.7	25.7	20.0	22.3	11.5
	③	水平				10.0	10.1	1.0
		垂直				20.0	27.7	38.5
④ 腋窩部	①	水平	11.0	9.5	-13.6	10.0	8.5	-15.0
		垂直	9.0	13.2	46.7	10.0	12.0	20.0
	②	水平	11.0	8.0	-27.3	10.0	8.0	-20.0
		垂直	9.0	15.5	72.2	10.0	16.6	66.0
	③	水平						
		垂直						
⑤ 後肘部	①	水平	5.0	6.5	30.0	5.0	7.1	42.0
		垂直	5.0	6.9	38.0	5.0	8.1	62.0
⑥ 後前腕部	①	水平	10.0	9.7	- 3.0	10.0	9.2	- 3.1
		垂直	26.0	29.0	11.5	26.0	31.0	19.2
⑦ 後上腕部	①	水平	10.2	10.1	- 1.0	8.2	8.5	3.7
		垂直	22.5	26.2	16.4	19.2	21.0	9.4
⑧ 臀 部	①	水平	20.7	22.4	8.2	20.0	23.1	15.5
		垂直	10.7	14.6	36.4	32.0	42.3	32.2
⑨ 膝蓋部	①	水平	4.5	5.2	15.6	4.5	5.6	24.4
		垂直	3.8	5.2	36.8	3.8	5.7	50.0
	②	水平	4.5	5.2	15.6	4.5	5.5	22.2
		垂直	3.8	5.4	42.1	3.8	6.0	57.9
⑩ 前大腿部	①	水平	20.0	20.6	3.0	20.0	21.2	6.0
		垂直	37.4	38.6	3.2	34.5	35.6	3.2
	②	水平	20.0	20.8	4.0	20.0	22.6	13.0
		垂直	37.4	38.8	3.7	34.5	34.8	0.9
⑪ 前下腿部	①	水平	16.0	15.9	- 0.6	16.0	14.1	-11.9
		垂直	30.9	32.3	4.5	30.0	32.2	7.3
	②	水平	16.0	16.0	0.0	16.0	14.0	-12.5
		垂直	30.9	34.2	10.7	30.0	33.1	10.3
⑫ 足背部 (足首) 	①	水平	8.1	8.8	8.6	8.0	8.2	2.5
		垂直	4.5	3.1	-31.1	7.0	4.9	-30.0
	②	水平	8.1	7.8	- 3.7	8.0	7.6	- 5.0
		垂直	4.5	5.9	31.1	7.0	8.6	22.5
⑬ 胸 部 	①	水平				29.4	29.5	0.3
		垂直				30.0	33.1	10.3

表4 着用テストによる衣服伸び～衣服圧～ずれの関係

部 位			膝 蓋 部		臀 部		背 部		着用者（モデル）のコメント
動 作
			水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	
皮 膚 伸 び（％）		男 性 女 性	15.6 22.2	42.1 57.9	8.2 15.5	36.4 32.2	11.7	14.4	
野球ユニフォーム ＜男性＞ ゆとり量 大 （ヒップ周で 約11％）	伸 縮 （％）	スパンデックス有 スパンデックス無	22.2 0.0	23.7 0.0	19.3 3.4	13.1 2.8			スパンデックス有 ・スパンデックス無に比べすべての動作が楽にできる
	衣 服 圧 （g/cm ² ）	スパンデックス有 スパンデックス無	200 388		14 60				スパンデックス無 ・足をあげたとき膝がつっぱる ・しゃがみこんだときビップがきつい ・腕を交差させたとき肩甲骨と腕のつけねの圧迫感あり
	衣服の ずれ （cm）	スパンデックス有 スパンデックス無	0.0（足首） 0.0（足首）		ウエストから 8.2 ウエストから 12.3				
ジーンズ ＜女性＞ ゆとり量 小 （ヒップ周で 約3％）	伸 縮 （％）	スパンデックス有 スパンデックス無	4.4 0.0	23.7 7.9	2.5 3.5	12.2 7.2			スパンデックス有 ・スパンデックス無に比べて動作に追隨して伸縮している感じがしてフィット性がよく動作が楽にできる
	衣 服 圧 （g/cm ² ）	スパンデックス有 スパンデックス無	36 196		23 54				
	衣服の ずれ （cm）	スパンデックス有 スパンデックス無	— —		ウエストから 7.0 ウエストから 8.1				
レオタード ＜女性＞ ゆとり量 マイナス （ヒップ周で 約14％）	伸 縮 （％）	スパンデックス有 スパンデックス無			9.2 0.0	23.0 13.0	17.5 10.0	20.0 0	スパンデックス有 ・動作に追隨して伸縮しピタッとフィットする
	衣 服 圧 （g/cm ² ）	スパンデックス有 スパンデックス無			0 0		0.1 1.2		スパンデックス無 ・体を90°にまげたとき衿がずれる.体を元にもどしたときフィットしにくい ・腕を曲げてから元にもどすとき肘のところがたるむ
	衣服の ずれ （cm）	スパンデックス有 スパンデックス無			— —		エリから 0.0 エリから 2.0		

表3 着用テスト試料明細

用 途	試 料	組	織	伸長率(%)	
				たて	よこ
野球ユニフォーム	スパンデックス有	3/1 ツイル	ポリエステル/綿 (スパンデックス5%混用)	2.4	37.5
	スパンデックス無	2/1 ツイル	ポリエステル/綿	1.2	3.0
ジーンズ	スパンデックス有	3/1 ツイル	綿 (スパンデックス2%混用)	22.5	2.7
	スパンデックス無	2/1 ツイル	綿	8.0	4.1
レオタード	スパンデックス有	トリコット ハーフ	ナイロン (スパンデックス17%混用)	195.0	138.0
	スパンデックス無	シングル ニット パイル	ナイロン (地糸) 綿 (パイル糸)	54.0	153.0

注) 伸長率：定荷重法(1.5kg/5 cm幅)で測定

衣服圧は極めて小型で薄い箔ひずみゲージをセンサとした試作装置で測定した⁹⁾。

ゆとり量が比較的大きい衣服である野球ユニフォーム(ズボン)について着用テストをした。寸法は同じであるが、衣服材料のストレッチ特性の異なる2種のもの(表3)について衣服の伸縮、衣服圧を測定した。皮膚の伸びは局所により異なるが、衣服は皮膚の上を移動して伸びを平均化しようとするので、皮膚伸びと衣服伸びとは必しも対応しない。しかしながら表4にあるように伸長率の高いスパンデックス有で作ったユニフォームは、衣服圧が小さく、衣服のずれも少ない(野球の場合、足首は締めているのでスンのずれはない)ことは明らかである。

ゆとり量の少ない衣服として、女性用ジーンズの着用テストを行った。たて方向によく伸びる衣服材料(表3)でできたジーンズはやはり同じ寸法でも衣服圧が小さく、衣服のずれも小さく、着用者も動作が楽にできるとコメントしている(表4)。

レオタードのように、動作に追隨していつもフィットすることが必要な衣服は、伸ばして着用すなわちゆとり量としてはマイナスになる。着用者のコメントにもあるように、動作に追隨して伸びるとともに元によくもどることが大切なことである(表4)。

動作によって身体と衣服の位置関係が変化する(ずれる)ので、皮膚伸びと衣服伸びの関係は非常に複雑である。

7. おわりに

用途別に適切なストレッチ特性をもつ衣服材料を開発するにあたって、もっとも基本データになる皮膚伸びについて、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。

一方、同一人にストレッチ特性の異なる衣服材料でつくった衣服を着用、動作をさせると、同じゆとりのときには、衣服材料の伸びが小さいと衣服圧は大きくずれる量も多く、着用者は動きにくく、圧迫感を感じることが確かめられた。また、レオタードのように常に体にフィットする必要のあるもの(ゆとり量はマイナス)は衣服材料が伸びるとともに元にもどりのやすさの重要性も指摘された。

衣服材料のストレッチ特性を評価するのにJISの5 cm(幅)×20 cm(長さ)の試料を一軸方向に伸長する方法だけでは、着用時の衣服伸び、皮膚伸びや衣服圧との関連がうまく説明できない。これは皮膚が水平、垂直方向に同時に伸縮することと、体と衣服の位置が動作によって移動するためだと考えられる。衣服材料のストレッチ特性は2軸伸長変形様式により評価されるのが適切であると考え、検討中である。

本実験は東洋紡 フィラメント第2部エスバ課、東洋紡ファッションプランニングインターナショナルの協力を得て行ったものである。

文 献

- 1) 原田; 繊維誌, 36, P212 (1983)
- 2) 三平; 「被服材料科学・被服機構学・被服衛生学」p. 217 (1970) 光生館
- 3) 大野; 家政誌, 30, 134 (1979)
- 4) 田中; 繊維誌, 34, P471, P494 (1981)
- 5) 丹羽; 染色工業, 30, 216 (1982)
- 6) 荒谷; 消費科学会誌, 23, 129 (1982), J. Mecheels; Kräfte an Textilin und Nähten der Kleidung in Abhängigkeit von Körperbewegung und Kleidungsschnitt (1980—9)
- 7) Du Pont; American Fabrics, No.64 (Summer 1964), No.92 (Winter 1971~72), W. Kirk, Jr., S. M. Ibrahim; Text. Res. J., 36, 37 (1966)
- 8) 笠井美恵子; 服装造形, (1965) 技報堂
- 9) 土田, 原田; 未発表