

被服着脱時の上肢の被服圧にみる身体への負荷と動作性評価について

Evaluation of Body Load and Ease of Movement in Terms of Strain of Clothing on the Arms
When Putting On and Removing Clothing

大村知子・稲見直子*・平林優子**
Tomoko OMURA, Naoko INAMI* and Yuko HIRABAYASHI**

（平成16年9月30日受理）

Summary

The focus of this study was on the ease of movement resulting from structural differences in the sleeves of upper-body wear when persons put on and remove clothing, from a standpoint of designing clothing with barrier-free. We quantified the load on the human body and examined its relationship to sensory evaluation by clarifying the temporal changes in strain of clothing on the arms, by means of sample experiments both at times of normal health and malfunction of the arms. The objective was to contribute to the self-reliance of the elderly and handicapped persons, in cases of malfunction of their arms.

These experiments in putting on and taking off clothing were performed on persons of normal health and those with the handicap of being unable to exceed 90 degrees of flexure of the right elbow. The experiments measured temporal changes in clothing strain at the following points: the right and left shoulders, the elbows, forearms, and anterior and posterior axilla. The major findings are stated below.

With respect to the movements involved in putting on and removing clothing, clothing strain was particularly high when putting on and removing sleeves and when fastening and loosening the buttons and other fasteners of cuffs and collars. The locations exhibiting the highest clothing strain were the elbows, followed by the shoulders and forearms. Clothing in the experiments with high sleeve tops and narrow sleeves displayed high clothing strain.

The reason why the clothing strain was high at the locations of the shoulders and forearms when putting on and taking off cuffs was because of the insufficient length of the sleeve due to the flexure of the elbow.

* 静岡市立小学校講師

** 静岡大学教育学研究科

I 緒言

動作機能性の高い衣服設計の要素には、デザイン、素材、パターンなどが挙げられる¹。そのうちパターンによる工夫ではアームホールの形状と寸法、袖山の高さ、袖付け角度などが考えられる。

袖の形状と形態安定に関する先行研究によれば袖山が低く、袖幅が広いものは着崩れの量が少ないとされ²、上半身用の衣服の「きつい、ゆるい」の感覚には袖幅が影響するとの報告がある。これらはいずれも着装している時であって、着たり脱いだりの動作プロセスにおける評価に関しては、著者らの視覚に障害があるケースの報告^{3,4}の他にはほとんど報告は見あらず、まだ十分に解明されているとは言えない。

他方、衣服を着たり脱いだりする際の被服が生体に負荷する圧に関する報告も見当たらない。

そこで、被服のバリアフリー設計の視点から、着脱時における着装機構の追究を目的に上衣の袖の構造の違いによる着脱動作性に関して、上肢の健常時と機能低下時における身体負荷を衣服圧により把握して定量化を試み、官能評価との関係を検討する。本事例実験の結果から、高齢者や障害者の上肢の機能低下における衣生活環境への適応と着装行動の自立に資することを目的として考察する。

II 方法

1 被験者

被験者は、健康な20歳の女子学生1名で、成人女性に出現頻度が最も高いA体型（JIS体型区分）に核当する標準的な体型で、利き手は右手である。

2 障害条件と障害設定の方法

上肢障害に関する予備実験において、着脱動作は肘90度屈曲のケースが所要時間が最も長く、圧迫感を感じたという官能評価を得ている。肘の90度以上屈曲の可否が日常生活の活動能力に大きく影響するとされ、リハビリテーションにおいても重要とされている⁵ことから、右肘90度屈曲を設定した。右手に設定した理由は、麻痺がある場合の着衣方法として、患側から着る⁶とされていることに拠った。障害は肘を90度に屈曲し、肘関節の内側に90度の金折（7.5cm）をあて、幅38mmの粘着包帯によって固定し、さらに、手首の内側に長さ20cmの定規を包帯で固定させることにより、手首の回旋を制限した。

3 実験衣

実験衣の布の諸元は表1の通りである。

表1 実験衣の布の諸元

組成	組織	密度(本/cm)		引っ張り強度(kgf)		伸び率(%)	
		タテ	ヨコ	タテ	ヨコ	タテ	ヨコ
綿100%	平織	28.1	27.8	34.4	16.1	16.6	16.1

袖付け線の構造で一般的にもよく用いられているのがセットインスリーブとラグランスリーブである。セットインスリーブの袖山の高さは、アームホール（以下AHと略して示す）に対して外出着がAH/4 + 2 ~ 3cm、平常着類ではAH/4、下着類と活動着類は、AH/5 ~ AH/6とされる⁷ことから、今回の実験衣は、AH/4とAH/6のセットインスリーブ2種（以後それぞれA4、A6と呼ぶ）にラグランスリーブを加えて計3種作製した。パターンは文化式原型作図法を用い、被験者の身体寸法で作製した。袖山の高さは、A4が10.6cm、A6が7.0cmであった。

4 被服圧計測方法と測定部位

被服圧とは、被服と人体との間の接触圧のことで、運動機能性を評価する指標として最も重要である⁹とされている。

被服圧測定装置は、柔軟な面や曲面の測定ができ、動作時の変化をリアルタイムで測定できる AMI 社製の接触圧変換器 (AMI3037-2 (2B)) を用いた。実験装置の構成は図 1 に示した。着脱動作と被服圧との関連をみる目的で被験者の前・右・左の 3 方向から測定と同時にビデオ撮影もした。

動作は、筋収縮→骨の回転運動→身体運動の順に起こるため、その際の体型変化の主たる要因としては筋収縮にともなう筋の変形と骨の位置移動があげられ⁹、肘関節は筋の変形、肩部周辺の変化は肩甲骨の動きによる体型変化、腋窩部は上肢運動によるといえる。測定点は、上肢運動による変化の大きい肩先点、肘点上部、前腋窩点、後腋窩点および前腕部 (手首点と肘点の間点) それぞれ左右に設定し、計 10 計測点を測定した。

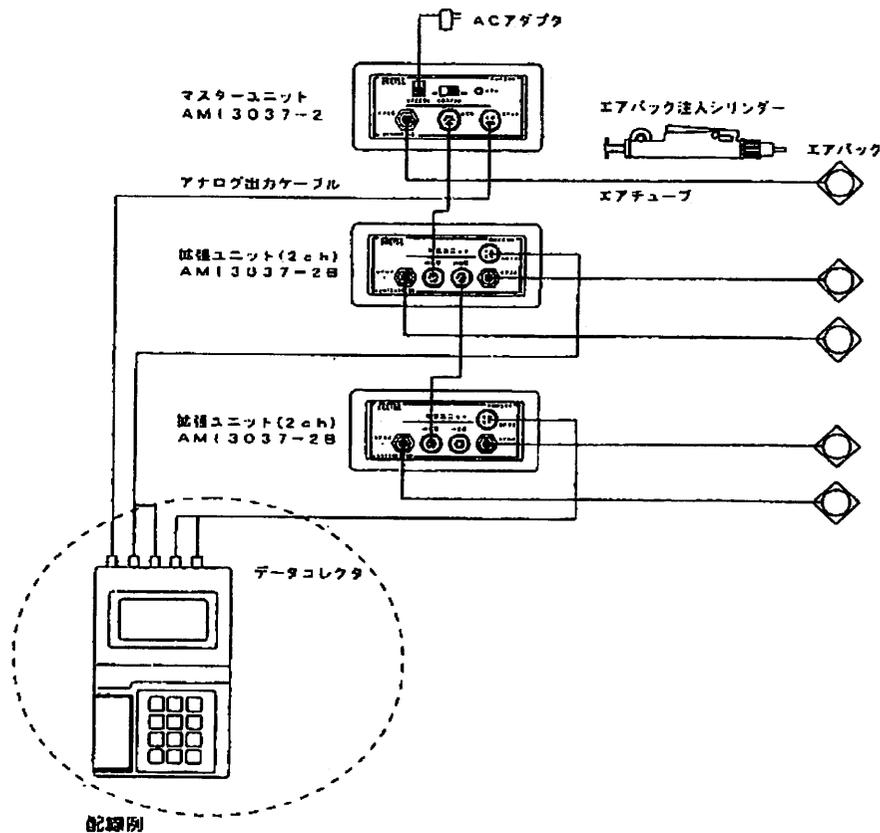


図 1 被服圧測定機器の構成

5 官能評価

着衣・脱衣それぞれの終了後に、各測定点での圧迫感について、「とてもきつい」、「ややきつい」、「どちらでもない」の 3 段階で官能評価を行った。これらは短時間の動作なので、すべての部位について意識しながら行うのは困難であることを考慮して、「わからない」の回答欄を設けた。さらに総合評価として、「とても着 (脱ぎ) にくい」、「やや着 (脱ぎ) にくい」、「どちらでもない」、「着 (脱ぎ) やすい」の 4 段階評価による回答も得た。評価は、「とてもきつい」を 1 点、「ややきつい」を 2 点、「どちらでもない」を 3 点、総合評価は、「とても着 (脱ぎ) にくい」を 1 点、「やや着 (脱ぎ) にくい」を

2点、「どちらでもない」を3点、「着（脱ぎ）やすい」を4点として数量化し、解析した。

6 実験環境

実験場所は本学部被服学実習室で、実験の日時は2001年11月26日（晴、室温22℃、湿度43%）11月30日（晴、室温24℃、湿度45%）であった。

Ⅲ 結果および考察

1 上肢の被服圧にみる着脱時の身体への負荷

上衣着脱動作は、肩や肘などの上肢の関節の動きが複雑に複合された運動であり、それらに対応して、円滑に着脱動作ができる被服設計をすることは衣服機構上の重要な要件である。

先ず、着脱時の上肢の動きに対する身体にかかる負荷である最大被服圧の3回の繰り返し実験の平均値を表2に示す。

表2 各測定部位における実験衣別最大被服圧

（単位：kPa）

実験衣		AH/4		AH/6		ラグラン			
	測定部位		着衣	脱衣	着衣	脱衣	着衣	脱衣	
健常	前腕	R	1.33	1.38	1.39	1.64	1.30	1.35	
		L	1.67	2.02	1.96	1.75	2.25	1.78	
	肘	R	4.31	4.49	5.37	3.76	4.43	3.91	
		L	1.98	2.21	2.45	1.78	2.32	1.96	
	肩	R	2.94	1.61	2.35	1.80	2.82	1.56	
		L	2.92	2.37	2.75	2.68	3.41	2.16	
	前腋窩	R	0.45	0.29	0.75	0.23	0.42	0.05	
		L	0.21	0.25	0.45	0.38	0.30	0.09	
	後腋窩	R	0.90	0.42	0.52	0.45	0.22	0.33	
		L	0.68	1.21	0.76	1.06	0.37	0.74	
	障害	前腕	R	2.18	1.25	2.02	1.31	1.58	1.53
			L	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
肘		R	1.34	0.97	0.86	1.14	1.43	1.26	
		L	2.08	2.52	2.21	3.62	2.68	4.98	
肩		R	3.20	2.33	3.17	2.63	2.90	2.92	
		L	2.81	1.76	1.96	1.80	2.00	1.74	
前腋窩		R	1.09	0.93	0.99	0.84	0.61	0.18	
		L	0.65	0.38	0.57	0.56	0.34	0.05	
後腋窩		R	0.10	0.30	0.14	0.15	0.27	0.48	
		L	0.51	0.54	0.31	0.62	0.28	0.29	

L：左 R：右 太字は健常と障害の各最大値

健常時では、実験衣別に各部位の被服圧をみると、いずれの実験衣も、前腋窩点および後腋窩点における被服圧は低く、右肘における被服圧が最も高かった。

着衣では、袖山の低い実験衣A 6の右肘の被服圧が最高、実験衣A 4の左前腋窩点が最低値であった。脱衣では、A 4における右肘の被服圧が最高で、ラグラン袖の左前腋窩点の被服圧が最低値であった。

障害設定時では、着衣時の被服圧の最高値は、A 4の右肩先点、脱衣はラグラン袖の左肘であった。左前腕部は、着脱ともに被服圧はほとんど認められなかった。健常時の被服圧と比較すると、全体的に健常時よりも被服圧値は低かったが、右前腕と右肩では高い被服圧を示した。これらのことから障害があると、負荷がかかる部位や値が健常時とは異なることが明らかになった。これは、右肘の可動域を制限したことにより動作範囲が狭まり、着脱動作が限定されたことが原因であると考ええる。

次に、健常時におけるA 4実験衣の着脱動作の被服圧経時変化を図2に示す。左右の前腋窩、後腋窩は、いずれも被服圧が小さく、経時変化もほとんどみられなかったが、前・後腋窩以外の部位では、大きな振幅がみられた。つまり、負荷のかかる部位や大きさは動作プロセスで異なり、経時変化していることが確認された。特に被服圧が高かった着衣動作では、左袖に腕を通す時と衿元のボタンをかける時および左右カフスのボタンをかける時大きな振幅を示した。前開き部分の留め具装着では衿元から裾に下がるにつれて留め具着脱時の被服圧は低くなる傾向を示した。

脱衣時の被服圧の経時変化と動作との関連は図3に示した。脱衣も着衣と同様に衿元とカフスのボタンをはずす動作時に高い被服圧を示し、前開き部分では、留め具の部位が衿元から裾にいくにつれてはずす時の被服圧は低くなる傾向がみられた。負荷の高い部位は着・脱とも同じであったが、被服圧の振幅の大小は着衣の方が脱衣より頻繁に現れた。

つまり、いずれの実験衣においても着衣の方が脱衣よりも上肢の動作は複雑で身体への負荷が大きく、かつ負荷のかかりかたも複雑であった。着衣動作時の肘点の被服圧は、健常では、左袖に腕を通す時と衿元のボタンをかける動作時が高く、左肘より右肘のほうが高い圧を示した。着衣基体は動作により体表面の長さや形状が変化する¹⁰ことが知られている。すなわち肩の外転では袖下丈が10～20%増加し、肘を屈曲すると筋の膨隆と腱の張り出しによって肘囲が増大し、骨が突出するので上肢の体表長も増加¹¹するので、袖丈が不足する。これらに関わって右肘への負荷が高くなったと考える。ボタン着脱時の主動作となっている肩関節と肘関節の動作角度の変化をみると、肘や肩の可動域がほぼ同じで左右対称的な動作であることから、左右差が小さいといえる。

一方、障害を設定した状態では、動作別にみた被服圧の差が健常より小さくなったが、衿元の留め具かけはずし動作時の左肘部分は、他の部位より高い被服圧を示した。左右の肘にかかる被服圧も健常の時とは反対に左肘のほうが高かった。つまり今回の実験衣の袖とそれにかかわる構造および寸法では、上肢の動作性が充分ではなかったといえる。さらに右上肢の障害によって衿元のボタンの位置が右手の届く範囲外になるので、左手のみでボタンかけ動作を行っていたことから左肘の被服圧が特に高くなった。このことから袖部のバリアフリー設計では、患側への配慮より健側のバリアを軽減することが重要であるといえよう。これらを、実験衣別にみると、袖幅が最も狭いA 4（袖山が高くなるほど袖幅は狭くなる¹²）は、左袖と衿元の着脱で最も負荷が高かった。肘の動作域が限定された場合、袖の構造の違いの影響が顕著に現れることがわかる。つまり、屈曲による肘囲や袖丈の増大に対する袖幅が肘点における被服圧にも影響していると考えられる。被服は動作による体型の変化に対応し、できるだけ抵抗の少ないものが好ましいことから、上肢のバリアフリーには袖幅のゆとり量が深く関わるといえた。

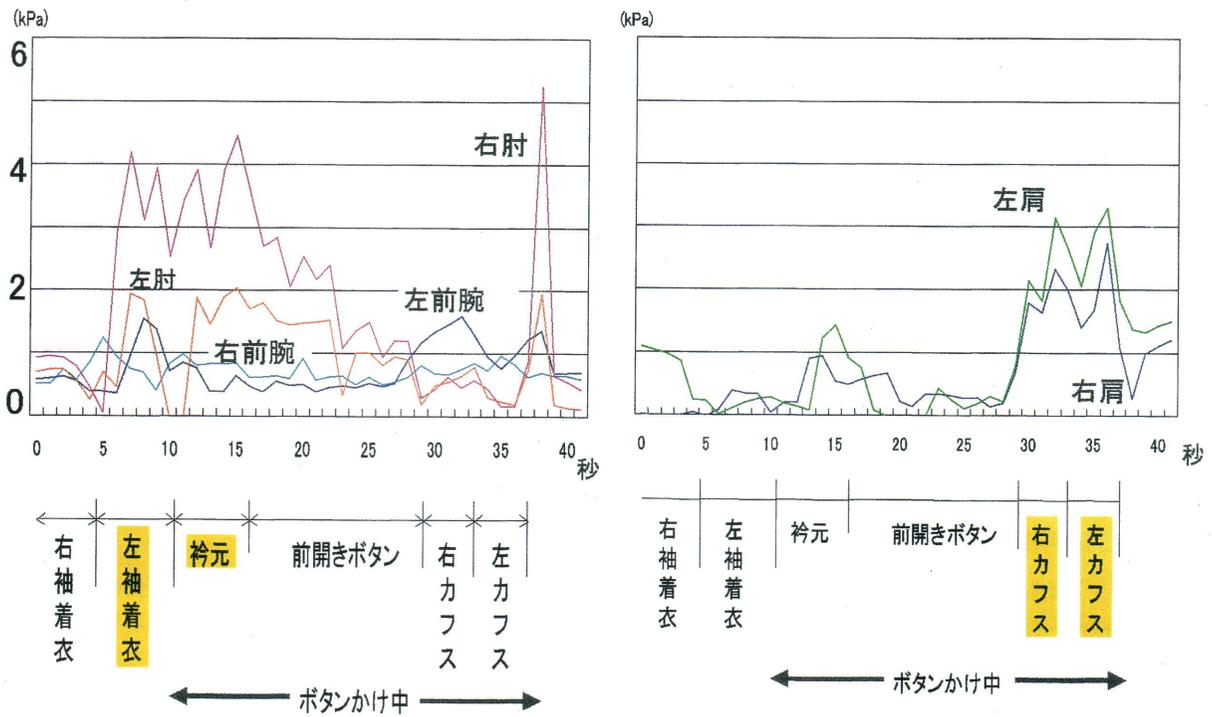


図2 着衣動作時の被服圧の経時変化

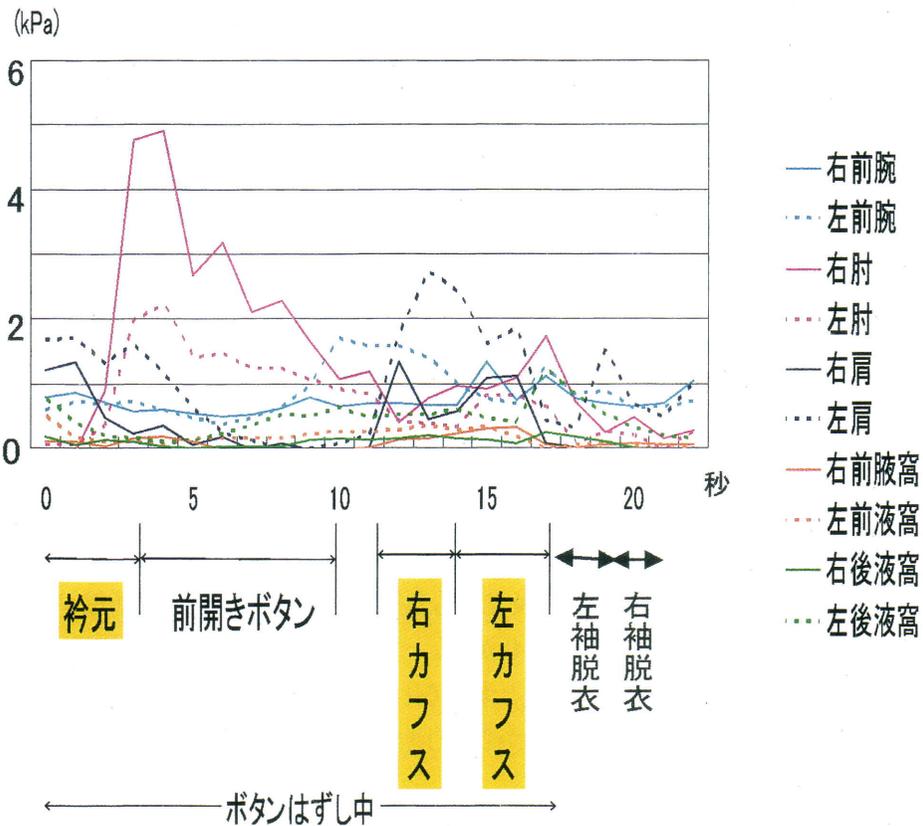


図3 脱衣動作時の被服圧の経時変化

障害時の衿元の着衣動作における左肘では、A4とラグラン袖はほとんど同じ被服圧で、袖幅の広いA6の被服圧が最も低かった。つまり、健常側の袖幅にゆとりが多い方が着る時のストレスが少ないといえる。着衣時の肩先点における実験衣別にみた被服圧を図4に示した。カフスを留めるためには、肘関節を曲げたまま袖口を手首付近で固定するため、袖丈が不足して(袖丈は約3cm増加するといわれている¹³⁾ 肩部(被服でいえば袖付け部分)に負荷を与える結果となることが推察される。健常では左右差がほとんどみられなかったのに対し、障害時は、衿元と右カフスの動作で被服圧の左右差が大きく、右肩には高い被服圧を示した。右上肢に障害がある場合、右腕の可動域の減少を左腕で補うために左肩を上げて左上肢全体で動作する。このため、衣服の左肩先部分が浮き、圧は低くなるので負荷が小さくなることが推察できる。

脱衣動作時の肩先点における実験衣別被服圧を図5に示す。セットインスリーブとラグランの右障害でのカフスをはずす時の被服圧は高いが、動作による差は着衣より小さかった。

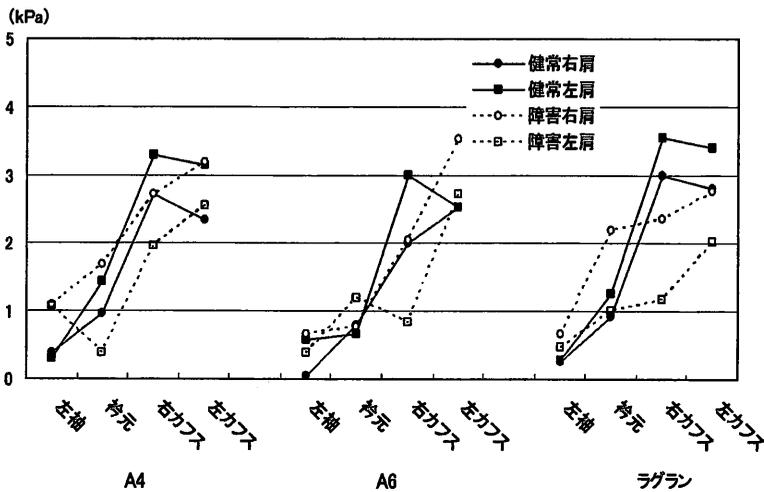


図4 着衣動作時の肩先点における実験衣別被服圧

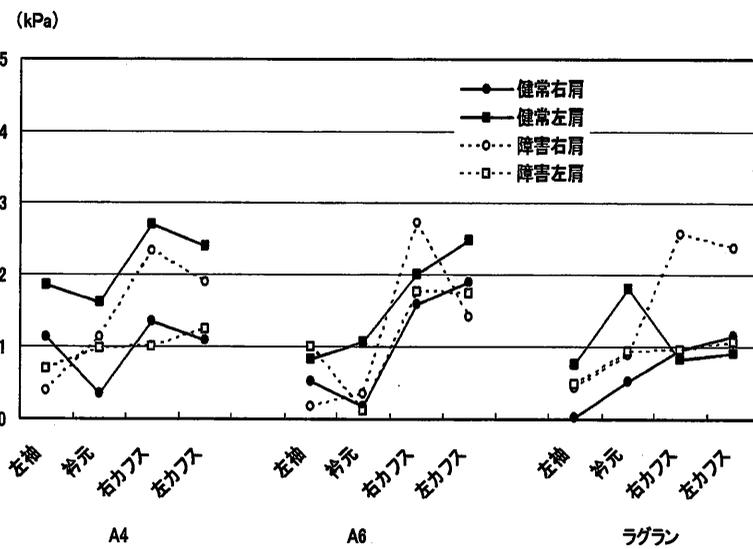


図5 脱衣動作時の肩先点における実験衣別被服圧

図6、7は肘点の実験衣別被服圧である。

着衣時は健常のほうが被服圧は高かった。これは、障害がないので自由に広い可動域で腕を動かして袖を通すために、肘の部分には障害がある場合より高い圧がかかる瞬間があることを示す。脱衣では使えない右障害を除き衿元のボタンかけで圧が大きかった。

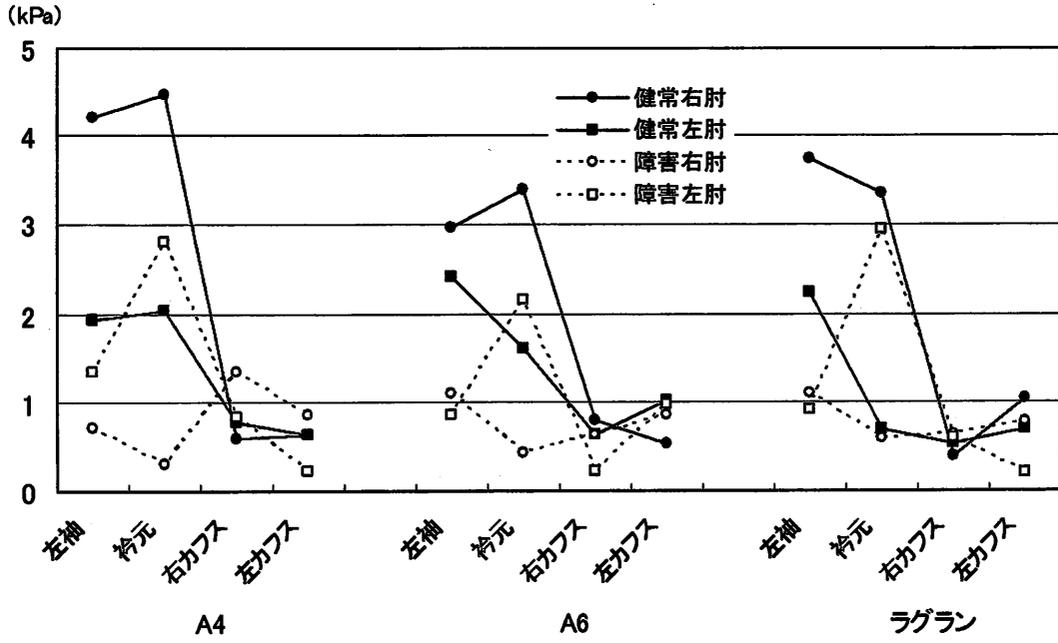


図6 着衣動作時の肘点における実験衣別被服圧

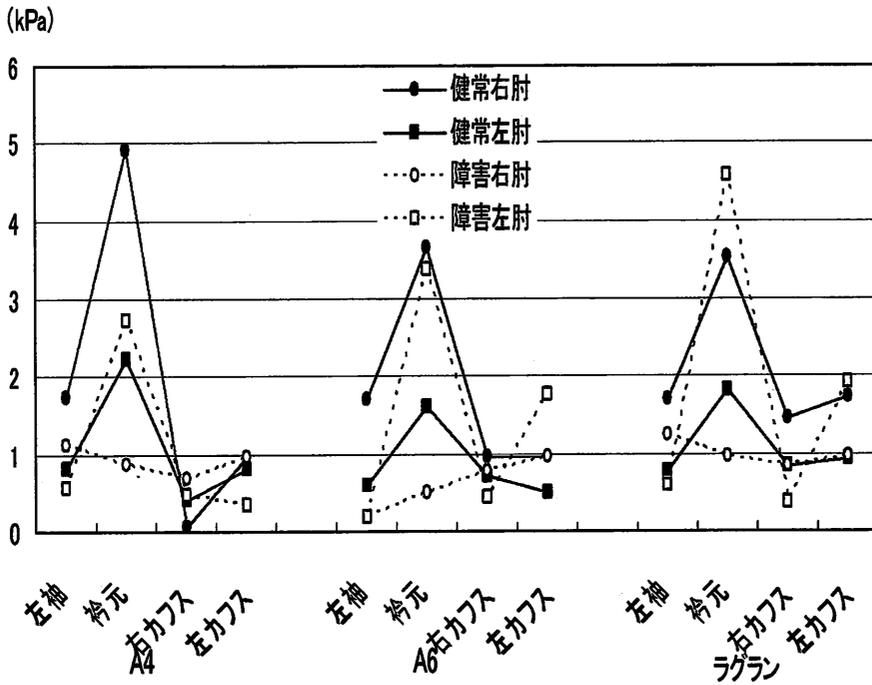


図7 脱衣動作時の肘点における実験衣別被服圧

次に、前腕部における実験衣別被服圧を図8に着衣、図9に脱衣を示した。実験衣の差はわずかであった。

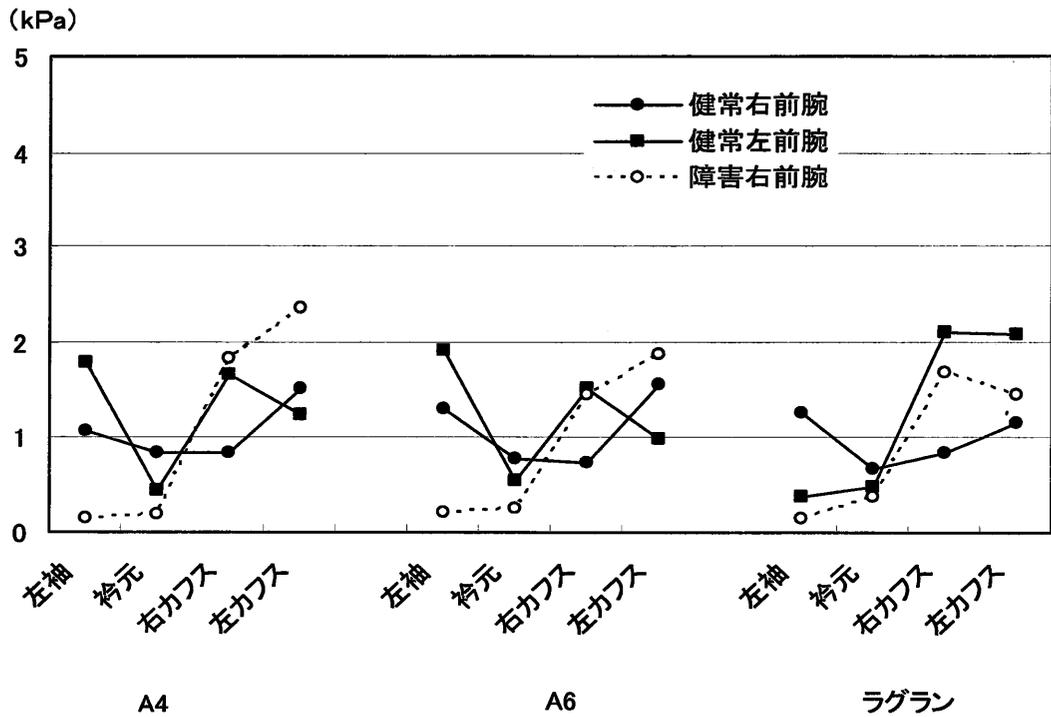


図8 着衣動作時の前腕部における実験衣別被服圧

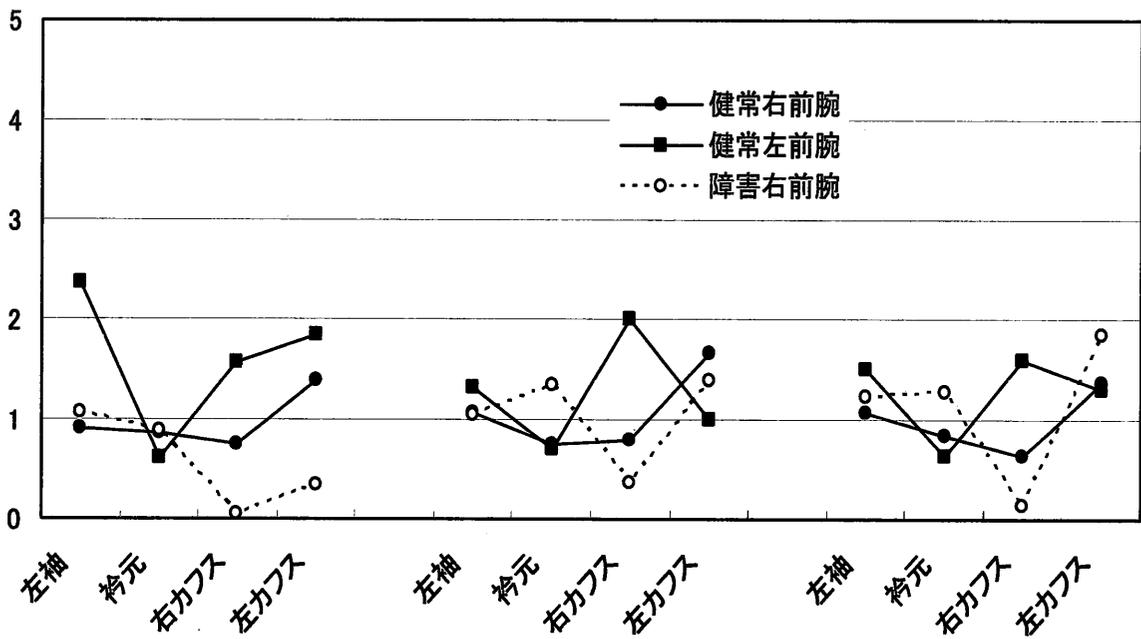


図9 脱衣動作時の前腕部における実験衣別被服圧

以上の結果、障害があっても脱衣は着衣より動作が容易であり、右腕の回旋や屈伸が妨げられた場合でも、脱衣時には大きな負荷はかからなかったことから、前開きの上衣を脱ぐ場合は、健常側の上肢から袖を先に抜けば、バリアが少ないといえた。袖付け寸法や構造の差は顕著ではなかった。

つまり、バリアフリー設計課題は着衣時の着やすさを確保することによって解決することが多いことがわかった。袖幅で解決するか袖付けの寸法と構造によって解決するのが有効かについては、明らかにならなかったので実験事例を増やしてさらに検討したい。

2 官能評価について

計測部位別の被験者による着脱評価の平均値と標準偏差を表3に示す。着衣と脱衣の評価の違いについては、左右の肩と後腋窩点で危険率5%以下の有意な差が認められ、いずれも着衣の方が評価は低く、圧迫感も強く、着衣動作には困難を伴うことがわかった。可動が自由な健常者の方が着・脱の評価の差が顕著であった。

表3 計測部位別にみた着脱性の官能評価の平均値、標準偏差と検定結果

計測部位	健常					検定結果	障害あり				
	着衣		検定結果	脱衣			着衣		検定結果	脱衣	
	\bar{x}	SD									
右肩	2.44	0.53	*	3.00	0.00		2.67	0.50		3.00	0.00
左肩	2.33	0.50	*	3.00	0.00		1.89	0.60	*	3.00	0.00
右肘	3.00	0.00		3.00	0.00	*	2.22	0.67		2.00	0.71
左肘	2.56	0.53		3.00	0.00		3.00	0.00		2.67	0.71
右前腋窩	3.00	0.00		3.00	0.00		3.00	0.00		3.00	0.00
左前腋窩	2.89	0.33		3.00	0.00		3.00	0.00		3.00	0.00
右後腋窩	2.44	0.53	*	3.00	0.00		2.56	0.53		3.00	0.00
左後腋窩	2.33	0.50	*	3.00	0.00		2.56	0.53		3.00	0.00
右前腕	3.00	0.00		3.00	0.00	*	2.00	0.00		1.78	0.44
左前腕	3.00	0.00		3.00	0.00		2.67	0.71		3.00	0.00
総合評価	3.11	0.78	*	3.89	0.33	*	2.33	1.00	*	3.22	0.44

*:危険率5%で有意差

障害設定時の着衣で最も評価が低かったのは左肩、脱衣では右前腕部が最も評価が低かった。着衣と脱衣の評価に有意差（危険率5%以下）が認められたのは、左肩だけであった。つまり、上肢片側の障害では、着衣・脱衣間や部位間の負荷の評価には大きな違いはなく、患側の右前腕部は着脱ともに負荷を感じる部位といえた。着やすさに対する被験者の総合評価からは、上肢の可動域が制限されることによって着衣の動作が困難と感じていたことがわかる。

間壁らは¹⁴、ブラウスの着用時の前腋窩周辺では、0～2.7kPaは圧迫感なし又はやや感じる、2.7～4kPaでは中程度、それ以上では強い圧迫を感じて非常に不快としている。また、山藤らは¹⁵、肩部は0.2kPa、上腕部は0.1kPa、前腕部は0.15kPaで不快を感じるという。

本実験においても着脱動作時にはかなり大きい被服圧がかかっていたが、いずれの部位においても、被服圧値の高低と評価の良否とが一致するとはいえなかった。すなわち、これらの高い被服圧は瞬間的に発生することが多いために、被験者がそれを認識するのが困難であったことが考えられる。言い換えれば、負荷を知覚していない場合でも、実際にはある着脱プロセスにおいては負荷がかかっている

て、バリアが生じていることがわかった。つまり官能評価だけでは着心地改善の部位やどの動作時にバリアが生じているのかなどを十分に捉えていないことがわかり、バリアフリー設計の基礎資料を得るには、今回のように身体負荷の経時変化を定量的に、分析することが有効であることもわかった。

IV 総 括

本報では、衣服を着脱する際のバリアフリーの衣服を設計するための基礎資料を得る目的で、上衣の着用実験を実施し、被服圧を検討することによって着脱動作の難易性を把握しようと試みた。

着用実験は健常のほか右肘 90 度屈曲の障害を設定して行い、上衣着脱時のいずれも左右の肩先点、肘部、前腕部、前腋窩点、後腋窩点の 10 部位における被服圧の経時変化を測定して、身体への負荷の捉えた。1 例による事例研究として着脱動作性と被服圧との関係、袖の構造と身体負荷との関係などについて検討した。

主な結果は、次のようであった。

1. 着脱動作における被服圧の経時変化について

負荷のかかる部位や被服圧の大きさに顕著な違いが認められ、特に高い被服圧を示したのは、着衣では左袖に腕を通すまで、脱衣では前開き部分を広げて腕を抜くまでの動作、衿元とカフスの留め具のかけはずしは共通して負荷が高い動作であった。これらの動作時に高い被服圧を示した部位は、肘、肩、前腕部であった。

2. 袖の構造との関わりについて

袖山が比較的高く、袖幅が狭い実験衣 A 4 で被服圧が高い傾向がみられた。肘の屈曲による肘囲の増加などに対応するために、袖幅が広く動作性が優れた衣服が有効であることが検証された。上肢障害時は衿元の留め具着脱動作の難易性の評価は被服圧と関連が認められた。

3. 袖口のカフス着脱との関わりについて

カフス着脱動作では、肩先点と前腕部において高い被服圧が計測され、肘屈曲による袖丈の増加が要因として考えられた。障害の有無や袖の構造の違いによる顕著な差は認められなかった。

以上のように、衿元やカフスの留め具のかけはずし動作においては、いずれも高い被服圧を示し、負荷が高いことがわかった。すなわち、留め具の着脱性と被服圧は相互に関わりあい、着脱のバリアフリーにむけた重要な課題である。肘点も被服圧が高く、動作が困難であった。このことから、肘や肩、前腕部にかかる負荷を減らし、患側の腕の動作を容易にする広い袖幅、後腋窩部に負荷がかからない袖ぐり構造の検討がバリアフリー設計の課題であるといえた。

今回の着用実験によって、被服圧は身体負荷の定量化の指標となり、着心地のよい着装機構評価に有効であることがわかった。

今後は、測定部位と装着方法をさらに検討し、より少ない計測点から負荷の様相を把握できるか否かについても追究したい。

被服の着脱は高齢者や障害者に大きな負荷を伴うが、一方では生活の自立に寄与するところが大きいといわれる。衣服構造やディテールの工夫に加えてストレッチ性素材の選択という面からのデザインへの対応によって着脱時の被服圧を軽減することが可能であり、負荷の少ないバリアフリー設計に近づくといい示唆を得た。

本研究は、科学研究費（課題番号 11680106）による研究の一部である。

引用文献

- 1 文化女子大学被服学構成学研究室編「被服構成学 理論編」 文化出版局 (1985) pp.237 ~ 260
- 2 猪又美栄子、堤江美子、西野美智子「衣服のゆとりと動作適合性に関する一考察」家政学雑誌 Vol.33 No.3 (1982) pp.129 ~ 135
- 3 大村知子、稲見直子、川口 綾「バリアフリーの衣服デザインのための基礎的研究 視覚障害における留め具の装着製」静岡大学教育学部研究報告 自然科学篇 53号 (2003) pp.53 ~ 66
- 4 大村知子、稲見直子、川口 綾、ヒル美子「バリアフリーの衣服デザインのための基礎的研究 第2報 視覚障害者における上衣の形の判定および留め具と脱衣の難易性について」静岡大学教育学部研究報告 自然科学篇 54号 (2004) pp.51 ~ 66
- 5 村田秀雄「肘関節の関節可動域と日常生活動作について」リハビリテーション医学 Vol.14 No.3 (1977)
- 6 小林一成、米本恭三「更衣動作」総合リハビリテーション Vol.20 No.9 (1992)
- 7 石毛フミ子「実験衣服構成学」 同文書院 (1967) pp.160 ~ 162
- 8 田村照子「基礎被服衛生学」文化出版局 (1985) p.157
- 9 同上 pp.140 ~ 141
- 10 文化女子大学被服学構成学研究室編「被服構成学 理論編」 文化出版局 (1985) pp.171 ~ 172, 237 ~ 260
- 11 間壁治子、百田裕子「上肢動作と衣服パターンとの関連について (第1報)」—上肢動作による高径およびブリーフの変化を含めた寸法の変化と衣服パターンとの関係— 繊維製品消費科学 Vol.32 No.1 (1991) pp.27 ~ 33
- 12 祖父江茂登子、田村照子、林隆子「基礎被服構成学」 建帛社 (1988) p.83
- 13 柳沢澄子「衣服体型学」 光生館 (1991) p.14
- 14 間壁治子、百田裕子、三野たまき、上田一夫「上肢動作と衣服パターンとの関係 (第3報)」繊維製品消費科学 Vol.33 No.12 (1992) pp.649 ~ 660
- 15 山藤利加、牧祐木子、山田智子、伊藤紀子「婦人用肌着の着用感におよぼす被服圧及び接触面積の影響」日本家政学会第51回大会 研究発表要旨集 (1999) p.205