バイアスカット布の下垂形状の分析

日本女子大学 大塚美智子

聖徳大学 三石幸夫

信州大学 清水義雄

Analysis of the Hanging Shape of the Bias Cut Cloth

Michiko Ohtsuka^{*1}, Yukio Mitsuishi^{*2} and Yoshio Shimizu^{*3}

^{*1}Japan Women's University, 2-8-1, Mejirodai, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8681, Japan

^{*2}Seitoku University, 550, Iwase, Matsudo, Chiba 271-8555, Japan

^{*3}Shinshuu University, 3-15-1, Tokida, Ueda, Nagano 386-8567

Abstract: For the purpose of improving the accuracy of apparel product design or wearing simulation software, two kinds of Shingohsen SG₁ and SG₄, used in the previous report were employed to study the relationship among the material characteristics and the hanging shape, the extension in the bias direction, a thinning phenomenon and the like when sewn products were worn. 1. The thinning ratio of each sample in the bias direction was high for SG₄ at a low extension, but high for SG₁ at a high extension. 2. Based on a change in the thinning ratio of a full circular skirt of 60 cm in length with time, the own weight of the full circular skirt was assumed to exert an influence close to that in a state of a highly extended sample cloth. 3. The widths were recovered in a part of 20 to 30 cm down from waistline in both SG₁ and SG₄. This is considered as a result of the cloth contacting the body in the part and measured values depending on the shape of the body. 4. The greatest problem of the simulation in both SG₁ and SG₄ was that the randomness of the hemline length was not expressed. The reason for this is thought to be the simulation without consideration for properties of thinning and extension depending on the own weight of the cloth or the contacting figure type.

(Received 30 April, 2003; Accepted 25 December, 2003)

1. 緒言

素材の力学的性質は衣服の造形性や機能性を大きく左右するものであり、とりわけ布のバイアス方向の持つ変形しやすい性質は、衣服の型崩れの大きな要因であると同時に、高い自由度を持つ性質として注目に値する[1,2,3]。しかし、現在これらの情報は極めて少ない。特に、バイアスカットの衣服は左右対称のパターンを用いて作製しても、時間経過に伴い、ヘムラインに明らかな歪みが発生する。たとえば、たて糸が右上がりのバイアスとたて糸が左上がりのバイアスとでは歪みの度合いが異なり、非対称な形態的物性を示す。我々は既報[3]で、従来は左右対称な形態的物性をもつと考えられている織物の形態的、力学的物性の非対称性に着目し、織物の保形性や縫製機能性に大きく関係すると考えられる左右バイアス方向の物理的挙動の相違について検討し、この原因として織組織、織糸の撚方向

や撚数、太さが左右差を引き起こす大きな要因と考えられると報告した。このバイアス方向の形状の現れかたの実際を実物製品で検証することは、製品設計のみならず、着装3Dシミュレーションソフトの精度を高める上でも重要な意味を持つ。そこで本研究では、前報[2]で用いた新合繊素材の中から、最も代表的なタイプ、織糸が極細繊維からなり、膨らみ感があり、たて糸は撚りが少なく、よこ糸は強撚糸を用いたタイプー第1分類グループの中から2種の新合繊素材を選択適用して、その実際と原理を検証し、素材特性と縫製品の着装時の下垂形状とバイアス方向の伸び、痩せとの関連を明確にし、アパレル設計や着装シミュレーションの精度を高めるための一つの試みとして検討を行った。

2. 試料および方法

試料は新合繊素材 2 種、ポリエステル 100%, SG₁, SG₄, を用いた。表 1 に各試料布の諸元を示す。SG₁ は帝人(株)製のアジェンティ®で、最も代表的な膨らみ感のある織糸からなるニューシルキーに属する。SG₄ は同じく帝人(株)製のシルドルレジェルテ®で、表面に産毛をもつサンドシルク調のピーチスキンである。試料の特性については、走査型電子顕微鏡による表面写真、引張り強伸度、摩擦係数、剛軟度、ドレープ性、耐摩耗性を測定した。試料片の痩せ量は幅 50mm の試料を試長 100mm にして、テンシロン引張試験機に装着し、5.0, 7.5, 10.0, 15.0%伸長時の試料片の中央部幅を測定し、原試料の幅に対する%により求めた。応力緩和、弾性回復率は幅方向の減少(痩せ量)と同様の試料を用い、2.5, 5.0, 10.0, 15.0N の応力を示す伸長度まで伸長し、1 分間放置までの応力緩和を測定し、その後直ちに応力を 0 になるまでもどし、その瞬間の弾性回復率を求めた。表面摩擦係数は最も一般的な傾斜板法で

測定、折り目摩擦はユニバーサル型摩擦試験機、エメリーパーペーパー使用で破壊までの摩擦回数で求めた。縫製品の保形性については、スカート丈 60cm の全円サーキュラスカートを製作し、7 号サイズのヌードボディに装着させ、下垂時の形状および、バイアス方向の伸びと痩せについて時間経過に伴う変化量を測定した。

さらに着装 3 D シミュレーションソフトを用いて、全円サーキュラスカートのようなドレープの多い衣服をシミュレーションさせるためにはどのような物性データが必須となるのかを究明するために、新合繊素材の SG₁, SG₄ の 2 種の素材について K E S で測定した物性値を入力し、一般に使用されている 3 D ソフト(i-Designer)を用いて三角メッシュの計算回数を 10 万回に設定し、実験的に全円サーキュラスカートを 3 D でシミュレーションして非接触 3 次元デジタイザシステムによる実物スカートの 3 D 形状と比較検討した。

Table 1 Fundamental data of sample fabrics.

Sample fabric	Component fiber	Weaves	Thickness (mm)	Density of yarn (warp*weft) (n/cm)	Weight (g/m ²)	Remarks
SG ₁	Polyester 100%	Plain	0.33	62*28	164.6	Shingohsen material
SG ₄	Polyester 100%	Plain	0.21	77*39	94.0	Shingohsen material

3. 結果および考察

3.1 素材特性

図 1 は各試料の表面の走査型電子顕微鏡 (S E M) 写真である。SG₁, アジェンティ®はたて糸があまい Z 撚り、よこ糸は S 撚りで、撚数が大で、たて糸の出入りが大きい構造である。SG₄, シルドール・レジェルテ®はたて糸は極めて甘い S 撚りで太く、よこ糸は強撚糸の Z 撚りで、細く、たて糸、よこ糸の太さの差が顕著である。

表 2 には両素材の基本物性を示す。SG₁ は重量が大で、摩擦係数の小さな素材であり、SG₄ は、重量が小で、摩擦係数が SG₁ より大であり、その他は類似している。ここで摩擦係数の warp×warp などは織物同士のたて方向とたて方向をスライドさせた場合などの摩擦係数を示す。

上記の基本物性をもつ試料の力学的特性としての痩せの現象、応力緩和、および弾性回復率の引張り試験機による定量的測定結果を以下に示す。表 3 には各試料の所定伸

長度における痩せ率を示した。また、図 2 には表 3 の中より、特に伸長に対して痩せの大きい各試料の所定伸長度におけるバイアス方向の痩せ率を示した。バイアス方向 5% の伸長度では SG₄ の痩せ率が大であるが、10% 以上では SG₁ の痩せ率が大である。図 3 は各試料の弾性回復率で、これは所定荷重(応力)まで伸長し、1 min 応力緩和後の瞬間の弾性回復率を示したものであるが、弾性回復率はたて方向の低荷重時は SG₄ の方が大であり、よこ方向、バイアス方向は SG₁ の方が大である。図 4 は各試料を所定荷重まで伸長し、1 min 後の応力緩和を初期応力を 100 とし、その%で示したものである。図 3, 4 より明らかなように、各荷重負荷時の伸長における応力緩和と弾性回復の関係は、応力緩和の大きいものは弾性回復率が小であることがわかる。ただたて方向の低荷重伸長時の応力緩和を除き、よこ方向とバイアス方向において SG₄ の応力緩和が SG₁ より大であったが、SG₁ は、高荷重時に応力緩和が SG₄ 近づく傾向を示した。

(a) SG1

(b) SG4

Fig. 1 Scanning electron microscope photographs of sample fabrics.(a,b)

Table 2 Fundamental properties of sample fabrics.

Sample fabric	Warp		Weft		Coefficient of surface friction			Flexibility*		Drapability	Fold abrasion	
	Strength	Elongation	Strength	Elongation	warp×warp	warp×weft	weft×weft	warp	weft	(Drape coefficient)	warp	weft
	(N/25mm)	(%)	(N/25mm)	(%)				(mm)			(times)	
SG ₁	30.8	48.5	20.7	46.0	0.5	0.5	1.9	32	29	0.237	85	92
SG ₄	29.7	33.2	17.0	34.7	1.8	2.0	2.3	30	23	0.223	70	115

*Cantilever

Table 3 Thinning percentage of width of sample fabrics.

Sample	Elongation (%)	Thinning percentage of width (%)		
		warp	waft	Bias
SG ₁	5.0	98.7	99.8	90.1
	7.5	97.1	99.0	85.3
	10.0	96.4	99.4	79.7
	15.0	95.7	98.9	71.2
SG ₄	5.0	97.2	97.6	88.4
	7.5	97.1	94.4	85.3
	10.0	98.3	94.6	81.7
	15.0	98.0	91.7	75.9

Fig. 2 Effect of elongation on thinning percentage of width of sample fabrics in bias directions.

Fig. 3 Elastic recoveries of sample fabrics.

Fig. 4 Stress-relaxation of sample fabrics in the warp direction.

3.2 全円サーキュラスカート下垂形状の経時変化

実際に SG₁, SG₄ を用いてスカート丈 60cm の全円サーキュラスカートを作製し、ボディに着装させ、伸びと痩せの経時変化、フレア形状についての検討を行った。縫製した全円サーキュラスカートの保形性を見るために、ボディに着装させ、着装直後から 6 週間後までの伸びとやせの状態を測定した。

サーキュラスカートの伸びと痩せの測定方法は、図 5 に示す通り、各試料のたて、よこ、バイアス方向に 10cm ピッチに目盛りをつけ、伸びについては、バイアス方向における 10cm マーク間の長さを実測し、その値を伸び量とし、痩せについては、たて～バイアスのマーク間の A'B を計測し、余弦、正弦定理により水平方向の幅 A''B を求め、痩せ量とし、A'B に対する A''B の比を痩せ率とした。図 6 に半径 60cm の全円サーキュラスカートの、ウエストより 10~20cm 間の伸び量の経時変化を示した。SG₄ は下垂直後に、SG₁ は下垂 1 週間後までに大きく伸び、その後 4、6 週間と経過しても、やや伸びが増す程度で顕著な経時変化は認められない。すなわち 2~3 週間で伸びの状態は安

定するものと考えられる。図 7 には、全円サーキュラスカートのウエストより 20cm 位置の痩せ率の経時変化を示した。両サンプルとも下垂直後の痩せ量は大であるが、以後の変化は少なく、6 週間後、SG₁ が SG₄ より痩せる傾向を示す。これは SG₁ の自重の大きさと高荷重時に SG₁ の応力緩和が大になるという結果に起因するものと考えられるが、このことは、試料布の実験において、高伸長時に SG₁ が SG₄ より痩せることに一致し、またこの結果から、サーキュラスカートの自重は試料布を高伸長した状態に近い影響を与える事が推定できる。図 8 には SG₁ と SG₄ のサーキュラスカートの伸びと痩せの状態を二元グラフに示した。サーキュラスカートの CB ラインはたて方向、CA ラインはバイアス方向を示す。伸びは SG₄ の方が大であるが、痩せにおける両者の差はほとんど認められない。また、SG₁、SG₄ のいずれもウエストラインから 20~30cm 間で幅が回復している様相がみられ、この間はボディのウエスト～ヒップ間スロープの部位であり、ボディのウエストからボトム下端までの長さ 35cm 間は布がボディに接触している箇所であるといえる。すなわちこの部位における

Fig. 5 The method of measurement of extension and thinning of a full circular skirt.

From the next two formulas,

$$\overline{A'B} = a^2 + b^2 - 2ab \cos C,$$

$$\text{and } \overline{A''B} / \sin C = a / \sin A'',$$

$\overline{A'B}$ is calculated. $\overline{A''B}$ is a thinning value, and thinning ratio is described $\overline{A''B} / \overline{AB}$.

Fig. 6 Extension with time elapsed in the part of the circular skirts.

Fig. 7 Thinning ratio of width of the circular skirts.

Fig. 8 Two dimensional graphs of extension and thinning of the full circular skirts.

サーキュラスカートの測定値は体型に依存した値であり、摩擦係数にも関係している部位であると考えられる。

3.3 3D シミュレーションによる衣服形状の検討

以上のような性質をもつバイアスカットの衣服を、風合評価の指標として用いられている KES の値でどこまでシミュレーションでき、またシミュレーションのために、どのような情報が不足しているかを究明するため、着装 3D シミュレーションソフト (i-Designer) を用いて検討を行った。

SG₁, SG₄について表 4 の KES で測定した物性値を入力し、3D シミュレーションを行い、実物スカートの形状と比較検討した。シミュレーションに用いた物性値は、たて方向、よこ方向の引っ張り特性 (伸び歪, EMT), せん断特性 (せん断剛さ, G), 曲げ特性 (曲げ剛性, B), および、厚さ、重量である。

実物スカートと同様のウエスト 60cm, スカート丈が 60cm の四分円サーキュラスカートパターンを用い、実物のスカートとシミュレーションしたスカートの形状の相違から検証した。シミュレーションの設定は、まず、着装シミュレーションソフトで型紙を読み込み、地の目を前中心と後ろ中心にたて地がくるように設定した。次に 7 号サイズのボディを読み込み、ウエストを 60cm に設定し、着装シミュレーションを実行した。3 角メッシュの計算回数は 100,000 回とした。

図 9 に、比較として非接触 3 次元デジタイザシステム (Minolta VIVID900) により撮影した SG₄ の実物スカートの 3D 映像を示す。これと図 10 のシミュレーションしたスカートのドレープ形状とノード数を比較すると、実物スカートのドレープ形状は比較的垂直に垂れ下がる前面に多くのドレープが出現し、後面はヒップラインまでは体型に沿いヒップラインからはほぼ垂直に下垂している。一方、シミュレーションでは前面と後面のドレープ形状が類似しており、ヒップラインから下垂せず、ウエストから一律

にボディから離れる形で下垂しており、前後のボディ形状の相違がほとんど反映されない結果となった。またヘムラインはスカートの場合、バイアス方向に顕著な伸びが認められ、ランダムな形状を示すが、シミュレーションでは丈がほぼ一律となっている。ノード数は実物が 16 に対しシミュレーションは 10 と硬い印象を与えるものであった。

このように今回用いた着装 3D シミュレーションソフトでは伸びの性質、体型を反映したドレープの表情が、シミュレーションできなかった。SG₁, SG₄に共通する実物とシミュレーションとの最も大きな相違点は、スカートの伸びにともなうヘムラインの垂直方向のランダム性が表現されていないという点であった。これは布の自重や体型に依存する痩せや伸びの変化量を考慮していないためと考えられる。また、表現の緻密さに関係する三角メッシュの設定を 100,000 回と緻密に設定したが、シミュレーションまでの計算時間が数時間かかり、実用化にはいっそうの改善が求められる。また、シミュレーション結果全体にイえる事は布地が実際より硬く見えることで、これはシミュレーションソフトに素材特性として KES の値のみを用いている事が問題であると考えられる。KES の値は布の初期的物性、小変形な実験室的な値であり、実際製品のような大きな長さや、面積を持った生地が、自重を伴い様々な形態の人体に着装される場合の、部位部位にかかる自重の影響を考慮した値ではない。そのため、ヘムよりウエストに近い部分が伸びることやヒップの突出と布の接触状態により垂れ下がり状態が異なってくること、すなわち布のバイアス方向の、伸びの性質は全く考慮されていないため、ドレープの表情にリアリティーがでないものと思われる。着装イメージを確認するための有用なソフトは開発されつつあり、評価も高まっているが、3D シミュレーションがサンプル縫製に替わるという本来の目的として機能するためには、布のバイアス方向の伸びや痩せ、衣服形状の体型依存度などを測定し、これらのデータを蓄積して行く必要がある。

Table 4 Data measured by KES.

Sample fabrics	Direction	Tensile property	Shearing property	Bending property	Thickness (cm)	Weight (g/cm ²)
		EMT	G	B		
		(%)	(N/cm ² •deg)	(Ncm ² /cm)		
SG ₁	Warp	6.54	0.225×10 ⁻²	0.413×10 ⁻²	0.033	0.0165
	Weft	3.17	0.274×10 ⁻²	0.020×10 ⁻²		
SG ₄	Warp	7.03	0.254×10 ⁻²	0.019×10 ⁻²	0.021	0.0094
	Weft	9.25	0.210×10 ⁻²	0.010×10 ⁻²

(a) Front form

(b) Side form

(c) Hem line form

Fig. 9 Non contact 3D simulation photographs of the full circular skirt. (SG 4)

(a) Front form

(b) Side form

(c) Hem line form

Fig. 10 3D simulation of the circular skirt. (SG4)

4. 総 括

代表的新合繊素材の素材特性を捉え、素材特性とその縫製品の着装時の下垂形状、伸び、痩せの現象などとの関連、更に実物と着装シミュレーションとの相違に焦点を当て検討した。

1. 2種の新合繊素材, SG_1 , SG_4 試料の所定伸長度におけるバイアス方向の痩せの状態において, 低伸長では SG_4 の痩せ率が大であったが, 高伸長では SG_1 の痩せ率が大であった。
2. 全円サーキュラスカートの痩せ率の経時変化から, 全円サーキュラスカートの自重は試料布を高伸長した状態に近い影響を与える事が推定された。
3. SG_1 , SG_4 のいずれにおいてもウエストラインから20~30 cm間で幅が回復したが, この間はボディに布が接触しているため, ボディの形状に依存し, 影響された測定値であるためと考えられる。

4. SG_1 , SG_4 に共通する実物とシミュレーションとの最も大きな相違点は, スカートの伸びにともなうヘムラインの垂直方向のランダム性が表現されていないという点であった。これは布の自重や体型に依存する痩せや伸びの性質を考慮していないためと考えられる。

付 記

本報をまとめるにあたり, 実験にご協力いただいた, 三谷優子さんに感謝いたします。

文 献

1. M.Matsudaira, *J,Text, Machinery*, **50**, 242 (1997).
2. M.Ohtsuka,Y.Mitsuishi, *Sen'i Gakkaishi*,**59**, 173-180 (2003).
3. M.Ohtsuka,Y.Mitsuishi, *Sen'i Gakkaishi*,**53**, 512-516(1997)