

計算にも時間がかかる。また、円形支持台に丸いサンプルを掛けるため、垂下した布の形状に不安定な要素を含まなければならない。Chenら¹⁰⁾の研究では、四角支持台に正方形のサンプルを掛けて不安定な要素を除いてドレープ形状のシミュレーションをしたが、いまよく使われている円形支持台の実態が十分に反映できない。従って、われわれは既報の研究^{21, 22)}に基づいて、新しい測定方法および画像生成方法により、いろいろな基本物理量を使って円形サンプルのドレープ形状をシミュレーションし、基本物理量とドレープ形状との関係を調べる。

2. 計算式

われわれは以前の研究²²⁾で、直径が254mmのサンプルを127mmの円形支持台に載せた場合、試料の垂下した形状を次の数学モデルで表現できることを明らかにした。

$$r(\theta) = [a + a_m \cos(a_n \theta + \alpha)] + [b + b_m \cos(b_n \theta + \beta)] \cos[n(\theta - 90)] \quad (1)$$

ここで、 a は垂下した布の全般的な投影形状の大きさを意味している定数(mm)で、 b は谷の深さを示している定数(mm)で、 n はノード数である。 a_m と b_m は a または b を中心にした変動で、布の曲げ剛性の異方性により決まる定数(mm)である。 a_n 、 b_n 、 α と β は異方性試料のドレープ形状タイプを決める係数である。それらのパラメータはそれぞれ次のようになる。

a 、 b 、 n についての以前の研究²¹⁾では、素材別にWoolとそれ以外のサンプルの2組に分けてドレープの表現式を求めたが、2組ともドレープ形状への基本物理量の影響は大体同様な傾向があるので、簡単するために、2組のサンプルを1組にして、計算式を次のように求める。求めた計算式の精度は2組よりやや低くなるが、重相関係数から見ればやはり妥当と思われる。

$$a = 35.981 + 32.507 \sqrt[3]{\frac{B}{W}} - 2.002 \frac{B}{W} \quad (r=0.93)$$

$$+ 4.137 \sqrt[3]{\frac{G}{W}} + 0.998 G$$

$$b = 29.834 - 1.945n - 1.055G - 0.009 \frac{2HG}{W} \quad (r=0.90) \quad (2)$$

$$n = 12.797 - 5.775 \sqrt[3]{\frac{B}{W}} + 0.373 \frac{B}{W} \quad (r=0.85)$$

$$- 0.015 \frac{G}{W} + 0.129 \sqrt{\frac{2HG}{W}}$$

ここで、 B は曲げ剛性 ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$)、 W は単位面積当たりの重量 (g/cm^2)、 G はせん断剛性 ($\text{gf}/\text{cm}/\text{deg}$)、 $2HG$ はせん断ヒステリシス (gf/cm)、 r は重相関係数である。

a_m と b_m については次のようになる。

$$a_m = 4.15 \left(\frac{B_1 - B_2}{W} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

$$b_m = 2.85 \left(\frac{B_1 - B_2}{W} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

ここで、 B_1 はたて方向の曲げ剛性 ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$)、 B_2 はよこ方向の曲げ剛性 ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$)である。

a_n 、 b_n 、 α と β については布のドレープ係数Dにより決められ、Table. 1のようになる。

3. 結果および考察

布のドレープ形状は総合的に織物の各基本物理量の支配を反映している。しかし、ただ1つの基本物理量を変化させて、ほかの基本物理量を定数にして(第1報に使ったサンプルの各平均値を取って、 B 、 G 、 $2HG$ 、 W はそれぞれ0.05 ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$)、0.5 ($\text{gf}/\text{cm}/\text{deg}$)、0.7 (gf/cm)、0.015 (g/cm^2))、そのドレープ形状がどのように変化するかを調べることにより、ドレープ形状と基本物理量との間の関係がわかると考えられる。

3.1 ドレープ形状への曲げ剛性の影響

まず織物を等方性の試料と仮定して、曲げ特性とせん断特性はたてよこいずれの方向でも同一と見な

Table 1 Draped Parameter a_n , b_n , α , β

Number of node	Drape coefficient	Type of shape	a_n	α	b_n	β
Even number	D>36%	Fig.3 (a)	2	180	2	0
	25%<D<36%	Fig.3 (b)	2	180	2	90
	D<25%	Fig.3 (c)	1	180	1	180
Odd number	D>39%	Fig.3 (d)	1	270	1	90
	26%<D<39%	Fig.3 (e)	1	270	1	180
	D<26%	Fig.3 (f)	1	270	1	270

* In the case of B_1 (warp) < B_2 (weft), θ is substituted by $\theta + 90$ in the equation (1).

すものである。(3)式と(4)式により、(1)式は次のようになる。

$$r(\theta) = a + b \cos[n(\theta - 90)] \quad (5)$$

曲げ剛性を一般の織物範囲内で $0.01 \sim 0.16$ ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$)の間で変化させ、ドレープ形状を決めるパラメータ n , a , b の変化の様子を Fig. 1 に示す。

Fig. 1(a) はノード数 n についての影響であるが、 n は整数であるため、変化の曲線が段階的になっている。曲げ剛性の変化範囲に対して、 n は 8 から 4 までの間で変化し、曲げ剛性が大きいほどノード数は少なくなる。初めの段階では、 n の変化率は大きく、曲げ剛性が $0.01 \sim 0.06$ ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$) の間で

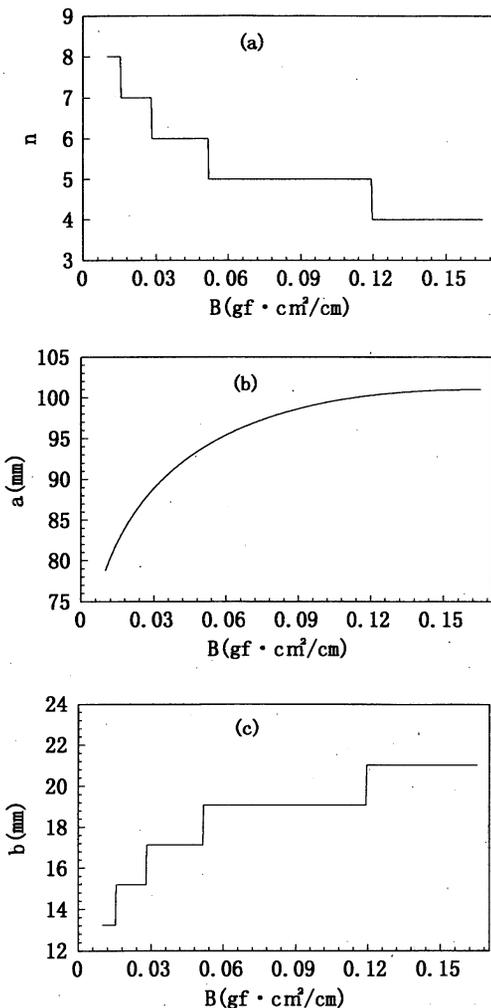


Fig. 1 Relationship between the parameters of drape shape ; n , a , b , and the bending rigidity ; B .

(一般的に薄い婦人服地に当たる) n は 8, 7, 6, 5 と変化する。曲げ剛性の増大に伴い、 n の変化率は小さくなり、曲げ剛性が $0.06 \sim 0.16$ ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$) の間で (一般的に厚い紳士服地に当たる) n は 5, 4 と変化する。

Fig. 1(b) は垂下した布の全般的な投影形状の大きさ a についての影響であるが、曲げ剛性の変化範囲に対して、 a は $78 \sim 101$ (mm) の間で連続的に変化し、初めの段階では、 a の変化率は大きい、曲げ剛性の増大に伴い、 a の変化率は小さくなり、最終的には飽和して最大値となる。 a は垂下した布の全般的な投影形状の大きさであるため、 a の変化率は布のドレープ係数の変化率とだいたい同じと考えられる。

Fig. 1(c) は谷の深さ b についての影響であるが、曲げ剛性の変化範囲に対して、 b は $13 \sim 21$ (mm) の間で段階的に変化し、曲げ剛性の増大に伴い、 b は増えている。しかし、曲げ剛性が一定の小範囲内で変化しても谷の深さ b は全く変化していないことがわかった。Fig. 1(a) と比較すると、 b の変化率はノード数 n の変化と対応しており、 n が一定になると、 b も一定になる。 n が減少することにより b は大きくなり、その結果は予想した通りである。つまり、曲げ剛性のドレープ形状に対する影響は主にノード数 n と垂下した布の全般的な投影形状の大きさ a である。曲げ剛性の変化により、ノード数 n が決まると谷の深さ b も決まる。同じノード数の場合には曲げ剛性と谷の深さとは無関係なことも示された。Fig. 2 は曲げ剛性の変化により、シミュレーションした画像であり、四つの画像の中で (a) と (d) は曲げ剛性の変化によりノード数が異なる画像で、(b), (c) は同じノード数で a の大きさが異なる画像である。これらの画像では、写真が小さいために差異は認めにくい、支持台部の円と比較して観察した場合、わかりやすく見え、曲げ剛性の変化によるドレープ形状の変化がはっきりと示されている。

3.2 ドレープ形状へのせん断剛性の影響

一般の織物範囲内でせん断剛性を $0.1 \sim 2.0$ ($\text{gf}/\text{cm}/\text{deg}$) の間で変化させ、ドレープ形状を決めるパラメータ n , a , b の変化の様子を Fig. 3 に示す。

せん断剛性のノード数 n への影響 (Fig. 3(a)) はノード数が 6, 5, 4, と変化し、せん断剛性が大きいほど n は少なくなる。ただし、Fig. 1(a) と比べてノード数の変化範囲は小さくなっており、ノード数に

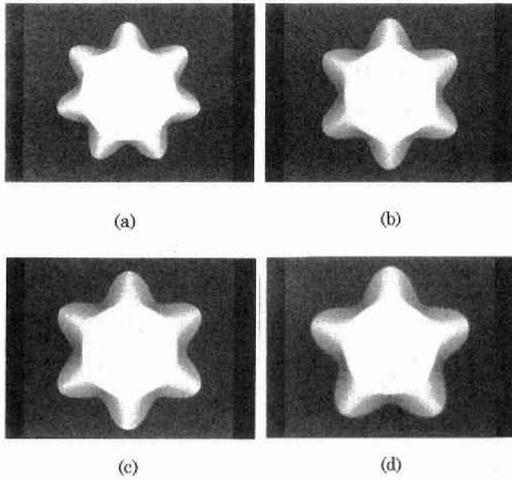


Fig. 2 Simulation views of drape shape due to the change of the bending rigidity ; B.

対する影響は曲げ剛性よりも弱くなっている。

せん断剛性が垂下した布の全般的な投影形状の大きさ a についての影響 (Fig. 3(b)) は87~100 (mm) の間で連続的に変化し、せん断剛性が0.6 (gf/cm/deg) までは a の変化率はやや大きく、その後はほぼ直線的に穏やかな変化を示す。 a の変化範囲は曲げ剛性よりも小さく、影響力が弱い、垂下した布の全般的な投影形状の大きさ a 或いはドレープ係数への影響は存在していることが明らかになった。

Fig. 3(c)では、せん断剛性の増加につれ、全般的に谷の深さ b が増えているが、ある範囲内ではせん断剛性の増加に伴い、谷の深さ b が減少していることを示す。 Fig. 3(a)と比べると、曲線が急激に変化する点はノード数の変化に対応していることがわかる。従って、せん断剛性の増加に伴い、ある点になるとノード数が1つ減少し、谷の深さがこれにより瞬間的に増大する。しかし、同じノード数の場合ではせん断剛性の増加に伴い、谷の深さは減少している。つまり、曲げ剛性とは異なりせん断剛性は n と a だけでなく、谷の深さ b にも影響していることがわかった。 Fig. 4 はせん断剛性の変化により、シミュレーションした画像で、4つの画像のなかで(a)と(d)はせん断剛性の変化によりノード数が異なる画像で、(b), (c)は同じノード数で a, b が若干異なる画像である。

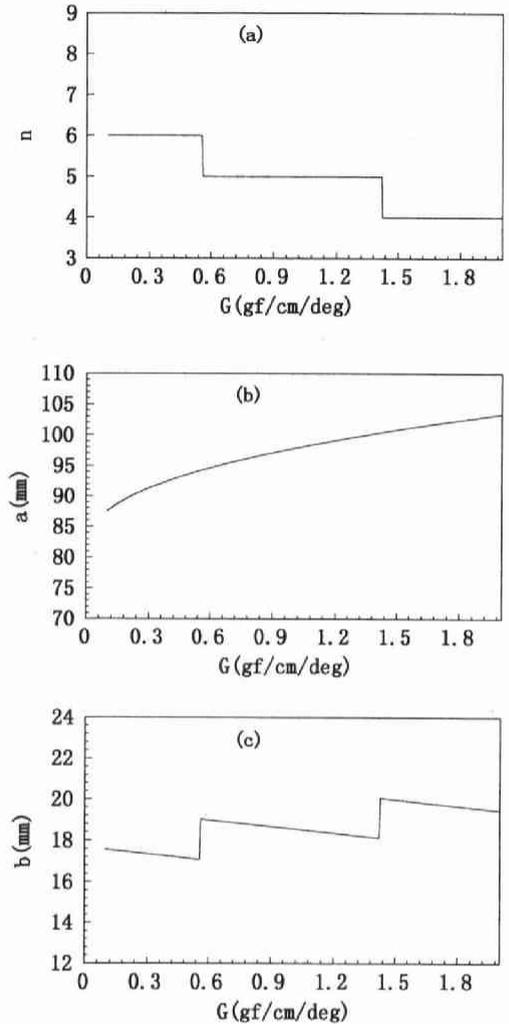


Fig. 3 Relationship between the parameters of drape shape ; n, a, b , and the shearing rigidity ; G .

3.3 ドレープ形状へのせん断ヒステリシスの影響

一般の織物範囲内でせん断ヒステリシスを0.1~2.0 (gf/cm) の間で変化させ、ドレープ形状を決めるパラメータ n, a, b の変化の様子を Fig. 5 に示す。

せん断ヒステリシスは n, a, b に対して、いずれもせん断剛性より小さいが、特に垂下した布の全般的な投影形状の大きさ a には全く影響がない。また、同じノード数 n の場合では、せん断ヒステリシスの増加に伴い、谷の深さ b が減少している。つま

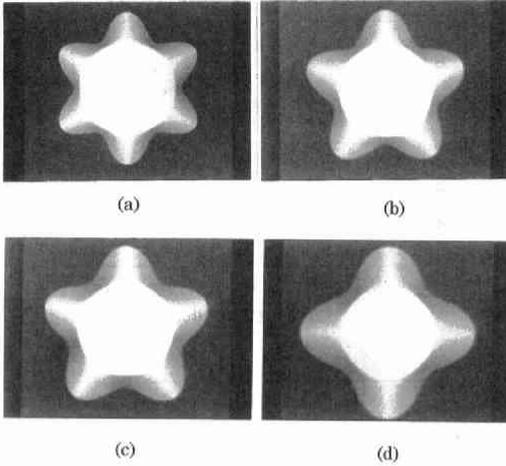


Fig. 4 Simulation views of drape shape due to the change of the shearing rigidity ; G.

り、せん断剛性とせん断ヒステリシスともに谷の深さに影響があることがわかった。Fig. 6はせん断ヒステリシスの変化により、シミュレーションした画像で、3つの画像(a), (b), (c)はすべて n , a が一定で b の大きさが異なる画像である。ドレープ形状への効果はそれ程顕著ではない。

3.4 ドレープ形状への単位面積当たりの重さの影響

布のドレープは自重により垂下するため、単位面積当たりの重さは必ずドレープ形状に影響すると考えられる。従って、一般の織物範囲内で単位面積当たりの重さを0.004~0.06 (g/cm²) の間で変化させ、ドレープ形状を決めるパラメータ n , a , b の変化の様子を Fig. 7 に示す。

単位面積当たりの重さは n , a , b に対して、いずれも影響が大きい。Fig. 7(a)では、重さの増加に伴い、 n も4~8の間で増加し、変化の範囲が曲げ剛性と同じように広がっている。重さが0.004~0.03 (g/cm²) の場合では、ノード数が4, 5, 6, 7と大き

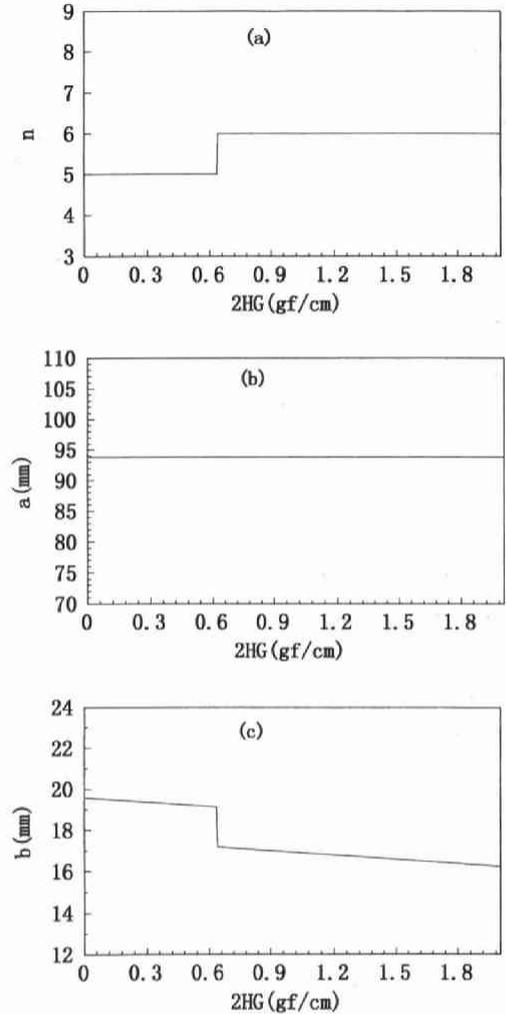


Fig. 5 Relationship between the parameters of drape shape ; n , a , b , and the shearing hysteresis ; 2HG.

く変化し、0.03~0.06 (g/cm²) の場合では、ノード数が7, 8とやや小さく変化する。この結果は実際のドレープ形状とは異なり、一般に重さが0.06 (g/cm²) ぐらいの試料ではそのノード数が8ではなく、

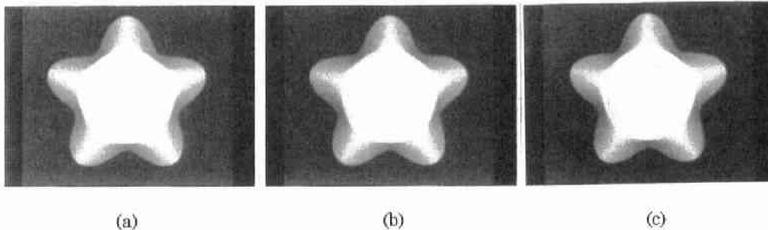


Fig. 6 Simulation views of drape shape due to the change of the shearing hysteresis ; 2HG.

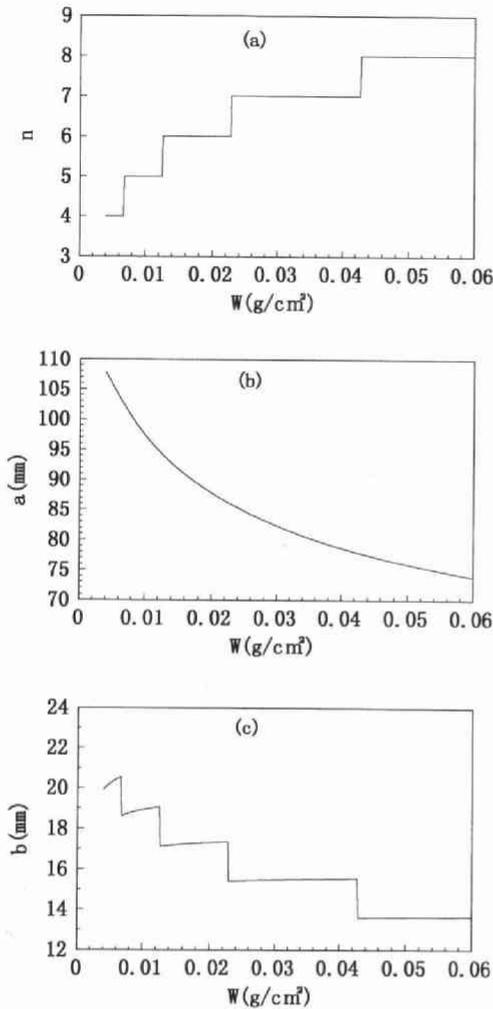


Fig. 7 Relationship between the parameters of drape shape; n , a , b , and the weight per unit area; W .

6以下になる場合が多い。逆に重さが0.01 (g/cm²)以下の試料はそのノード数が4ではなく、6以上になる場合が多い。この理由は普通の布の場合では、重い布は曲げ剛性、せん断剛性なども大きいから、総合的な結果としてノード数が少なくなるためと考えられる。しかし、一般に曲げ剛性、せん断剛性が同程度の試料の場合、布の単位面積当たりの重量が大きいほど布はよく垂下し、ノード数が増えることを示している。

Fig. 7(b)では、重さの増加に伴い、垂下した布の全般的な投影形状の大きさ a は108~74 (mm) の間で連続的に減少し、重さが小さい場合 (0.004~0.03 (g/cm²)) では、 a の変化率は大きい、重さが大き

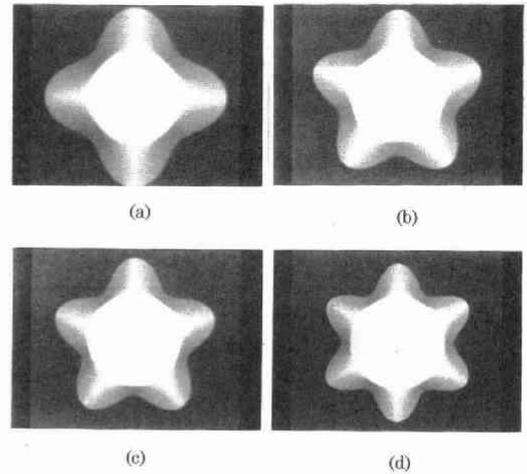


Fig. 8 Simulation views of drape shape due to the change of the weight per unit area; W .

くなると、 a の変化率は小さくなり、やがては最小値となる。Fig. 1(b)と比べると、 a の変化範囲は曲げ剛性よりも広いことから、重さはドレープ形状の大きさに最も影響があることが示された。

Fig. 7(c)では、重量の変化範囲に対して、重量の増大に伴い、全般的に谷の深さ b は21~14 (mm) の間で階段状に減少しているが、Fig. 7(a)と比較すると、断点の場所はノード数の変化点と同じであることがわかる。つまり、重さの変化により、ある点でノード数が変わり、それによって b も変わるのである。しかし、1つのノード数内では、重量の増加により b はやや増えていることがわかる。そして、重さが小さいほど b の変化率が大きくなっている。従って、薄い布は厚い布より微少な重量変化でドレープ形状が変化しやすく、不安定だと考えられる。Fig. 8は単位当たりの重さの変化により、シミュレーションした画像であり、4つの画像の中で(a)と(d)は重さの変化によりノード数が異なる画像で、(b)、(c)は同じノード数で、 a , b が異なる画像で、上記の効果が明白に示されている。

3.5 ドレープ形状への異方性の影響

一般の布は異方性を持つことに特徴があり、その布の異方性はドレープ形状に直接影響を及ぼす。前報²⁾では、布の異方性に対して曲げ特性は方向による影響の差が認められるが、せん断特性では明らかな差は認められないことを示した。また、異方性試料のドレープ形状は(1)式で表れることも明らかにした。(1)式の a_n , b_n , α と β については、布のドレープ

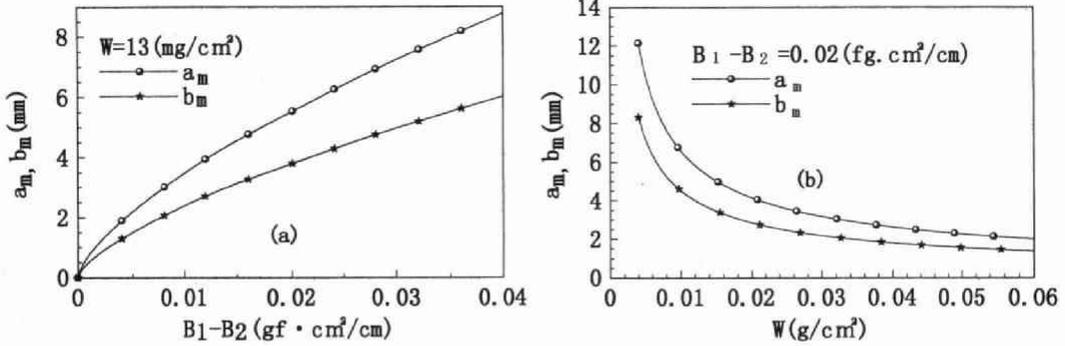


Fig. 9 Relationship between the parameters of drape shape ; a_m , b_m , and the difference of bending rigidity in warp and weft direction ; $B_1 - B_2$, and the weight per unit area ; W .

係数 D により布の垂下した異方性形状のタイプが決められる。 a_m と b_m については、曲げ剛性の異方性により(3)式、(4)式で布の垂下した形状が決められ、 a_m と b_m が大きいほどドレープ形状の非対称性も大きくなる。曲げ剛性のたて方向とよこ方向の差 ($B_1 - B_2$) および単位面積当たりの重さを、一般の織物範囲内でそれぞれ $0 \sim 0.04$ ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$) および $0.004 \sim 0.06$ (g/cm^2) の間で変化させ、 a_m と b_m の変化の様子を Fig. 9 に示す。Fig. 9(a)では、($B_1 - B_2$) の増加に伴い a_m , b_m とも増えており、($B_1 - B_2$) が小さいときには a_m , b_m の変化率は大きく、その後はほぼ直線的に変化する。Fig. 9(b)では、重さの増大に伴い a_m , b_m とも減少しており、 a_m と b_m の変化率は同様であり、 b_m は a_m より低いレベルで変化している。また、重さが小さい場合には a_m , b_m は大きく変化し、その後はほぼ直線的に減少することを示している。従って、薄い布はその異方性が厚い布より強く現われるのである。Fig. 10は異方性の変化により、シミュレーションした画像で、(a), (b)は 0.006 (g/cm^2) の軽い重さで ($B_1 - B_2$) がそれぞれ 0.005 と 0.01 ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$) の画像で、布の異方性変化はよく認められるが、(c), (d)は 0.03 (g/cm^2) の重い重量で ($B_1 - B_2$) がそれぞれ 0.005 と 0.01 ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$) の画像で、布の異方性変化ははっきりとは認められない。

3.6 ドレープ形状への総合的な影響

上記では、布の基本物理量を1つずつ変えてそのドレープ形状の変化を研究したが、実際の布の場合、他の基本物理量を変えずにただ1つのパラメー

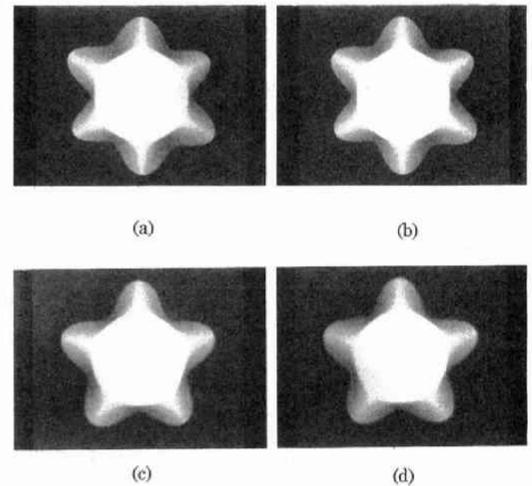


Fig. 10 Simulation views of drape shape due to the change of the anisotropic parameters ; $B_1 - B_2$, and the weight per unit area ; W .

タだけを変えることはとても難しい。布の基本物理量に対しては、繊維の素材、太さ、糸の構造、糸の太さ、布の構造、密度などが皆多かれ少なかれ影響している。それらのパラメータと布の基本物理量との関連性については1930年代からも多くの研究がされてきた。例えば、Peirce²³⁾ や Cooper²⁴⁾ はたて糸とよこ糸の曲げ剛性から理論的に布の最小曲げ剛性の計算式を導いて、実験により検証した。Livesey²⁵⁾ らは繊維と布の曲げ剛性およびヒステリシスを研究した。しかし、現在は実に多種多様な布が製造されており、性質の異なる繊維も次々と開発されており、加工方法も千差万別であるため、繊維と布の関

Table 2 Weft Yarn Conditions for Fabric Samples and the Results of the Basic Mechanical Parameters and the Drape Shape Parameters

Sample number	Structure	Material	Density (number/3.78cm)	Counts (Tex)	Twist (t/m)	Warp B	Warp G	Warp 2HG	Weft B	Weft G	Weft 2HG	W (mg/cm ²)	n	a (mm)	b (mm)	Computed Drape Coefficient	Actual Drape Coefficient
P1	Filament	Polyester	84	8.3	24	0.033	0.26	0.31	0.055	0.24	0.30	7.41	5	96.57	19.48	45.34	42.79
P2			84	8.3	1024	0.032	0.24	0.27	0.023	0.23	0.16	7.54	5	91.97	19.60	38.18	36.92
P3			84	8.3	2524	0.033	0.23	0.23	0.026	0.21	0.15	7.79	5	91.89	19.66	38.06	35.49
P4			91	8.3	24	0.034	0.29	0.37	0.092	0.25	0.37	7.44	5	99.25	19.38	49.65	48.72
P5			91	8.3	1024	0.035	0.26	0.27	0.035	0.25	0.18	7.57	5	94.49	19.57	42.07	40.66
P6			91	8.3	2524	0.034	0.25	0.26	0.039	0.24	0.13	7.99	5	93.97	19.63	41.25	38.78
P7			97	8.3	24	0.035	0.30	0.38	0.106	0.29	0.38	7.51	4	100.12	21.29	51.40	51.69
P8			97	8.3	1024	0.034	0.28	0.37	0.040	0.26	0.25	7.62	5	95.16	19.46	43.10	43.05
P9			97	8.3	2524	0.034	0.26	0.30	0.044	0.24	0.17	8.08	5	94.49	19.58	42.06	39.56
C1	Spun	Cotton	84	8.4	800	0.031	0.31	0.34	0.006	0.27	0.18	7.42	6	89.40	17.49	33.99	31.20
C2			84	8.4	1800	0.031	0.28	0.31	0.007	0.25	0.17	7.59	6	88.89	17.60	33.27	30.85
C3			91	8.4	800	0.032	0.33	0.38	0.010	0.28	0.20	7.60	6	90.53	17.50	35.69	33.51
C4			91	8.4	1800	0.031	0.29	0.32	0.012	0.26	0.20	7.84	6	89.81	17.58	34.62	33.23
C5			97	8.4	800	0.032	0.35	0.42	0.013	0.30	0.25	7.62	6	91.48	17.43	37.11	36.94
C6			97	8.4	1800	0.033	0.34	0.40	0.015	0.28	0.23	7.90	6	91.35	17.49	36.91	35.06

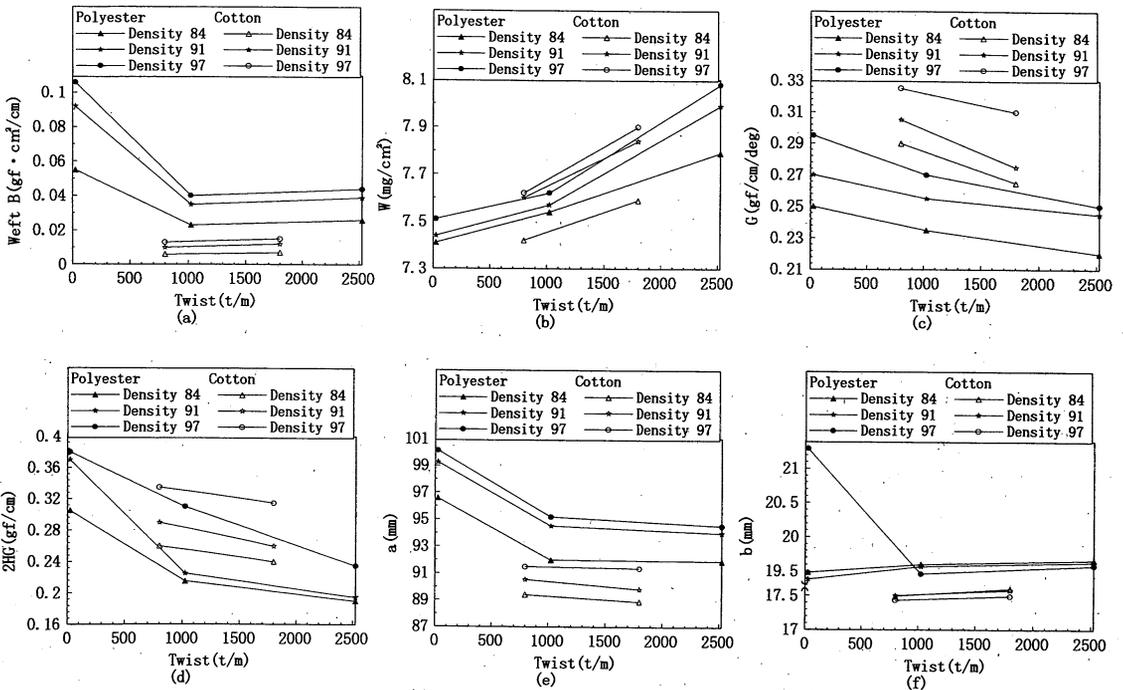


Fig. 11 Change of mechanical properties and the parameters of drape shape due to change of yarn twist.

連性についての定量的な分析はまだ十分解明されていないと考えられる。

繊維, 糸, 布構造などの1つのパラメータを変えた場合, 布のいくつかの基本物理量も変わるが, 各基本物理量への寄与率は異なると思われる。この種の問題を調べるために, 糸の撚り数および布の糸密度を変化させ, 石川県工業試験場で, 特別に15種類の平織り組織の織物を同じ製織条件で試作した。

Table 2 に試料のよこ糸条件の詳細をまとめて示す。たて糸は6.7Tex スパンライクフィラメントポリエステル糸 (300t/m) を用い, 布のたて方向の密度は240本/3.78cm と統一し, 一般的なポリエステル布仕上げをした (のり抜き, シリコン系柔軟剤仕上げ, テンターによる幅出し)。測定した基本物理量とこれにより計算で求めた a , b , n , ドレープ係数および実測したドレープ係数も Table 2 に示す。糸

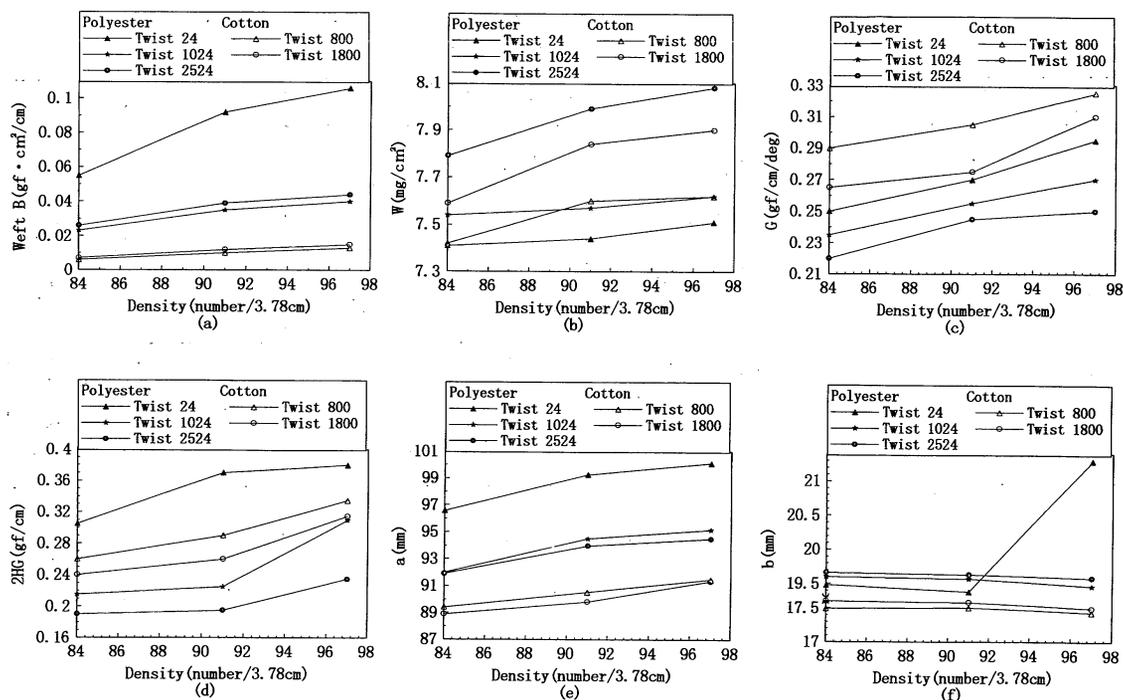


Fig. 12 Change of mechanical properties and the parameters of drape shape due to change of yarn density.

の撚り数および糸密度の変化による力学パラメータ B , W , G , $2HG$ とドレープ形状のパラメータ a , b の変化の様子を Fig. 11および Fig. 12に示す。

3.6.1 撚りの影響

よこ糸の撚り数の変化による布のよこ方向の曲げ剛性の変化を Fig. 11(a)に示すが、フィラメントポリエステルの場合、撚り数が24~1024 (t/m)の間で曲げ剛性が減少し、1024~2524 (t/m)の間でやや増加することがわかった。撚り数が24 (t/m)の糸はほぼ平行繊維状に配列されており、たて糸との接触点が多く、また接触長さも大きくて、曲げ変形するときの摩擦が大きいから、曲げ剛性が大きくなるのは当然だと考えられる。よこ糸撚り数が増加するにつれ、接触点数が少なくなり、接触長さも小さくなり、その結果、糸と糸との間の摩擦は小さくなるので、曲げ剛性が小さくなると考えられる。しかしながら、よこ糸の撚り数をさらに増やした場合、糸内部の圧力は大きくなり、糸自体が堅くなって、糸の曲げ剛性の増加により布の曲げ剛性も増える。綿糸の場合、撚り数が少なくなると糸ができず、従って、撚り数の増加により糸の曲げ剛性が増加し、結局布の曲げ剛性もやや増加する。また、2種類の織

維間においても、糸の太さ、撚り数および糸密度などは明らかな差がないのに、布の曲げ剛性に関する差はやはりはっきりと認められる。つまり繊維の種類が異なると布の曲げ剛性も異なるのである。

Fig. 11(b)に布の単位面積当たりの重さの変化を示す。いずれも撚り数の増加により布の重さが増えている。これは撚りが増えると糸の撚り縮みが発生したからである。

Fig. 11(c)と Fig. 11(d)に布のせん断特性の変化を示すが、せん断特性の場合方向による明らかな差は認められないため、たて方向とよこ方向の平均値を使う。いずれも撚り数の増加につれ、布のせん断剛性とせん断ヒステリシスは減少することがわかった。これは撚り数の増加に伴い、糸と糸の間の摩擦は減少するからと考えられる。

Fig. 11(e)と Fig. 11(f)にドレープ形状パラメータ a と b の変化を示す。ノード数は Table 2 に示したように、ポリエステルは P7 試料が 4 のほかはすべて 5 で、コットンはすべて 6 である。 a は垂下した布の全般的投影形状の大きさを表現するパラメータなので、 a の変化率はドレープ係数の変化と大体同じである。前記の分析により、 a に大きく影響する

基本物理量は曲げ剛性 B と布の単位面積当たりの重さ W である。従って、糸の撚り数は $24 \sim 1024$ (t/m) の間で曲げ剛性 B が減少しており、その上、重さ W も増加しているため、 a は減少するのが当然である。糸の撚り数が $1024 \sim 2524$ (t/m) の間で曲げ剛性 B はやや増えているが、重さ W の増加率は曲げ剛性より大きいので、結局 a はやはりやや減少している。 b に対しては、ノード数が一番大きく影響しているため、P7 試料とほかのポリエステル試料では b には明らかな差が認められるが、同一ノード数の場合では糸の撚り数の変化に伴い、僅かな差が認められるだけである。

3.6.2 密度の影響

Fig. 12 によこ糸密度の変化による布の基本物理量 B , W , G , $2HG$ とドレープ形状パラメータ a , b の変化を示す。密度が 84 (本/3.78cm) から 97 (本/3.78cm²) までの僅かな変化で、布の物理量はすべて明らかな変化が認められる。すなわち、糸密度が増加すると、糸と糸との間の交差点が多くなり、布の基本物理量に大きく影響している。よこ糸密度の増加に伴い、曲げ剛性 B および単位面積当たりの重さ W とも増えているが、重さ W の変化率は曲げ剛性より小さいため、結局 a も増加している。 b に対しては、ノード数が異なる場合では、明らかな差が認められるが、同一ノード数の場合では、糸密度の変化に伴い、僅かな差が認められるだけである。

4. 結論

各種基本力学パラメータのドレープ形状への効果をシミュレーションによって検討した結果、以下の結論を得た。

- 1) 周期関数を用いて布のドレープ形状を表現するのは有効な方法であり、布の基本物理量の変化に伴い、ノード数、投影形状の大きさおよび谷の深さの変化、すなわちドレープ形状の変化を明確化できる。従って、布の要求されたドレープ形状から布の様々な物理量および力学パラメータを予測することも可能である。
- 2) ノード数および投影形状の大きさには布の単位面積当たりの重さと曲げ剛性が大きく影響しており、せん断剛性の影響も重要であるが、せん断ヒステリシスの影響はあまりない。谷の深さにはノード数が大きく影響しており、ノード数

が一定下ではせん断特性および布の重さにより、谷の深さは一定の範囲内に変動しており、曲げ剛性の影響はない。

- 3) 曲げ剛性の異方性は垂下した織物の形状に影響があるが、布の重さによりその程度が異なり、重い織物の場合にはたてとよこ方向の曲げ剛性が大きく異なっても、軽い織物のような異方性が現れない。
- 4) ドレープ形状は布を構成する様々なパラメータの総合効果から決められる。布を構成する1つのパラメータ(繊維素材, 糸の撚り数, 糸密度)を変化すれば、布の基本物理量も変化し、総合的にドレープ形状に影響を及ぼす。

謝辞

本研究に使う各種の織物を試作していただいた石川県工業試験場に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 北田, 山名, 青木; 織消誌, 3, 144 (1962)
- 2) 須田, 大平; 織消誌, 13, 475 (1972)
- 3) 須田, 大平; 織消誌, 14, 122 (1973)
- 4) 須田, 大平; 織消誌, 16, 299 (1975)
- 5) 天野, 高田, 川西; 織消誌, 35, 570 (1994)
- 6) 須田, 稲垣, 中山; 織消誌, 38, 167 (1997)
- 7) 阿部, 大村; 日衣服誌, 32, 84 (1989)
- 8) C. C. Chu, M. M. Platt, W. J. Hamburger; Text, Res, J. 30, 66 (1960)
- 9) G. E. Cusick; J. Text, Inst. 56, 596 (1965)
- 10) 呉, 篠原; 織学誌, 14, 855 (1958)
- 11) 棚辺, 丹羽; 織機誌, 27, 201 (1974)
- 12) 丹羽, 瀬戸; 織機誌, 39, 161 (1986)
- 13) 内山, 秋山, 長谷川; 織機誌, 37, 207 (1984)
- 14) Breen, D. E., House, D. H., and Wozny, M. J., Text, Res, J. 65, 324 (1995)
- 15) Chen, B., and Govindaraj, M., Text, Res, J. 65, 324 (1995)
- 16) Chen, B., and Govindaraj, M., Text, Res, J. 66, 17 (1996)
- 17) Amirbayat, J., and Hearle, J. W. S., J. Text, Inst. 80, 51 (1989)
- 18) Amirbayat, J., and Hearle, J. W. S., Int. J. Mech. Sci. 28, 339 (1986)
- 19) Amirbayat, J., and Hearle, J. W. S., Int. J. Mech. Sci. 28, 359 (1986)
- 20) Collier, J. R., Collier, B. J., J. Text, Inst. 82, 96 (11)
- 21) 松平, 楊; 織機誌, 50, 242 (1997)
- 22) 楊, 松平; 織機誌, 51, 65 (1998)
- 23) F. T. Peirce., J. Text, Inst. 21, 377 (1930)
- 24) D. N. E. Cooper., J. Text, Inst. 51, 317 (1960)
- 25) R. G. Livesey and J. D. Owen., J. Text, Inst. 55, T516 (1964)