

The Effects of Number of Yarns per Unit Length and Yarn Twist on Shear Vibrating Properties of Fabrics and the Relationships Between Them

Thoes and Shear Vibrational Properties

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/9553

布のせん断振動特性に及ぼす織物の密度と 糸の撚りの効果及びその関連性

(1999年5月18日受理)

金沢大学 杉村 桃子
" 松平 光男

The Effects of Number of Yarns per Unit Length and Yarn Twist on
Shear Vibrating Properties of Fabrics and the Relationships Between
Them Thoes and Shear Vibrational Properties

Momoko SUGIMURA* and Mitsuo MATSUDAIRA**

*Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

**Faculty of Education, Kanazawa University

Abstract

The shear vibration of polyester filament and cotton spun fabrics was measured precisely and the effects of weave density and yarn twist on the shear vibrational properties of fabrics were investigated by gray relationship analysis. It was shown that the damping ratio of the shear vibration of polyester filament and cotton spun fabrics both related to weave density. However, in the polyester filament fabrics the effect of yarn twist was larger. It seems that an optimum value for both weave density and yarn twist exists to obtain the shear vibration to be continued the longest.

(Received May 18, 1999)

Key Words : *Shear vibration, yarn twist, weave density, gray relationship analysis.*

(Journal of the Japan Research Association for Textile End-Uses, Vol. 41, pp.700-708, 2000)

要 旨

婦人用薄手布として主に用いられている、ポリエステルフィラメント織物及びコットンスパン織物のせん断変形に基づく振動現象について、織り密度や糸の撚り数などの基礎物性の影響を、せん断振動特性値を用いた実験及び灰色関連分析により詳細に検討し、以下の結論が得られた。

- 1) ポリエステルフィラメント織物は、密度が小さいほうが長時間振動するが、灰色関連分析の関連度から、糸の撚り数の効果が大きいと考えられる。
- 2) ポリエステルフィラメント、コットンスパン織物共に、せん断振動特性値の減衰率は、織り密度との関連度が高く、布の織り密度や糸の撚りの効果による最適せん断振動領域があると考えられる。また、灰色関連分析の関連度から、密度は、せん断剛性や、布の重さ、ドレープ係数との関連度が高いことが分かった。

1. 緒 言

私たちが普段着用している衣服には、審美的、実用的な性能が要求されている。とりわけ、被服を購入する場合には、消費者は、形や色彩などその被服が持つ、外観の美しさを注視する傾向がある。被服の審美的な性能には、色彩、光沢、ドレープ性や風合いなどがあげられる。しかし、衣服の外観・形態の美しさは、色、柄を無視した場合、身体の動きに伴って揺動する現象、すなわち、動的ドレープ挙動に支配される点が多いと思われる。この織物の動的ドレープ挙動を支配する要因として、布の力学的性質にも大きく関与している、繊維の性質、糸や布の構造などがあげられる。

被服の素材である、布の性質や性能は、1972年にKES-Fシステムが開発されて以来、現在では世界各国において、その客観的な測定値を用いて、繊維や糸の性質と布の構造から、理論的な布の力学的性質の解析や、人の感覚との関係が盛んに研究されている。また、衣服の動的ドレープについては、婦人用薄手布を中心に、これまでは、婦人用スカートの裾の揺動追跡¹⁻³⁾や、スカートの揺動と感覚との関係などの研究が行われている^{4,5)}。さらに、衣服の動的ドレープは、布の曲げ及びせん断変形に伴う動きが主として考えられるため、布の曲げ特性と動的ドレープと関係する曲げ振動特性について詳細に解析され報告されている⁶⁻⁸⁾。布のせん断変形に伴う動きについての研究は、絹フィラメント織物の動的ドレープの解析が行われ、その基礎理論及び基本的現象について報告され^{9,10)}、その後、新合繊ポリエステル織物の振動特性とスカートの揺動美との関係が報告されているにすぎない¹¹⁾。これらの研究だけでは、繊維や糸の性質と布の構造及び布の基本力学特性から、衣服の動的ドレープ挙動を解析するには不十分であると考えられる。

そこで、本研究では、織物を構成する糸の種類や太さ、織り密度、糸の撚りなどの基礎物性から、衣服の動的ドレープ挙動に影響を及ぼす、せん断振動特性について詳細に検討する。

2. 実験方法

2. 1 試 料

石川県工業試験場で同じ製織条件で試作された、織物の密度及び糸の撚り数が異なる平織り組織織物15点を用いた。試料布のたて糸は6.7 tex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6350本/mと統一した。これらの布は全て、一般的なポリエステル布仕上げである、糊抜き、シリコン系柔軟剤仕上げ、テンターによる幅出しが施されている。試料布のよこ糸条件の詳細を表1に示す。

2. 2 実験方法

布のせん断揺動振動特性は、KES-LAB O-MODEL-F3せん断テスターを改良した試験機(振動テスター：図1)を用い、布の下端に線状の剛体重錘(40.0g)を付加し、下端の移動量 u を検出するため、作動トランスのコアを取り付けた。試料布の有効寸法は、5 cm×20 cmで、KESシステムの標準条件に用いられる寸法に基づいた。これは、振動特性の結果をKESシステムで常用されるせん断特性値である、せん断剛性 G やせん断力のヒステリシス幅2 HGと関連づけるためである。

布のせん断特性は、KES-FB1を用いて

Table 1 Weft Yarn Conditions for Fabric Samples

Samples No.	Structure	Material	Density (Yarns/m)	Counts (tex)	Twist (t/m)
1	Filament	Polyester	2570	8.3	2524
2	Filament	Polyester	2570	8.3	1024
3	Filament	Polyester	2570	8.3	24
4	Filament	Polyester	2410	8.3	2524
5	Filament	Polyester	2410	8.3	1024
6	Filament	Polyester	2410	8.3	24
7	Filament	Polyester	2220	8.3	2524
8	Filament	Polyester	2220	8.3	1024
9	Filament	Polyester	2220	8.3	24
10	Spun	Cotton	2570	8.4	1800
11	Spun	Cotton	2570	8.4	800
12	Spun	Cotton	2410	8.4	1800
13	Spun	Cotton	2410	8.4	800
14	Spun	Cotton	2220	8.4	1800
15	Spun	Cotton	2220	8.4	800

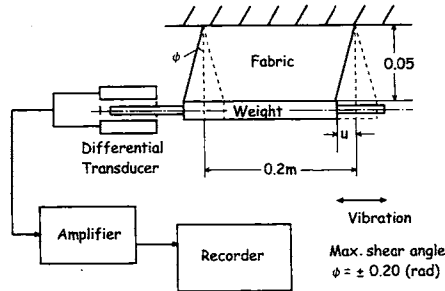


Fig. 1 Simple model of shear vibration tester with a plate shaped fabric

測定し、せん断剛性 G (gf/cm/deg) やせん断力のヒステリシス幅 $2HG$ (gf/cm) を得た。ただし、せん断時の布の張力は、上記の振動実験と同一条件で行った。

布の通気性は、KES-F8-AP1 通気性試験機を用い、通気抵抗 R (kPa · s/m) を測定した。

実験はすべて温度 $20 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 3\%$ RH 環境下で行った。

3. 結果

3. 1 ポリエステルフィラメント織物のせん断振動特性の特徴

布のせん断変形による揺動自由減衰振動特性の典型的な結果の例を図2に示す。これは、表1の試料の中で比較的長時間振動が持続した試料であり、振動のせん断振幅角の減衰が時間に対して最も非直線的な減衰曲線である。ここで、時間変化に対するせん断振幅角変化の割合(減衰曲線の接線)を減衰率(k , rad/s)と定義し¹⁰⁾、すべての試料布について、せん断振幅角 0.031 , 0.080rad (1.8 , 4.6degree) における減衰率を求めた。ここで、せん断振幅角 0.031 , 0.080rad における減衰率を求めたのは、せん断角が小さい領域では直線性が増し、せん断角が大きい領域ではせん断角依存性が高くなるため、両者の場合について同じ領域で比較検討するためである。今回検討した試料布では、せん断角の大きな領域での振動はあまり認められなかったが、非直線的な振動が得られたことや、また、せん断変形による揺動振動特性の非直線性はせん断振幅角に大きく依存することから¹²⁾、減衰率が最大となるせん断角の大きな領域 ($>0.080\text{rad}$)

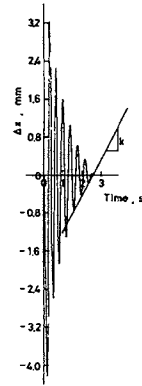


Fig. 2 An example of weave shear vibration obtained by the vibration tester

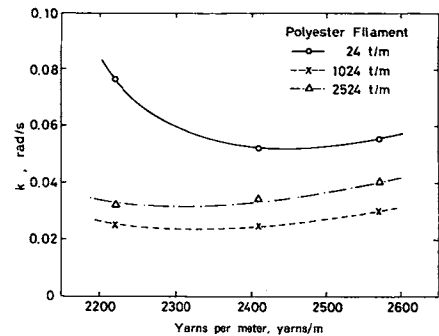


Fig. 3 Dependency of k on weave density for polyester filament fabrics

における減衰率を KL とし、減衰率が最小になるせん断角の小さな領域 ($<0.031\text{rad}$) における減衰率を KS とし、これらをせん断振動特性の特性値とする。

実験の結果から、ポリエステルフィラメント及びコットンスパン織物のたて方向の減衰率については、せん断振幅角の影響が小さく、直線的であることが分かったので、ここでは、たて方向の減衰率 KL の結果については省略し、よこ方向の減衰率 KS の結果についてのみ示す。

ポリエステルフィラメント織物のよこ方向の減衰率 KS の結果を、図3、4に示す。図3は、横軸を密度として糸の撚り数に対応する減衰率をプロットし、図4は、横軸を糸の撚り数として密度の対応する減衰率をプロットしたものである。図3から、ポリエステルフィラメント織物のせん断振動特性の減衰率は、密度が小さいほど、小さくなるが、密度2220では、撚り数24の減衰率が大きくなっている。また、図4から、減衰率は、撚り数1024で最小となり、撚り数が

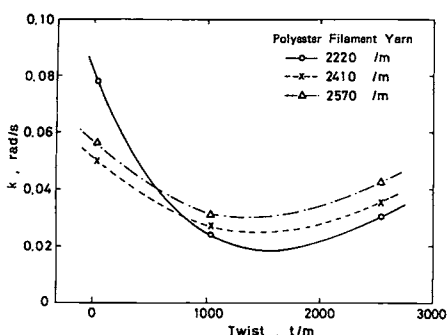


Fig. 4 Dependency of k on yarn twist for polyester filament fabrics

少なくなると大きくなっている。さらに、密度が小さいと、撚り数が少なくなると、減衰率は大きくなった。これらのことから、ポリエステルフィラメント織物の場合には、密度が小さいと、素材の糸-糸間や繊維-繊維間摩擦の効果が小さくなり、せん断変形しやすくなり、その結果、減衰率が小さくなって、せん断振動が長時間持続するものと考えられる。しかしながら、実際の布の場合、織り密度には限界があり、使用する糸の撚り条件との関係が、せん断振動が長時間持続するための最適値があるのではないかとと思われる。また、撚りの効果については、糸-糸間や繊維-繊維間の接触面積が変化し、減衰率に影響を及ぼしたと考えられる。このように、糸-糸間や繊維-繊維間の接触面積や、接触圧を考慮すると、ポリエステルフィラメント織物のせん断振動特性には、撚り数の最適値があるように考えられる。

3. 2 コットンспан織物のせん断振動特性の特徴

コットンспан織物のよこ方向の減衰率 K_S の結果を、図5、6に示す。図5及び図6は、図3、4と同様に、それぞれ、図5は、横軸を密度として糸の撚り数に対応する減衰率をプロットし、図6は、横軸を糸の撚り数として密度に対応する減衰率をプロットしたものである。

コットンспан織物のせん断振動特性の減衰率は、図5から、密度2410以上であると、撚り数が少ないほど小さくなり、密度2410以下であると、撚り数が多いほど大きくなっている。密度2410で減衰率の差が小さくなっていることから、撚り数の影響を受けずに、減衰率が同じ

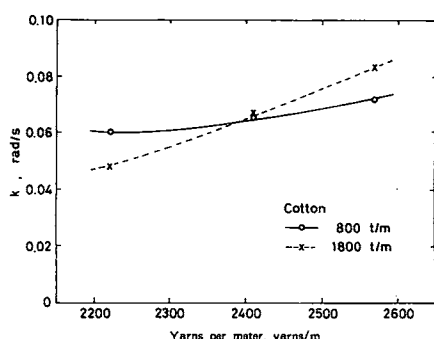


Fig. 5 Dependency of k on weave density for cotton spun fabrics

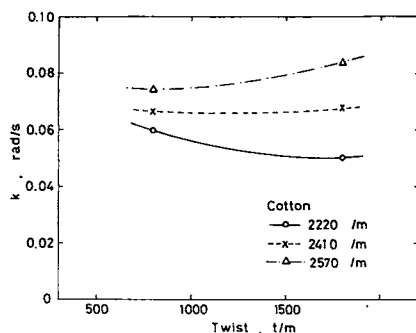


Fig. 6 Dependency of k on yarn twist for cotton spun fabrics

になる密度があるように思われる。また、図6から、撚り数の変化による減衰率の差は小さいが、撚り数が多くなると、密度が大きいと減衰率が大きくなり、逆に、密度が小さいと減衰率は小さくなる傾向がみられた。これらのことから、コットンспан織物の場合には、ポリエステルフィラメント織物に比較して、撚り数よりも織り密度の影響を受けやすいと考えられる。

さらに、コットンспан織物の場合には、素材の特性がせん断変形に影響を及ぼすために、ポリエステルフィラメント織物に比べて、せん断振動の持続時間が短くなったことが推察される。

以上の結果より、ポリエステルフィラメント織物のたて方向の減衰率については、せん断振動角の影響が小さく、直線的であることが分かった。さらに、よこ方向の減衰率については、せん断角の大きな領域と小さな領域では、せん断振動特性の非直線性により、織り密度と糸の撚りの効果が見られた。また、コットンспан織物の減衰率についても、ポリエステルフィラ

ント織物と同様に、たて方向のせん断振動では、せん断振動幅角の影響が小さく、直線的な減衰挙動であることが分かった。また、よこ方向のせん断振動現象においては、せん断振動幅角の影響が大きく、非直線的な減衰挙動が見られ、織り密度及び糸の撚り数の効果が認められた。

衣服の外観評価における動的ドレープの揺動現象は、衣服揺動の美しさを表現する用語として「軽やかな」「流れるような」「しなやかな」があげられている⁵⁾ように、我々の日常着用している環境条件においては、衣服の軽やかで流れるような動きが美しいと判断されるように考えられる。そこで、今回検討したポリエステルフィラメント織物、コットンスパン織物のせん断振動特性の実験結果において、日常の衣服の美観評価と対応させるために、両サンプルが比較的長時間振動したよこ方向のせん断振動の小さなせん断角変化領域(<0.031rad)のせん断振動特性値、すなわち、減衰率K Sの結果について考察する。

4. 考 察

4. 1 せん断振動特性及び他の力学特性に及ぼす布の構造の影響

中国では、1982年に灰色システム理論が提案されて以来、試料数が少なく正規分布をしていないデータを分析する際に、灰色関連分析が用いられている¹³⁻¹⁵⁾。灰色関連度の定義は以下のようである。

灰色関連因子集合をXと記し、 $X_0(X_0 \in X)$ を参考因子とし、 $X_i(X_i \in X)$ を比較因子とする。すなわち、

$$\begin{aligned} X &= (X_0, X_1, X_2, \dots, X_n) \\ X_0 &= (X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(m)) \\ X_1 &= (X_1(1), X_1(2), \dots, X_1(m)) \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \quad (1)$$

$$X_n = (X_n(1), X_n(2), \dots, X_n(m))$$

n : 比較因子の因子数

m : 因子内のデータ数

$X_i(k)$ を X_i の順番kのデータとする。

$X_i(k) \in X_i$

ここで、灰色関連は参考因子 X_0 と比較因子 $X_1, X_2, \dots, X_n$ との幾何学的形状の差より、

灰色関連度を計算する。

$\xi_i(k)$ を X_0 に対する X_i の順番kの灰色関連係数とすれば、

$$\xi_i(k) = \frac{\min_j \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \eta \max_j \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \eta \max_j \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (2)$$

である。

$$\min_j \min_k |X_0(k) - X_i(k)|, \max_j \max_k |X_0(k) - X_i(k)|$$

は、それぞれあらゆる組み合わせの中での最小値、最大値を表す。

$\xi_i(k)$ は順番k, 比較因子 X_i , 参考因子 X_0 との相対差である。

$\eta \in [0, 1]$ 区別レベル係数。但し、因子間の関連度の大小の順位に及ぼす影響はない。

r_i を X_0 に対する X_i の灰色関連度とすれば、

$$r_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \xi_i(k) \quad (3)$$

である。灰色関連度 $r_1, r_2, \dots, r_n$ の大小より、参考因子 X_0 に対する因子間の関連を分析する。

今回検討した試料は、織物を製織する条件には限界があり、その範囲内で製織したために、得られたデータが少ないこともあり、そのデータを分析するには、灰色関連分析を用いることが有効であると考えられる。そこで、比較的長時間振動したポリエステルフィラメント織物、コットンスパン織物のよこ方向の減衰率K Sの結果を用いて、灰色関連分析により、せん断振動特性及び他の力学特性への織物の密度や糸の撚り数の関連度を検討する。

せん断振動特性を表す減衰率K Sを参考因子 X_0 とし、布のせん断剛性G、ヒステリシス2HG、KESシステムで得られるせん断特性値の組み合わせ2HG/ $\sqrt{G}$ 、布の重さW、ドレープ係数D、布の構造に関するパラメータである織り密度De、糸の撚り数Twを比較因子 $X_1, X_2, \dots, X_7$ とする。但し、ここでいうドレープ係数は布の力学パラメータより算出した値である¹⁶⁾。

$\eta = 1$ とすると、(2)、(3)式よりポリエステルフィラメント織物の減衰率に対する比較因子 X_i の灰色関連係数を以下に示す。

$$\begin{aligned}\xi_1 &= (1, 0.8577, 0.9335, 0.9086, 0.8037, \\ &\quad 0.9603, 0.9402, 0.8037, 0.6803) \\ \xi_2 &= (1, 0.7166, 0.8686, 0.9546, 0.9985, \\ &\quad 0.6671, 0.9367, 0.6377, 0.9428) \\ \xi_3 &= (1, 0.7249, 0.8314, 0.9471, 0.9952, \\ &\quad 0.7080, 0.9094, 0.6450, 0.9423) \\ \xi_4 &= (1, 0.8984, 0.8193, 0.9325, 0.8417, \\ &\quad 0.8526, 0.8998, 0.8431, 0.6604) \\ \xi_5 &= (1, 0.8644, 0.9399, 0.9363, 0.8183, \\ &\quad 0.9672, 0.9262, 0.8529, 0.7002) \\ \xi_6 &= (1, 0.8744, 0.8455, 0.9569, 0.8413, \\ &\quad 0.8592, 0.9455, 0.8703, 0.6482) \\ \xi_7 &= (1, 0.8514, 0.5838, 0.9274, 0.9123, \\ &\quad 0.6021, 0.8845, 0.9123, 0.500)\end{aligned}$$

同様に、コットンスパン織物の減衰率に対する比較因子 X_1 の灰色関連係数を以下に示す。

$$\begin{aligned}\xi_1 &= (1, 0.8158, 0.7809, 0.7017, 0.5863, 0.75) \\ \xi_2 &= (1, 0.5251, 0.6870, 0.6611, 0.5405, \\ &\quad 0.6910) \\ \xi_3 &= (1, 0.5100, 0.6458, 0.6421, 0.5035, \\ &\quad 0.6155) \\ \xi_4 &= (1, 0.8133, 0.6955, 0.7028, 0.5332, \\ &\quad 0.6494) \\ \xi_5 &= (1, 0.7541, 0.7639, 0.6971, 0.5763, \\ &\quad 0.6682) \\ \xi_6 &= (1, 0.7614, 0.7642, 0.7323, 0.6074, \\ &\quad 0.7344) \\ \xi_7 &= (1, 0.5000, 0.6870, 0.5554, 0.5080, \\ &\quad 0.6136)\end{aligned}$$

これらの灰色関連係数より求めた、ポリエステルフィラメント織物、コットンスパン織物の減衰率を参考因子とした灰色関連分析の関連度の結果を表2に示す。灰色関連分析により、ポリエステルフィラメント織物のせん断振動特性を表す減衰率に対する関連度は、 $D > G > De > W > 2HG > 2HG/\sqrt{G} > Tw$ であった。この結果によると、減衰率は、布のドレープ係数やせん断剛性との灰色関連度が高いことが分かった。また、布の構造に関するパラメータの減衰率への影響は織り密度のほうが糸の撚り数よりも大きいことが分かった。同様に、コットンスパン織物についても灰色関連分析を行うと、せん断振動特性を表す減衰率に対する関連度は、

Table 2 Results of Gray Relationships Analysis between Damping Ratio of Shear Vibration and Seven Parameters

Samples	G	2HG	2HG/ $\sqrt{G}$	W	D	De	Tw
Filament	0.876	0.858	0.855	0.861	0.889	0.871	0.797
Spun	0.772	0.884	0.652	0.732	0.743	0.766	0.643

Table 3 Results of Gray Relationships Analysis between Density or Twist and Seven Parameters

	Samples	KS	G	2HG	2HG/ $\sqrt{G}$	W	D
Density	Filament	0.823	0.919	0.779	0.78	0.964	0.929
	Spun	0.808	0.968	0.882	0.835	0.923	0.963
Twist	Filament	0.816	0.803	0.756	0.764	0.833	0.809
	Spun	0.768	0.783	0.782	0.774	0.8	0.778

$G > De > D > W > 2HG > 2HG/\sqrt{G} > Tw$ であり、減衰率が、せん断剛性や布のドレープ係数との灰色関連度が高く、織り密度のほうが糸の撚り数よりも灰色関連度が高いことが示された。灰色関連分析の結果、ポリエステルフィラメント織物、コットンスパン織物いずれの減衰率も、せん断剛性との関連度が高いことから、衣服の動的な外観の美しさを評価するには、せん断振動特性とせん断剛性の両パラメータを関連付けて考察をすることが有効であると思われる。

次に、織物の密度 De 、糸の撚り数 Tw をそれぞれ参考因子 X_0 、せん断振動特性を表す減衰率 KS 、布のせん断剛性 G 、ヒステリシス $2HG$ 、 KS システムで得られるせん断特性値の組み合わせ $2HG/\sqrt{G}$ 、布の重さ W 、ドレープ係数 D を比較因子 $X_1, X_2, \dots, X_7$ とした、灰色関連分析の結果を表3に示す。

$\eta = 1$ とするとき、(2), (3)式よりポリエステルフィラメント織物の密度に対する比較因子 X_1 の灰色関連係数は、以下のようなものである。

$$\begin{aligned}\xi_1 &= (1, 0.8220, 0.7839, 0.9364, 0.7785, \\ &\quad 0.8018, 0.9200, 0.8165, 0.5498) \\ \xi_2 &= (1, 0.9675, 0.8560, 0.9226, 0.9226, \\ &\quad 0.8440, 0.9911, 0.8744, 0.9009) \\ \xi_3 &= (1, 0.7247, 0.9547, 0.8774, 0.7799, \\ &\quad 0.5000, 0.9853, 0.6126, 0.5789) \\ \xi_4 &= (1, 0.7375, 0.9706, 0.8679, 0.7742, \\ &\quad 0.5350, 0.9404, 0.6229, 0.5792)\end{aligned}$$

$\xi_5 = (1, 0.9561, 0.9461, 0.9604, 0.9993, 0.9865, 0.9251, 0.9470, 0.9588)$

$\xi_6 = (1, 0.9804, 0.8480, 0.9665, 0.9520, 0.8362, 0.9679, 0.9657, 0.8526)$

$\xi_7 = (1, 0.6758, 0.5557, 0.9521, 0.6995, 0.5716, 0.9009, 0.7300, 0.5918)$

同様に、コットンスパン織物の密度に対する比較因子 X_i の灰色関連係数を以下に示す。

$\xi_1 = (1, 0.9375, 0.9792, 0.9566, 0.9568, 0.9789)$

$\xi_2 = (1, 0.6897, 0.8992, 0.8992, 0.8657, 0.9388)$

$\xi_3 = (1, 0.6698, 0.8455, 0.8724, 0.7945, 0.8332)$

$\xi_4 = (1, 0.9400, 0.9104, 0.9581, 0.8514, 0.8805)$

$\xi_5 = (1, 0.9903, 0.9996, 0.9501, 0.9367, 0.9068)$

$\xi_6 = (1, 0.8074, 0.8098, 0.7823, 0.6701, 0.7841)$

$\xi_7 = (1, 0.5000, 0.8992, 0.5297, 0.8031, 0.5698)$

続いて、 $\eta = 1$ とするとき、(2)、(3)式よりポリエステルフィラメント織物の糸の撚り数に対する比較因子 X_i の灰色関連係数を示すと次のようになる。

$\xi_1 = (1, 0.8692, 0.6193, 0.9367, 0.9234, 0.6371, 0.8988, 0.9234, 0.5370)$

$\xi_2 = (1, 0.7731, 0.6438, 0.9811, 0.7731, 0.6519, 0.9455, 0.7731, 0.6863)$

$\xi_3 = (1, 0.6705, 0.6737, 0.9021, 0.9223, 0.5000, 0.9485, 0.6358, 0.5525)$

$\xi_4 = (1, 0.6767, 0.6945, 0.8963, 0.9270, 0.5194, 0.9741, 0.6420, 0.5526)$

$\xi_5 = (1, 0.8013, 0.7020, 0.9949, 0.8031, 0.7040, 0.9837, 0.8042, 0.7048)$

$\xi_6 = (1, 0.7778, 0.6412, 0.9912, 0.7847, 0.6492, 0.9580, 0.8119, 0.6698)$

$\xi_7 = (1, 0.7848, 0.6863, 0.9721, 0.8029, 0.7001, 0.9409, 0.8255, 0.7172)$

同様に、コットンスパン織物の糸の撚り数に対する比較因子 X_i の灰色関連係数を以下に示す。

$\xi_1 = (1, 0.6153, 0.9180, 0.6153, 0.8819, 0.6706)$

$\xi_2 = (1, 0.5073, 1.0000, 0.5989, 0.9431, 0.6455)$

$\xi_3 = (1, 0.5000, 0.9548, 0.5908, 0.9910, 0.6098)$

$\xi_4 = (1, 0.6146, 0.9909, 0.6157, 0.9548, 0.6263)$

$\xi_5 = (1, 0.5965, 0.9304, 0.6135, 0.8937, 0.6351)$

$\xi_6 = (1, 0.6622, 0.8114, 0.7100, 0.6694, 0.7569)$

$\xi_7 = (1, 0.5989, 0.9302, 0.6270, 0.8590, 0.6642)$

これらの灰色関連係数より求めた、ポリエステルフィラメント織物、コットンスパン織物の密度及び糸の撚り数を参考因子とした灰色関連分析の関連度から、密度は布のせん断剛性、重さ、ドレープ係数との関連度が高く、糸の撚り数は布の重量との関連度が高いことが分かった。また、ポリエステルフィラメント織物については、糸の撚り数は減衰率との関連度が高いことが示された。これらのことから、密度は布のせん断剛性や重さ、布のドレープ係数との関係が、糸の撚り数は布の重さとの関係が強く、ポリエステルフィラメント織物の糸の撚り数は減衰率との関係が強いと考えられる。また、布の密度及び糸の撚り数と減衰率との関連度の大小から、せん断振動特性値に及ぼす影響は、布の織り密度の方が糸の撚り数よりも大きいと考えられる。

4. 2 せん断振動特性とせん断特性との関係

せん断振動特性は、糸-糸間摩擦の影響が関係していると考えられる。そこで、糸-糸間摩擦の影響を表している、せん断特性値 G 、 $2HG$ 及び KES システムで得られるせん断特性値の組み合わせ $2HG/\sqrt{G^{10}}$ と減衰率との関係をここでは考察する。

図7は、減衰率と $2HG$ との関係を示し、 t 検定を行った結果、危険率10%において、これらの間に相関があることが分かった ($r=0.44$)。素材別の $2HG$ と減衰率との関係を調べると、ポリエステルフィラメント織物の場合には、 t 検定により、危険率5%において相関が認めら

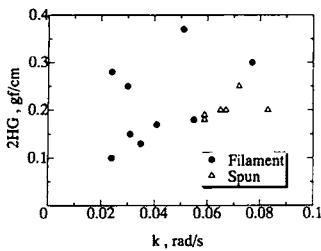


Fig. 7 Relationship between shear hysteresis and damping ratio of shear vibration

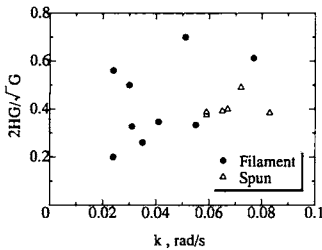


Fig. 8 Relationship between shear characteristics and damping ratio of shear vibration

れたが($r=0.57$), コットンспан織物の場合には, 相関がほとんどないことが分かった($r=0.32$). 同様に, 減衰率と G との相関を調べた結果, ポリエステルフィラメント織物の場合には, 相関がほとんどみられなかった($r=0.20$)が, コットンспан織物の場合には, t 検定により, 危険率0.1%において高い相関が認められた($r=0.75$).

次に, 減衰率とKESシステムで得られるせん断特性値の組み合わせ $2HG/\sqrt{G}$ との関係を調べた結果を, 図8に示す. この図から, 減衰率は, $2HG/\sqrt{G}$ と直線的関係があることが認められる. また, これらにおいても, t 検定を行った結果, 危険率10%において, これらの間に相関があることが分かった($r=0.44$).

素材別の $2HG/\sqrt{G}$ と減衰率との関係を調べると, ポリエステルフィラメント織物の場合には, t 検定により, 危険率5%において相関が認められ($r=0.58$), コットンспан織物の場合には, 相関がほとんどないことが分かった($r=0.16$).

これらのことから, 減衰率は, せん断力のヒステリシス幅 $2HG$ 並びにKESシステムで得られるせん断特性値の組み合わせ $2HG/\sqrt{G}$ と相関があると考えられる. しかし, 今回検討した全試料布の減衰率と $2HG$ や, せん断特性

値の組み合わせ $2HG/\sqrt{G}$ との相関が低くなったのは, 素材の特性の影響が大きいことが示唆される. すなわち, せん断振動現象が長時間続く絹織物と, ポリエステルフィラメント織物, コットンспан織物のせん断振動特性の減衰率を比較検討すると, せん断振動が長時間持続する織物ほど, KESシステムで得られるせん断特性値の組み合わせ $2HG/\sqrt{G}$ との相関が高くなると考えられる. このため, 衣服の動的ドレープ挙動の解析には, 織物の素材の力学特性や, 織物構造, 織物の糸-糸間や繊維-繊維間摩擦の影響が考えられるので, せん断振動特性値を衣服の動的ドレープ挙動のパラメータとして, 今後も更なる検討が必要であると考えられる.

4. 3 せん断振動特性と通気性との関係

織物の密度及び糸の撚り数がせん断振動特性に及ぼす影響の結果から, ポリエステルフィラメント織物については, 密度が小さいほうが糸の撚り数の効果に関係なく, 減衰率が小さくなると予想したが, 撚り数が少なく, 密度が小さいと, 減衰率が急に大きくなることが分かった. このことから, 減衰率には密度よりも撚り数の影響を受けていると考えられる. また, せん断振動特性は, 糸-糸間のせん断角度変化と関係していることから, 織物内部の空隙が減衰率に影響を及ぼすことが推察される.

そこで, 減衰率と織物の通気抵抗との関係を検討した. その結果, 減衰率と通気抵抗とは, 相関がほとんどないことが分かった($r=0.13$).

さらに, 通気抵抗と密度及び糸の撚り数との関係を検討すると, 通気抵抗と撚り数との関係は, ポリエステルフィラメント織物のよこ方向の減衰率 K_S と密度との関係(図3)と同じ傾向が見られ, ポリエステルフィラメント織物においても, 撚り数が少なくなると, 通気抵抗が大きくなることが確認された^{17,18)}.

これらについて, 織物構造をモデル化し, 図9に示す. この図では, 縦糸は, 今回の実験条件と同一で, すべて密度, 撚り数が統一されている. 横糸は, 撚り数が少なくなると, 糸の撚りが甘くなるため, 糸が太くなると仮定する. 図9において, 密度が一定の場合には, 撚り数

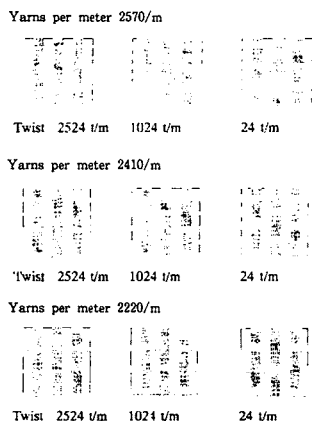


Fig. 9 Weave structure models concerning the effects of weave density and yarn twist on inter-yarn space.

が小さくなると、糸-糸間の接触面積が大きくなるので、減衰率が大きくなり、また、糸-糸間の空隙も小さくなるために、通気抵抗が大きくなると考えられる。また、撚り数が一定の場合には、密度が変化しても、糸-糸間の接触面積は一定であるが、密度が小さくなると、糸-糸間の空隙が大きくなり、通気抵抗が小さくなると考えられる。実験結果では、密度が小さくなると、減衰率が小さくなり、密度の影響が見られた。これらのことから、密度の変化に関係なく、撚り数24の通気抵抗Rが大きくなるのは、糸-糸間や、あるいは繊維-繊維間の接触面積や接触圧が大きいからではないかと考えられる。これらのことから、婦人用薄手布の範疇に属している織物の密度においては、その領域が狭いため、通気抵抗は、密度の影響が小さく、撚り数の影響が大きくなると考えられる。

5. 結 論

婦人用薄手布として主に用いられている、ポリエステルフィラメント織物及びコットンспан織物の織り密度や糸の撚り数の変化によるせん断振動特性について詳細な実験を行い、また、灰色関連分析を行った結果、以下の結論を得た。

- ①ポリエステルフィラメント織物は、密度が小さいほうが長時間振動するが、灰色関連分析の関連度から、糸の撚り数の効果が大きいと考えられる。
- ②ポリエステルフィラメント、コットンспан

織物共に、布の織り密度や糸の撚りの効果による最適せん断振動領域があると考えられる。

- ③ポリエステルフィラメント、コットンспан織物共に、せん断振動特性値の減衰率は、織り密度との関連度が高い。また、灰色関連分析の関連度から、密度は、せん断剛性や、布の重さ、ドレープ係数との関連度が高いことが分かった。
- ④せん断振動特性は、通気抵抗とは相関がない。すなわち、織物のせん断変形には、織物内部の空隙の影響がなく、糸-糸間や、あるいは繊維-繊維間の接触面積や接触圧の影響が大きいと考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、試料を提供して頂いた石川県工業試験場、並びに灰色関連分析の助言を頂いた(株)ノシロ合織の張如全博士に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 上野清一郎, 木村栄子, 長谷川範子: 織消誌, 16, 404(1975)
- 2) 上野清一郎, 江幡敏夫: 織消誌, 17, 43(1976)
- 3) 上野清一郎, 江幡敏夫, 大洞良子: 織消誌, 18, 301(1977)
- 4) 熨斗秀夫, 小林昇二, 山田照幸: 織学誌, 33, T470(1977)
- 5) 小林昇二, 熨斗秀夫: 織機誌, 33, P304(1980)
- 6) 泉加代子, 丹羽雅子: 家政誌, 32, 390(1981)
- 7) 泉加代子, 丹羽雅子: 家政誌, 34, 96(1983)
- 8) K.Izumi and M.Niwa: Proc. 3rd Japan-Australia Symposium, Textile Mach. Soc. Jpn., Osaka, p.725(1986)
- 9) 松平光男, 川端季雄: 織機誌, 39, T175(1986)
- 10) 松平光男: 家政誌, 38, 393(1987)
- 11) 松平光男: 金沢大学教育学部紀要(自然科学編), 43, 39(1994)
- 12) 松平光男: 織機誌, 44, T234(1991)
- 13) 鄧聚龍: 社会経済灰色系統の理論及び方法, 中国社会科学, 6, 47(1984)
- 14) 陳東生, 鈴木希美, 日下部信幸: 織消誌, 38, 519(1997)
- 15) 張如全, 松平光男: 織機誌, 51, T87(1998)
- 16) 楊敏杜, 松平光男: 織機誌, 51, T65(1998)
- 17) 中西正恵, 丹羽雅子: 家政誌, 41, 841(1990)
- 18) 中西正恵, 丹羽雅子: 家政誌, 43, 293(1992)