耳線形状と織成機構とに関する研究

(第8報) 耳形状均斉性の評価法および耳形状均斉化に
関連してのたて糸張力に関する一考察

東洋紡績(株)加工技術研究所

内 山
細 井 信 夫

生 (会員)

Relationship between Weaving Mechanism and Appearance of Selvage Part 8: Selvage Appearance, Warp Tension and their Bearings on Evenness of Selvage

Sei Uchiyama and Nobuo Hosoi

Takatsuki Research Institute, Toyobo Co., Ltd., Takatsuki, Osaka-fu

Abstract

This article deals with a method which makes it possible to symbolize the look of a selvage by physical quantities, then suggests a way of thinking about warp tension that has a close relationship to the evenness of selvage appearance and end-down.

(1) Appearance of selvage can be symbolized by a discriminating function which is deduced from the amplitude properties of selvage shape.

Therefore, evaluation of selvage appearance is possible by physical measurement instead of by visual observation.

(2) The following equations on the relationship between warp tension and end-down are deduced with results which will be helpful in getting uniform selvage lines without excessive end-down.

$$P = \int_{\frac{a}{\sigma}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$$|a_2 - a_1| \leq u \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

$$u = \frac{a}{\sigma}, \quad a = a_2 - a_1, \quad \sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

P : Frequency of end-down

a_1 : Average breaking strength of warp

σ_1 : Standard deviation of breaking strengths

a_2 : Average warp tension at beating point

σ_2 : Standard deviation of warp tensions

(Received January 13, 1968)

摘 要

目 的 織物の耳部分の均斉性を数値化し、目視による官能的判断に代わって、評価に一般性を与える方法を考察する。ついで、耳部分の均斉性向上と密接な関係を有するたて糸張力について、耳の均斉性と生産性とをともに満足するような方法についての考え方を提示する。

結 果 (1) 耳部分の均斉性は、耳線おうとつの振幅特性を要素として判別関数で指数化することができる。これによって均斉性の臨界域を指数として表示するとともに、目視による判定に代わって物理量の数値としてシンボル化できた。

(2) 耳形状を均斉にするためには、たて糸張力は大きいほど良い。本報では糸切れを一定値以下にして、最高張力を推定するための条件式を求めた。この結果をモデル化して、必要条件を満足するための基本的事項を明らかにした。

(昭和43年1月13日受理)

1. 結 言

第4報¹⁾において、耳形状の均斉性を目視によって判定し、評点法で格付けする方法を報告した。しかし、耳形状が物理的に計測量として数値化でき、しかも結果が目視による評価と対応づけられれば、評価に客観性が与えられ、判定の基盤が明確になる。本報では、このような目的をもって、耳形状の写像の方法と、得られたパターンのシンボル表示、すなわち数値化の方法を検討する。

ついで、たて糸の張力を糸切れが目標限界を越えない程度に大きくして、耳形状の均斉性を良くしようとするとき、具体的にどのようにして許容張力を設定すればよいかを考察する。第2報²⁾において、たて糸張力が耳形状に及ぼす影響について考察したが、本報はその限界を生産性、すなわち糸切れの立場から考察する。

2. 耳形状の写像とパターンの要素特性

耳形状の形態特性を おうとつ量や分布状態などの要素に分析し、さらに総合してシンボル化するためには、変位が数 mm 程度の大きさではきわめて扱いにくく、数倍以上に拡大することが必要と思われる。

一方、眼で観察するときには、瞬間的に 1 m 程度の長さにわたり全体としての形態特性を把握することができる。このため、おうとつ形態の拡大にあたって 2 軸同倍率で拡大すると、視覚判定における観察範囲の有利性は失われることになる。

いま、耳形状の評価には、おうとつ形態の全振幅と分布とに重点があり、その波長は 2 次的に考えてよいとすれば、拡大写像は 2 軸間で倍率を変えればよい。すなわち、耳部形状を織物の幅方向に拡大し、長さ方向には縮小すればよい。この目的のため、耳に接触する触針の変位をストレイン メーターで電気量に変換拡大し、記録する方法を考案した。第1図は測定装置の斜視図である。

第1図の符号を以下に説明する。

(第1図) 耳形状の写像装置

A-A: サンプル送り出しローラー,
表面速度 3 m/min

A'-A': サンプル巻き取りローラー,
表面速度 $3(1+0.1)$ m/min

B: サンプル位置規正板

F: サンプル

F': サンプル耳部

C: 耳部接触ニードル, 0.5 mmφ (#7 ミシン針
利用)

D: 触針とストレイン ゲージを接着した りん青
銅板ピックアップ

E: ブリッジ回路, 渡辺測機 WTR 201-C

R: 出力レコーダー, 同上

サンプルはわずかに伸長されながら、ローラー A-A で送られ、ガイド B で定位置に保持されている。りん青銅板のたわみ弾性で耳はじに接触する触針は、耳はじのおうとつに沿って変位し、この変位は電流に変換増幅されて、自記記録レコーダーに記録される。

本方法により耳の おうとつ量を 5 倍に拡大し、測定長を 1/10 に縮小して耳形状を転写することができる。

第2図は綿ギャバジンの測定例を示す。

(第2図) 耳形状の転写例

本方法は、綿ギャバジンやタッサーのような曲げ硬さの大きい織物に应用すると操作は容易である。しかし、綿ポプリンや合繊のフィラメント織物のような柔らかいサンプルのときには耳部が変形しやすく、サンプル位置の規正も困難になる。したがって、サンプルをつぎのようにメラミン樹脂で処理し、硬化して実測した。

すなわち、スミテックス レジン M3 を水に 3 : 7 の容積比で溶解し、この水溶液にサンプルを浸漬して 25% の付着量とする。ついで、 80°C で 20 分間乾燥した。この方法により、カンチレバー法による曲げ硬さが 4 mg-cm 程度のポリエステル綿混紡 40 S ブロードを 4.5×10^3 mg-cm 程度に硬くし、曲げにくくすることができる。この方法でナイロン タフタのような柔らかい織物でも十分測定が可能な状態とすることができた。

さて、第2図に示すパターンの特性要素は、つぎの3つに集約して示すことができるものとする。

$$(1) \text{ 変位量平均値 } p_1 = \frac{\sum_{i=1}^6 l_i f(l_i)}{\sum_{i=1}^6 f(l_i)}$$

$$(2) \text{ } l_{i-2} \text{ の級区分に属する個数が全体に占める比率}$$

$$p_2 = f(l_2) / \sum_{i=1}^6 f(l_i)$$

$$(3) \text{ } l_i \geq 3 \text{ の級区分に属する個数が全体に占める比率}$$

$$p_3 = \frac{\sum_{i=3}^6 f(l_i)}{\sum_{i=1}^6 f(l_i)}$$

ただし l_i : 不均斉端の平均端からのへだたり

$f(l_i)$: 不均斉端の級別出現度数 (率)

とし、平均端とは おうとつの山と谷との平均値と定義する。また、おうとつ量は平均端からのへだたり量を0.5 mm 幅で級分けする。

耳形状の良、不良を視覚判定する場合も、ここに示した要素特性に基づいて、総合判断を行なっていると考えられる。したがって、総合の仕方がもし p_1, p_2, p_3 で表わされる特性の1次結合形式であると仮定すれば、判別関数法によって各パターンの総合特性を指数とし、1つの数値でシンボル化することができる。

また、良、不良の臨界点も指数表示が可能になり、数値による判定ができるであろう。

つぎに実験例による演算結果を示しながら検討する。

3. 判別関数による耳形状要素特性の総合数値化

実験試料として、第1表に示す織物を用いた。試料を1 mの長さにわたって採取し、さきに述べた方法で耳形状を転写した結果から代表的なものを第3図に示す。また、おのおのの平均端からの変位点の級間隔ヒストグラムもあわせて第3図に図示する。

(第1表) 実験試料に用いた織物

試料 No.	織物の繊維素材	織物組織
1	綿 35%/ポリエステル65%, 45 s	ボブリン
2	同 上	同 上
3	同 上	同 上
4	同 上	同 上
5	綿 100%, 20 s	タッサー
6	同 上	同 上
7	同 上	同 上
8	ポリエステル 100%, 75 d	タフタ
9	同 上	同 上
10	同 上	同 上

試長1 m は おうとつ特性を知るには、ほぼ十分な長さと考えることができる。

第3図に示される各試料の耳部 おうとつ量のヒストグラムから、耳部形状の特性要素として、前述の p_1, p_2, p_3 を考え、これらの計算結果を第2表にまとめて示す。

(第2表) 試料の要素特性表

試料	特性	p_1 (mm)	p_2 (%)	p_3 (%)
1		0.65	40	15
2		0.34	82	1
3		0.28	95	0
4		1.01	68	16
5		0.33	83	17
6		0.28	93	0
7		0.45	64	4
8		0.50	70	20
9		0.25	100	0
10		0.31	89	1

ついで、各試料を目視判定により、耳部おうとつ形状の良、不良別に区分けし、種別ごとの特性表を作成し、これを第3表に示す。

ただし、特性1, 2, 3はそれぞれ p_1, p_2, p_3 を示す。

(第3表) 種別化された試料の要素特性表

種別 (i)	繰り返し (j)		1	2	3	4	5
	試料 No.		2	3	6	9	10
良	特性 (p)	1	0.34	0.28	0.28	0.25	0.31
		2	82	95	93	100	89
		3	1	0	0	0	1
種別 (i)	繰り返し (j)		1	2	3	4	5
	試料 No.		1	4	5	7	8
不良	特性 (p)	1	0.65	1.01	0.33	0.45	0.5
		2	40	68	83	64	70
		3	15	16	17	4	20

第3表の測定値は x_{pij} であらわされる。この場合、 $i = 1, 2, j = 1, 2, \dots, 5, p = 1, 2, 3$ である。判別関数 Z は、つぎの手順によって求める。

(i) $\bar{x}_{pi}, d_p, S_{pq}$ を計算する。

$$\bar{x}_{pi} = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 x_{pij}, d_p = \bar{x}_{p1} - \bar{x}_{p2}$$

$$S_{pq} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^5 (x_{pij} - \bar{x}_{pi})(x_{qij} - \bar{x}_{qi})$$

(第3図) 試料の耳形状転写図と変位—頻度ヒストグラム

(ii) 6個の連立方程式をたて、解を求める。

$$\Sigma S_{pq} \lambda_q = d_q$$

(iii) 方程式の解と、測定値 x_{1ij} , x_{2ij} , x_{3ij} とから判別関数 Z_{ij} を計算する。

$$Z_{ij} = \lambda_1 x_{1ij} + \lambda_2 x_{2ij} + \lambda_3 x_{3ij} \dots \dots \dots (1)$$

計算結果を第4表に示す。

(第4表) $\bar{x}_{pi}$, d_p , S_{pq} 計算値

pi	$\bar{x}_{pi}$	p	d_p	pq	S_{pq}
1.1	0.29	1	-0.29	1.1	0.28
2.1	91.86	2	26.72	2.2	1113.30
3.1	0.40	3	-13.36	3.3	148.59
1.2	0.59	—	—	1.2	-6.06
2.2	65.14	—	—	2.3	107.95
3.2	14.36	—	—	1.3	-1.96

つぎの連立方程式から λ_1 , λ_2 , λ_3 を求める。

$$\left. \begin{aligned} S_{11} \lambda_1 + S_{12} \lambda_2 + S_{13} \lambda_3 &= d_1 \\ S_{21} \lambda_1 + S_{22} \lambda_2 + S_{23} \lambda_3 &= d_2 \\ S_{31} \lambda_1 + S_{32} \lambda_2 + S_{33} \lambda_3 &= d_3 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

(2) 式の S_{pq} , d_p に数値を代入して解を求めると

$$\lambda_1 = -1.34, \lambda_2 = 0.03, \lambda_3 = -0.11$$

この λ を (1) 式に入れて Z を求めると、第5表のようになる。

(第5表) Z 指数表

() 内は試料 No. を示す。

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	平均
1 (良)	1.90 (2)	2.36 (3)	2.32 (6)	2.56 (9)	2.14 (10)	2.25
2 (不良)	-2.40 (1)	-1.04 (4)	0.19 (5)	0.88 (7)	-0.68 (8)	-0.60

(第4図) Z 値と耳形状均斉さとの対応

第5表の結果を第3図と対応させると、判別指数 Z と耳形状の均斉性とがよく一致している。もっとも均斉な試料 (No. 9) は $Z = 2.56$ であり、おうとつの激しいもののほど指数の値は小さく、最低は試料 (No. 1) で $Z = -2.40$ を示す。

10個の試料中で平均的な形状を示す No. 2 と No. 7 との Z は、それぞれ 1.90 と 0.88 であり、ほぼこの近辺を Z の臨界域とみなすことができる。これを第4図に示す。

λ_1 , λ_2 , λ_3 が与えられたから、任意のサンプルが与

えられた場合も特性値 p_1 , p_2 , p_3 を実測すれば、その形状を数値化し均斉性の良否を判断する指標とすることができる。

4. 最適たて糸張力の考察

たて糸張力の大きさが耳線形状と密接な関係を持ち、その大きいほど耳線の直線性は向上する。しかし、たて糸張力は糸切れ減少化の立場からは、小さいことが一般的には望ましい。この両方の目的に対して、たて糸に与える最高張力はどのように決定するのが合理的かについて、一つの考え方を提示する。

製織中、たて糸は衝撃的張力を周期的にうけ、繰り返し伸長を行なう。このため糸は疲労し、伸長に伴う単繊維間あるいは繊維高分子間の不可逆的移动を生じ、このずれが累積して、ついには糸切れになると考えられている。

周期的伸長によって生ずる残留変形 ϵ_0 は、繰り返し回復を n 、その際に与えられる伸長荷重の振幅を γ とすると $\epsilon_0 = f(n, \gamma)$ である。もし n が大になって、 ϵ_0 が大になれば糸切れの発生が生じやすくなる。

さて、たて糸に永久歪 ϵ_i が与えられ、このときの破断張力を y_1 とする。また、製織中に糸にかかる荷重を y_2 とすれば、 $y_2 > y_1$ の条件が満たされるとき糸切れとなる。

y_2 に関しては所要密度の織物をうるためには、一定値以上の大きさが要求され、W. A. Borobjew⁵⁾ の研究がある。ここでは y_2 は十分条件を満たし、かつ、 y_2 はピーティング時の値でサイクル内の最高張力とする。

さて、たて糸が $\epsilon_i = f(n_i, \gamma_i)$ の永久歪を与えられるときの破断張力 y_1 の分布は正規型と考えてよい。また、製織中のたて糸張力 y_2 も正規型分布をするとすれば、 y_1 と y_2 との差の分布も正規型となる。

これを式であらわすと、つぎのようになる。

$$y_1 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} e^{-\frac{(x-a_1)^2}{2\sigma_1^2}} \dots \dots \dots (1)$$

$$y_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} e^{-\frac{(x-a_2)^2}{2\sigma_2^2}} \dots \dots \dots (2)$$

$$y_3 = y_1 - y_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} e^{-\frac{\{x-(a_2-a_1)\}^2}{2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}} \dots \dots \dots (3)$$

ただし a_1 : たて糸破断強力の平均値

σ_1 : たて糸破断強力の標準偏差

a_2 : たて糸張力平均値

σ_2 : たて糸張力の標準偏差

y_3 が 0 より小になると糸切れになる。

それが発生する確率は y_3 を $-\infty$ から 0 まで, x について積分して得られる。

すなわち, 糸切れ発生確率 P は

$$P = \int_{-\infty}^0 y_3 dx = \int_{\frac{a}{\sigma}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \dots\dots\dots (4)$$

ただし $a = (a_2 - a_1)$, $\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$

となる。

P の値と, 織機 1 台 1 時間当たりの糸切れ回数 M との関係は, たて糸総本数を N , 織機毎分回転数を n とすれば

$$P = \frac{M}{\frac{60 \cdot N \cdot n}{2}} \dots\dots\dots (5)$$

となる。ただし, 下口開口でピーティングされるとき, 糸張力は最大値を示すが, このチャンスは織機 2 回転で 1 回しかないから P は (5) 式で示される。

いま, 目標糸切れ数を M で与えるとすると, (5) 式から P が求められる。 P を (4) 式に代入すれば, $\frac{a}{\sigma} = u$ が決まる。

つぎに a_1 , σ_1 および σ_2 がわかれば, 目標糸切れ数 M より実際の糸切れが大にならないような糸張力 a_2 を計算することができる。

すなわち

$$|a_2 - a_1| \leq F[P] \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = u \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \dots (6)$$

なる関係式から a_2 がわかる。

第 5 図は, 糸切れ数 M と u との関係 (4) 式と (5)

(第 5 図) u と M との関係線図

式との関係から求めて, 片対数方眼紙に示したものである。なお, (4) 式において $N=5000$, $n=200$ とした。

また, 第 6 図は a_1 , a_2 , σ_1 , σ_2 のいずれか 1 つを変化させるときの M と u との関係を図示したものである。

ただし, それらの定数はつぎのように仮定して計算した。

$$\left. \begin{array}{ll} a_1 = 210 & a_2 = 33 \\ \sigma_1 = 33 & \sigma_2 = 5 \end{array} \right\}$$

第 6 図から, つぎのことがわかる。

(第 6 図) a_1 , a_2 , σ_1 , σ_2 と M との関係線図

(1) a_1 と a_2 とは線対称であり, 傾斜は同一で, 糸切れに与える影響の度も同じである。しかし, 効果はプラス マイナスとまったく逆になる。糸切れ減少を目的とするとき, a_1 を増加させるか, a_2 を減少させるかは個々の場合について選択すべきであろう。

(2) σ_1 に比べて, σ_2 が糸切れに及ぼす影響は少ない。特に σ_2 が 10 g 以下になると効果は少なくなり, 図の例では $\sigma_2 = 0$ でも糸切れは 1.0 以下にならない。これに比べて σ_1 の効果の大きいことがわかる。

耳形状を良くするため, たて糸張力を大にする場合, 上述の考察をもとにすれば生産性への影響を小さくすることができる。

5. 結 言

本報を要約して, つぎに示す。

(1) 耳形状の おうとつ状態は, カンチレバーを触針とする歪計で増幅転写することができる。

(2) 転写されたパターンは, おうとつの振幅平均値と特定級区分に属するおうとつ値の出現率を要素特性として, 判別関数法で総合数値化できる。

(3) 得られた指数は目視判定の結果をよく反映し, 判定方法に客観性を付与することができる。

(4) 耳形状の均斉性と深い関係をもつ, たて糸張力と糸切れとの関連を考察し, 限界張力を決定するための

考え方を明らかにした。

ここで得たたて糸張力と糸切れ率との条件式は耳部分のみでなく、製織技術の一般的知見としても参考になると思われる。ご指導をいただいた東工大石川章一教授に誌上をかりて厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 内山; 本誌, 20, T 57 (1967-2)
- 2) 内山; 本誌, 19, T 309 (1966-12)
- 3) J. E. Booth; Principles of Textile Testing, 1964, Millbrook Press
- 4) 奥津; 推計学の問題とその解き方, 1961, 共立出版
- 5) W. A. Borobjew; Text. Praxis, 9