(昭和35年10月29日, 11月21日受理)

混紡糸の構造に関する研究

群馬大学工学部 上野清一郎

THE STUDY ON THE STRUCTURE OF THE BLENDED YARNS (XIII) (XIV)

By Seiichiro Ueno

(Faculty of Engineering, Gunma University, Kiryu City, Gunma Prefecture, Japan)

(XIII) THE RELATION BETWEEN THE DIFFERENCE OF THE FINENESS AND THE BLENDED PERCENTAGE OF THE COMPONENT FIBERS AND THE DISTRIBUTION IN THE CROSS-SECTION

In order to quantify the distribution of component fibres, coordinate axis was set up arbitrarily and as that result a centre of mass in the section was found, and on their basis the analysis of the distribution of component fibres was carried out by means of concentric zone method and rotational zone method.

The results obtained are as follows.

(1) For the quantitative distribution of component fibres at total sections by using the concentric zone method, the quantified value named k (or k') is used for distribution and the condition of inside or outside distribution in the section is investigated. In general, irrespective of the kinds of fibres, the coarser fibres towards the outside in the yarn section and the greater the difference of the fineness of both fibres is, the more remarkable such a tendency is. Besides, on the cotton and rayon staple fibre blend employed in the present experiment, it is shown that the cotton fibres occupy the periphery in the yarn section.

(2) Owing to the result of the quantity at each section by concentric zone method, k (or k') variate considerably at each section and even if, on the average, their values result in as 1), it seems that each component fibre preferentially migrates inside or outside. Moreover, for the purpose of showing the inclination of the distribution from outside to inside in this section, the value named mean distribution gradient was used.

(3) Using the rotational zone method calculating R , i. e. maximum blend percentage minus minimum blend percentage among eight zones, the greater value of R is obtained on the yarns with component fibres of different kinds; and the greater the difference of the fineness in 50-50 blend greater is R ; and the same result as that is obtained on the yarns with less blend percentages of rayon staple fibres in the cotton and rayon staple fibre blend. In addition, the arrangement of the zones in the section at which maximum and minimum blend percentages are generally randomized.

(Received October 29, 1960)

(XIV) ON THE CLUSTER

For the tendency to which one component fibre aggregates in the section, the distribution of component fibres in the section was quantified by applying the term Cluster and the following results are obtained:

(1) In general the rayon staple fibre with relatively smooth surface is apt to make the cluster than the cotton fibres in the cotton and rayon staple fibre blend, and the higher blend percentage of component fibre has greater tendency to make the cluster.

(2) As the fibre numbers per cluster increase, the possibility of cluster formation appears to

decrease rapidly and its distribution become Poisson's distribution type which exhibits the maximum probability in the case of forming no cluster (separating to each fibre).

(3) When the yarns are produced by means of the blend in the ply sliver, the final size of the cluster formed by calculation is smaller than that by actual observation. Hence, this difference seems due to the interaction of the cotton and the rayon staple fibres, and in general, on the ratio of actually observed value to calculated value the rayon staple fibre exhibits the larger value of the cluster than the cotton fibre.

(Received November 21, 1960)

第13報 構成繊維の繊度差ならびに混紡率と横断面における分布との関係

1. 緒 言

前報¹⁾において綿スフ混紡糸ならびに繊度を異にする同種スフ混紡糸について、横断面における繊維計数からその糸軸方向の各種計量を行なつたのであるが、引きつづき今回はその横断面においていかに構成繊維が分布するかを、同心円法、弧度法という観点から計量してみた結果について述べる。

なお試料ならびに実験方法に関しては、いずれも前報のデータをそのまま用いた。

2. 実験結果ならびに考察

(A) 同心円法

試料の計量の方法は次のようにした。すなわち

i) 横断面内の各断面繊維の中心を求める。これには近似的に最大直径の中点をもつてする。(これを各質点とする)。

ii) 任意の座標軸 x, y をとり, i) の中点 (x_i, y_i) の座標を求め各構成繊維の質量 (m_1 ならびに m_2) を考慮して, $\bar{x} = \sum mx / \sum m$, $\bar{y} = \sum my / \sum m$, を計算すればこの $(\bar{x}, \bar{y})$ が断面全体の中心点となる。(質心の求め

方)

iii) 次にこの点を中心として最外側の断面繊維に外接する半径で円を画き, これを最外円とする。

iv) この半径を n 等分 (われわれは $n=5$ とする) し, 各等分点までをそれぞれの半径として同心円を画く。これを同心円法と名づける。

この一例を第1図に示す。

(I) 全断面についての計量

上記の方法により求めた同心円法各区域の繊維数の総計 (50 断面につき) を示せば第1表のようになる。(S₁ 糸以外については省略, 以下の場合も S₁ 糸の結果のみを表示する。)

第 1 表
S₁ 糸 (5 d スフ : 3 d スフ = 50 : 50)

区域	I	II	III	IV	V	計
5 S	123	358 (481)	613 (1094)	842 (1936)	454 (2390)	2390
3 S	206	603 (809)	907 (1716)	946 (2662)	506 (3168)	3168
計	329	961	1520	1788	960	5558

()内は累積数 5 S = 5 d スフ, 3 S = 3 d スフの意

さていま断面全体の繊維の分布に対して, 相対的に断面の内側または外側にはいずれの構成繊維の方がより多く (またはより少なく) 配置するかを見るのに, 次の方法を提案する。すなわち各構成繊維の総計を 100(%) としたとき, I, II, IIIおよびIV区域より内, またはV,

第2表(A) 内側から外側に向つての割合

区域	a	b	a-b	(a-b)/a = k ₁	(a-b)/b = k ₂
I	x ₁	y ₁	x ₁ -y ₁	(x ₁ -y ₁)/x ₁	(x ₁ -y ₁)/y ₁
I + II	x ₂	y ₂	x ₂ -y ₂	(x ₂ -y ₂)/x ₂	(x ₂ -y ₂)/y ₂
I + II + III	x ₃	y ₃	x ₃ -y ₃	(x ₃ -y ₃)/x ₃	(x ₃ -y ₃)/y ₃
I + II + III + IV	x ₄	y ₄	x ₄ -y ₄	(x ₄ -y ₄)/x ₄	(x ₄ -y ₄)/y ₄
I + II + III + IV + V	x ₅	y ₅

Fig. 1. The model of the distribution of component fibres in the section using the concentric zone method (5 divisions).

第2表(B) 外側から内側に向つての割合

区域	a	b	a-b	(a-b)/a=k ₁ '	(a-b)/b=k ₂ '
V	x ₁ '	y ₁ '	x ₁ '-y ₁ '	(x ₁ '-y ₁ ')/x ₁ '	(x ₁ '-y ₁ ')/y ₁ '
V+IV	x ₂ '	y ₂ '	x ₂ '-y ₂ '	(x ₂ '-y ₂ ')/x ₂ '	(x ₂ '-y ₂ ')/y ₂ '
V+IV+III	x ₃ '	y ₃ '	x ₃ '-y ₃ '	(x ₃ '-y ₃ ')/x ₃ '	(x ₃ '-y ₃ ')/y ₃ '
V+IV+III+II	x ₄ '	y ₄ '	x ₄ '-y ₄ '	(x ₄ '-y ₄ ')/x ₄ '	(x ₄ '-y ₄ ')/y ₄ '
V+IV+III+II+I	x ₅ '	y ₅ '			

IV, III, および II 区域より外の, 総計に対する割合をそれぞれ求め以下第2表にしたがつて説明する。

上表において

$$\begin{aligned}
 & a: \text{一方の構成繊維} \quad b: \text{他方の構成繊維} \\
 & x_1: (\text{I 域の } a \text{ 繊維数})/(\text{断面全域の } a \text{ 繊維数}) \times 100 \\
 & x_2: ((\text{I} + \text{II}) \text{ 域 } ")/(") \times 100 \\
 & x_3: ((\text{I} + \text{II} + \text{III}) \text{ 域 } ")/(") \times 100 \\
 & x_4: ((\text{I} + \text{II} + \text{III} + \text{IV}) \text{ 域 } ")/(") \times 100 \\
 & y_1: (\text{I 域の } b \text{ 繊維数})/(\text{断面全域の } b \text{ 繊維数}) \times 100 \\
 & y_2: ((\text{I} + \text{II}) \text{ 域 } ")/(") \times 100 \\
 & y_3: ((\text{I} + \text{II} + \text{III}) \text{ 域 } ")/(") \times 100 \\
 & y_4: ((\text{I} + \text{II} + \text{III} + \text{IV}) \text{ 域 } ")/(") \times 100 \\
 & x_1' = x_5 - x_4 \quad y_1' = y_5 - y_4 \\
 & x_2' = x_5 - x_3 \quad y_2' = y_5 - y_3 \\
 & x_3' = x_5 - x_2 \quad y_3' = y_5 - y_2 \\
 & x_4' = x_5 - x_1 \quad y_4' = y_5 - y_1
 \end{aligned}$$

(a-b)は各区域より内(または外)における各構成繊維の全域に対する相対値の差異であり, この値が(+)ならば a 繊維が b 繊維に比しその区域内(または外)に關しては比較的断面内(または外)側に多く存在することを意味し, また(-)ならば逆に b 繊維が内(または外)側に多く現われることを示す。

次に (a-b)/a=k₁' (または k₁') および (a-b)/b=k₂' (または k₂') は, (a-b) が(+)ならば前者を, (-)な

らば後者を用いることとし, これは一方の繊維が他方のそれに比し内側(または外側)に入る割合の程度を表わすものとする。しかるとき(i)混紡の両繊維がいずれの区域にとつても理想的にランダムに分布しているとすれば $x_1=y_1, (x_1'=y_1'), x_2=y_2, (x_2'=y_2') \dots$, したがつて $k_1=k_2=0, (k_1'=k_2'=0)$ となる。これに対し, (ii)混紡の一方のみがある区域より内(または外)に現われるとすれば, $x_1, (x_1')$ または $y_1, (y_1')=0, x_2(x_2')$ または $y_2(y_2')=0, \dots$, したがつて k_1 (または k_1')=1, あるいは k_2 (または k_2')=-1 となる。ただしこれは内側と外側に全く両繊維が分離して位置しても, その境界の区域において $1 > k_1$ (または k_1') > 0 , あるいは $-1 < k_2$ (または k_2') < 0 の値をとりさらにそれより区域が外(または内)に移るにつれて k_1 (または k_1'), あるいは k_2 (または k_2') は連続的に 0 に近づく。(一樣減少または増加) 実際の混紡糸の状況はいずれも上記(i)および(ii)の間にあるものと思われ, 従つて $1 \geq k_1$ (または k_1') および k_2 (または k_2') が 0 に近ければ両繊維がその区域より内(または外)では特にいずれかの割合が多いということとはなくなり, 逆に k_1 (または k_1') および k_2 (または k_2') が 1 あるいは -1 に近づく, いずれか一方のみの繊維がその区域より内(または外)に多くなることを表わすことになる。

かかる考えの下に第1表の値を用いて k_1 (または k_1') および k_2 (または k_2') を求めると第3表の結果のようになる。これらの関係を一目してわかるようにするべく第2図(A), (B)に示す。

(1) 同一混紡率 (50:50)

同種繊維にて織度の異なるもの…S ₁ 糸 (5d スフ:3d スフ)	
異種 " …B ₁ 糸 (1.75d 綿:3d スフ)	
" 織度の近似せるもの…B糸 (1.75d 綿:1.5d スフ)	

第3表(A) 内側から外側に向つての分布状況

S ₁ 糸				(+)	(-)	c.f.
	3S	5S	3S-5S	(3S-5S)/3S=k ₁	(3S-5S)/5S=k ₂	
I	6.50	5.15	1.35	0.208	—	4%
I+II	25.54	20.13	5.41	0.212	—	16"
I+II+III	54.17	45.77	8.40	0.155	—	36"
I+II+III+IV	84.03	81.00	3.03	0.036	—	64"
I+II+III+IV+V	100.00	100.00				100"

(注) 各区域面積比というのは, 同心円法の各区域の分け方は等厚法(最内側の区域の半径の2倍, 3倍……という分け方)によつているので, I, II, ……各区域の面積は最内側の半径を r とすれば $\pi r^2, 3\pi r^2, 5\pi r^2, 7\pi r^2, 9\pi r^2$ となるから従つて各累積の面積比は表のようになる。

第3表(B) 外側から内側に向つての分布状況

S ₁ 糸	(+) (−)			c.f.	
	3S	5S	5S-3S	(5S-3S)/5S=k ₁ '	(5S-3S)/3S=k ₂ '
V	15.97	19.00	3.03	0.159	—
V+N	45.83	54.23	8.40	0.155	—
V+N+III	74.46	79.87	5.41	0.068	—
V+N+III+II	93.50	94.85	1.35	0.014	—
V+N+III+II+I	100.00	100.00			
					100 "

(注) 第3表(A)の面積比と同様な考え方

Fig. 2. (A). The value of k' at cumulated zones from inside to outside in the section using the concentric zone method.

- (2) 繊維種の組合わせは同じで混紡率の異なるもの
- 1.75d 綿 : 1.5d スフ = 67 : 33.....A 糸
 - " : " = 50 : 50.....B 糸
 - " : " = 33 : 67.....C 糸

上述の(1)および(2)のグループに分けて考えてみるに次のようになる。

A) 内側から外側に向つての分布の現われ方においては、(1)では図に見る通りいずれも混紡糸内の繊維の細い構成繊維の方が一般に断面の内側に位置することを示している。すなわち S₁ 糸ならびに B₁ 糸についてはそれぞれ 3d スフならびに綿が他繊維に比し内側に入る傾向にあり、また B 糸においては 1.5d スフが綿に比し内側に入ることを示している。繊維比は S₁ 糸=5/3=1.67, B₁ 糸=3/1.75=1.71, であるに対し B 糸=1.75/1.5=1.17 であつて、繊維比の少ない B 糸では前二者よ

Fig. 3. (B). The value of k' at cumulated zones from outside to inside in the section using the concentric zone method.

りも k_1 または k_2 の値がずつと小さく、従つて繊維差の小さい構成繊維の組合わせのものほど断面内分布はランダムに近づく傾向にある。これは繊維が同一(スフ同志)であろうと異種(綿およびスフ)であろうと変わりがなく、繊維の種類の影響よりもむしろ繊維の差異が大きな要因となつている。

これに対し(2)の場合には繊維は近似しているもののわずかに綿の方が太いと思われ、そのために図に見るようにスフの方がやや内側に分布するように思われる。しかも混紡率毎を見るに中心(核)の部(1区域)のみは混紡割合の多い繊維の方が、より多い割合で占めているが、それより外はいずれも繊維の細いスフの割合が多く内部に入り、特に半々混紡のものが最もよくスフが内部に入り勝ちである。この点は混紡率と cluster との関係に関して後に考察の予定である。

次に B) 外側から内側に向つての分布の現われ方を見

るに、(1)のグループでは S_1 , B_1 糸については太い繊維のものが一様に外側を占めて、次第に内側に向うに従つて均一化してくるが、 B 糸においては最外側のみはほとんど均等な分布を示し以後内側に向うにつれて前二者のような傾向に近づく。このことから同一の半々混紡の糸においても比較的繊維の近似した混紡では中心部および表層部でほとんど両種繊維の均等分布が見られるようであり、その他の中間部分は繊維差の原則があてはまるようである。

また(2)のグループに関しては A の場合のちようど逆の行き方をとつており、しかも A 糸が最も均等分布に近い。すなわちスフが増すにしたがつて漸次綿、スフ両繊維の分離の傾向が目立つてくるようであるが、これも A) において述べたように繊維差の大きい S_1 糸および B_1 糸に比べればいく分小さい。

(II) 個々の断面についての計量

前項において全断面についての同心円法の計量を行なつたが、このうち糸外部にいずれの繊維が現われ易いかを個々の断面について見るため特に外側から内側への計量についての k'_1 , k'_2 を求め、この値から同心円法の種々の結果を調べてみた。

まず、第一に各混紡糸に関して k' の分布を画くと第3図のようになる。(S_1 糸以外省略)。 k' の値は全断面に関しての平均的な値としてはすでに前項において V , $V+IV$ ……などの区域の値として表わしたのであるが、

Fig. 3. Frequency distribution diagram of outside fibres at cumulated zones from outside to inside for S_1 yarn.

これを個々の断面に関してそれぞれ求めると図のように (+), (-) のかなり広い範囲にわたつて現われ、しかも外側からの区域が内側に累積されるにしたがつてこの幅は狭まり、全区域 (断面全域) に至つて零の垂直線となる。横軸が外側に出る繊維の種類を示すことになるから、結局いずれの混紡糸においても程度の差こそあれ外側に出る繊維は断面毎に一方つかずに現われ、ただ平均としては前にも証明した通り比較的太い方の構成繊維が外側をより多く占める傾向を得ている。糸を構成する繊維が糸の内側から外側に出て再び内側に入る傾向をとることは、すでに Morton²⁾ らによつても認められてきたところであり、必ずしも構成繊維の一方が常に片側を占有するものではないとしても、糸全体の傾向からすれば比較的その一つの側を占める繊維の種類は前述の原則によつて定まるものといえよう。

Fig. 4. The values of R under various cumulated zones from outside to inside in the section.

次に各区域毎の k' の (最大値) - (最小値) = R の値を図示すると第4図となる。 R の値が小さいほど断面毎の k' のばらつきが少ないことになり、換言すれば糸断面の外側または内側を占める構成繊維の種類は比較的定まってくる筈であるが、図を見るとどの混紡糸もほぼ類似の傾向にあり R の最大値 2.0 (+1.0 ~ -1.0) に比べれば最外側に現われる繊維はかなり断面によつて一方ずついた現われ方を示していることになる。また混紡糸の種類によつてあまり差の見られないことから、かかることは混紡糸の一般性状とみなされるものではなからうかと考えられる。

さていま上述の如き k' につき各区域間の差すなわち階差を求め、これを区域間の面積差で除したいわゆる面積 1% 当りの階差を計算し、さらにこれらの各区域間の

値の平均値をもつて断面における外側から内側への平均分布勾配と名づける。これの一例を第4表に示す。

第4表 平均分布勾配

	k'	階差	面積差	面積1%当り階差
V	0.300	→0.200	28%	7.14×10^{-3}
V+IV	0.100	→0.091	20 "	4.55 "
V+IV+III	0.009	→0.029	12 "	2.42 "
V+IV+III+II	-0.020	→0.020	4 "	5.00 "
V+IV+III+II+I	0			平均=4.78 "

(第3表(A)注から、これらの区域の面積比は I : II : III : IV : V = 4 : 12 : 20 : 28 : 36 (%) となり、面積差は上表のようになる。)

かくしてこの平均分布勾配を各断面毎にすべて求め、さらにその総平均を第5表に示す。またこの各断面の平均分布勾配がその断面の混紡率といかなる関係にあるかを調べるためにそれらの間の相関係数を計算し、同様に第5表に与える。

第5表

	平均分布勾配総平均	相関係数	備考(正の相関のときは)
S_1	7.95×10^{-3}	0.026	5 S % 多いとき 平均分布勾配の値が大
B_1	10.39 "	0.267*	3 S % "
A	8.54 "	0.192	1.5 S % "
B	8.18 "	0.466*	" "
C	9.84 "	0.485*	" "

(*印は 5% 有意水準にて有意)

もちろん断面の内側と外側とでは繊維の密集度が異なるので、同心円法の面積で除した上記の考え方は必ずしも妥当な分布の勾配を表わしてはいないが、同一尺度における相対的な比較には十分であり、これによれば

(i) スフ同志よりも綿スフ混紡の方が混紡の内外の勾配は大きい。

(ii) 同じ綿スフ混紡ならば織度差の大きい方が勾配は大きい。

(iii) スフ混紡率の大きい方が比較的勾配は大きい。

といえよう。また相関係数を見るに S_1 糸 (スフ同志) を除いてはほとんど有意な相関を得ていることは、綿スフ混紡糸においては断面に比較的スフ混紡率が多いときにはその分布勾配が大きくなるということを示し、従つて綿スフ混紡は同種スフ同志の混紡に比べて、綿またはスフが断面内の局所に集中して存在する傾向が強いということになるだろう。

(B) 弧 度 法

以上述べてきた同心円法の計量に対し他の一つの方法

として回転方向の計量法が考えられる。すなわち糸断面の内外層における構成繊維の分布だけからでは、糸のある方向の部分的な構成繊維のかたよりを計量し得ないうらみがある。そこでかかるかたよりの有無を調べるため、先の同心円法における計量法の iii) まではそのまま使用し新たに iv) として、前記 $(\bar{x}, \bar{y})$ を中心として別に放射状に最外円を n 等分する。($n=8$ とする。) これを弧

Fig. 5. The model of the distribution of component fibres in the section using the rotational zone method (8 divisions).

度法と名づける。この例を第5図に示す。この方法では個々の断面についての計量のみしか考えられず分割の仕方各断面に共通の原直線が引けないので、これを総計して計量することはできない。従つて個々についての解析結果を総計することにする。

いま各円弧 (8 分割) についての平均混紡率 ($\bar{w}$)、範囲 (R) ならびに各円弧混紡率の中の $w_{\max}$ (最大値) $-\bar{w}$, $\bar{w}-w_{\min}$ (最小値), を求めることにする。この場合の両極端すなわち、(i) 理想的ランダムな場合、および(ii)それぞれ構成繊維が極端にかたよつて集まつた場合を考える。(i)では個々の $R_i=0$, 従つて $R=0$, また $w_{i\max}-\bar{w}_i=0$, $\bar{w}_i-w_{i\min}=0$, これに対し(ii)では $R_i=100$, 従つて $R=100$, また $w_{i\max}-\bar{w}_i=100-\bar{w}_i$, $\bar{w}_i-w_{i\min}=\bar{w}_i$. よつて一般の場合には必ずこの (i), (ii) の中間の値をとり、ランダムな分布に近いものほど (i)に近く、またかたより (group) の傾向の大きいものほど(ii)に近づく。

さて上述の方法に基づいて求めた断面計数の一例を第

第6表 S 糸 No.1 のサンプル

円弧	1	2	3	4	5	6	7	8	計
5 S	7	5	6	5	9	7	3	1	43
3 S	5	8	6	4	3	4	12	15	57

第7表 3S についての混紡率 (%)

円弧	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{w}$	R	$w_{\max}-\bar{w}$	$\bar{w}-w_{\min}$
混紡率 (%)	30.0	49.0	37.5	32.4	16.7	25.5	70.6	90.0	44.3	73.3	45.7	27.6

6表に示す。

第6表から織度差を考慮したデニール補正をした後の混紡率(重量%)ならびに $\bar{w}$, R などを第7表に示し, またこれらの実測のデータ全部についての結果を示すと第8表が得られる。

第8表

		R の平均値 (%) ($\bar{R}$)	R の標準偏差 (σ)
S_1	糸	41.87	13.46
B_1	"	45.00	14.24
A	"	44.78	13.03
B	"	43.05	11.95
C	"	37.61	9.24

第8表から次のことがいえる。

a) 同一混紡率 (50:50) の比較においては $\bar{R}$ (R の平均値) としては $B_1 > B > S_1$ の順となる。すなわち異種繊維にして織度差の大きいものが最も大であり次いで異種繊維で織度差の小さいもの, 最後が同種繊維で織度差の大きいものとなる。一方の繊維が大きくかたまるであろう (group の) 傾向はこのことから平均としては上記の順と思われる。また各断面ごとの R のばらつきの尺度として σ を考えると, $B_1 > S_1 > B$ となり, このかたよりの傾向の現われ方を糸方向を通して見た場合に, 比較的織度差の大きいものの方がむらが大きいといえよう。

b) 綿スフ混紡糸であつて混紡率を変えた場合の比較においては $\bar{R}$ に関しては $A > B > C$ となり, スフ混紡率が大になるほど一方の繊維のかたまり (group の) 度合は概して少なくなるようである。また σ も同様 $A > B > C$ であり, 結局スフ混紡率の大なる場合は糸軸方向を通して弧度法に関する限りはかたまりを作る傾向に比較的ばらつきも少なく, 従つて全体の結論としては織度差の少ないしかもスフ混紡率の多いものが部分的なかたまりを作る傾向は糸を通していても最も少ないといえよう。なお cluster に関しては後に詳述する。

上記 a), b) を通じていえることは, いずれの混紡糸においても弧度法で円弧を8つ作つた場合には, その円弧内の最大混紡率と最小混紡率との差は約 40% 位で, しかも糸全体としての混紡率を異にしても大きな差は見られないことから, この値は弧度法分布に一つの意味をもつかも知れない。

Fsg. 6. The numbering method centred in the zone of maximum percentage at rotational zone.

次に混紡率の最大と最小の現われる場所が断面のいかなる関係位置にあるかを見るため次のようにした。すなわち第6図のように断面を8等分した場合, 最大の混紡率の現われる円弧 (図の影線の区画) を中心としてそれから一区画はなれるごとに両側に 1, 2, 3, 4 と No. を付け, 最後は最大の位置と相対する位置1カ所が No. 4 となるようにする。しかし各円弧を通じて混紡率を求めたときに, 最小の混紡率の現われる位置を図上から判断して最大の位置を元にして No. を記録する。しかるときその記録の集積が求まりその度数 (f) を作ると第9表のようになる。ただし F (一つの No. 当りの度数) というのは No. 1, 2, 3 の各円弧は対 (ついで) になっているため, その一つの No. 当りという意味である。かくして各混紡糸につき求めたものである。最小の混紡率の現われる位置が各円弧に関し最大の位置からランダムに得られるか否かを確かめるためには χ^2 検定に従えばよい。すなわちこの場合各円弧における期待値 (度数) M は円弧が7等分 (最大の混紡率の現われる位置を基準として見るのであるからこの円弧を除く) してあるので, 試料断面=50とすれば, $M=50/7=7.14$ となる。それゆえ第9表の F とこの期待値 M とから $\chi^2 = \sum (F-M)^2 / M$ を用いて得られる。ここにこの場合の自由度 ϕ は各々, $\phi=4-1=3$ となる。このような χ^2 の値は計算の結果第10表のようになる。

かくして検定の結果は最大の混紡率の現われる位置から, 特にある No. をへだてた区画に最小の混紡率が集中して現われることは, いずれの混紡糸に関しても有意

第 9 表

	S_1 糸		B_1 糸		A 糸		B 糸		C 糸	
弧No. の差	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F
1	8.25	4.13	15.50	7.75	12.50	6.25	14.00	7.00	17.20	8.60
2	14.25	7.13	17.50	8.75	18.50	9.25	13.00	6.50	11.00	5.50
3	18.75	9.38	12.50	6.25	12.00	6.00	15.00	7.50	16.50	8.25
4	8.75	8.75	4.50	4.50	7.00	7.00	8.00	8.00	5.30	5.30
	50		50		50		50		50	

第 10 表

	S ₁	B ₁	A	B	C
χ^2	2.335	1.501	0.919	0.182	1.322
$\chi^2_{0.05}(7) = 7.81$					

には見られない。換言すれば一方の繊維が比較的多く集まって現われる位置に対して、他の繊維のそれは断面内の場所を問わず現われることを示しているといえよう。

3. 結 論

断面分布計量に際し任意座標軸を設定してこれより断面の質心を求め、これを基礎として同心円法および弧度法による構成繊維の分布解析を行なった。それらの結果は次のようになる。

(1) 同心円法全断面についての計量法において断面分布を計量化するために k (または k') なる量を定義し、これにより内外分布の状況を調べた。一般に繊維の種類を問わず織度の太いものが糸の外周に現われ、両者の織度差の大きいほどこの傾向は著しい。またわれわれの用いた綿スフ混紡糸では綿の方が概して外周を占める

ことを示す。

(2) 同心円法個々の断面についての計量結果では k (または k') の値は断面ごとにかかなり大きく異なり、平均としては(1)の結果に落ちつくとしても糸内では各構成繊維は断面の内側→外側→内側とからみ合っていることが考えられる。またこの断面の外側から内側への分布の傾斜を表わすために平均分布勾配なる値を与えた。

(3) 弧度法における計量法によると各円弧のうちの(最大混紡率)−(最小混紡率)= R を求めると、50−50混紡では異種繊維にして織度差の大きいものほど、また綿スフ混紡糸ではスフ混紡率の少ないものほど R の値は大きい。内外の分布では比較的一様に分布しているこの糸 (A 糸) が回転方向のある部分に概して一方の繊維の集中を示すことは特筆すべきである。さらに最大の混紡率と最小の混紡率の現われる区画の、断面内における配置は一般にはランダムであるといえよう。

文 献

- 1) 上野, 八東; 織学誌, 17, 491 (昭 36—6)
- 2) W.E. Morton; *Text. Res. J.*, 26, 325 (1956—5)

第 14 報 CLUSTER について

1. 緒 言

前報¹⁾において同心円法ならびに弧度法の種々の解析を試みたのであるが、いわゆる断面内の一方の構成繊維のかたまる傾向に対しては明確な定義に欠けていた。今回はこれに著者の解釈を試みたのでこれについて述べる。

2. 考 察

前報文にしばしば用いて来た group (かたまり方, 集中) という言葉は、単に一方の繊維が他方の繊維よりも相対的に大きな割合を有する区域においては比較的一方の繊維がかたまり易いのではなからうかという判断の下

に用いてきたのであるが、いまここで cluster という言葉の定義を立てて見、かかる一つの約束の下で改めて各断面について定量的に求め、もつて他の諸量との関係を考察してみることにする。

従来 cluster に関してはいくつかの解釈があり、たとえば Coplan²⁾ は間接的な計算から断面における cluster 当りの平均の繊維数を求め、また Hampson³⁾ は 1 個の繊維をとりかこむ 6 個の繊維すなわち 7 個の繊維のかたまりをもつて最小の cluster の単位として定義しており、さらに De Barr⁴⁾ は Cox⁵⁾ の理論を拡張し併合数と混合度の関係を説き、cluster に相当するものとして g (group の数) を与えている。われわれは実際の糸断面について次のように cluster の定義をした。

(i) 同種繊維の中心距離がそのいずれのそれぞれの繊維からも最短であること。

(ii) 中心距離はそのいずれかの繊維の最大径よりも大であつてはならないこと。ただしこれらの間に他の繊維が介入する場合はこれを cluster とは認めない。

(iii) 以上の最短距離が2個の繊維同志において現われる場合には2個の cluster, 3個, 4個……などの繊維相互において同時に現われる場合にはそれぞれ3個, 4個……などの cluster とすること。ここに中心距離とは前報における断面の中点間の距離とする。

(iv) 4個以上の cluster の場合には上記の条件は必ず特定の1個を基準にして行なわれること。

このような定義の下に求めた cluster から断面全体としての cluster 当りの平均繊維数を計算し、さらにいずれの構成繊維がより大きい cluster を生ずるか、また断面の内、外層のいずれにおいて現われ易いかなどを調べてみた。

(1) 1 cluster 当り繊維数 (K) について

上記の定義に従つて得られた cluster のうち

1 個の繊維のみ孤立したものの数を C_1

2 個の繊維から成る cluster の数を C_2

3 個 " C_3 , 以下 C_4, C_5

……など

とし断面の全繊維数を T とすれば、1 cluster 当りの繊維数 K は

$$K = \frac{T}{C_1 + C_2 + C_3 + \dots} \quad (1)$$

となる。

このような K の値を各混紡糸各断面 50 個ずつについて計算した結果を第1表に示す。

この表のうち $\bar{K}$ (1 cluster 当り平均繊維数) の記録を図示すると第1図となる。図を見ると平均的に見た K の値はスフ同志では織度の小さいスフの方が、また綿スフ混紡ではスフの方がいずれも cluster は大きく現われ、しかも綿スフ混紡糸のスフ%が増すに従つてスフは漸次 K の値を増加し逆に綿では減少する。cluster の立場から考えると構成繊維のいずれにおいてもその混紡率の多

Fig. 1. The value of K (mean fibre numbers per cluster) under various blend percentages for A, B, C, B₁ and S₁ yarns.

い方が cluster を作る可能性の大なることを示し、綿とスフとの比較においてはスフの方がより cluster を作りやすいことになる。これは先の絡合性の実験において⁸⁾ スフの方が密集性が大きいのではないかという考察の裏づけともなる。すなわちスフ繊維の集合する場合の方が綿繊維の集合する場合よりも空間面積が比較的小さいものと思われる。ただしわれわれの定義では K の値がいずれも1と2との間に入り、これは De Barr⁴⁾ によつて示された値ともほぼ等しくなっている。なお断面ごとの K の値のばらつき (CV%) を見るに、同一混紡率ではそれぞれの構成繊維ともあまり違わないが、混紡率が異なると少ない方の混紡率の繊維が概して cluster の現われ方に相異が見られ、先の相互影響の考えからも混紡率の少ない繊維の方が他から影響を受けやすいことを表わしている^{9,10,11)}。

さてかかる cluster が同一断面においてそれぞれの構成繊維ごとにかに生ずるか、すなわち一方の繊維の1 cluster 当りの繊維数と他方の繊維のそれとの相関を求め、一方の繊維が平均的に大きな cluster を生ずるとき

第1表 K の 値

	S ₁ 糸		B ₁ 糸		A 糸		B 糸		C 糸	
	5 S	3 S	3 S	C	1.5 S	C	1.5 S	C	1.5 S	C
$\bar{K}$	1.602	1.618	1.553	1.485	1.553	1.503	1.568	1.459	1.635	1.363
σ	0.0982	0.0984	0.1037	0.1018	0.1118	0.0940	0.1065	0.0945	0.0946	0.1334
CV(%)	6.13	6.08	6.67	6.86	7.20	6.25	6.79	6.48	5.79	9.79

(注)表の中の各文字は前報¹⁾と同じである。

第4表 同心円法による各域の K の値

	S_1		B_1		A		B		C	
	5 S	3 S	3 S	C	1.5 S	C	1.5 S	C	1.5 S	C
I	1.618	1.717	1.481	1.524	1.578	1.562	1.597	1.474	1.704	1.390
II	1.602	1.706	1.554	1.577	1.587	1.520	1.622	1.462	1.694	1.344
III	1.664	1.657	1.648	1.534	1.533	1.545	1.579	1.451	1.687	1.441
IV	1.632	1.617	1.556	1.467	1.603	1.530	1.568	1.510	1.631	1.362
V	1.460	1.433	1.420	1.305	1.419	1.367	1.483	1.340	1.416	1.265

Fig. 3 (a). Fibre numbers per cluster at each region for A yarn.

Fig. 3 (b). Fibre numbers per cluster at each region for B yarn.

Fig. 3 (c). Fibre numbers per cluster at each region for C yarn.

の際の全繊維数 T は前報¹⁾の第3表同心円法各区域の繊維数の値である。

第3図にこの2, 3の例を示す。各混紡糸とも共通していえることは糸の最外側では cluster はいずれの構成繊維でも生じにくいということである。次に綿スフ混紡糸の混紡率の相異なる場合について見るに、スフでは混紡率の増すにしたがつて比較的糸軸の部分に cluster が現われやすく、これに対して綿では特に場所的な傾向は少ない。また同一混紡率 (50:50) の比較では S_1 , B_1 および B 糸とも細い繊維の構成繊維 (3 S, C および 1.5 S) が一般に糸の軸から外側に向つて cluster を減じてくるのに対し、他方の繊維はむしろ糸の真中辺に cluster の大きな値がありそうである。細繊維の構成繊維が糸の内部を多く占めるという先の結果¹⁾とも関連し上記のことは妥当であろう。なお最外部に概して cluster のでにくいのは外部は横圧力を受けないためであろう。

ス	C		0	1	2	3	4	5	6	7
	P		5.538×10^{-1}	3.272×10^{-1}	9.668×10^{-2}	1.905×10^{-2}	2.814×10^{-3}	3.326×10^{-4}	3.286×10^{-5}	2.774×10^{-6}
フ	MP	A 糸	39.874	23.558	6.961	1.372	0.203	0.024	0.002	—
		B "	59.810	35.338	10.441	2.057	0.304	0.036	0.003	—
		C "	79.748	47.116	13.992	2.744	0.406	0.048	0.004	—
綿	P		6.011×10^{-1}	3.060×10^{-1}	7.787×10^{-2}	1.305×10^{-2}	1.660×10^{-3}	1.690×10^{-4}	1.434×10^{-5}	1.043×10^{-6}
	MP	A 糸	86.558	44.064	11.214	1.880	0.240	0.024	0.002	—
		B "	64.919	33.048	8.410	1.409	0.179	0.018	0.002	—
		C "	43.279	22.032	5.607	0.940	0.120	0.012	0.001	—

$$P=e^{-0.591} \cdot 0.591^C / C! \cdots \cdots (2)'$$

また綿に関しては、 $\lambda=0.509$ を入れて

$$P=e^{-0.509} \cdot 0.509^C / C! \cdots \cdots (2)''$$

(2)', (2)'' から求めた P と C の関係は第5表となる。

表の MP は断面において現われる度数、ここに M は前記のスライバ元の数とする。また同一のスライバ元からのかたまりをこの場合の cluster と考えれば、表の C は cluster を形成する繊維数 (すなわち $C_1, C_2, \cdots$ などに相当) とみられるので、いまこの結果を用いて K (1 cluster 当りの平均繊維数) を求めると (1) 式同様次のようになる。

$$K = \frac{T}{C_1 + C_2 + C_3 + \cdots} = \frac{1C_1 + 2C_2 + 3C_3 + \cdots}{C_1 + C_2 + C_3 + \cdots}$$

($C=6$ までとし $C=0$ は省く。ただし $C=0$ というのは、あるスライバ元からの繊維がある断面に全然現れない場合である。)

第6表 K の値 (計算値)

		$C_1 + C_2 + C_3 + \cdots$	T	K
1.5d スフ	A 糸	32.120	42.540	1.324
	B "	48.179	63.805	1.324
	C "	64.240	85.080	1.324
綿	A 糸	57.424	73.224	1.275
	B "	43.066	54.913	1.275
	C "	28.712	36.612	1.275

上表からもわかるようにこの混紡糸が計算通り作られたとすれば、 K の値は混紡割合のいかんにかかわらず 1.5d スフならびに綿においてはそれぞれいずれも同じ値を示す。しかるに前述のごとく実際にはこの K の値はそれぞれの混紡糸それぞれの構成繊維ごとに異なり、計算値とのこの相異は併合ならびにドラフト工程における機械的な原因、および繊維の性状に帰する物理的な原因によることになる。いまこの実測/計算の K の比を求めると第7表のごとくなる。

第7表 実測/計算の K の比

	A 糸	B 糸	C 糸
1.5 S	1.173	1.184	1.235
C	1.179	1.144	1.069

すなわち 1 個 1 個の繊維に分離することは実際にはあり得ず、第6表の K の値が、生じ得る構成繊維の分離の限界と思われる。従つて第7表の比の大きいもののほど機械的、物理的影響をより多く受けることになり、一般にスフの方が大きい。これは先の cluster の定義からして表面形状の比較的平滑なスフの方が糸内で密接する可

能性の大きいことから綿に比して当然であろうし、また混紡割合の多い場合の方が両繊維とも cluster を作りやすいことも示している。(断面内におけるこの密着性の問題は別に試作の糸むら試験機による測定¹²⁾によるとその混紡繊維の各々であるオール綿糸はオールスフ糸よりも、同一番手 (30[#]) の場合その容積したがつて太さが大となり、この関係を裏書きしている。(重量測定による糸むら試験ではこの結果は得られない。))

この関係を図示すればさらにその傾向がよく知られる。(第4図参照) この図は第1図と全く同様な傾向を示

Fig. 4. The ratio of observed value to calculated value for the mean fibre numbers per cluster (K) under various blend percentages.

しているが、理想的に考えられる cluster の値との比較において A 糸 (1/3 スフ : 2/3 綿) で両構成繊維がほぼ同じ値 (比) となつてゐることは、われわれの用いた綿スフ繊維の混紡ではスフ 1 : 綿 2, の比が相互影響をも含めて理想値からの離反が同程度といえよう。

3. 結 論

(1) 一般に綿スフ混紡糸においてはスフの方が綿よりも cluster を作りやすく、また混紡率の多い方の繊維が作る可能性が大である。これは綿のようにスフに比して比較的断面形状の複雑なものの方が空間面積を広くつて会合しにくいことも一因であり、たとえ巻縮はあるとしても概して表面平滑なスフ繊維は密着性が大きいのではないかと考えられる。

(2) cluster 当りの繊維数が多くなるにつれてその現われる可能性は急激に減じ、その分布は cluster を形成しない場合 (個々の繊維すなわち 1 個の cluster とみ

なす)を最大としたポアソン分布型となる。

(3) 同心円法による各ゾーン内の cluster 当りの繊維数を求めることによつて, cluster が断面の内層外層いずれに比較的多く生ずるかを調べたが, それによると綿スフ混紡糸のうちスフはその混紡率を増すに従つて内層に, より大きな cluster を形成し, 綿では比較的一様に現われる。また一般に織度の小さい方の構成繊維が内部に cluster を作りやすく, すべての混紡糸を通して最外層は cluster は生じにくい。

以上のことは前報¹⁾において別に計量化した各構成繊維の断面内外の現われ方とも大体同一の結果を得ており, 従つてわれわれの cluster の定義はほぼ妥当であろうと思われる。

(4) 練条混紡によつて糸をひいた場合計算上作り得る最終的な cluster (同一スライバ元からの繊維の集合とみなす)の大きさを求め, これを実測のそれと比較するにスフの方が綿に比し計算値よりも大きな cluster を作りやすく, また混紡率の多い構成繊維ほどその傾向が強い。われわれの用いた混紡糸では A 糸 (スフ 1/3 :

綿 2/3) が比較的計算上の cluster に近い値となつてゐる。これらのことはわれわれの場合, より多くの併合の必要を示唆している。

本研究を行なうにあたり種々御援助頂いた本学淵野教授に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 上野; 織学誌, 17, 614 (昭 36-7)
- 2) M. J. Coplan, W. G. Klein; *Text. Res. J.*, 25, 743 (1955)
- 3) A. G. Hampson, W. J. Onions; *J. Text. Inst.*, 46, T 377 (1955)
- 4) De Barr, P. G. Walker; *J. Text. Inst.*, 48, T 405 (1957)
- 5) D. R. Cox; *J. Text. Inst.*, 45, T 113 (1954)
- 6) 石川, 清水; 織学誌, 11, 120 (昭 30-3)
- 7) 日本綿技研; 研究報告 No. 22, p. 12
- 8) 上野; 織学誌, 16, 940 (昭 35-11)
- 9) 上野, 淵野; 織学誌, 12, 558 (昭 31-8)
- 10) 上野; 織学誌, 13, 31 (昭 32-1)
- 11) 上野; 織学誌, 13, 144 (昭 32-3)
- 12) 上野; 未発表
- 13) 日科技連数値表(A)