(昭和 37 年 7 月 30 日受理)

織物のジャム構造に関する研究

第 1 報 かい形した糸による織物のジャム構造

第 2 報 ジャム構造に関する円形理論と非円形

理論の比較

東京農工大学 工学部 大沢 正保・並 木 覚

STUDIES ON THE JAMMED STRUCTURES IN CLOTH GEOMETRY (I) (II)

By Masayasu Ohsawa and Satoru Namiki

(Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Tokyo, Japan)

(I) THE JAMMED STRUCTURES OF NON-CIRCULAR THREADS

The flattening of multifilament yarns in the fabric is a problem too important to be neglected. In this paper, the unit cell of jammed structure was analyzed by the thread axis of warp and filling. Using this analysis, an extension of Peirce's cloth geometry to the treatment of flattened threads was studied, and the several basic equations of jammed structures were derived.

The ratio of filling to warp amplitude was useful parameter to analyse the jammed structure in relation to the thread flattening. The jammed structures of non-circular thread theory are discussed with jam lines for various flattened threads.

(II) A COMPARATIVE STUDY OF CIRCULAR AND NON-CIRCULAR THREAD THEORY

A graphical method was adopted to compare the limiting conditions for jamming given by the race-track theory and those given by Peirce's circular thread theory. The results obtained are as follows:

(1) The flattening of the threads has influence on the maximum cover factor if the flattening coefficients are less than 0.6 as shown in Fig. 1.

(2) The crimp of the jammed structures decreases with the degree of the thread flattening as shown in Fig. 2.

(3) The tightness with which a real fabric approaches the theoretical maximum compactness can be calculated from measurements of the ratio of filling to warp amplitude and the flattening coefficients of the threads.

The comparison of the tightness between the two theories is shown in Fig. 4.

(Received July 30, 1962)

第 1 報 かい形した糸による織物のジャム構造

1. 緒 言

Peirce^{1,2)} によつて体系づけられた織物幾何学は、織物構造に関する研究の基礎となつているが、そのなかで重要な理論の一つに織物のジャム構造がある。

幾何学的にみて、織物のタテとヨコが完全に結びつけて考えられるのは、タテ糸とヨコ糸がともにジャム構造

を構成しているときといえる。そして、ジャム構造は理論的に限界条件を備えているから、一般の織物構造を、それと対応するジャム構造に基準をおいて考察することにより、構成上の特性を明確にすることができる場合が多い。

織物のジャム構造に関する研究は、Peirce の理論に基礎をおいて、Painter³⁾、Love⁴⁾ らによつて、主とし

て図表による解析がなされたが、これらはすべて、糸の断面形状を円形とみなした、いわゆる円形理論よりなっている。

しかし、一般に、織物を構成している糸は複雑なかい(潰)形をしているもので、ことに、ヨリの少ないマルチフィラメント糸などは、著しいへん(扁)平状態をしている場合が多い。したがって、織物の種類によつては、その物理的性質の解析あるいは織物設計の際、糸のかい形は無視できない。

この糸のかい形をとり入れたジャム構造の研究は、Kemp⁵⁾ がその端緒を見出し、またそれまでに Pollitt⁶⁾ らも少しはこの問題に触れているが、いずれも一例を示すにとどまり、まとまつた研究はなされていない。

われわれは、Peirce のジャム構造の定義に準拠し、糸の断面形状の複雑性にかんがみ、まず糸軸に重点をおいてかい形した糸による平織ジャム構造の理論的考察を行なつた。

2. 平織のジャム構造

2.1 かい形しない糸のジャム構造

平織物の単位区画の構成を、タテ方向とヨコ方向に分離して取り扱うことを避けて、両者を組み合わせた形として第1図に示した。

Fig.1. Unit cell structure of plain weave. (jammed structure)

- (a) : section along warp
(b) : section along weft

織物のタテ糸軸を含む断面をタテ断面とよび、ヨコ糸軸を含む断面をヨコ断面とよぶ。また、織物の中心面を考え、これら3平面から平織の構成を考える。

第1図において

XO : タテ断面と織物中心面との交線

YO : ヨコ断面と織物中心面との交線

ZZ' : タテ断面とヨコ断面との交線

以下添字 w, f はそれぞれ、タテ糸およびヨコ糸に関することを示し、添字 0 は糸にかい形のない場合を表わすものとする。さらにつぎの記号を用いる。

p : 織物中のタテ糸またはヨコ糸間隔

h : タテ糸軸またはヨコ糸軸の垂直方向の最大変位

$$\sigma = h_f/h_w$$

$$R_f = (h_w + h_f)/p_f$$

$$R_w = (h_w + h_f)/p_w$$

ここで、 R_w と R_f は織物のカバーファクタに関連し、したがって緊密度の計算にも必要となる織物構造の基礎的要素である。さらに、 h_w/p_f と h_f/p_w は織物を構成する糸のクリンプと関係するもので、同じく基礎的要素とみてよい。 σ をパラメータとして、つぎの関係がある。

$$R_f = (1 + \sigma) h_w/p_f$$

$$R_w = (1 + 1/\sigma) h_f/p_w$$

第1図において、ヨコ糸間隔 p_f がしだいに減少し、ついに

$$AB = BE = (h_w + h_f)/2$$

となつたとき、この状態をタテジャム構造と定義する。ヨコジャム構造も同様に

$$AB = AF = (h_w + h_f)/2$$

したがって、タテとヨコのジャム構造についてそれぞれ

$$R_{f0} = 1/\sin\theta_w \quad (1)$$

$$R_{w0} = 1/\sin\theta_f \quad (2)$$

(1)式と(2)式が同時に成り立つとき、タテヨコジャム構造とよぶことにする。一般にジャム構造は、織物構造における理論上の極限の意味をもつ。しかし、われわれは、ジャム構造をジャム構成線を境界として特殊な緊密度をもつ領域と考え、このジャム構成線を追求してその構造を究明しようとする。

(1)式と(2)式を σ の関数として表わすと、まず

$$p_f = \sqrt{h_w(h_w + 2h_f)}$$

したがって

$$R_{f0} = (1 + \sigma)/\sqrt{1 + 2\sigma} \quad (3)$$

$$R_{w0} = (1 + \sigma)/\sqrt{\sigma^2 + 2\sigma} \quad (4)$$

また

$$h_w/p_f = 1/\sqrt{1 + 2\sigma} \quad (5)$$

$$h_f/p_w = \sigma/\sqrt{\sigma^2 + 2\sigma} \quad (6)$$

タテヨコジャム構造のときは、(3)式と(4)式より

$$\sqrt{1 - 1/R_{f0}^2} + \sqrt{1 - 1/R_{w0}^2} = \sigma/(1 + \sigma) + 1/(1 + \sigma) = 1 \quad (7)$$

Peirce は σ のようなパラメータは用いていないが、(7)式と同じ結果を得ている。つぎに、タテジャム構成

Fig. 3. Graph of jam lines, depicting the geometrical relations of the jammed structures.

(1) warp and weft threads are jammed.

(3) warp and weft threads are jammed.

(2) weft threads are jammed.

(4) warp threads are jammed.

構成線の方程式である。これら4式はたがいに関係づけられているので、特に組み合わせて第3図とした。図において、(1), (2), (3)および(4)はそれぞれ(15), (17), (18)式および(16)式に該当するジャム構成線を表わしている。

また、図の σ の直線群と曲線群はつぎのようにして求められる。すなわち、直線群の方程式は

$$R_f = (1 + \sigma) h_w / p_f$$

$$R_w = (1 + 1/\sigma) h_f / p_w$$

曲線群の方程式は(11)式と(12)式から

$$\frac{r_f}{r_w} = \frac{1/R_f - \sqrt{1 + 2\sigma/(1 + \sigma)}}{1/R_w - \sqrt{\sigma^2 + 2\sigma/(1 + \sigma)}}$$

(13)式と(14)式から

$$\frac{r_f}{r_w} = \frac{p_f/h_w - \sqrt{1 + 2\sigma}}{\sigma p_w/h_f - \sqrt{\sigma^2 + 2\sigma}}$$

ここで、 r_f/r_w の値がきまると、それぞれ σ の曲線群が得られる。普通に、 $r_f = r_w$ とすることができるので、これについて第3図に示した。

図において、 $\sigma = 0$ と、 $\sigma = \infty$ の二つの曲線は、ともに織物構造上からみた織物の領域の限界を表わしている。

つぎに $r = 0$ のジャム構成線は、円形理論のものに該当して、織物構造上の一つの極限を示している。しかし、糸が圧縮されて特別のかい形をおこしたとするとこの限界を越えても、その領域に相当する織物構造のものは存在する。この場合、その織物はジャム領域にあるとすることができる。 $r > 0$ の各ジャム構成線についても同様に考えられる。

ここで、 r の値の大きいことは、糸のかい形の著しいことを意味するから、第3図のように座標軸をとつたとき、ジャム構成線は、 r の増加とともに原点に近づく。したがって、 R および h/p の小さな値でジャム構造がつくられる。

2.3 実際の織物とジャム構造

実際の織物を、その構造要素から解析したとき、ジャム構造に該当するものもあるが、タテヨコ ジャム構造を構成しているものはむしろまれである。そこで、ジャ

ム構造の意義は、理論的に一つの境界条件をもつ織物構造の基準であると考えたい。この考え方による場合、実際の織物とジャム構造が、どのようにして関係づけられ、そして、たがいに対応するかが問題となる。これをわれわれは σ で解決しようとする。

すなわち、第3図に示したように、ジャム構造をもつ織物は、 σ と r がきまると、 R および h/p が求められる。ここで図の σ に関する直線群は、ジャム構造に限らず、一般の織物にも共通できる。したがって、実際の織物について σ が求められると、その σ により対応するジャム構造はきまる。また、糸のかい形を考慮するならば、そのときのジャム構造が得られる。

つぎに、実際の織物を構成する糸の断面形状を仮定することにより、その織物のカバーファクタは R の値から計算できる。また糸のクリンプは h/p から求められるが、ともに、これらの計算にはさらに多くの変数が導入される。Adamsら⁷⁾は、Peirceの円形理論を基礎に、ノモグラムを作成し、構造解析に必要な多くの変数をたくみに処理している。その計算例に、糸のかい形を取扱つたものもあるが、特にこれを重要な変数としていない。

しかし、新しい各種繊維の統出により、フィラメント糸からなる織物などは、構造的にも再検討されることが必要で、例えばKenyon⁸⁾のナイロン織物の研究のように、糸のかい形は $r \approx 1$ となる場合もあるから、この問題は無視できない。したがって、実際の織物の糸のかい形について、その測定は困難であるが重要であつて、ジャム構造とも関連して、その理論的考察と、基礎となる図表および、さらに多くの実験結果が望まれる。

なお、次報において、新しく織物の緊密度を求めたが、この際、実際の織物とジャム構造の関係が特に必要となるので、その基礎となる考察をここで行なつた。

3. 総 括

第2報 ジャム構造に関する円形理論と非円形理論の比較

1. 緒 言

第1報においては、糸のかい(潰)形を考慮して、平織物のジャム構造を解析した。本報においては、その結果とPeirce^{1,2)}の円形理論と比較して、糸のかい形がジャム構造におよぼす影響を検討する。

このためには、まず、糸の断面形状を仮定する必要がある。第1報の構造模型においては、糸軸だけを対象にし、糸の外形の変化が糸軸におよぼす影響は考慮しているが、糸軸中心の理論で終わっている。したがって、こ

糸の断面形状は不規則で共通性がなく、ことに糸がかい形しているときは極めて複雑である。それゆえ、ここではまず糸軸を中心に織物のジャム構造を解析したが、得られた結果は抽象的である。しかし、ジャム構造は、むしろ理論的な一つの極限構造として重要な意義をもつから、具体的要素をとり入れない段階で、特に糸のかい形を考慮して、その理論的考察を行ない、これを図表化した。

その結果、これら構造解析で有用と思われるものは、パラメータ σ である。 σ は織物のタテとヨコを結びつける有力な手がかりをもち、また、タテヨコ糸の構成上の均衡性を考察するうえにも好都合なパラメータである。このことは、織物の極限構造とみなされるジャム構造の解析とともに、一般の織物構造にも適用できて、ここにジャム構造は、 σ によつて、一般織物に対する比較基準として活用される根拠を得たことになる。

次報において、織物の特性値であるカバーファクタと糸のクリンプをこの理論にとり入れて、具体的に糸のかい形を考えたジャム構造を検討するとともに、一般の円形理論との比較をする。

本研究の一部は、昭和36年10月繊維学会秋期研究発表会において、「織物構造に関する一考察」として発表した。

文 献

- 1) F. T. Peirce ; *J. Text. Inst.*, 28, T-45 (1937)
- 2) F. T. Peirce ; *Text. Res. J.*, 17, 123 (1947)
- 3) E. V. Painter ; *ibid.*, 22, 153 (1952)
- 4) L. Love ; *ibid.*, 24, 1073 (1954)
- 5) A. Kemp ; *J. Text. Inst.*, 49, T-44 (1958)
- 6) J. Pollitt ; *ibid.*, 40, P-11 (1949)
- 7) D. P. Adams, E. R. Schwarz, Stanley Backer ; *Text. Res. J.*, 26, 653 (1956)
- 8) D. Kenyon ; *J. Text. Inst.*, 53, T-38 (1962)

の場合種々の断面形状をあてはめることができるが、Kempの模型とされているレーストラック形^{3,4)}は、糸のかい形を考えた場合に最も取扱いやすいので、これによつて、織物の特性値として重要なカバーファクタ、糸のクリンプおよび緊密度を比較する。

2. カバーファクタによる比較

織物のカバーファクタ⁵⁾(以下C.F.と略記)は、現在綿糸番手制によるものが多く用いられ、他の種類の糸はそれに換算できる。本報においては、糸の番手にtexを用い、単位はすべてメートル式によつた。

つぎの記号を用いる。

T : 糸の番手 (tex)

s : 糸密度 (g/cm^3)

n : 織物の cm 当りの糸本数

p : 織物中の糸間隔

d : 糸の断面を円形としたときの直径

k : 糸の diameter factor

$$(d = k\sqrt{T}, \quad k \approx 1/280\sqrt{s})$$

β : タテ糸とヨコ糸の counter balance

$$(\beta = \sqrt{T_f}/\sqrt{T_w})$$

K : cover factor ($K = n\sqrt{T}$)

K_a : absolute cover factor²⁾

$$(K_a = d/p = kK)$$

h : 糸軸の垂直方向の最大変位

a : レーストラック形断面の長径

b : レーストラック形断面の短径

e : 糸のかい形度 ($e = b/a$)

ε : b/d

糸の断面を円形としたときと、半円と長方形の組み合わせであるレーストラック形にかい形したときと、糸密度に変化がないとして

$$\varepsilon = 1 / \sqrt{1 + \frac{4}{\pi} \left(\frac{1}{e} - 1 \right)} \quad (1)$$

タテ糸軸とヨコ糸軸の垂直方向の最大変位の和 ($h_w + h_f$) は、かい形したタテ糸とヨコ糸の短径の和 ($b_w + b_f$) に等しい。ゆえに、第1報と同様に

$$R_f = (h_w + h_f) / p_f$$

とおくと

$$\begin{aligned} R_f &= (b_w + b_f) / p_f \\ &= b_f (1 + b_w / b_f) / p_f \\ &= \varepsilon_f d_f (1 + \varepsilon_w d_w / \varepsilon_f d_f) / p_f \\ &= K_{af} \varepsilon_f (1 + \varepsilon_w \sqrt{s_f} / \beta \varepsilon_f \sqrt{s_w}) \end{aligned} \quad (2)$$

同様に

$$R_w = K_{aw} \varepsilon_w (1 + \beta \varepsilon_f \sqrt{s_w} / \varepsilon_w \sqrt{s_f}) \quad (3)$$

(2)式と(3)式を第1報の(15)式に代入して

$$\begin{aligned} &\sqrt{1 - \left\{ \frac{1}{K_{af} \varepsilon_f (1 + \varepsilon_w \sqrt{s_f} / \beta \varepsilon_f \sqrt{s_w})} - \gamma_f \right\}^2} \\ &+ \sqrt{1 - \left\{ \frac{1}{K_{aw} \varepsilon_w (1 + \beta \varepsilon_f \sqrt{s_w} / \varepsilon_w \sqrt{s_f})} - \gamma_w \right\}^2} = 1 \quad (4) \end{aligned}$$

ただし

$$\begin{aligned} \gamma_f &= (1/e_f - 1) / (1 + \varepsilon_w \sqrt{s_f} / \beta \varepsilon_f \sqrt{s_w}) \\ \gamma_w &= (1/e_w - 1) / (1 + \beta \varepsilon_f \sqrt{s_w} / \varepsilon_w \sqrt{s_f}) \end{aligned} \quad (5)$$

式を簡略化するために、つぎのような仮定をする。(実際にはこのような場合が多い)

$$\varepsilon_w = \varepsilon_f = \varepsilon, \quad s_w = s_f = s$$

このとき(4)式は

$$\begin{aligned} &\sqrt{1 - \left\{ \frac{\beta}{1 + \beta} \left(\frac{1}{K_{af} \varepsilon} - \frac{1}{e} + 1 \right) \right\}^2} \\ &+ \sqrt{1 - \left\{ \frac{1}{1 + \beta} \left(\frac{1}{K_{aw} \varepsilon} - \frac{1}{e} + 1 \right) \right\}^2} = 1 \quad (6) \end{aligned}$$

円形理論のとき、(6)式の e と ε はともに 1 となる。また、綿糸番手制によるとき、 $K_a = K/28$ とおいて、Peirce の式と一致する。Love は、その理論式の β をパラメータとして図表化している⁶⁾。

ここでは、円形理論とレーストラック形とした理論を比較するのが目的であるので、平織の $\beta = 1$ に相当するものについて比較検討した。第1図は(6)式の e の値

Fig. 1. Jam lines in terms of absolute cover factors and flattening coefficients.

(したがって ε の値) をパラメータにとり、それぞれのタテヨコ ジャム構成線を求めたものである。図によって、つぎのことがわかる。

すなわち、タテヨコ ジャム構造を K_a について円形理論とレーストラック形とした理論を比較すると、かい形度 e が 0.6 付近までは、その影響は比較的少ない。しかし、かい形の程度がそれ以上となると、その影響は急に大きくなる。特にかい形の著しいとき、ジャム構成線の両端にできる限界もそれだけ縮小される。

以上の結果は、 K_a を座標とした場合について論じたのであるが、織物を被覆する意味からすると、かい形した糸の被覆能力は、円形断面の糸よりも大きいから、円形理論の C.F. に相当するものはこの場合 a/p である。 a/p を座標とすると、当然 e の影響は大きく表われる。

3. 糸のクリンプによる比較

織物を構成する糸のクリンプに、糸のかい形が大きな影響をもつことは、すでに述べられているが⁷⁾、白樫・小口ら⁸⁾も示しているごとく、一般にクリンプは、他の

構造要素と関連して、複雑に変化する。ここでは、円形理論と比較するため、幾何学的に最も簡単な取扱いにより検討する。

糸のクリンプ C はその定義より

$$C_w = (l_w - p_f) / p_f$$

$$C_f = (l_f - p_w) / p_w$$

ここで

l : 平織単位区画における糸軸の長さ

第1報第2図より、糸のかい形を考える場合

$$l'_w = l_w - q_f$$

$$\begin{aligned} C'_w &= (l'_w - p'_f) / p'_f \\ &= (l_w - p_f) / (p_f - q_f) \\ &= C_w / (1 - r_f R_f) \end{aligned}$$

円形理論において、広く用いられるクリンプの近似式から

$$h_w / p'_f = a \sqrt{C'_w}$$

ここで、 a は $4/3$ または 1.36 とされている^{1,2,3)}。

ジャム構造のとき

$$\begin{aligned} a^2 C'_w &= (h_w / p'_f)^2 \\ &= 1 / (1 + 2\sigma) \end{aligned}$$

また

$$1 / (1 - r_f R_f) = 1 + r_f (1 + \sigma) / \sqrt{1 + 2\sigma}$$

したがって

$$C_w = 1 / [a^2 \{1 + 2\sigma + r_f (1 + \sigma) \sqrt{1 + 2\sigma}\}] \quad (7)$$

同様に

$$C_f = \sigma^2 / [a^2 \{\sigma^2 + 2\sigma + r_w (1 + \sigma) \sqrt{\sigma^2 + 2\sigma}\}] \quad (8)$$

すなわち、かいら形を考えたジャム構造のとき、クリンプは σ と r の関数で表わされ、(7)式および(8)式の分母の第3項がかいら形の影響を示す。

(7)式と(8)式から $a = 4/3$ において、各かいら形度

Fig. 2. Jam lines in terms of crimps and flattening coefficients.

Fig. 3. Relation between the balance of crimps and flattening coefficients.

の糸によるタテヨコ ジャム構成線を第2図に示した。図のように、糸のかいら形度 e が小さくなるにつれて、ジャム構成線は円形理論によるものから離れて、しだいに原点に近づき縮小する。すなわち、かいら形するほど小さいクリンプでジャム構造が形成される。

しかし、タテとヨコのクリンプの比の値をとると、第3図のごとく、 σ とともにその値は減少するが、かいら形度による影響は極めて小さい。 C_w と C_f の関係は、 σ と $1/\sigma$ の関係にあるので、第3図は σ について 0 と 1.0 の間の範囲で示した。

4. 織物の緊密度

タテヨコ ジャム構造を理論上最も密な織物構造とみなして、Love⁶⁾ は織物の tightness の求め方を示している。また、Bogaty⁷⁾ はそれと似た考え方により、理論上最大の C.F. と実際の C.F. の特定の比をもつて、織物の compactness ratio としているが、ともに理論的根拠は明確にされていない。

われわれは、ジャム構造が、その織物の理論上の最大 C.F. を与えるものであると考える点は、前2者と同じであるが、実際の織物と、その織物に対応するジャム構造の関係は、第1報で述べたように取扱う。すなわち、実際の織物の σ を求めて、その σ によつて決定されるタテヨコ ジャム構造が、その織物に対応するものであると考える。この際、糸のかいら形のある場合は、それを取り入れたジャム構造をその織物に対応させる。

このとき、緊密度はつぎのようにして計算できる。

実際の織物の密度を n 、糸の直径を d とすると、 $n_w d_w + n_f d_f$ はこの織物のタテとヨコの absolute C.F. の和となる。糸のかいら形が無視できるときは、この織物の σ の値から、ただちにジャム構造の R_{w0} と R_{f0} がそれぞれ計算して求められる。ここで、添字 0 は円形理論によるものであることを示す。

つぎに、これを便宜上 absolute C. F. に換算して、 K_{aw0} と K_{af0} を得たとすると、この織物の緊密度 t_0 は

$$t_0 = (n_w d_w + n_f d_f) / (K_{aw0} + K_{af0}) \quad (9)$$

糸のかい形のあるときは、それを計算に入れて、 K_{aw} と K_{af} が求められるから、そのときの緊密度 t は

$$t = (n_w d_w + n_f d_f) / (K_{aw} + K_{af}) \quad (10)$$

円形理論によると、かひ形を考えた理論による緊密度を比較検討するために t/t_0 を求めると

$$t/t_0 = (K_{aw0} + K_{af0}) / (K_{aw} + K_{af}) \quad (11)$$

σ および e の値をかえて(11)式の各 K の値を求めた結果から、 t/t_0 と σ および e の関係を示したものが第4図である。(11)式のタテとヨコの関係は、 σ についてたがいに逆数の関係にあるから、 $\sigma \leq 1.0$ の範囲について図示した。

Fig. 4. The influence of thread flattening on the tightness of fabrics.

t_0 : tightness of circular thread theory
 t : tightness of non-circular thread theory
 e : flattening coefficient.

図を検討すると、 $\sigma = 0.4 \sim 1.0$ の範囲、したがって逆数を同時に考えて、 $\sigma = 0.4 \sim 2.5$ の範囲において、糸のかい形が $e = 1.0 \sim 0.6$ の程度では、糸のかい形の影響は大きくないが、 e と σ がこの範囲から離れると、その影響は急に大きくなる。

つぎに実際の織物の一例をあげる。

タテ糸とヨコ糸に 13.3 tex (120 d) のレーヨン マルチフィラメント糸を用い、人平に相当するものを製織した。精練後、のり加工はせずに、試料の片面をセロハンテープに接着し、タテとヨコ方向にそれぞれ切断して、厚紙に固定する。これを万能投影機により、つぎの値を測定した。(測定回数 5 回の平均値)

$$\begin{aligned} n_w &= 36.0 \text{ 本/cm} & n_f &= 27.4 \text{ 本/cm} \\ h_w + b_w &= 21.6 \times 10^{-3} \text{ cm} & h_f + b_f &= 14.0 \times 10^{-3} \text{ cm} \end{aligned}$$

$h_w + h_f = b_w + b_f$ および $b_w = b_f$ として

$$b_w = 8.9 \times 10^{-3} \text{ cm} \quad b_f = 8.9 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$h_w = 12.7 \times 10^{-3} \text{ cm} \quad h_f = 5.1 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$k = 1/270$ として

$$d_w = 13.5 \times 10^{-3} \text{ cm} \quad d_f = 13.5 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

(1)式と(5)式から

$$\epsilon = 0.66 \quad e = 0.50 \quad \gamma = 0.51$$

また

$$\sigma = h_f / h_w = 0.40$$

したがって

$$R_{w0} = (1 + \sigma) / \sqrt{\sigma^2 + 2\sigma} = 1.430$$

$$R_{f0} = (1 + \sigma) / \sqrt{1 + 2\sigma} = 1.045$$

$$R_w = \frac{1}{\frac{\sqrt{\sigma^2 + 2\sigma}}{1 + \sigma} + \gamma} = 0.828$$

$$R_f = \frac{1}{\frac{\sqrt{1 + 2\sigma}}{1 + \sigma} + \gamma} = 0.682$$

(2)式および(3)式から

$$K_{aw0} = 0.715 \quad K_{af0} = 0.523$$

$$K_{aw} = 0.627 \quad K_{af} = 0.516$$

試料の absolute C. F. は

$$n_w d_w = 0.486 \quad n_f d_f = 0.370$$

(9)式および(10)式から

$$t_0 = 0.69$$

$$t = 0.75$$

この緊密度 t_0 と t の値の差は、試料に対応するジャム構造を、円形理論により求めたときと、レーストラック形理論によつたときの相違である。これは糸のかい形を無視したい一例であるが、なおこのほか、市販のレーヨン塩瀬などの同じ系統の織物についても観察した結果からみて、一般にヨリの少ないマルチフィラメント糸からなる織物は、この種の問題を取扱う際、かひ形を無視できない類例である。

5. 総括

(1) 平織物のジャム構造について、円形理論と非円形理論による解析の比較を行なうために、かひ形した糸の断面形状をレーストラック形とし、タテ糸とヨコ糸の counter balance を 1.0 とした。そして、absolute cover factor に換算したのについて比較した結果、かひ形度 e が 1.0 ~ 0.6 の範囲において、両者の差は小さい。 e がそれ以下となると、その影響は急に大きくなる。

(2) ジャム構造の糸のクリンプについては、近似的取扱いをして比較した結果、かひ形度 e に相応して、クリンプの小さな値でジャム構造が構成される。そして、

e の影響は、その値の大小にかかわらず無視できない。ただし、タテ糸とヨコ糸のクリンプの比の値は、 σ によつて増減するが、 e の影響は僅少である。

(3) 実際の織物と、それに対応するジャム構造を、 σ により関係づけることにより、織物の緊密度を明確にしたうえで、円形理論との比較検討を行ない、さらに、かい形を無視できない実例をあげた。

なお、Dickson¹⁰⁾が行なつたように、ジャム構造と極めて関係の深い weavability の問題があるが、これについては別に報告したい。

本研究を行なうにあたり、ご援助いただいた東京工業

大学白樫侃教授および石川章一教授に厚く感謝する。

文 献

- 1) F. T. Peirce ; *J. Text. Inst.*, 28, T-45 (1937)
- 2) F. T. Peirce ; *Text. Res. J.*, 17, 123 (1947)
- 3) A. Kemp ; *J. Text. Inst.*, 49, T-44 (1958)
- 4) J. B. Hamilton ; *ibid.*, 50, T-655 (1959)
- 5) 田中 ; 織消科学, 1, 60 (1960)
- 6) L. Love ; *Text. Res. J.*, 24, 1073 (1954)
- 7) 松田 ; 織学誌, 10, 24 (1954)
- 8) 白樫, 小口, 平山 ; 織学誌, 17, 601 (1961)
- 9) H. Bogaty, G. H. Lourigan, H. E. Harris ; *Text. Res. J.*, 28, 733 (1958)
- 10) J. B. Dickson ; *ibid.*, 24, 1083 (1954)