(昭和 32 年 4 月 20 日受理)

織物の粘弾性に関する研究

第 5 報 織物の構造と曲げ挙動について

信州大学繊維学部 呉 祐吉・篠原 昭・松橋房江

VISCOELASTIC STUDIES OF TEXTILE FABRICS (V) ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE BENDING BEHAVIOURS OF FABRICS AND FABRIC STRUCTURES

By Yukichi Go, Akira Shinohara and Fusae Matsushashi
(Faculty of Textiles, Shinshū University, Ueda, Japan)

The flexible rigidities (EI) of the many kinds of fabrics (Table 1) are measured by heart loop method.

- (1) EI of fabric depends upon the bending mode of test piece. An EI of fabric having the long floats on its surface is smaller in face-to-face bending than back-to-back. (Fig. 1 & 2)
- (2) An EI of low freeness fabric is generally small, but there are many deviations from this tendency, e. g. in basket weaves.
- (3) An effect of crimp of component yarn of fabric to the EI of fabrics is generally small. When the crimp is of sine wave, apparent rigidity D_a is :

$$D_a = \frac{EI}{(1 + \sigma^2)}$$

Where $\sigma : a/b \pi$, a : amplitude, b : the length of period. So, in the case of $\sigma \ll 1$, a crimp effect is very small and negligible, ordinary fabrics are in this category.

- (4) The flexible rigidity of yarn calculated by means of dividing the fabric rigidity with yarn density $EI(F)$ are generally larger than the true rigidity $EI(T)$ of component yarn measured by the experiment.

The rigidity factor S may can be described in general as ;

$$S = Eb \left(\frac{h}{l} \right)^3 \phi \left(\frac{G}{E}, \lambda \right),$$

where l is true length contributing to yarn bending. In the ordinary fabrics, warp and weft yarns come in contact each other not at geometrical contact point but in contact length. So, true length l is shorter than in the case of ideal geometrical fabric model, i. e. $l_0 = nl$.

i. e. S is proportional to n , $n^3 EI(T) = EI(F)$.

In the ordinal clothing fabrics, $n = 1 \sim 1.16$ (Table 3 & 4)

We find that the bending mechanism of fabrics could be explained as the function of the rigidity of component yarn and fabric structure.

(Received 20. 4. 1957)

1. 緒 言

織物の曲げ剛さは、従来織物の柔軟性あるいは手触り (handle) の尺度として用いられ、その測定法その他について多くの研究がなされている¹⁾。われわれは綿織物の曲げ剛さと、その織物構造との関係および、さらに各構成糸の性質との関係を研究し、曲げの大変形の一つである織物の防皺性との関係についても、合わせ考察した。

織物組織と柔軟性との関係については絹織物試料について、すでに三浦、内田²⁾氏らが報告しているが、本報では曲げの詳しい機構、特に幾何学的な織物構造に注目して研究をすすめた結果を報告することにした。

2. 試料および方法

試料は第 4 報³⁾のものと同じのを用いた。すなわち経、緯糸とも 80 番双、密度はともにほぼ 40 (本/cm) のも

のである。測定方法は最初振動リード法を用いたが、変形が小さいことと、折り曲げ方(表・裏)を区別できないので、F. T. Peirce の方法⁷⁾を用いることにした。この試料は未加工、糊抜したもので、比較的柔かなため、いわゆる片持梁法では bending length を正確に測定できないので、heart loop 法を用いることにした。試料の大きさは巾 1 cm (密度を揃えるようにした)、試料長 16 cm とし、その懸垂長(clamp の上端から試片の最下端までの垂直距離)を読取顕微鏡で測定し、10 回の平均をとった。坪量はトーションバランスで各試片について測定した。なお測定条件は 20°C, 65% R.H. である。

3. 結果および考察

Table. 1 に測定結果を示した。以下数節に分けて検討した。

(1) 折り曲げ方による曲げ剛さの相違

平織およびサージのような両面綾のものでは製織上あるいは加工面の表裏とは別の、組織上の表裏の相違はない。しかし 1/3, 1/7 斜文のようないわゆる片面綾においては、経緯の浮きの長さに差があり、表裏の構造が著しく異っている。いま 1/7 斜文を引例して説明してみる。

いま Fig. 1 の AA', BB' で切断したときの 1/7 斜文の断面を模式的に示すと Fig. 2 のようになる。図に折

Table. 1

Sample No.	Weaves	Free-ness	$10^2 \times w$ (g/cm)	EI (dyne·cm ²)				*Crease	Reco- very(°)	$EI(F)$ (dyne·cm ²)
				W-1	F-2	W-2	F-1	W	F	
1	Plain Weaves	32	1.27	51.1	49.2			71	66	1.24
2	2/2 War Rib "	16	1.62	60.0	121.9			72	68	1.53
3	2/2 Basket "	8	1.30	55.0	51.4			77.5	69	1.34
4	4/4 " "	2	1.26	51.5	50.0			86	92	1.32
5	Fancy & Figured " "	10	1.42	49.2	50.5			79	83.5	1.20
6	1/3 Twills	16	1.39	33.6	54.2	61.3	49.1	75	86	0.75
7	1/3 Broken "	16	1.39	44.9	48.6			71.5	85	1.12
8	2/2 Twills	16	1.40	46.3	45.0			80.5	83	1.13
9	2/2 Broken	20	1.38	51.5	48.0			69	69.5	1.29
10	2/2 Herring Bone	18	1.30	51.0	50.0			70	80	1.27
11	Pointed Twills	16	1.33	49.7	57.9			87	76	1.22
12	$\frac{112}{112}$ "	24	1.27	51.0	47.6			73	70.5	1.27
13	$\frac{111}{113}$ "	24	1.30	68.9	56.5			69	69.5	1.68
14	$\frac{11}{15}$ "	16	1.40	41.5	45.9	45.4	41.0	72	71	0.94
15	$\frac{1}{7}$ "	8	1.32	49.7	58.1	50.0	49.2	87	95.5	1.16
16	Entwining "	8	1.25	52.8	49.5	54.2	52.8	78.5	90.0	1.26
17	2/6 "	8	1.38	51.4	49.5	51.7	50.0	88	98.25	1.25
18	3/5 "	8	1.39	48.9	58.1	54.3	49.7	87.5	83.6	1.16
19	4/4 "	8	1.38	47.7	52.8			85	85.9	1.08
20	$\frac{211}{121}$ Steep	16	1.30	39.5	58.6			82.5	93.5	0.96
21	8 Harness Satins	8	1.31	40.1	51.8	53.1	51.4	95	99.4	1.02
22	Granite Weaves	24	1.49	62.2	59.7			70	74	1.48
23	Sponge "	28	1.50	53.5	63.0			71.5	78.8	1.24
24	Huck-a-Back "	24	1.42	53.8	84.9	58.1	54.0	81.25	64.0	1.24
25	Honey-Comb "	19	1.61	128.5	111.9			113.5	102.5	2.94
26	Imitation Gauzes	16	1.44	52.8	58.8			74	83	1.32
27	Grecian Weaves	14	1.29	49.6	47.8			88	85.5	1.11

In table, w : weight per unit length of sample fabric, W and F : Warp and filling ways respectively, suffixes 1.2 show bending mode, see Fig. 2.

*The angle allowed to recover in 20min after the weight (500g) is removed, (weighting time, 5 min.). An apparatus is Monsanto type crease tester, modified in our laboratory.

Fig. 1

り曲げ方法を矢印で示した。曲げ方が形式的に同じものは $(W-1)$ と $(F-1)$, $(W-2)$ と $(F-2)$ で、前者は長い float を内側にして曲げたもので曲げられた糸の内側は free で、抵抗が少ないが、後

Fig. 2 Diagrammatical explanation of bending modes, citing an instance of 1/7 twills, W and F show the bending of warp and weft respectively. In the figure, the block is of warp and the other the weft.

者は逆に反対方向の糸が曲げの内側にあるので、曲げの抵抗は大きくなる筈であり、8種類についての結果を Table.1 に示してある。曲げ剛さ EI の大きさは大体 $(W-2) > (W-1)$, $(F-2) > (F-1)$ で、また $(W-1)$ と $(F-1)$ $(W-2)$ と $(F-2)$ との間の差違は少ない。したがってこのような組織のものでは、曲げ剛さが測定曲率によつてかなり変化することが予想される。一志氏⁹⁾は綿糸および絹布の曲げモーメントと曲率との関係を実験し、両者とも曲率の小さいときは曲げモーメントが急に増加することを報告しているが、これは繊維それ自身の力学的性質に依存するものと解すべきものと考ええる。

(2) 折り曲げ方向による差異

経、緯の密度がほぼ等しいので、目掛けの I は等しくなるはずであるが、多くの研究者によつて指摘されているごとく、緯方向(緯糸を曲げた方向)の EI が両面組織の場合、やや小さくなっている。2の2本経織は緯方向の EI が倍以上も大きくなっているが、これは経糸が緯糸の曲げに対して抵抗するからではないかと思う。類

似の傾向は 20 の急斜文にもみられる。また両面綾については前述のごとくである。斜め方向(bias)については組織によつて区々で、F. T. Peirec¹⁾の提唱したような Love の直交異方性理論⁹⁾の適用は必ずしも普遍的なものではない。これは皺⁹⁾についても同様で、平織ではややこれに近い結果がえられているが、綾織では斜文線の方向が防皺性が高いことが知られている。しかしカンパスのように、剛い布では木材⁹⁾やベニヤ板のような合板¹⁰⁾、硝子繊維の強化したポリエステル板¹¹⁾のような典型的な直交異方性を示すものと思われる。これの詳細は改めて次報で報告する。

(3) 組織による差異

一般に自由度の大きいものでは EI は小さい傾向があるが、3, 4 の斜子は必ずしもこの範疇には入らない。これは絹布についての内田氏らの実験結果も同様である。また 6 と 7, 15 と 16 のように正則斜文とその破斜文とでは前者の方がやや EI は小さい。

蜂巢は内田氏⁹⁾らが補強平板構造として説明しているように、他の組織に比し EI は非常に大きい。これは防皺性についてもいえることで、蜂巢の構造を考えれば当然考えられることである。

(4) 糸の crimp 効果

従来、布の曲げの研究は布を1枚の弾性板として取扱つておつた。布は経糸および緯糸からなっており、経方向への曲げには経糸のみが干渉し、緯糸の効果は上述した変形に際して幾何学的な意味での抵抗作用をするのみである。したがって経・緯糸の力学的な性質と幾何学的な織物の形状との函数として布の曲げ剛さが推定できることが織物設計上はもとより、あらゆる点で望まれることである。

われわれは布を構成している糸が crimp していることから、布が擬似的には一種の波板様のものではないかと考えた。しかし布は板と異り、あく迄も crimp した一次元の糸が並んだものであるから、全体の挙動は個々の crimp した糸の総和となるはずである(横糸の効果を無視して)。

波形状構造の変形については従来多くの報告¹⁰⁾¹²⁾¹³⁾があり、剛さ係数も求められているが、われわれはごく簡単に実験に便利な形で、これを解析してみた。いま波形

Fig. 7

を振巾 a 、波長 b の正弦状のものとする。すなわち

$$y = a \sin \frac{2\pi}{b} x \quad \dots\dots\dots (1)$$

しかる時の見掛けの曲げ剛さは糸自体の EI とは多少違うはずである。いま Fig. 3 のような片持梁状の曲げを考えるカスチリアノの定理を用いて微少撓み δ を求めてみる、歪エネルギーを U とすると

$$\delta = \frac{\partial U}{\partial W} = \frac{1}{EI} \int_0^l M \frac{\partial M}{\partial W} dS \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで W は荷重、 M はモーメント、 S は曲線に沿った長さである。

$$M = Wx, \quad \partial M / \partial W = x$$

$$dS = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx = \sqrt{1 + (2\pi)^2 \frac{a^2}{b^2} \cos^2 \frac{2\pi}{b} x} dx \quad (3)$$

$\left(2\pi \cdot \frac{a}{b}\right)^2 = \lambda^2$, $2\pi/b = p$ とおき (3) を (2) に代入すると、

$$\delta = \frac{W}{EI} \int_0^l x^2 \sqrt{1 + \lambda^2 \cos^2 px} dx \quad \dots\dots\dots (4)$$

λ は無次元量であり、また一般に普通の布では 1 より小さな値となり、したがって (4) 式のルートを級数に展開すると、 $W/EI = K$ において

$$\delta = K \int_0^l \left(x^2 + \frac{1}{2} \lambda^2 x^2 \cos^2 px - \frac{1}{8} \lambda^4 x^2 \cos^4 px + \dots \right) dx \quad \dots\dots\dots (5)$$

(5) 式右辺第 3 項以下を近似的に省略する。第 2 項の積分は $px = t$ とおくと

$$I_n = \int_0^l x^2 \cos^2 px dx = \frac{b^3}{32\pi^3} \left[t \cos t \cdot (2 \cos t + 2t \sin t) + \frac{2}{3} t^3 - t - \frac{1}{2} \sin 2t \right]_0^{2n\pi} = \frac{1}{4} \left(\frac{2}{3} l^3 + \frac{b^2}{4\pi^2} l \right)$$

ここで n は l/b で $2n$ が整数になるような l であれば (自由端と固定端が同一線上にあれば) $\sin$ の値は 0 となることを利用している。

$$\therefore \delta = \frac{WI^3}{3EI} \left[1 + \frac{\lambda^2}{4} \left(1 + \frac{3}{8\pi^2 n^2} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (6)$$

$l/b = n$ といった n は l の中にある波長の数であるから (6) 式の小括弧内第 2 項は 1 に対して省略できるので

$$\delta = \frac{WI^3}{3EI} \left(1 + \frac{\lambda^2}{4} \right) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$\lambda = 0$ の場合はいうまでもなく真直ぐな棒や板の場合に他ならない。(7) 式を書き直すと $\lambda/2 = \sigma$ において

$$\frac{EI}{(1 + \sigma^2)} = \frac{WI^3}{38} \equiv D_a \quad \dots\dots\dots (8)$$

となり、見掛けの曲げ剛さ D_a が求まる。 σ が大きい程 crimp の大きい程同一条件で撓みが大きくなる。すなわち見掛けの曲げ剛さは小さくなる。なお波形調子板について永盛氏¹⁴⁾らが類似の取扱をしていることが後日わ

かった。

crimp が正弦状であるのは平織やサージのような場合のみであつて、片面綾などは解析は困難であるが、フーリエ級数で波形を表わせば、解析も可能である。たとえば 4/4 斜子のような浮きの長いものでは、波長の長い正弦波と一種の矩形波との中間のもので、いわば不完全矩形波である。この場合には

$$y = a + \frac{4a}{\pi} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\sin(2\pi)(2m+1)x/b}{2m+1} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$(y')^2 = \frac{16}{\pi^2} \lambda^2 \sum_A \sum_B \cos Ax \cdot \cos Bx$$

ここで $A = (2\pi)(2m+1)/b$, $B = (2\pi)(2n+1)/b$ で $\sum_A, \sum_B$ は $m, n = 0$ から ∞ までの和を示すものである。故に撓 δ は (5) 式と同様

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{W}{EI} \int_0^l x^2 \left(1 + \frac{8}{\pi^2} \lambda^2 \sum_A \sum_B \cos Ax \cdot \cos Bx \right. \\ &\quad \left. - \frac{32}{\pi^4} \lambda^4 \sum_A \sum_B \sum_C \sum_D \cos Ax \cdot \cos Bx \cdot \dots + \dots \right) dx \\ &= \frac{W}{EI} \int_0^l x^2 \left(1 + \frac{8}{\pi^2} \lambda^2 \sum_A \sum_B \cos Ax \cdot \cos Bx \right) dx \quad (10) \end{aligned}$$

第 2 項の積分 I_n は

$$\begin{aligned} I_n &= \sum_A \sum_B \int_0^l x^2 \cos Ax \cdot \cos Bx dx \\ &= \sum_A \sum_B \left[x^2 f(x) \right]_0^l - 2 \sum_A \sum_B \int_0^l x f(x) dx \\ &= \sum_Q \sum_R \left[x^2 f(x) - \frac{1}{Q^3} (\sin Qx - Qx \cos Qx) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{R^3} (\sin Rx - Rx \cos Rx) \right]_0^l \quad \dots\dots\dots (11) \end{aligned}$$

ただし

$$f(x) = \frac{\sin Qx}{2Q} + \frac{\sin Rx}{2R}, \quad Q = A - B, R = A + B$$

$A = B$ ならば前述の一般の場合と全く一致する。 $A \sim B$ が大きければ Q, R も大きくなり (m, n は共に整数であるので) I_n は小さくなるから、 $A \sim B$ の小さい範囲について総和すればよいことになり、いずれにせよ crimp 効果はさらに僅少になる。

(5) 糸の曲げ剛さと織物の曲げ剛さとの関係

製織に用いた原糸の曲げ剛さの平均は、次のようになる。

Table 2

bending length C	weight per cm, w	$EI(T)$
1.67cm	0.000161 g/cm	0.745 dyne·th ² .

布の曲げ剛さは厚さが一定ならば試料の巾にほぼ比例することが知られている¹⁵⁾。今 Table 1 に示した ($W-1$) の EI の測定値を糸密度で除して、糸 1 本当りの曲げ剛さを算出すると表の右端のような値になり、密度が

大体一定であるので相当大きな偏位がある。厳密には前節の crimp の補正を要するのであるが、これはほとんど 0 とみなしてさしつかえない。もし布の曲げに対し、反対方向の糸(経糸を曲げる場合には緯糸)の抵抗がない場合には第 2 表に示した糸の EI と布の EI から計算した曲げ剛さとがほぼ一致するはずである。以後前者を $EI(T)$ 、後者を $EI(F)$ と書いて区別する。

実験からえた、 $EI(F)$ の中最も小さい 1/3 斜文では $EI(F)=0.82$ となり、 $EI(T)=0.745$ に近い値となる。

織物の場合、以上の諸測定値にはかなりの誤差が必然的に介入してくるのであるが、このような考察から第 1 次的に $EI(T) < EI(F)$ なる関係のあることはわかる。この差は crimp 効果を補正すればわずかではあるが大きくなる。このような偏位が生ずるのはやはり横糸の効果とみなすべきであろう。したがってこの計算では無視した布の構造因子をどのように導入すべきかについて一つの仮定的な取扱いを試みた。

横糸効果および crimp 効果が全くなければ、 $EI(T) = EI(F)$ となり、本来両者は全く同じはずのものであるしたがって実験でえられる見掛けの曲げ剛さは厳密にいつて材力的な EI とは多少違った性質のものである。いま慣例に従って“剛さ, Stiffness”を力と撓みの比で表わし、これを S とおくと次元解析から

$$S = Eb \left(\frac{h}{l} \right)^3 \phi \left(\frac{G}{E}, \lambda \right) \quad (12)$$

で表わせることが知られている¹⁶⁾。 h は試料の厚さで横糸の存否に関係なく縦糸の断面積に依存するものであり b は試料の巾であるから $bh^3 = I$ とおくと EI は糸の形とヤング率とから定まるもので一定とみなすと

$$S = \frac{EI}{l^3} \phi \left(\frac{G}{E}, \lambda \right) \quad (12')$$

G は剛性率であるから ϕ は無次元量であり、一応無視すると、剛さ S は l^{-3} に比例することになる。

経糸と緯糸との接触面積が大きいと見掛けの長さ l が交錯点の曲率あるいは糸の偏平度によつて異つてゐる。いま点接触の場合 (Fig. 4-1)、その長さを l_0 、一般の場合たとえば Fig. 4-2 のように楕円と接する場合には接触長さが長く、したがって自由長は l_0 より短くなる。これを $l = l_0/n$ とおくと、

$$S_0 l_0^3 = S l^3 = S \left(\frac{l_0}{n} \right)^3 \quad (13)$$

$S_0 l_0^3 = EI(T)$ 、 $S l_0^3 = EI(F)$ であるから

$$n^3 EI(T) = EI(F) \quad (14)$$

なる関係がえられる。すなわち糸の曲げ剛さ $EI(T)$ の n^3 倍が織物の曲げ剛さ $EI(F)$ に等しいことになる。 n を実際に測定することは困難であるが、1 例として EI

Fig. 4

(T) = 0.745 dynl·th². に糸密度 41 本/cm を乗じた 30.545 dyne·cm² を基礎にして各種の n に対する織物の (1 cm 巾の) 曲げ剛さを求めると Table. 3 のようになる。

Table. 3

n	1	1.1	1.2	1.3
$EI(F)/\text{cm}$	30.545	40.66	52.78	67.11

以上は主として平織や float の短い綾織のような場合に当てはまるものとおもわれる。

E. T. Peirce¹⁷⁾ は経緯糸がともに円形断面の平織について、その接触角を算出しているが、それによると接触部分の中心角を 2θ とすると

$$\sin \theta = \frac{2x}{x^2 + 1} \quad (15)$$

$$x = \tan \frac{\theta}{2} \frac{l_0 - \sqrt{l_0^2 + H^2 - D^2}}{D + H}$$

ここで $2D$ は経緯糸の接点の midpoint を通り、両中心線を通る距離、 H は布の断面の見掛けの中心線からその線に直角方向の糸の中心までの距離、 l_0 は相隣る糸の間隔である。(詳細は Peirce の原論文 Fig. 1 参照) よつて n は

$$n = \frac{l_0}{l_0 - 2D \sin \theta} \quad (16)$$

いま $l_0 = 8$ 、 $D = 2$ とし H を 0 から 2 迄変化させ、 $\sin \theta$ 、 n を求めると Table 4 のようになる。右欄の EI は Table. 3 と同様に、横糸効果は無視して計算した 1 cm 巾の布の EI に n^3 を乗じて見掛けの曲げ剛さを計算したものである。

試料 1 の平織の D 、 l_0 、 θ は顕微鏡観察すると、 l_0/D

Table. 4

H	$\sin \theta$	n	n^3	$EI = \frac{30.5 \times n^3}{30.5 \times n^3}$
0	0.250	1.143	1.493	45.5 dyne·cm ²
0.2	0.225	1.126	1.428	43.6 "
0.4	0.202	1.112	1.375	42.0 "
0.6	0.177	1.097	1.320	40.5 "
0.8	0.152	1.082	1.267	38.7 "
1.0	0.126	1.067	1.215	37.2 "
1.2	0.101	1.055	1.174	36.8 "
1.4	0.075	1.040	1.125	34.4 "
1.6	0.054	1.025	1.077	32.9 "
1.8	0.025	1.013	1.039	31.7 "
2.0	0.000	1.000	1.000	30.5 "

$\pm 3^\circ \theta \approx 30^\circ$ となり、これより EI を計算すると実験値よりはるかに大きくなるが、これは θ を正確に求められないこと、実際に曲げに抗束作用を及ぼす θ はもつと小さな値となるからだともわれる。これについては第2報¹⁹⁾のようなモデル的な実験を目下準備中なので、いずれかの機会に、より正確な考察を報告したいと思つてゐる。以上主として平織について取扱つたが他組織については別に考えたい。

4. まとめ

Heart loop 法で各種織物の曲げ剛さを測定し、その結果に基いて曲げのメカニズムを検討した。

i) 織物の曲げ剛さは折り曲げ方によつて差がある。表面の浮きが長いものでは face to face の方がその逆のより EI は小さい。

ii) 自由度の小さいものでは一般に EI は小さいが、例外も多い。

iii) クリンプ効果は概して小さく、ほとんど無視できる((8)式)。

iv) 織り物の曲げ剛さは相隣る糸の間隔の有効長の3乗に比例するものと考えられる。これを Peirce の織物

モデルを用いて解析してみた。実際の実験値とは必ずしも一致しないが、かなり有効な説明がつくとおもわれる。

5. あとがき

本研究に当り試料その他の便宜を与えて戴いた本学部防織研究会の諸氏、文献その他御教示願つた本学工学部木本憲三教授ならびに金網試料を御提供下さつた長野市内山金網製作所に感謝の意を表する次第である。

文 献

- 1) F.T. Peirce; *J. Text. Inst.*, 21, T 377(1930)
- 2) 三浦乾太郎、一志淑夫、内田貞夫; 信大織報告 No. 3, p. 81 (1953)
- 3) 呉 祐吉、篠原 昭、松橋房江; 本誌, 13, 673 (1957)
- 4) 一志淑夫; 織機誌, 9, 238 (1956)
- 5) A.E.H. Love; *A Treatise of the Mathematical Theory of Elasticity*, Cambridge (1952)
- 6) 呉 祐吉他; 綿研報告, No. 50, p. 128 (1956-10)
- 7) 呉 祐吉他; 第5回綿研研究発表会講演(1957-4) 大阪
- 8) R. Steele; *Text. Res. J.* 26, 739 (1956)
- 9) W.W. Barkas; Meredith's "Mechanical Properties of Wood and Paper" p. 24 (1953), Amsterdam.
- 10) 林 毅; 日本航空学会誌, 8, 1131 (1941)
- 11) 春日袈婆治; 機械工業のための繊維高分子材料に関する講義会テキスト p. 43 (1956-10) 東京
- 12) 渋谷 巖; 日本航空学会誌, 7, 393 (1940), 8, 267 (1941)
- 13) 大久保肇; 機械学会論文集, 16, No. 55 (1950), 17, No. 61 (1951)
- 14) 永盛義夫、矢野勝雄; 応用力学, 3, 25 (1950)
- 15) 一志淑夫; 織機誌, 7, 331 (1954)
- 16) 例えば抜山大三; "次元法の理論と応用" p. 165 共立出版 (1956)
- 17) F.I.T. Peirce; *J. Text. Inst.*, 28, T 45 (1937)
- 18) 呉 祐吉、篠原 昭、松橋房江; 本誌, 13, 148 (1957-3)

総目次頒布について

本学会誌昭和32年総目次(1月号~12月号)の別刷が若干ありますので御入要の方は御申越下さい。
実費送料共50円(切手でお払込み下さい)であります。