

絹織物の引張り方向とその伸長挙動

誌名	蠶絲研究
ISSN	00364495
著者名	本多,寛
発行元	農林省蠶絲試験場
巻/号	50号
掲載ページ	p. 23-38
発行年月	1964年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



絹織物の引張り方向とその伸長挙動

本 多 寛

I 緒 言

被服デザインは「素材の持つ美しさを保ちながら人体各部の権衡に適合させる⁵⁾」目的をもっており、服飾美を出すためにしばしば斜め方向の織物が用いられることがある。これは、斜め方向が型になじみやすい、すなわち変形しやすいという性質を利用しているからである。

一般に織物は、たて糸とよこ糸の交錯によって構成されているから直交するたて、よこ方向と斜め方向とはそれぞれ性質を異にした異方性^{1),2),3),6)}を示し、被服材料として実用に供する場合外力による変形過程もその加わる方向によってそれぞれ異なった複雑な挙動を示すことが容易に想像できる。しかし、この変形について方向別に調査した文献は比較的少なく数編⁴⁾を数えるに過ぎない。

ここでは、外力によって織物に生じるこのような変形過程を考察するため、織物面を多方向に分割し、普通のストリップ法によって引張り試験を行ない、それぞれの伸長性を実験的に調査したのでその結果を報告する。

報告に先だち、ご校閲を賜った細田絹織維部長、保科製品研究室長、実験の一部に協力いただいた新井キヨ子技官らの各位に感謝の意を表す。

II 試 料

実験に供した試料は、次に示すような組織の異なった5種類の絹織物である。

第1表 織物の構成

織物の 記号	織物の種類	たて糸		よこ糸		組 織
		織度 (d)	密度 (本/cm)	織度 (d)	密度 (本/cm)	
PH	羽二重16匁付	21×4	47.5	21×4	37.4	平
PT	タフタ20匁付	21×6 モロ	40.0	21×6 片	29.0	平
DS	練朱子20匁付	21×2 モロ	105.3	21×4 片 アセテート糸	58.0	8枚朱子
US	交織朱子20匁付	21×2 モロ	105.3	100	58.0	8枚朱子
CT	練綾絹40匁付	21×2 モロ	132.0	21×4×2片	85.8	表 $\frac{6}{8}$ /ヨコ二重

注) たて糸密度 = 箄密度/cm × 引込み本数
よこ糸密度 = 打込み本数

III 実験方法

1) 試料は幅 4 cm, 試験長 20 cm に調整し, 引張り方向はよこ糸方向を 0° とし時計の針と逆方向に 30°, 45°, 60°, 90° (たて糸方向), 120°, 135°, 150°, の 8 方向を採用した。

2) 試験機は東洋測器製テンシロン UTM-III 型を用いた。

㊦ 引張り試験の場合. 延伸速度 300mm/min, full scale 100kg (CT 試料だけはショッパー型引張り試験機を用いた)

㊧ 反復伸長試験の場合. 延伸速度 50mm/min, full scale 2~100kg (ただし, 毎回の伸長率を 2%, 4%………26% と変化させ, 各衝程ごとに 1 分間放置して試片を自由収縮させた)

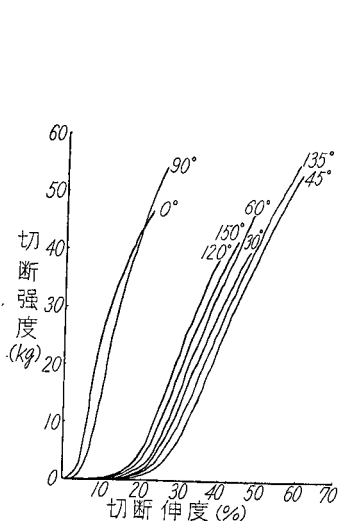
3) 実験はすべて 20° ± 2°C, RH65% ± 2% の恒温恒湿に保たれた室内で行なった。

IV 実験結果ならびに考察

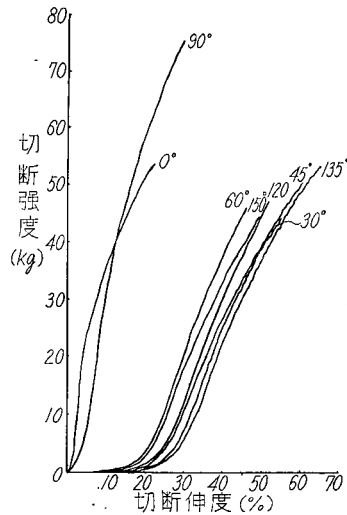
IV-I 引張り試験における挙動

1) 引張り試験における荷重—伸長関係

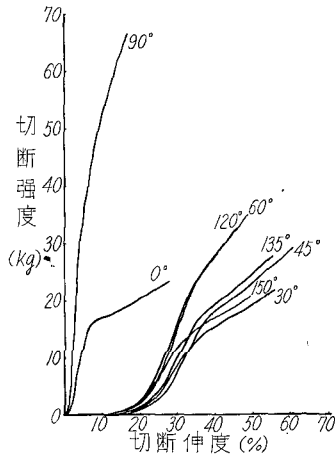
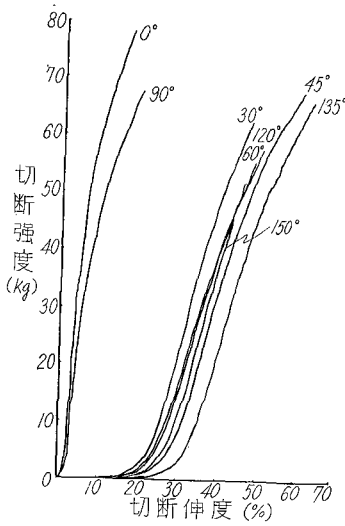
第 1 図に自記装置で記録できた各種織物の履歴曲線のうち代表的なものを示した。



第 1.a 図 PH 試料・切断強伸度曲線



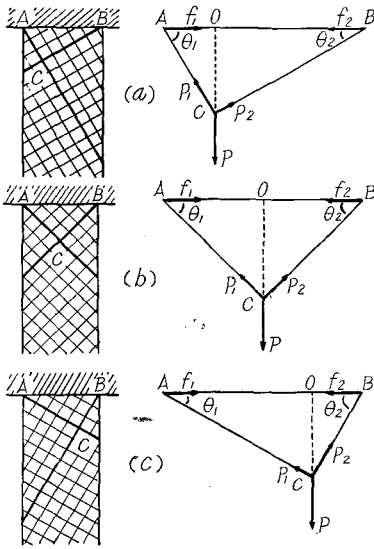
第 1.b 図 PT 試料・切断強伸度曲線



第 1.c 図 DS 試料・切断強伸度曲線

第 1.d 図 US 試料・切断強伸度曲線

この図より、いずれの織物も引張り方向によってそれぞれの伸長挙動も異なった型となつて表われていることが認められる。バイヤス方向の挙動を観察すると、一般に伸ばされやすいことが認められ、特に45°、135°方向ではこれが顕著である。また、直交する糸に近いいずれかの方向の試片ではその近い方向の糸の性能の影響を受けやすいようである。たとえば、30°、150°方向ではよこ糸、60°、120°方向ではたて糸の影響がそれである。この影響について第2図で考察してみる。



第 2 図 試料把持部の釣り合い模型

(a), (b), (c)においていずれも釣り合いを保っている場合、クリップの把持部において糸と把持線と交わる角度をそれぞれ θ_1, θ_2 , C における荷重を P , AC, BC に掛る応力をそれぞれ p_1, p_2 とし, (a) の場合 $\theta_1 > \theta_2$, (b) $\theta_1 = \theta_2$, (c) $\theta_1 < \theta_2$ とすれば,

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= P \sin \theta_1 = P \cos \theta_2 \\ p_2 &= P \cos \theta_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

Cos θ の値 x は,

$$\frac{\cos \theta}{x} \left| \begin{array}{l} 0^\circ \rightarrow 90^\circ \\ +1 \rightarrow 0 \end{array} \right.$$

であるから、

(a) $p_1 > p_2$, (b) $p_1 = p_2$, (c) $p_1 < p_2$ (2)

となり、 \overline{AC} をたて糸、 \overline{BC} をよこ糸とすると荷重Pに対して(a)では、たて糸はよこ糸より $(p_1 - p_2)$ だけ多くの力の影響を与えていることになる。更に、荷重PによってA、BはPの延長線とABとの交点Oまで移動し始めようとする。しかし、(a)ではAにくらべBは $\overline{AO} < \overline{BO}$ であるため $(\overline{BO} - \overline{AO})$ だけ余裕を残すことになる。すなわちPの影響力はたて糸に大きくよこ糸に小さいことになる。ただし、A、Bの移動に要する中心に向う水平分力は、それぞれの力を f_1, f_2 として(1)式より

$$\left. \begin{array}{l} f_1 = p_1 \cos \theta_1 = P \sin \theta_1 \cos \theta_1 \\ f_2 = p_2 \sin \theta_1 = P \cos \theta_1 \sin \theta_1 \end{array} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

$\therefore f_1 = f_2$

となり互に等しい力である。

この場合(a)図について考察したが、(C)図では θ_1, θ_2 がまったく逆であることから(a)とは逆の傾向を示すということが認められる。

以上の考察より、AC、BCに掛る p_1, p_2 の応力の差およびA、Bの移動距離の差がバイヤス試片への影響となって表われてくるものと考えられる。

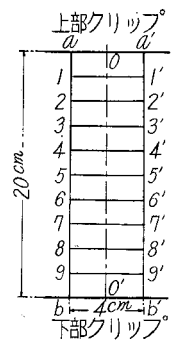
実際には織物の組織、たて、よこの密度、バイヤス試片内に占めるたて、よこ有効糸長による交錯数およびそれともなって生じる摩擦抵抗、原糸性能などの影響が介入するため、このようなことも考慮する必要がある。

2) 試片の変形状態

第4図の写真は、6匁付生羽二重を用い10%伸長した時の試片の変形状態である。この場合、たて糸およびよこ糸方向では上下、左右対称の変形、バイヤス方向では試片

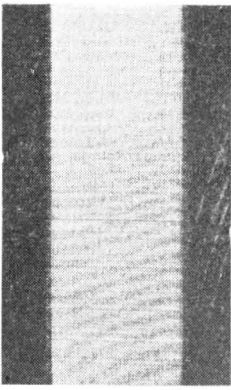
の中央を境として上下全く逆の変形をしていることが認められたのでこの写真では試片の1/2だけを示した。写真からも直交する糸に近い方向の試片でクリップの把持線となす角度の大きい方に糸が集まっていることが認められるが、これは前記(1)、(2)式における考察のようにこの部分に荷重が集中するためで、実際にもこの部分から切断が始まっている。

第5~6図は、第3図に示すように平行線を引いて10等分したPH試片を、伸長率10%に延伸した場合の各部分の伸びと幅の縮みを表わしたものである。この図からも試片の変形状態がよく認められる。

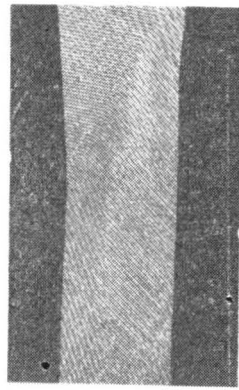
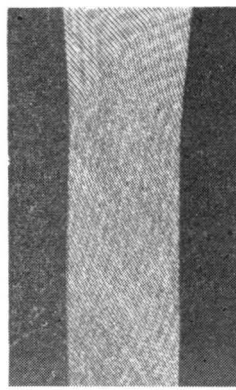
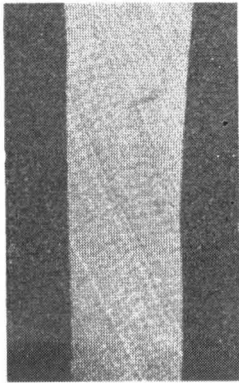
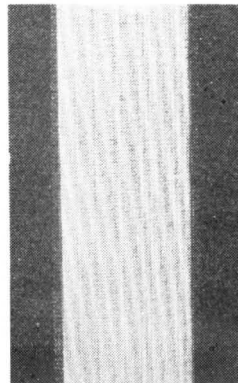


第3図 供試試片 3) 抗張力の異方性

第7図、第8図は抗張力の異方性を表示する一方法である。すなわち、よこ軸をよこ



第 4. a 図 0°方向

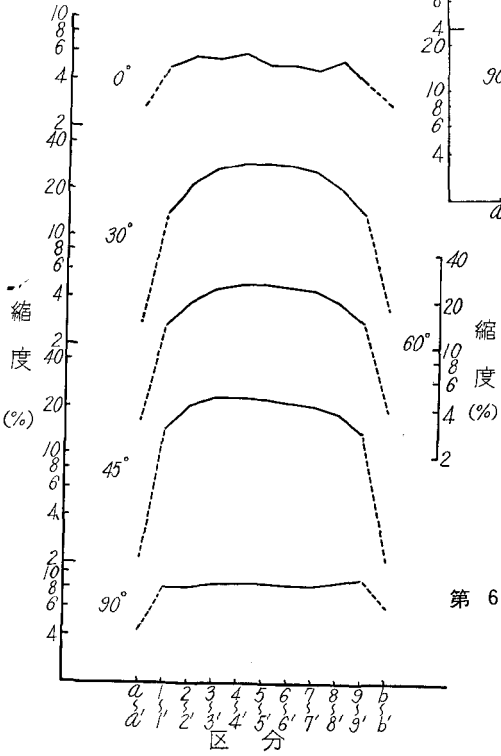
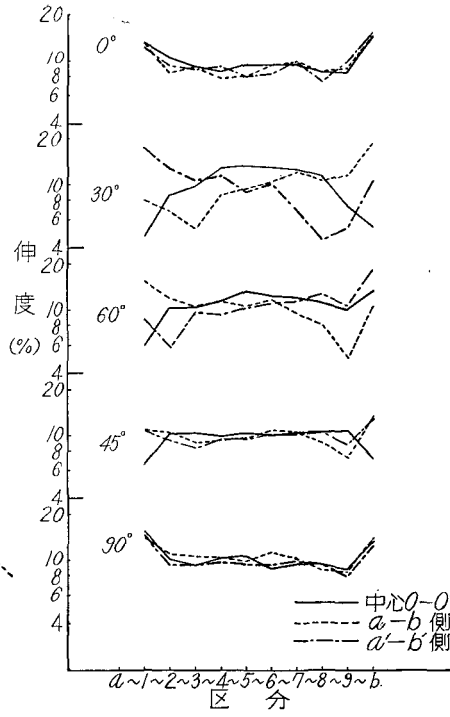
第 4. b 図 $\left. \begin{matrix} 30^\circ \\ 150^\circ \end{matrix} \right\}$ 方向第 4. c 図 $\left. \begin{matrix} 45^\circ \\ 135^\circ \end{matrix} \right\}$ 方向第 4. d 図 $\left. \begin{matrix} 60^\circ \\ 120^\circ \end{matrix} \right\}$ 方向

第 4. e 図 90°方向

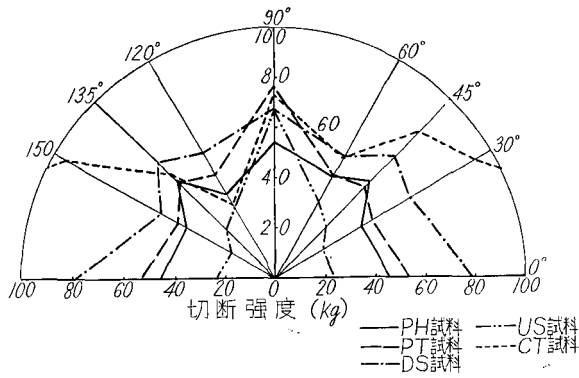
糸方向とし原点を中心とした同心円上に時計の針と逆方向に0°(よこ糸方向)~150°をとり、それぞれから原点を通る直線上に切断時の強力および伸びをとって結んだものである。

5種類の試料からえた強力図では(それぞれの構成条件が異なるから厳密にはいえないが)巨視的に、織物は組織の違いによっていくぶん異なった図型を示し、同一組織においても用いられる原糸の性能差によって異なった型の図型を示すことが認められる。各織物間における伸びの差は少ないが、バイヤス方向が特に伸びやすいことは認められる。

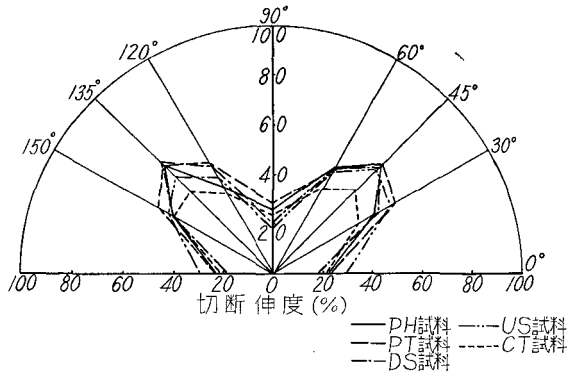
第 5 図 区分別伸度の変化



第 6 図 区分別幅の変化



第 7 図 切断強度の図型



第 8 図 切断伸度の図型

IV-II 反復伸長を与えた場合の挙動

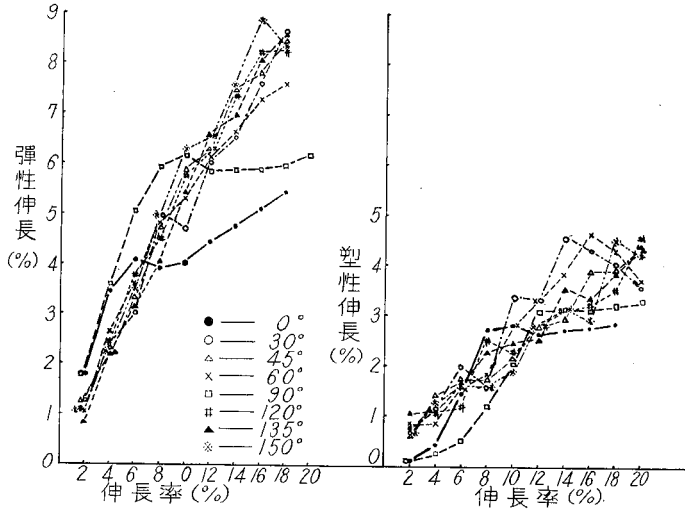
1) 各伸長域における弾性伸長、塑性伸長ならびに応力

各衝撃時の伸長率を変えて反復伸長を行なった場合の弾性伸長と塑性伸長を第9～13図に対比させて示した。

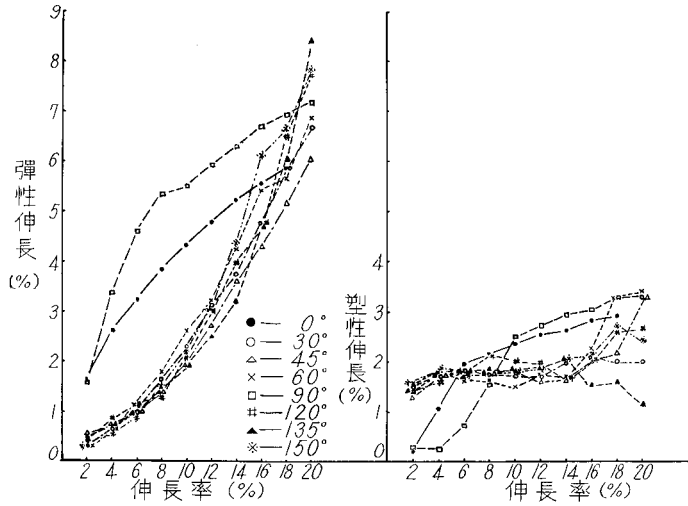
さて、よこ方向の挙動を観察すると、弾性伸長では織物の種類によってその増加傾向も異なり、PT, DS, CT試料のように拋物線を示すものと、PH, US (0°方向)試料のように伸長初期に急激に増加し、以後増加割合が少ないものに分けられる。更に塑性伸長においても同じような挙動を示していることが認められるが、これらは、それぞれの原糸構成条件の異なる結果であると考えられる。

バイヤス方向についてみると、弾性伸長では、各織物とも伸長率の増加に従ってその増加割合は多くなっていくことが認められる。塑性伸長では、伸長初期における交錯角

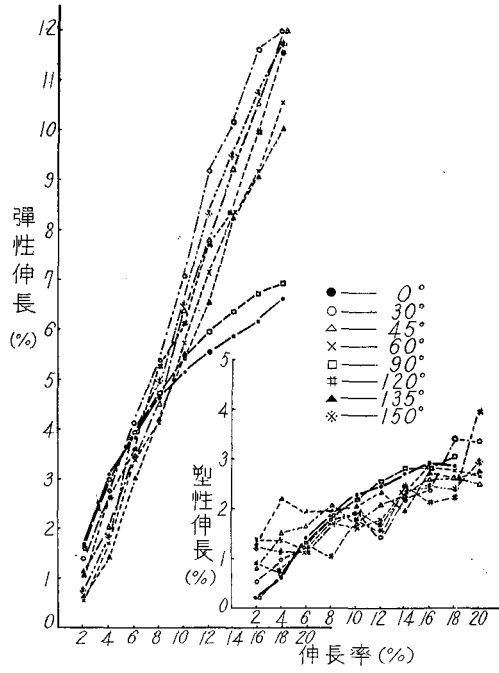
の変化による伸びがそのまま残り、以後原糸の影響による塑性伸長が徐々に増加しておりその増加傾向は織物の種類によって異なるようである。すなわち、たて、よこ方向の弾性伸長において抛物線を示した織物では塑性伸長の増加割合は少なく、PH試料のような柔らかい織物ではその増加割合はやや多い。しかし、いずれの織物においても塑性伸長の増加割合は緩慢である。



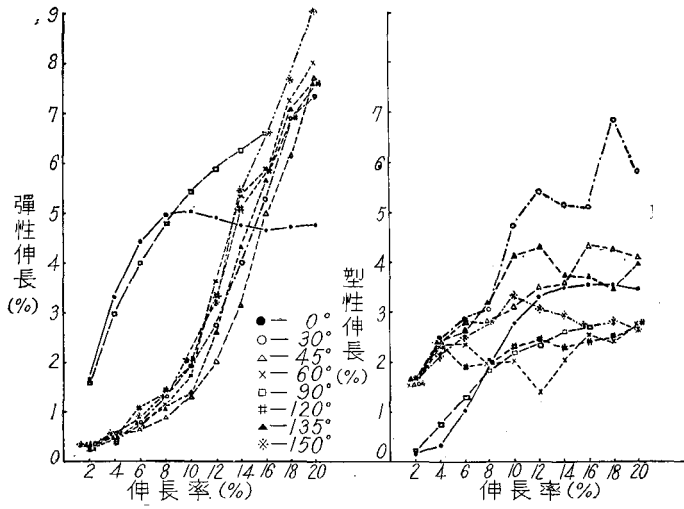
第 9 図 PH試料・弾性および塑性伸長



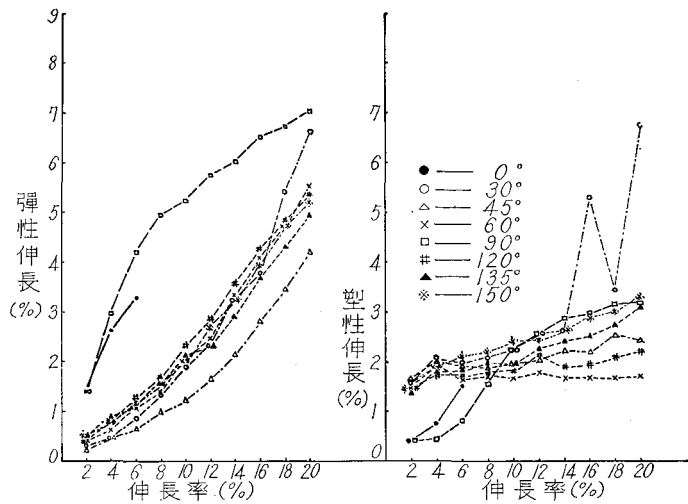
第 10 図 PT試料・弾性および塑性伸長



第 11 図 DS 試料・弾性および塑性伸長



第 12 図 US 試料・弾性および塑性伸長



第 13 図 CT 試料・弾性および塑性伸長

各伸長率に対応する荷重を求めてみると第 2 表のようである。

表から明らかなように、各伸長率のため、よこ方向の荷重にくらべバイヤス方向の荷重は非常に小さな値を示し、変形のしやすさをよく表わしている。すなわち織物は、織物面に垂直なある力を受け膨張したとしてもバイヤス方向へ与える力の影響は少ないものと考えられる。

第 2 表 各伸長率における方向別応力

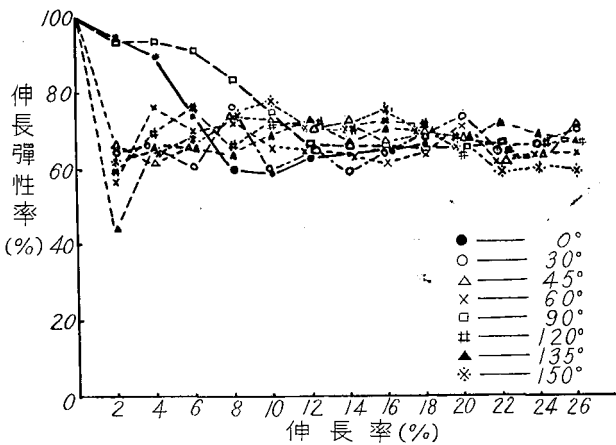
試料	方向 伸長率	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°	150°
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
P H	2	0.937	0.018	0.014	0.019	0.317	0.02	0.012	0.018
	6	11.05	0.115	0.077	0.124	4.457	0.15	0.09	0.138
	10	24.283	0.265	0.195	0.322	15.066	0.41	0.24	0.353
	20	—	1.688	1.04	2.515	40.9	3.825	1.455	2.66
P T	2	6.9	0.059	0.045	0.069	1.85	0.069	0.05	0.05
	6	24.35	0.149	0.11	0.183	12.1	0.168	0.114	0.137
	10	32.5	0.3	0.196	0.393	29.7	0.331	0.21	0.293
	20	—	2.115	0.869	2.835	56.05	2.085	0.94	2.205
D S	2	7.08	0.028	0.02	0.024	5.275	0.033	0.019	0.029
	6	37.95	0.093	0.062	0.08	29.6	0.113	0.053	0.095
	10	50.4	0.233	0.133	0.189	42.05	0.289	0.119	0.22
	20	—	2.428	0.814	1.62	—	3.08	0.69	1.82

U S	2	2.675	0.018	0.02	0.024	9.65	0.029	0.029	0.03
	6	13.65	0.082	0.065	0.102	34.9	0.132	0.09	0.115
	10	15.85	0.2	0.163	0.27	47.55	0.368	0.223	0.307
	20	18.95	1.635	1.11	2.775	—	3.84	1.82	2.693
C T	2	8.5	0.05	0.038	0.058	1.065	0.065	0.05	0.053
	6	94.7	0.168	0.115	0.188	18.825	0.21	0.131	0.159
	10	—	0.418	0.255	0.443	37.95	0.498	0.265	0.345
	20	—	5.35	1.81	3.9	64.0	4.755	1.493	2.59

2) 伸長弾性率

前記の反復伸長曲線から求めた瞬間の伸長弾性率を第 14~18 図に伸長率—伸長弾性率曲線として表示した。

曲線の挙動を観察すると、各織物ともたて、よこ方向の伸長弾性率は伸長率の増加とともに低下し伸長率 6%~12%においてほぼ平衡状態に達している。一方、バイヤス方向の伸長弾性率は伸長率の初期において最も低く、漸次伸長率の増加とともに増加する傾向を示していることが認められる。このため、よこ方向の挙動については原糸の性能がそのまま表わされたものであるが、バイヤス方向の挙動については前述の考察からも認められるように微小荷重に対して非常に変形しやすく、伸長初期においてはこの変形が糸の屈曲によるものとして、よこ糸の交錯角の変化によるものであるため、その回復は屈曲によるものだけに限りほとんど回復性はない。ところが伸長率が増大してくると(本実験の最大伸長率における荷重は切断荷重の 3%~50%, 平均 18% である)交錯

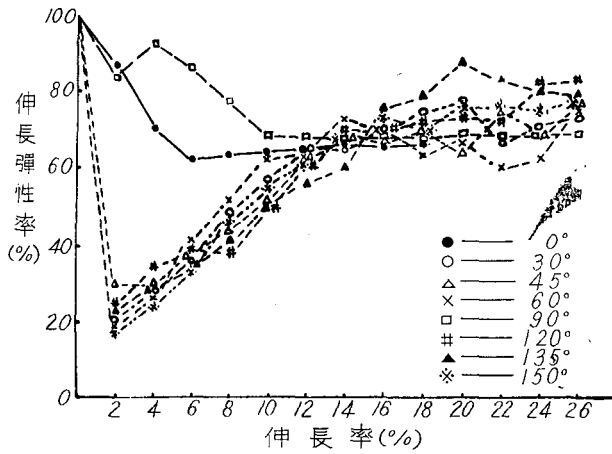


第 14 図 PH 試料・伸長弾性率曲線

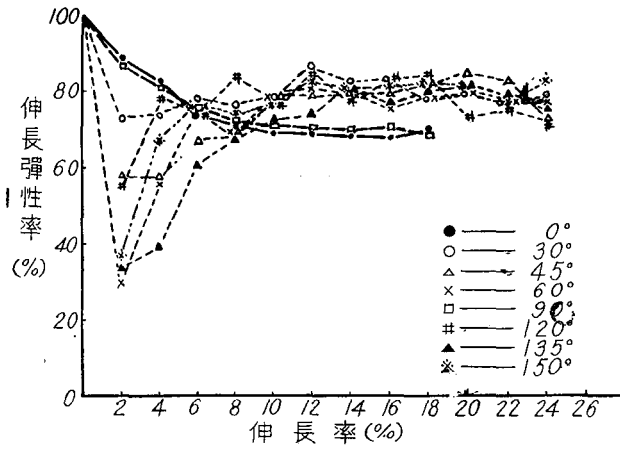
部における糸同士の摩擦抵抗や原糸の振り、曲げ、伸長の各剛性などの因子によって蓄積された内部エネルギーが増大するためこの回復性も向上してきたものと推察される。

われわれが日常用いるネクタイは正バイヤスの生地が使用されているが、これなどは上記のような性質を利用したよい例であろうと思われる。

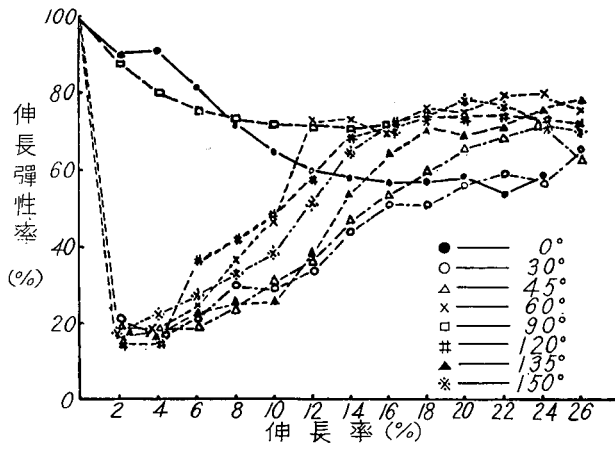
伸長弾性率においても直交する糸に近いいずれかの方向の試片がその近い方の糸の性能の影響を受けているようであるが、この実験結果からは判然とした区別はつけられない。



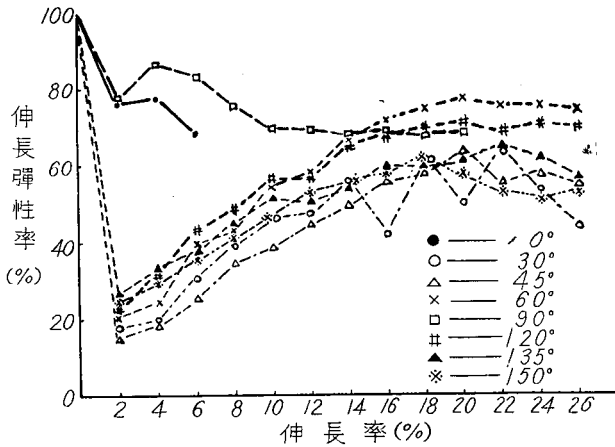
第 15 図 P T 試料・伸長弾性率曲線



第 16 図 D S 試料・伸長弾性率曲線



第 17 図 US 試料・伸長弾性率曲線

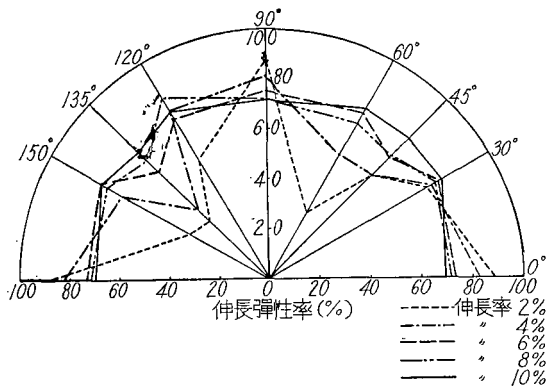
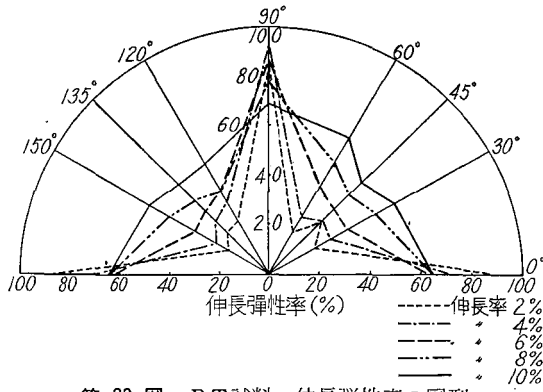
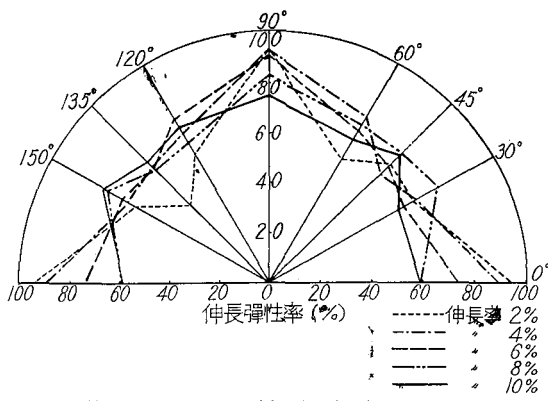


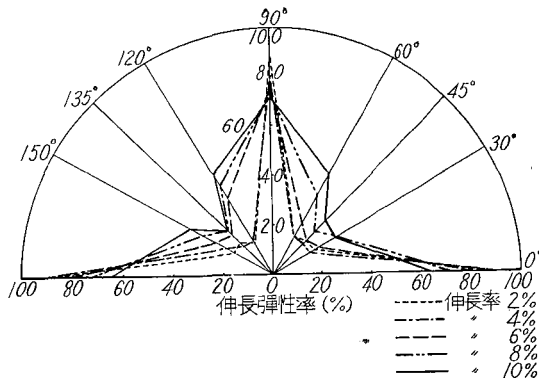
第 18 図 CT 試料・伸長弾性率曲線

3) 伸長弾性率の異方性

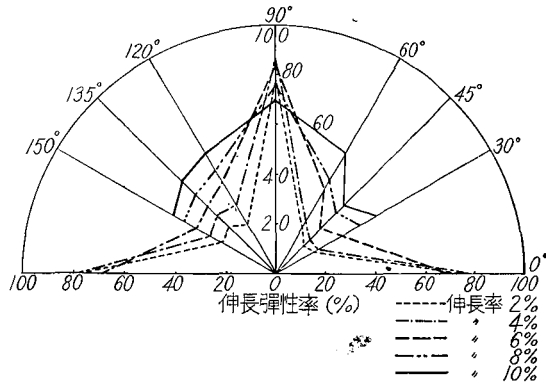
抗張力の異方性と同様な方法で伸長弾性率を図示してみると第 19~23 図のようになる。

この図から、織物は伸長弾性率においても異方性を示し、抗張力の場合と同様巨視的に組織や構成原糸の性能などの違いによって図型は異なることが認められる。しかし、伸長率 10% 以上になるとバイヤス方向の回復性が向上してくるため図型による差は減少してくるようである。





第 22 図 US 試料・伸長弾性率の図型



第 23 図 CT 試料・伸長弾性率の図型

V 摘 要

織物を 0° ～ 150° の 8 方向に分割して引張り試験を行ない、主としてバイヤス方向の伸長挙動を検討した結果次のことを知見した。

- 1) 織物のバイヤス方向は微小な力で伸長する。そして、その初期における伸びは交錯角の変化による伸びと糸の屈曲による伸びである。
- 2) 織物のバイヤス方向における変形過程の一部を解析、考察した。
- 3) 織物のバイヤス方向における変形には織物構造と糸性能とが大きく影響する。
- 4) 織物に毎回の伸長率を変えて反復伸長を与えると、直交する糸方向の弾性伸長は伸長率の増加ともないほぼ拋物線状に増加するが、バイヤス方向では逆の傾向を示す。なお、この場合バイヤス方向の塑性伸長は伸長初期においてすでに大きく表われる。

5) 織物面に直接力を加えてもたて、よこ方向にくらべバイヤス方向ではこの力の影響は少ないようである。

6) 織物の抗張力、伸長弾性率などの異方性は簡単な図型によって表わすことができ、組織、構成原糸の性能などの違いによって異方性の図型は多少異なる。しかし、伸長率10%以上になると伸長弾性率の異方性による差異は減少する。

7) 各織物ともたて、よこ方向の伸長弾性率は伸長率の増加とともに次第に低下するが、バイヤス方向では伸長率の初期において最も低く、漸次伸長率の増加とともに増大する。すなわち、延伸力が増加すればするほど回復力が向上する。しかし、その増加傾向は織物の種類によって異なる。

VI 文 献

- 1) 青木 朗 1949. 織学誌 (2)
- 2) F. T. PEIRCE 1930. J. Text. Inst. (21)
- 3) 呉 祐吉・篠原 昭 1958. 織学誌 (3)
- 4) 村野圭市 外 1961. 製糸絹研抄録 (11)
- 5) 宮下孝雄 1957. 被服デザインの原理と応用 (光生館)
- 6) R. STEELE 1956. Text. Res. J. (26)