単糸の強伸度に及ぼす長さの影響*

(昭和31年6月1日受理) 会 員 鈴 木 恵**

〃 宮 下 識

金 井 昭 夫

→ 摘 要 ←

研究目的

単糸の長さや平均強伸度との関係につき、5種類の試料を用いて実験し、その結果と藤野および H. J. Godwin の関係式とを比較検討せんとした。

研究結果

- (1) 強力は、実験値と理論値特に Godwin のそれと大略一致した。
- (2) 伸度は実験値の方が試長による影響がより大であった。
- (3) 単糸との比較のため、フィラメント トウについても実験したところ、単糸に比し、実験値の方が強力伸度共試長の影響が大であった。
- (4) 強力伸度の平均値と $u\%$ との間に特に顕著な関係は見られなかった。

1. 緒 言

繊維の強伸度は鎖状分子の重合度や配列度等の内的要素によって影響されるが、更にこの外に、外的要素としての撚り、含水率、熱、引張速度あるいは負荷速度、疲労、試料長等に影響されることはよく知られている。

試料長の影響についてみれば、天然繊維はその内部構造からみても、あるいはその生育の歴史からいっても均質なものは殆んどなく、また化学繊維は比較的均質であるとされているが、やはり製造過程の上からいって、むらをなくすることは至難であると考えられる。特に繊維の集合体である糸において均質を望むことは全く不可能といってよい。したがって試料の中で強さに影響する要素は局部的に異なることとなり、試料に引張荷重をかけ次第にその荷重を増して行けば、その試料の最も弱いところで切断される。もし試料の長さを大にすれば、その中にはより強い場所が含まれると共に、より弱い場所が存在し、結局強伸度の値は小となる。

このように試料長を増すにしたがい、強伸度の平均値が低下し、その程度は不均整度が大きくなる程顕著になる。

試料長と平均強伸度との関係については、すでに藤野

および H. J. Godwin の関係式によって明らかにされている。筆者等は、40's コーマおよびカード糸、60's コーマおよびカード糸（以上綿糸）および 120 den アセテート（25フィラメント）の5種類の試料を用いて、その強力及び伸度を測定し、その測定値と関係式の示す値とを比較検討し、更に $u\%$ との関係も見出そうと努めた。

2. 理 論

試長と平均強伸度との関係を理論的に示した藤野および H. J. Godwin の関係式は次のごときものである。

藤野の関係式

$M = \text{試長 } l \text{ cm の時の強度の平均値}$

$M_n = \text{試長 } n l \text{ cm の時の強度の平均値}$

$h = \text{Gauss 式の分散度をあらわす常数}$

$c = 1.7 \text{ なる常数}$

とすれば

$$M_n = M - \frac{1}{ch} \log \frac{1}{2(1-2^{-1/n})} \dots\dots\dots (1)$$

又伸度については

$M' = \text{試長 } l \text{ cm の時の伸度の平均値}$

$M'_n = \text{試長 } n l \text{ cm の時の伸度の平均値}$

$h' = h/k$ ただし k は試料の強さの変化に対する破

* On the Influence of the Specimen Length upon the Strength and Elongation of a Single Yarn.

本会第4回学生研究発表大会にて発表

** M. Suzuki, S. Miyashita, Member. T. Kanai, 信州大学繊維学部

(第 1 表)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_n	0.000	0.564	0.846	1.029	1.163	1.267	1.352	1.424	1.485	1.539
b_n	1.000	0.826	0.748	0.701	0.669	0.645	0.626	0.611	0.598	0.587

繰伸度の変化で材料的常数とする

$c=1.7$ なる常数

とすれば

$$M'_n = M' - \frac{1}{ch'} \log \frac{1}{2(1-2^{-1/n})} \dots\dots\dots (2)$$

H. J. Godwin の関係式

m_1 =長さ l cm の時の強伸度の平均値

σ_1 =長さ l cm の時の強伸度の標準偏差

(第 2 表) 各試料の各試長における強力伸度の
平均値とその信頼限界

試料 (cm)	強力及び伸度	強力 ($\bar{x}$) とその 信頼限界 (g)	伸度 ($\bar{x}$) とその 信頼限界 (%)
40's コーマ糸	5	316.79 $\pm$ 5.89	8.44 $\pm$ 0.19
	10	302.28 $\pm$ 5.16	7.06 $\pm$ 0.15
	15	283.87 $\pm$ 5.52	6.90 $\pm$ 0.14
	20	282.15 $\pm$ 4.85	6.57 $\pm$ 0.14
	25	278.09 $\pm$ 4.76	6.27 $\pm$ 0.12
	30	277.83 $\pm$ 4.41	6.22 $\pm$ 0.14
40's カード糸	5	287.10 $\pm$ 5.89	7.89 $\pm$ 0.15
	10	280.70 $\pm$ 4.86	7.40 $\pm$ 0.16
	15	277.06 $\pm$ 4.82	6.90 $\pm$ 0.12
	20	263.35 $\pm$ 5.21	6.51 $\pm$ 0.11
	25	261.58 $\pm$ 4.59	6.25 $\pm$ 0.12
	30	254.56 $\pm$ 4.07	5.81 $\pm$ 0.10
60's コーマ糸	5	229.10 $\pm$ 4.93	7.16 $\pm$ 0.23
	10	216.77 $\pm$ 4.87	6.77 $\pm$ 0.19
	15	213.14 $\pm$ 3.91	6.78 $\pm$ 0.14
	20	211.54 $\pm$ 2.83	5.86 $\pm$ 0.17
	25	206.85 $\pm$ 3.80	6.22 $\pm$ 0.12
	30	208.79 $\pm$ 3.69	6.40 $\pm$ 0.13
60's カード糸	5	222.72 $\pm$ 5.79	8.49 $\pm$ 0.22
	10	203.05 $\pm$ 4.92	7.44 $\pm$ 0.17
	15	198.52 $\pm$ 3.52	7.20 $\pm$ 0.15
	20	194.19 $\pm$ 4.58	7.22 $\pm$ 0.16
	25	181.72 $\pm$ 3.86	6.53 $\pm$ 0.16
	30	176.39 $\pm$ 2.84	5.99 $\pm$ 0.13
アセテート	5	164.80 $\pm$ 1.03	28.49 $\pm$ 0.30
	10	158.90 $\pm$ 1.05	27.22 $\pm$ 0.24
	15	155.87 $\pm$ 0.91	25.14 $\pm$ 0.24
	20	150.82 $\pm$ 0.68	23.73 $\pm$ 0.22
	25	144.22 $\pm$ 0.69	23.24 $\pm$ 0.20
	30	139.62 $\pm$ 0.77	22.87 $\pm$ 0.22

m_n =長さ nl cm の時の強伸度の平均値

σ_n =長さ nl cm の時の強伸度の標準偏差

とすれば

$$m_n = m_1 - a_n \sigma_1 \dots\dots\dots (3)$$

$$\sigma_n = b_n \sigma_1 \dots\dots\dots (4)$$

ただし a_n, b_n は試長倍率が n の時の常数である。

第 1 表はその値を示す。

3. 実験および結果

使用した試験機は、Aumund 抗張力試験機で、引張速度は 2.5 cm/sec とした。試料はそれぞれの 5 cm を基準試長 l cm とし、2*l*, 3*l*, …6*l*, すなわち 10, 15, …30 cm につき、その強力および伸度を 100 回ずつ測定した。試料はいずれもボビンから連続的に引き出さず、実験に必要な本数を準備し、このグループから任意抽出を行った。又各糸および各試長の実験順序もこれに準じた。なお実験は 20° $\pm$ 2°C, 60 $\pm$ 5% R.H. の恒湿恒温中で行った。

測定値の平均 ($\bar{x}$) とその信頼限界, Histogram を示すと、第 2 表及び第 1 図のようである。

(第 1 図 a)

(第 1 图 b)

(第 1 图 d)

(第 1 图 c)

(第 1 图 e)

(第 1 図 f)

(第 1 図 g)

藤野および Godwin の関係式における m_n , M_n , M'_n をグラフに表示するためには, σ_1 が明らかでなければならない. 実験結果から得られた σ_n は Godwin の関係式(4)を満足しない. したがって, これら実験結果からの σ_n に満足を与える理論曲線 $\sigma_n = b_n \sigma_1$ を描き, (第 2 図参照) この曲線上の σ_1 を用いて, m_n , M_n , M'_n を算出した. これらの値と $\bar{\epsilon}$ との関係をグラフに示すと第 2 ~ 4 図のようになる.

(第 1 図 h)

(第 2 図 a)

(第 2 図 b)

4. む す び

(1) 強力の平均値において、実験値が M_n 曲線および m_n 曲線の間にあるものは、40's カード糸、60's コーマ糸、 m_n 曲線に大略一致するのは、40's コーマ糸、60's カード糸で、アセテートは両曲線より小さい値を示す。

(2) 伸度においては、60's コーマ糸が両曲線の間にあるほかはすべて両曲線より小さい値を示す。すなわち強力は理論値と大体一致するが、伸度においては試長による影響が理論値よりはるかに大きい。特にアセテートは強力伸度共にこれが著しい。アセテートは単糸と比較のためにフィラメント トウとして実験したのであるが、単糸との結果の相違は、吸湿性小で放湿性大なるアセテ

ートに対して温湿度が特に大きく影響したからではないかと考えられる。

(3) ウスタ糸むら試験機によって 20.5°C, 58% R.H. のもとに測定した各試料の $u\%$ は, 40's コーマ糸 13.9%, 40's カード糸 16.82%, 60's コーマ糸 15.64%, 60's カード糸 19.31%, アセテート 4.68% である。この $u\%$ の大小と強力については明らかな関係は見出

せない。しかし伸度においては, 60's コーマのほかは, $u\%$ の大なるもの程実験値と理論値の差が小さい傾向が認められる。

(4) M_n 及び M'_n の算出に使用した標準偏差は, m_n 曲線との比較のために Godwin の関係式 (4) の σ_1 である。

終りに, この研究を行うに当り, 糸むら測定に御協力

(第 4 図 e)

下さった繊維工業試験所の宮下利平技官，試料および文献を御提供下さった帝国人絹，日清紡績，および慶応大学工学部の千住鎮雄，高野和容の諸氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 藤野：糸の機械的性質
- 2) 荒井，高野：繊維機械学会秋季研究発表会講演要旨，P.31 (1954-11)
- 3) H. J. Godwin : "Some Low Moments of Order Statistics," Anu. Math. Statist., Vol. 20, No. 2.

(a) 40's ユーマ

(b) 40's カード

(c) 60's ユーマ

(d) 60's カード

(e) アセテート

(第 5 図) ウスタ糸むら試験機で測定した糸むら