

## 2・3 繊維の物性及び糸斑の測定

柳沢 延房・吉川 令子

Nobufusa YANAGISAWA and Reiko YOSHIKAWA : (1) About the Studies of the Physical Properties of Several Kinds of Fibres. (2) The Trial Machine for Measuring the Unevenness of a Reeling Thread.

(1959年9月20日受理)

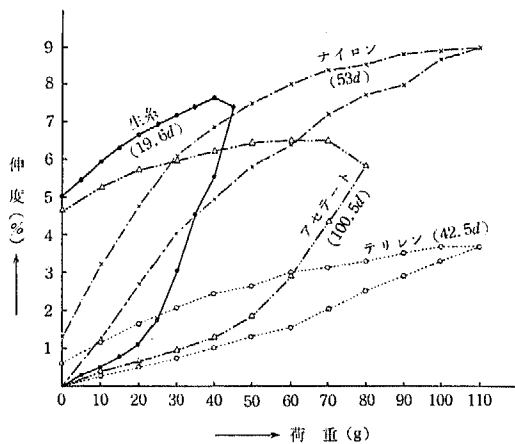
### 緒 言

1 生糸、アセテート、ナイロン、テリレンの天然、半合成、合成各繊維の空気中、水中の応力-歪み関係及び履歴現象を比較し、更に4繊維の遅延時間の分布を比較した結果を述べる。試料は会田教授の好意により同教授の実験室から譲り受けたものである。

2 繰糸中の糸斑を検べる目的で Filometer を改良試作し、その機械の説明とそれによる実験結果を述べる。本実験は文部省の科学研究費によつてなされたものである。

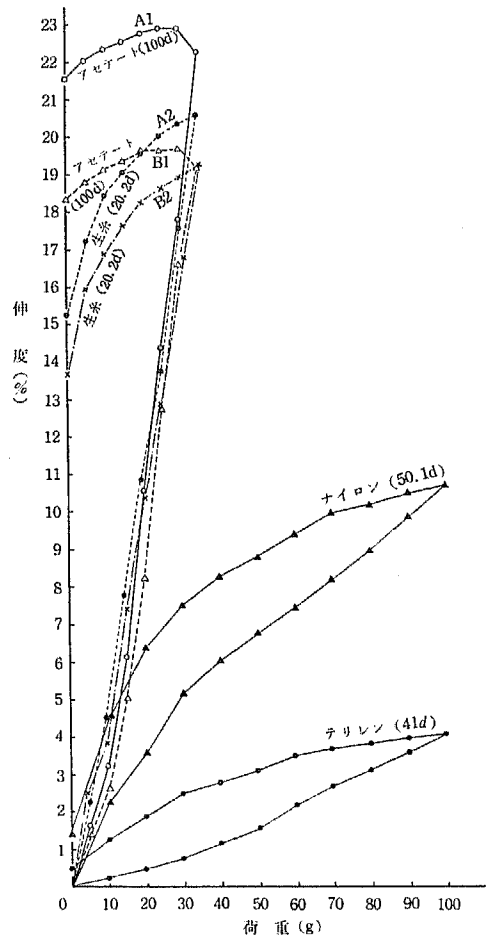
### 実 験 1

(a) 生糸、アセテート、ナイロン、テリレンの各繊維を恒湿恒温室(20°C, 65%R. H.)中で20分毎に10g(生糸の場合は5g)宛加重、減重して、その履歴曲線を4繊維について比較すると第1図のようである。



第 1 図

グラフから解るようにアセテート、生糸は比較的良好に似ており、流れ歪み、遅延歪みの総和はナイロン、テリレンの2繊維より遙かに大きく、また前2者は瞬間弾性



第 2 図

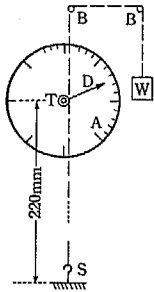
歪み若しくは1部の遅延弾性歪みの総和が後者と比べ非常に小さいことを知る。ただこの場合各繊維に作用する応力の大小によりグラフの形状が或程度異なることは勿論である。

また水中に於ける4繊維について40°Cで同様の加重減重方法で実験した結果が第2図である。

ナイロン、テリレンの曲線は殆ど同形であるが、生糸、アセテートに於ては伸度が著しく異っている。ここでナイロン、テリレンは第1図の時のように20分毎に10g宛加重減重したのであるが、生糸、アセテートに於てはA-curveは20分毎に5g宛、B-curveは10分毎に5g宛加重減重した結果である。

魚網や洗濯等水中に於ける繊維の挙動で特にクリープ現象は注意を要する。また25°C、40°Cについて実験結果を比較して見ると僅かながら40°Cに於ける伸度は大きい(グラフ省略)。尚生糸、アセテート両繊維を比較するとアセテートは加重から減重に移つてからも暫くの間伸長を続けることは殊に注意を要する。

以上の実験中伸度を詳細に読むために第3図のような簡単な装置を工夫した。図のAは目盛板でその中心軸に摩擦の小さい正確に作られた円管Tをはめ、それに指針Dが取り付けられてある。試料は一端を目盛板の下方Sに固定し上述の円管Tを1回転して上部滑車Bを通つて一定加重Wを吊すようにした。従つて歪みは目盛で円管の回転角を正確に読み取つた後補正を行つてこれを求めた。又伸度は本実験



第3図

のような繊維に於ては20%にも及ぶことを考えて  $\log \frac{l}{l_0}$  をもつて歪みとした。但し  $l_0$  は最初の繊維長、 $l$  は最後の繊維長である。

次に上述4繊維の粘弾性を試験するため6~7時間一定加重の下で、第3図の装置を用い歪み、応力を測定し、遅延時間の分布状況を見た。

繊維の粘弾性はこれを検べる方法として Maxwell model, Voigt model の何れを用いて式を導いても対応式が存在して差し支えないのであるが、一定加重の実験に於ては実験の性質上 Voigt model (第4図) を使用するのが便利である。第4図を参照して次の流動方程式が導かれる。即ち1つの Voigt element に対し、

$$r = \frac{S}{G} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \dots\dots\dots(1)$$

ここで  $r$  は歪み、 $S$  は応力、 $\tau$  は遅延時間、 $G$  は剛性率(便宜上せん断式で理論を進める)、 $t$  は時間である。

この element が無数個 Series に連つているので

$$r = S \int_0^{\infty} \phi(\tau) \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) d\tau \dots\dots\dots(2)$$

ここで  $\phi(\tau)$  は遅延時間の分布関数である。

(2)式から分布関数を求めるには(2)式の両辺を  $S$  で割り

$$\Gamma(t) = \frac{r}{S} = \int_0^{\infty} \phi(\tau) d\tau - \int_0^{\infty} \phi(\tau) e^{-\frac{t}{\tau}} d\tau \dots\dots\dots(3)$$

そこで(3)式はまた近似的に次式に書き換えることが出来る。

$$\Gamma(t) = \int_0^{\infty} \phi(\tau) d\tau - \int_t^{\infty} \phi(\tau) d\tau \dots\dots\dots(4)$$

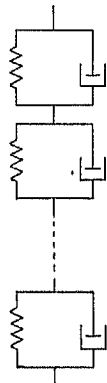
従つて

$$\phi(t) = \frac{d\Gamma}{dt} \dots\dots\dots(5)$$

或は

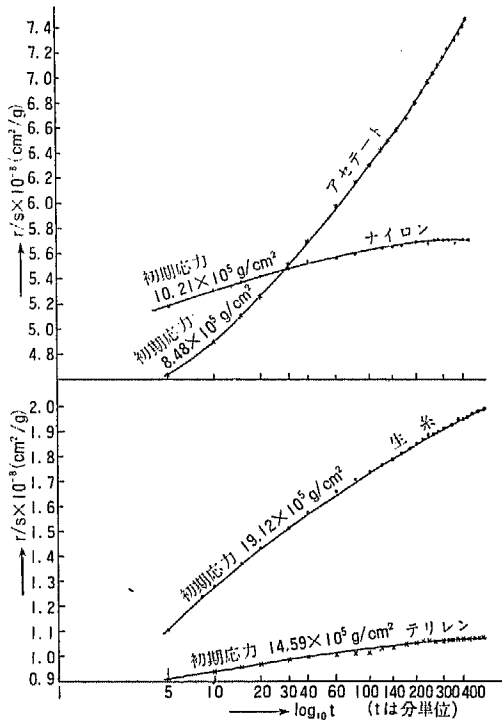
$$\phi(\log_{10} t) = \frac{d\Gamma}{d(\log_{10} t)} \dots\dots\dots(6)$$

本実験では一定荷重を加えて伸びの変化を見たのであるから、応力は伸びと共に増し、従つて  $S$  は時間の関数と考えられるので、厳密には前述の式が成り立たないのであるが、各繊維の極く大体の性質を比較するのであるから、その都度々々繊維の体積を一定と見て断面積に補正を加えて応力を求めた。  $\log_{10} t$  を横軸、  $\Gamma(t) = \frac{r(t)}{S}$  を縦軸として、これを第5図に示した。ただし  $\log_{10} t$  の時間  $t$  は都合で分単位とした。curve は実験結果を必ずしも忠実に表わしていないが、大体の傾向が理解出来る。4繊維中アセテートの curve のみは上に凹で、時間の経過と共に  $r/s$  の増加割合が他の3繊維に比較して大きいことを示している。又この curve は各繊維共応力によつて著しく変化することが予想され、その変化状況を詳しく検べることは大いに意味あることと思われる。ここでは curve に初期応力としてその値を参考



第4図

までに記入して置いた。またナイロンは7時間の経過後は殆ど $r/s$ が一定であることから、伸びの停止を示している。テリレンもそれに近い傾向が見られ、生糸は curve が上に凸の状態から見てやがて伸びの停止が予想される。

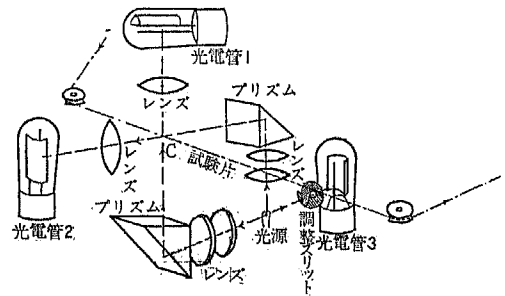


第 5 図

さて今までは全部せん断式を使用して理論を進めて来たため、引張り試験の遅延時間の分布関数は(6)式から求めた  $\phi(\log_{10} t)$  の  $1/3$  でなくてはならぬ。但し試験中試料の体積は一定とする。そこで第5図の各 curve の勾配の  $1/3$  はその点の分布関数値を示すことになる。本実験に於ては寧ろ瞬間弾性部分是最初からこれを除外した上で(6)式を使用する方がより正確な結果が得られそうであるが、その場合やはりどの部分までが瞬間弾性であり、どの部分からが creep であるか、その境界を見出すのがまた容易でない。

## 実 験 2

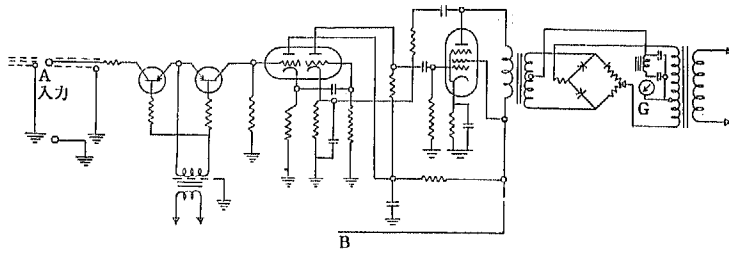
繰糸中の糸斑を感知する目的で Filometer の改良試作を行つた。従来のものは光源から糸条に直角に進んだ光が繊維に遮られて光電管に入る光量が糸の太さ、糸斑等により変化するため、光電管から取り出す電流が強弱の波を生ずるのであるが、糸条に一方のみから光を当てるのでは不合理である。それは糸条の各断面は必ずしも各部一様に円形でないから、光の遮断される量が糸の同一点であつても光の入射方向によつて非常な差を生ずることになり、再現性が覚束ないからである。この欠点を除き、出来るだけ実際の糸の太さ、糸斑を電流の強弱の波に変えるため第6図のような装置を工夫した。光源から出た光を2方向に取り出し、レンズで集光、直角プリズムによつて全反射させ試験片の1点Cに互いに直角方向から照射し、再びレンズで集光し光電管1、2に導



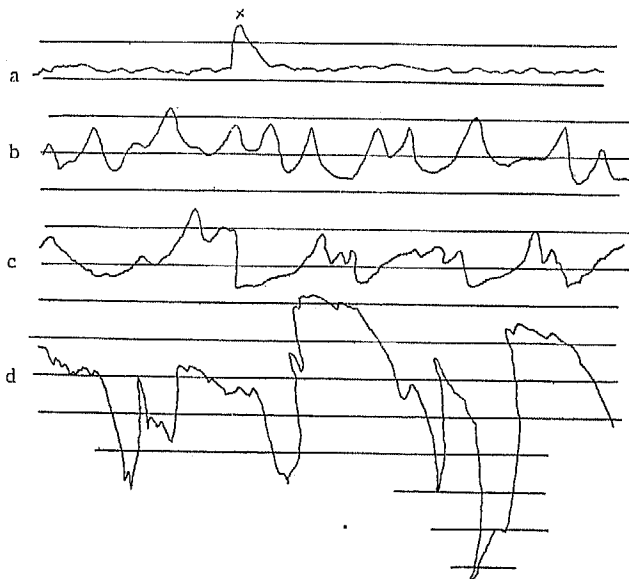
第6図 光電装置略図

く。光電管3は増巾の際の補償用として使用したものである。2つの光電管から得た電流を集め増巾回路に導き、ここで増巾後放電式マイクロレコーダーによつて糸斑を自記せしめる。第7図は増巾回路である。

電源電圧の変動防止に別に電圧安定装置を工夫挿入し、また増巾装置の抵抗部、真空管に生ずる熱による雑音防止を種々工夫した。これ等の注意にもかかわらず尚実験中多少の電圧変化と色々の雑音が残る。そこで熱平衡の状態まで始動後1~2時間して実験を試みた。マイクロレコーダーによる糸斑曲線は第8図のようである。この曲線 a, b, c, d は感度を上げながら順次記録せしめたもので a 図中×印の部は故意に糸に瘤を与えて自記させた部分である。曲線中相当の雑音が混入しているように見える。本機による実験で感度の点は申し分ないが、上



第 7 図



第 8 図

述の雑音防止方法が今後に残された一番大きな問題である。また太さ、糸斑の絶対値を正確にしかも容易に求め得られるようになれば本機の利用価値は充分である。完全な本測定機を得るため今尚研究を続行しているので、ここでは単に中間報告にとどめておく。

結 論

実験1 応力-歪み曲線及び加重減重による履歴曲線及び遅延時間の分布関数を天然繊維、半合成繊維、合成繊維等の立場で比較して見ると、合成繊維と比べ前2者は後者と非常な相違を持ち、また水中に於ける実験は更に大きな差異を認める。また遅延時間の分布関数につい

ては、瞬間弾性による歪みを何等かの工夫で取り除いて分布関数を求めることが出来れば、より正確な結果が得られたかも知れない。strain/stress  $-\log_{10} t$  曲線から判断すると加重して7時間後にはナイロンは全然歪みがとまり、テリレンも殆どそれに近いが、絹、アセテートは更に歪みを続けている。これは繊維の流れが7時後においても続けられており、アセテートが一番強くその現象がうかがえる。

実験2

糸斑の感知機を製作して見て、感度の鋭敏さは初期目的に達することが出来たが、糸斑、太さの絶対量を正確に且つ容易に求め得ないこと、記録中に相当の雑音が混じて自記されていること等未だ未完成の域を出ない。

文 献

F. R. EIRICH : Rheology II, 270 (1958)  
 B. GROSS : J. appl. Phys., 18, 212 (1947)  
 M. HORIO, S. ONOGI : J. Appl. Phys. 22, 977(1951)  
 S. D. GEHMAN : J. Appl. Phys. 16, 451 (1948)  
 V. G. W. HARRISON : Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Congress on Rheology. 134, 197 (1954)  
 野崎長二, 愛野彰 : 繊維機械学会誌 8, 9 (1955)

Summary

(1) The studies were conducted of the stress-strain relation, the hysteresis phenomenon, and the distribution function of the retardation time of silk, acetate, terylene and nylon each in air and water.

The physical natures of silk and acetate are

alike, and also those of nylon and terylene are nearly the same. But acetate has some different qualities from the three other fibres. For instance, the elongation of step-loaded fibre of acetate is continuing for a while after the gradual removal of the load.

(2) For the purpose of the perception about the unevenness of the silk thread during reeling, a new machine was contrived in our laboratory by the subsidy from Ministry of Education.

The unevenness of the reeling thread is changed into the wave of the electric current by the photoelectric tube of this machine and then is recorded by a microrecorder after amplification.

The perception in this machine is very sensitive and so only from the point of view of sensitivity it is satisfactory, but the prevention of thermal agitation noise, microphonic noise and others is still imperfect. The study is to be continued to make a perfect one.

---