パーロックスフ糸とカードスフ糸 との粘性限度*

(昭和24年7月29日受理)

小 林

博**

1 緒 言

某社製造の同一原料を用い一つは普通カード式により一つはパーロック法によつて紡糸した二種のスフ糸について、匍匐試験によつて粘性限界を又繰返し引張り試験によつて弾性限界を調べこれらの両者を比較した。

2 実験材料

カードスフ糸は15番手、パーロックスフ糸は18番手、撚数前者は11.2/cm、後者は6.9/cm、平均繊維長前者は4.5、後者は10.7cmである。試験長は25cmである。

3 実験方法

一般に一定の内力の下に歪が時間と共に増加する現象を匍匐と云う。これは材料の粘性によるもので内力が小さい時は匍匐の速さは次第に減少して遂にとまるが、内力が大きいときは匍匐の速さはある小時間後に一定になる。この関係について今弾性限度以上の一定荷重を働かしたとき糸に生ずる全歪を ϵ とすると

$$\text{全歪 } \epsilon = \text{初歪 } \epsilon_0 + \text{非弾性歪 } \epsilon'$$

$$= \text{初歪 } \epsilon_0 + \text{塑性歪 } \epsilon'_p + \text{粘性歪 } \epsilon'_v$$

非弾性的歪 ϵ' は一般に内力と時間との函数とみられるから

今 $\sigma = \text{内力}$

$t = \text{時間とすると}$

$$\epsilon' = f(\sigma, t)$$

非弾性歪の変化は

$$d\epsilon' = \frac{\partial \epsilon'}{\partial \sigma} d\sigma + \frac{\partial \epsilon'}{\partial t} dt$$

この第1項は時間に無関係であるから塑性歪の

変化である。第2項は時間に關係する粘性歪の変化を表わしている。今糸に粘性限度以上の一定荷重を與えて引張り試験を行えば、歪は時間と共に

増加する。この關係を図示すれば第1図のようになる。各曲線は初めの間は対数曲線に近いが漸次直線に近似してくる。匍匐が一定時間後に消失するときは直線部分は時間軸に平行となり、消失しない時は時間軸と一定の傾きをなす。この傾斜した直線部分は純粹な粘性変形と見做される。直線部分と時間軸となす角を θ とすると、

$$\tan \theta = \frac{\partial \epsilon'}{\partial t}$$

であるから θ を求めることによつて粘性歪 $\frac{\partial \epsilon'}{\partial t}$ が計算できる。

$$\frac{\partial \epsilon'}{\partial t} = 0 \text{ のときの内力が粘性限度であり、}$$

$\left(\frac{\partial \epsilon'}{\partial t} \right)_{t=0} = 0$ のときの内力が弾性限度を與える。(後者については次回報告の予定)

引張試験機として萩原式セリグラフを用い、荷重は50gより初めて25g刻みに増し、夫々5回宛定荷重引張試験を行い、時間と伸長との關係を記録した。時間の刻みはできるだけ細かくとつた方が正確であるが初め間の伸長が速く測定し難いために夫々10, 20, 30sec, 1, 1.5, 2, 3, 10min

* Flow limit of staple fiber yarns, made by Porlock and card system

** Hiroshi Kobayashi, 京都大学藤野研究室

の時の読みをとつた。実験時の条件は温度15°C、湿度70%である。実験結果を第2図、第3図に示す。

4 簡便試験結果

カードスフ糸では荷重 300g で実験中度々切断しパーロックスフ糸では荷重 350g で度々切断したため、これ以上の試験は出来なかつた。

何れの線図も 3~10min の間は直線的に変化すると認められるから、この間の歪の平均値を求めると次の様になる。

カ ー ド ス フ 糸										
糸にかけた荷重(g)	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
粘性歪速度($\frac{\%}{\text{min}}$)	0.005	0.006	0.023	0.034	0.04	0.057	0.069	0.086	0.109	0.12

パ ー ロ ッ ク ス フ 糸												
糸にかけた荷重(g)	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
粘性歪速度($\frac{\%}{\text{min}}$)	0.002	0.004	0.007	0.009	0.011	0.017	0.02	0.023	0.026	0.029	0.034	0.04

この表より内力歪速度線図(第4図)を作り、

曲線と内力軸との交点を求めればその内力が

$$\frac{\partial \epsilon'}{\partial t} = 0 \text{ に相当する内力 即ち 粘性限度を}$$

與える。即ちこの方法によつて求めた粘性限度はカードスフ糸 20g、パーロックスフ糸 40g である。

5 単純引張試験結果

次に糸に荷重をまして行き試験料が切断するときの荷重を調べた。各々20回の試験の結果の平均値は次の様である。

カードスフ糸

378g

パーロツクス糸 488g

結局強さに対する粘性限度の割合は

カードスフ糸 5.3%

パーロツクス糸 8.2%となる

6 繰返し引張り試験結果

次に繰返し引張り試験によつて各荷重に対する永久歪、弾性歪を求め粘性限度を見出し、前項に求めた匍匐試験による粘性限度とを比較してみた。

今糸にかかる荷重を時間と共にまして行き一定の大きさに達したのちこの荷重を徐々にとり去り全くの無負荷とし、次に又直ちに荷重を増し、より高い荷重に達したのち再び無負荷に戻す。このような繰返し試験の結果を第6図に示す。

今永久歪と弾性歪とを対応する荷重と共に線図に表はせば永久歪曲線と弾性歪曲線とを得る。前

カ ー ド ス フ 糸

荷 重 (g)	50	100	150	200	250	300	350
弾 性 歪 率 (%)	0.4	0.9	1.5	2.2	2.8	3.3	3.5
永 久 歪 率 (%)	0	0.1	0.4	1.0	1.9	3.1	4.6

パ ー ロ ッ ク ス フ 糸

荷 重 (g)	50	100	150	200	250	300	350	400
弾 性 歪 率 (%)	0.17	0.42	0.71	0.98	1.36	1.92	2.29	2.59
永 久 歪 率 (%)	0	0.02	0.06	0.19	0.34	0.68	1.29	2.06

永久歪率が0.001~0.05%の時の内力を以て実用的弾性限度とする定義に従えば

カードスフ糸の弾性限界 70g

パーロツクス糸の弾性限界 125gである。

結局強さに対する割合は

カードスフ糸 18.5%

パーロツクス糸 24.6%

となる。

次に匍匐試験で求めた粘性限度と繰返し引張り試験で求めた粘性限度とを比較すると、後者に対する前者の割合は

$$\text{カードスフ糸} \quad \frac{5.3}{18.5} \times 100 = 28.6\%$$

者は内丸の曲線で後者は変曲点を有する内丸と外丸の曲線である。(第7図)。

この二つの曲線より各荷重に対する永久歪率、弾性歪率を求めると次の様である。

$$\text{パーロツクスフ糸} \quad \frac{8.2}{24.6} \times 100 = 33.3\% \text{ と}$$

なる。

以上二つの結果を見るに繰返し引張り試験により求めた粘性限度は想像以上に高い。これは本試験に於て糸に荷重を加える時間が漸続的で、その上短かい關係上、永久歪が充分現われないためと考えられる。匍匐試験では長時間荷重を加えるため永久歪も充分現われはるか低い粘性限度を示す。実用的な粘性限度はこれを探つた方が安全と考える。

即ち本試料に対して粘性限度は結局強さの5%内外である。