(昭和 33 年 1 月 14 日受理)

微少荷重下における繊維の機械的性質について

第 4 報 溶液中における捲縮の回復特性

東京農工大学繊維学部 樋口 健治・河田 勝善

STUDY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF TEXTILE FIBERS IN A SMALL STRESS DEFORMATION (IV) THE FATIGUE RECOVERY OF CRIMPED FIBERS IN SOLUTIONS

By Kenji Higuchi, Katsuyoshi Kawada

(Faculty of Textile Industry, Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Tokyo, Japan)

The fatigue recovery of crimped fiber, were measured as follows:—

- 1) The fiber was stretched in the air to remain for 1 minute at 5 % load of its tensile strength.
- 2) The stretch was then released and the fiber was left either in the air or in distilled water at 20°C for 1 to 1,200 minutes,
- 3) For the second time, the fiber was stretched as in (1) to the extent of 5 % load of its tensile strength.

The test was aimed:—

- 1) To calculate from the first and second stress-strain curves the crimp contents.
- 2) To ascertain the influences of the time allowed after the first stretching either in the air or in distilled water and to determine the percentages of crimp recovery by the ratio between the first and second examinations of crimp contents.

The results of the tests made on various kinds of fibers, it have shown that:—

- a) The crimp recovery is more deterred when the fiber is left in distilled water than in the air.
- b) And that the highest recovery will result on wool staple when it is left in the air, but Amiran fiber can be the highest when it is left in distilled water. (Received January 14, 1958)

I. 結 言

筆者らは従来微少荷重下における繊維の機械的性質^{3), 4, 5)}を検討するため空気中の捲縮特性を調べてきたが、引張変形および機械的加工に対する捲縮の耐久性は、再生繊維が天然繊維および合成繊維に劣ることが明らかになった。しかし、これらの製造工程中においては、多くの水中加工が行われ、溶液が繊維におよぼす影響は直線状の繊維については多くの研究^{1, 2)}があり、いろいろな問題が解決されている。しかし捲縮繊維については、なお検討すべき問題が多く、このために今回は水溶液中における捲縮の特性として、まず常温の蒸溜水中における捲縮の回復特性ならびに弾性係数を、空気中の場合と比較検討してみたので、これらの結果について報告する。

II. 試料および実験方法

(1) 試 料

空气中、水中試験ともに、試長 20 mm, 試料数は各種繊維 5 本ずつとして第 1 表に示すとき 4 種の捲縮繊維について行つた。

第 1 表 実 験 試 料

要 目 試 料	繊 度 (den)	捲縮数 (cm ⁻¹)	切断強度 (g/d)	切断伸度 (%)
メリノ種羊毛	4.7	4.4	1.30	31.2
アミラン・スフ	3.0	13.1	2.67	61.7
ビスコース・スフ	2.0	14.2	2.75	16.6
ビニロン・スフ	2.0	18.7	1.50	20.8

(2) 実験方法

捲縮繊維の疲労回復特性を表わすために捲縮度および弾性係数の計量を行つた。すなわち、切断荷重の 5% を荷重レベルとし、それまでの第 1 回目の荷重伸長線図を画かしめ、この荷重レベルで 1 min 間保つた後原長に

もとし、その後空気中の試験では 1~1200 min 間 それぞれ放置し、また水中の試験では 5~1200 min 間浸漬し、この後第 2 回目の荷重伸長線図を画かしめ、すでに報告⁴⁾した荷重伸長線図捲縮度の表示方法にもとづき捲縮度を求めた。そして処理を受けない捲縮繊維の捲縮度を k_v 、引張り変形を受けた後、空气中に放置または水中に浸漬された後の捲縮度を k_i とすれば、捲縮度低下率 K_a は次式で示され、

$$K_a = (1 - k_i/k_v) \times 100 \quad (\%)$$

回復率は k_i と k_v の比で示しうる。

つぎに弾性係数 E は一般に

$$E = (W/9000 \gamma) / (\lambda/l_0) = C \cdot W/\lambda$$

ただし γ : 繊維の比重量 (g/cm^3)

l_0 : 試長 (mm)

W : 繊維に加わる荷重 (g/d)

C : 定数

λ : 繊維の伸び (mm)

で示されるが、この W/λ を荷重伸長線図から 1% 伸長に対する g/d で求め、これの処理前の値を C_v 、後の値を C_i とすれば、弾性係数回復率は C_i と C_v の比で示しうる。

なお試験機は H. T. Tenso Graph⁴⁾ を使用し、引張速度は 20 mm/min であり、実験の際の気温 15~18°C、湿度 80~88% RH、水温 17~20°C であった。

III. 実験結果および考察

以上の実験結果を第 1~4 図にまとめ、処理をうける前後の捲縮度および捲縮度低下率をそれぞれ空气中、水中試験の場合について示す。

第 1 図はメリノ種羊毛の場合であるが、空气中においては 1min 間放置後は 30% の低下を示しているが、放置時間に対する低下率は大きく減少を示し、3 時間放置後は 0 に近づく。このことは捲縮の瞬間回復は小さいが、遅緩回復の大きいことを示すものであり羊毛の特色をあらわしているといえるであろう。

しかし除重後水中に浸漬された場合は、空气中におかれた場合と違い浸漬後 30 min 間までは徐々に回復を示しているが、これ以後の低下率は増加し、20 時間浸漬後は 50% に達する。一般に羊毛のような多孔質物質の吸水量は大きく、引張り変形を受ければ吸水はさらに促進され、繊維は膨潤し、捲縮の低下は著しくなる。20 時間浸漬後の捲縮度の低下は膨潤による影響のみではなく、羊毛の変質によつて起るものと考えられるが、本実験の結果からは結論しえない。

第 2 図はアミラン・スフの実験結果である。これはその分子構造から明らかなごとく吸水量が少なく、そのた

Fig. 1 Crimp contents and its percentage reduction in Merino wool.

Fig. 2 Crimp contents and its percentage reduction in Amiran fiber.

めに除重後空気中または水中におかれた場合、いずれも大きな低下を示さず、特に水中における低下率は 20 時間浸漬後においても 20% を示して水中における回復性のよいことがわかる。しかし羊毛と同様水に浸漬された場合、捲縮の回復性はおさえられ、低下率は空气中に比べて 10% も大きく、吸水により捲縮が低下するものと考えられる。また空気中におかれた場合の低下率を見るに、放置された時間に対しそれほど下がらず、20 時間放置後も 8% を示している。このことはアミランにおいては捲縮の瞬間回復は大きい、弾性余効のような長時間後の回復性に乏しいことを明らかにしている。

第 3 図はビスコース・スフの場合である。空気中では低下率は除重後 1min 間で 53% を示し、さらに 10min 間後は 28% と大きく減少しているが、これ以上の放置時間に対しては変動を示していない。これは再成繊維の分子構成に起因するものであるが、0.19 g/d という微小荷重による引張変形に対しても疲労が大きく、捲縮弾性に乏しいことがわかる。水中においては親水性のために吸水による影響が著しく表われ、5min 間浸漬で 53% と大きな低下率を示し、このために 20 時間浸漬後においても 58% と低下率の増加は少ないが、捲縮の性能は 5min 間後においてすでに失われていることは明らかである。

第 4 図はビニロン・スフの場合である。空気中においては最初の 30min 間放置で低下率は大いに減少を示し、19% に達するが、それ以後は徐々に減少を示している。つまり 0.10 g/d の引張り変形をうけた後、外力が除かれると 30min 間でほとんど回復し、後は徐々に回復を示している。水中においては構成分子からも明らかなごとく、吸水作用は大きいが応力緩和は少なく、ビスコースおよび羊毛に比べると水中における捲縮の回復特性がよい。すなわち浸漬後 60min 間までは低下率は減少しているが、これ以後は増加し 20 時間浸漬後は 40% を示している。

さて、これら 4 種の捲縮繊維の放置時間に対する捲縮度回復率を第 2, 3 表に掲げ、またこれらを第 5, 6 図に示す。

第 5 図は空気中に放置された場合の捲縮度回復率であるが、30min 間放置後は羊毛およびアミランの回復性がよく 70% を示し、その後は羊毛が極めてよく 100% にも達する。しかしアミランの回復率は 90% までで、これ以上の回復を示さない。ビスコースは相当に弱められ放置後 10min 間で回復率は 75% に達し、これ以上の回復を示さず 4 種の捲縮繊維の中では最も悪い。ビニロンは 80% でこれらの中間にある。

第 6 図は水中に浸漬された場合の捲縮度回復率を示す。この場合は羊毛の回復性の悪いことがわかる。この

Fig. 3 Crimp contents and its percentage reduction in Viscose fiber.

Fig. 4 Crimp contents and its percentage reduction in Vinylon fiber.

第2表 空气中に放置した場合の捲縮度回復率

種 類 放置 時間(min)	メリノウ 羊 (%)	アミラン・ ス (%)	ビスコー ス・スフ ス (%)	ビニロン・ ス (%)
1	71.0	80.1	46.5	62.6
5	86.2	87.1	68.7	74.5
10	85.2	88.6	74.0	79.2
30	91.0	89.1	72.5	81.0
60	93.3	91.1	74.2	80.4
180	100.0	91.1	73.7	82.9
300	98.9	91.1	77.9	84.5
1200	100.0	92.5	75.1	85.2

第3表 水中に浸漬した場合の捲縮度回復率

種 類 放置 時間(min)	メリノウ 羊 (%)	アミラン・ ス (%)	ビスコー ス・スフ ス (%)	ビニロン・ ス (%)
5	67.0	77.6	46.3	65.3
10	72.1	78.6	52.9	69.4
30	72.8	81.2	50.6	72.9
60	66.2	82.1	52.2	73.1
180	61.5	82.0	46.4	67.0
300	60.7	79.9	42.9	64.2
1200	51.1	80.5	41.9	61.0

Fig. 5 Percentage recovery of crimp content in the air.

点引張り変形をうけた後の吸水による影響の大きいことを示している。アミランは4種の繊維の中で最もよく、空气中に放置された場合と同じ経過時間に対してあまり変化しない傾向をもっている。ビニロンは水中に浸漬後30min 間までの回復率は羊毛に劣るが、この減少は

Fig. 6 Percentage recovery of crimp content in distilled water.

Fig. 7 Percentage recovery of Young's modulus in the air and in distilled water.

羊毛およびビスコースに比べて少なく、アミランと共に合成繊維の耐水性のまさっていることがわかる。ビスコースは空気中の場合と同様に水中における回復率は4種の繊維の中では最も悪い。

第7図は4種の繊維の弾性係数回復率を示したもので上半分が空気中に放置された場合、下が水中に浸漬された場合である。これより空気中と水中のいずれも放置時間による弾性係数回復率の変化は微少荷重下での実験では、はつきりしないが各種繊維の相違は示されている。

空気中では羊毛およびアミランの回復率は100%に近すぎ、弾性係数はそれまで受けた引張変形による影響が小さい。ビスコースは放置時間と共に回復性がよくなる傾向を示しているが、わずかな引張り変形の履歴により弾性係数が大きくなり、その影響の大きいことがわかる。

水中に浸漬された場合、羊毛の回復率は増加し、20時間後は150%近くに達する。この結果からも水中において羊毛の変質が起っていることが推定されるであろう。これに反してアミランの水による影響の少ないことは捲縮度回復率と同じ結果を示している。

VI. 結 言

繊維の捲縮特性を空気中および水中における微少荷重下の引張り試験により、捲縮度の低下率および回復率を求めその比較によって調べ、また弾性係数回復率も検討したが、捲縮の低下はわずかな機械的作用および常温の水の浸漬によっても大いに影響を受けることがわかった。しかし弾性係数などの試験には、はつきりと表われなかつた。

本実験結果から機械的作用をうけた後の捲縮の回復性は、空気中においては羊毛がもつともよく、水中においては耐水性のよいアミランがもつともよいことがわかった。

文 献

- 1) J. B. Speakman & L. G. Jagger; *J. Text. Inst.*, 42, p. 771 (1951)
- 2) H. M. Burte; *Text. Res. J.*, 21, 63 (1951)
- 3) 樋口, 河田, 田中, 森; 本誌, 13, 322 (昭 32)
- 4) 樋口, 河田; 本誌, 13, 225 (昭 32)
- 5) 樋口, 河田, 金井; 本誌, 14, 407 (昭 33)

本報は昭和 32 年本学会秋期研究発表会で発表したものである。

技 術 報 文 原 稿 募 集 に つ い て

技術報文は工場現場における技術上の新しい工夫、考案、改良等を内容とするもので会員相互の知識交流に役立つことを目的とするものであります。従って会員各位におかれてはこの主旨に沿って気軽に御投稿下さるようお願いします。

応 募 要 項

- (1) 投稿規定は本学会の報文投稿規定に準拠する。但し英文抄録を添付する必要はない。又図面中の説明は邦語でよい。
- (2) 頁数は組上り3頁以内を原則とする。(本学会所定の原稿用紙で、表図面等を含み13枚以内)
- (3) 内容、体裁等については本学会編集委員会において多少の加筆訂正をする場合がある。

会 員 名 簿 頒 布 に つ い て

本学会の会員名簿御希望の方は本学会宛お申込下さい。1部送料共216円でお頒ちいたしております。