(昭和40年7月16日受理)

複 合 繰 糸 に 関 す る 研 究

山形大学工学部繊維工学科 小川 敬之*・松田 和夫*

山形大学工業短期大学部繊維科 大工原 建**

STUDY ON THE MANUFACTURING OF THE COMPOUND FILAMENT
WHICH CONSISTS OF COCOON FIBER AND SYNTHETIC ONE.

By Hiroyuki Ogawa*, Kazuo Matsuda* and Takebi Daikuhara**

*(Faculty of Engineering, Yamagata University, Yonezawa City, Japan)

**(Technical Junior College, Yamagata University, Yonezawa City, Japan)

The mono-filament of synthetic fiber was fed as the core filament under the suitable tension to the bay end feeder of reeling machine. In the formation of the compound filament, the cocoon fibers surround the core filament and adhere to it by their sericin. Our purpose is to obtain a filament which has characteristics of both the cocoon fiber and synthetic one.

1) The feed tension of the mono-filament of synthetic fiber may be expressed by the following equation :

$$p_s = p_c' \frac{ak_s}{bk_c}$$

where p_s : the feed tension of the mono-filament of synthetic fiber

p_c' : the total unwinding tension on all baves

k_s : the modulus of elasticity of synthetic fiber

k_c' : the modulus of elasticity of cooked cocoon fiber

a : the denier of synthetic fiber

b : the total denier of all cocoon fibers

2) Using 15 denier TETRON as the core, 45 denier compound filament was manufactured. Under the same elongation, its tenacity lies between the tenacity of synthetic fiber and that of raw silk. The compound filament has the same elongation as the synthetic fiber which has smaller one than that of raw silk.

(Received July 16, 1965)

1. 緒 言

繭糸と他の繊維との混合繰糸法は、従来の研究に²,³見られるが、いずれも合成繊維以外の繊維との混合繰糸法に関するものである。一般の cover yarn は、外層には、紡績用の繊維を用いるが、われわれの場合は、長繊維同志による複合糸であり、合成繊維と繭糸とを混合繰糸し、合成繊維を芯糸として繭糸で被覆した新しい形態を持った複合糸を作ることを試みた。

これは絹に特有な光沢、手触りなどを保有すると同時に、合成繊維の持つ性質をも兼備した糸を作ることを目的としている。たとえば、合成繊維の熱収縮性を利用すれば、精練の際の熱の作用により、この糸を材料とした製品をバルキーなものとするのが考えられ、より一層

広い用途が開けるものと思われる。

この糸の目指す形態上の特徴は合成繊維を芯糸として用い、その周辺に繭糸をその膨潤セリシンの接着性を利用して、接着被覆させようとしていることにある。また接着力の不足する場合は適当な方法と接着剤を使用して製造される。

2. 製 造 装 置

図1は繰糸装置を示す。普通に用いられている繰糸機の接緒器下に適当に張力を調整した合成繊維を芯糸として供給して繰糸する。合成繊維は接緒器下で、繭糸と共に、引きそろえられながら上昇し、集緒器に至るのであるが、繭が繰糸湯の中を散らばりながら移動するので自然にその中心部に入ることになる。集緒器、繰掛けを経

Fig. 1. Compound filament reeling mechanism.

て繰棒に至るまで乾燥するに従つて接着が進み、繰棒上で乾燥が終了するにおよんで、接着も完了する。

Fig. 2. Tenacity-elongation curve for TETRON, compound filament, raw silk and drenched raw silk.

3. 結果と考察

3.1 繰糸法について

2に述べたような繰糸装置を用いて作られた複合糸は、(1)繭糸と合成繊維とが引きそろえられ、繭糸が芯糸の合成繊維をその保有するセリシンによつて、接着被覆していること、(2)複合糸が張力から解放されたカセの状態では、できるだけセリシンによる接着部分に力のかからない状態にあること、を目標とする。すなわち、張力から解放された時の複合糸の2成分に内部ひずみがなく、セリシンによる接着は両者を平行に保つ働きをしている状態である。

この状態を達成するためには、繭糸および芯糸が常に同じ割合で伸縮し、しかも両者がフック弾性で近似できる範囲内の繰糸張力の下で、繰糸することが望ましい。付加応力になるべく、繭糸、芯糸のいずれも限界ひずみ率以上に伸縮させないための、繰糸中、繰糸以後の張力状態としては、(1)巻及張力の大きさは、限界ひずみ率を考慮したものであること、(2)張力のため懸掛け部分から巻取までは芯糸、繭糸共に伸長する、(3)張力から解放された状態(カセ状態)になるとき芯糸、繭糸共に同じ量だけ回復することが必要である。この繰糸状態を得るには、繭糸、芯糸の伸長率を集緒器に至るまでに、

同一になるように調節すること、また巻取り以前にかかる張力によつて大きく伸ばされないことが必要である。

3.2 芯糸に与える張力

芯糸にかかる調整された供給張力を p_s 、各繭糸にかかる張力の総和(解舒抵抗×織度)を p_c' 、芯糸の弾性率、繭糸の弾性率(煮繭した状態における)を k_s, k_c' 、芯糸の織度をそれぞれ、 a, b 、とし、 p_s, p_c' によるひずみ(共通)を ϵ_0 とすれば

$$p_s = \epsilon_0 \cdot a k_s, \quad p_c' = \epsilon_0 \cdot b k_c'$$

であるから

$$p_s = p_c' \cdot \frac{a k_s}{b k_c'} \quad (1)$$

(1)式は、芯糸にかかる張力を示す。これは前述したように、集緒器に至るま

での繭糸と芯糸のひずみ率を同一にしておくことが必要であるが、実際には繭糸はその解舒抵抗によつて伸びるので、その伸びに芯糸の伸びを合わせるために必要な張力である。芯糸の解舒張力による伸びが、繭糸のそれよりも大きければ、逆に繭糸に張力を付加するか、芯糸の解舒張力を減ずるかしなければならない。

芯糸に与える張力は、 p_c' , a , b , k_s , k_c' が知られれば決定される。

実験は、 $a=15$ d (テトロン単糸), $b=30$ d の場合を中心に行なつた。 k_s , k_c' の値を知るために、供試した 15 d テトロン糸、供試した繭で繰糸した生糸の乾燥を経ない濡れ生糸によつて得た荷重—伸長曲線を図 2 に示した。 k_c' は煮繭した繭糸の解舒時の弾性率であるが、この値に関しては測定された数値が見当らない。これは繭糸が細いので、煮繭され、濡れた状態で測定するのが困難であるためと思われる。 k_c' を推定するため、煮繭繰糸された生糸が乾燥を受けていなければ、その弾性率は k_c' に近いと考え、暖管による乾燥、途中の水分損失をさけるため、太糸 (45 d) を繰糸し、繭掛けから手前に直ちに繰り取り、水中に導き入れたものを供試した。 k_c' は濡れ生糸として示したこの曲線による。

解舒抵抗は煮繭、繭の品種によつてかなり異るとされているが、0.075~0.12 g/d という数値が多く得られている³⁾。解舒抵抗をこの範囲と仮定し、芯糸に与える張力の大きさを計算すると、3.6~5.7 g となる。複合糸 (織度 45 d, 芯糸 15 d テトロン単糸) を繰糸して、目的に合った糸ができた場合のテトロン糸の張力を測定したところ、3.5~4.2 g となつて、計算結果に近い値を示した (表 1 (A))。この場合の解舒抵抗による煮繭された繭糸の伸びは、図 2 の濡れ生糸の曲線に近い挙動によるとすれば、0.4% 程度と思われる。芯糸の伸びは、繭糸の伸びに、この場合、合はされるから、いずれも限界ひずみ率を越えることはない。

芯糸張力は解舒抵抗のように、繭の性質、煮繭方法によつて変わるとされているものと関連しているもので、(1)式によつてその値を求めるには、その都度解舒抵抗の測定が必要となる。実際には繰糸して、繰枠を停止し

て見ることに、芯糸あるいは繭糸にたるみを認めた後、芯糸張力を変更する方法で、正しい値を得ている。

芯糸張力の大きさを計算することは、それが解舒張力 (芯糸の集束体からの) より、あるいは程度小さくなければならないこと、合成繊維によつては小さな芯糸張力を必要とするが、その場合は糸の伸長がむらになりやすいことのため、その芯糸による繰糸の可否、あるいは難易を判定する目安となると思われる。

糸の良否の判定は上に述べたように、張り、たるみのない場合を良しとして実験を行なつたが、定量的な判定の方法を得て、その方法により、芯糸張力の値を補正することが望ましい。

3.3 巻取張力について

表 1 に示すように、45 d 複合糸 (15 d テトロン芯糸) の場合、集緒器上の張力は 22 g 前後に達する。集緒器より上においては、繭糸、芯糸が共に同じ伸びを持ちその張力は、繭糸、芯糸の間に相互に作用するような力を生じないものとして、糸にかかる張力を考える。

糸にかかる張力を T 、繭糸の弾性率を k_c (乾燥にしたがつて変化する)、 T による共通のひずみ率を ϵ とすると次の関係がなりたつ。

$$T = \epsilon \cdot (ak_s + bk_c) \dots \dots (2)$$

集緒器上の糸張力は、繭糸の弾性率 k_c が、濡れ生糸 (すなわち煮繭された繭糸) の弾性率 k_c' に等しいとした場合に近いものとするれば、(2)式によつて、そのひずみ率は計算上 1% となる。図 2 に見られるように、テトロン、濡れ生糸ともに少なくとも 2% 程度の伸びに対しては、弾性ひずみを示すので、この場合、繭糸、芯糸ともにその伸びは、限界弾性ひずみ率以下であると考えられる。

集緒器上の部分をへて、複合糸が繭掛け部に達すると、下降してくる糸と一緒に下がる。ここでは両方で張力を負担すること、繭掛けの背部では張力が大きく低下すること¹⁾、によりさらに複合糸が伸ばされることはないと考えられる。また糸に加わる張力が同一であつても繭糸が乾燥するに従つて、その弾性率が向上し張力の向上、その負担割合の変化が生ずるはずである。

繭掛けを通過すると、複合糸に巻取り張力がかかる。巻取り張力は、45 d 複合糸の場合、表 1 に示すように、23~35 g であつた。ここで巻取り張力による伸びは、(2)式において、 T を巻取張力 35 g とし、 k_c を繭糸の弾性率 k_c (生糸の弾性率、図 2 による) 煮繭された繭糸の弾性率 k_c' (濡れ生糸の弾性率、図 2 による) とした場合について、それぞれ計算すると、1%、1.7% となる。繰枠前の複合糸は、多くとも巻取り張力により 1~1.7% の間の伸びを与えられて、繰枠に巻き取られるこ

Table 1. Drawing tensions at the three places in reeling: A, B, C (Fig. 1)

Places	Drawing tensions (grams)
A	3.5—4.2
B	18—35
C	23—45

Reeling speed=120 m/min. Compound filament denier=45 d (core filament=15 d TETRON).

となる。張力が除かれ、カセ状になった場合の糸の状態を考えると、芯糸のテトロン糸の伸長は、伸長がこの程度であれば完全に回復すると見てよい。従つて繭糸の伸長も完全に回復することが望ましい。繭糸は煮繭された伸びやすい状態で引き伸ばされ、そのまま乾燥されたのち張力が除かれる。この張力除去の際の伸長回復は、一粒繰りの繭糸を枠からはずすとき、繰枠上の糸の切断による収縮などで経験するところである。これを数量的に確めるために、用いた繭による生糸を十分に濡らし、1.6~2.2%の伸長を与えて、その伸長を保ちながら乾燥したところ、応力が増し、応力を除くと80%程度の回復を示した。従つて35gの巻取張力で繰糸された複合糸では、カセ状にしたとき繭糸には、伸長を完全に回復しない部分が残る、ひずみを生ずると見なければならぬ。しかし、巻取張力がそれ以下の場合には、それに相応するだけ繭糸の伸長回復割合が大きくなると考えられる。

以上のように、複合糸に巻取り張力がある程度以上かけると、芯糸の伸張回復にともなう繭糸のそれが、完全でなく、複合糸の内部にひずみを生ずるので、巻取り張力には限界がある。芯糸の弾性率が繭糸のそれより大きいので、芯糸のしめる割合が大きくなるほど、巻取り張力の限界は大となる。

3.4 複合糸の強伸度

複合糸にかかる張力は、芯糸、繭糸が共に負担する。ある張力がかかったときの芯糸、繭糸、複合糸の応力を $\sigma_s, \sigma_c, \sigma$ とすると

$$\sigma = \frac{a\sigma_s + b\sigma_c}{a+b}$$

$$= \sigma_c + \frac{a(\sigma_s - \sigma_c)}{a+b} = \sigma_s + \frac{b(\sigma_c - \sigma_s)}{a+b} \quad (3)$$

$\sigma_s > \sigma_c$ であるから複合糸の応力は $\sigma_s > \sigma > \sigma_c$ であり、(3)により、図2から得られる σ_s, σ_c の値から計算した σ の値は、実験によつて得た図2の複合糸による曲線

と一致している。

伸度は、伸長が芯糸の切断伸度に達して、芯糸が切断した瞬間に、複合糸が切断するから、切断伸度の少い芯糸の伸度に一致した。接着不良の複合糸を伸長すると、第2次伸長を生ずる。

4. 結 論

(1) 合成繊維を芯糸として、その周囲を繭糸が囲むかたちの複合糸は、芯糸と繭糸の伸びを終始同一になるようにして繰糸することによつて得られる。そのためには、接緒器下に芯糸を加えるときに、その伸びを解舒抵抗による繭糸の伸びに等しくするように張力を加えることが必要である。巻取り張力は繰枠上での複合糸の伸びが、カセにするときに、その繭糸、芯糸共に、ほぼその伸長を回復できる程度でなければならないので、その大きさに限度がある。

(2) 15d テトロンを芯糸とし、45dの複合糸を繰糸したところ、(1)の条件を充しながら繰糸が行なわれ、目的とする糸が得られた。この糸の強度は芯糸、繭糸の間にあり、伸度は芯糸のそれに等しかつた。

(付記) 実験をするに当つて、実験の場を借用した、山形県上ノ山市、KK 長谷川製糸所、芯糸のテトロンを提供された東洋レーヨン KK、試験研究費の補助をされた、山形県当局ならびに東洋レーヨン KK、に対して感謝の意を表する次第である。また試験機械に対しては、昭和39年度農林省の補助を受けている。

本報告の内容の一部については昭和40年4月の日本蚕糸学会学術講演会で発表した。

文 献

- 1) 図師 督; 繊維学誌, 4, 205 (1951)
- 2) 森本武夫, 進士安治, 有本 肇; 京工織大繊維学部報告, 1, 150
- 3) 荻原清治; 蚕繭学, 島田書店 (上田市)