縮 緬 撚 り に 関 す る 研 究*

(第1報) 撚糸内における単糸条の形態

(昭和33年1月16日受理) 会 員 書 上 誠 之 助**

摘 要

研 究 目 的

強撚糸内における単糸条の形態を研究して原糸、撚糸法、シボ立に関連する資料を求めんとする。

研 究 結 果

- (1) ナイロン マルチ糸において中心と外層の糸条各1本を染色して加撚に応じて変化する形態を調べた。
- (2) 加撚により糸の内外層のひずみの差が生じる。そのため繊維は内外層交互に移動が行われるが加撚張力が小なるときは移動は多くなり張力大なる時は移動は少なく糸のひずみの差は内在する。
- (3) 内層繊維は加撚数に応じ外層繊維と同一のピッチをもってスパイラル状をなす。
- (4) シボ立能力の基礎的事項として二重撚における単糸条の形態を求めた。

1. 緒 言

縮緬は一般に長繊維の強撚糸が用いられる。長繊維を加撚して撚止めを行い、解撚せんとする撚りモーメントからシボ立の効果が出て来る。このシボの形態は一般縮緬におけるような立体的なものから、お召風の比較的平面的なものあるいはフラット クレープのごとき平滑なもの等に分けることができる。

このシボ立は撚糸自体が関係する要素として次のごときものが上げられる。

1. 繊維の刚性 (構成繊維の本数、繊維の太さ)
2. 繊維の伸張性 (ヤング率)
3. 加撚時の張力
4. 繊維の塑性的性質

なお付帯的な条件として撚止めの方法および撚止め剤の性能が上げられる。

今回は加撚時において構成繊維はいかなる挙動を示すかについて研究した。これは張力に関係を持つもので、シボ立に影響する一つの要素として上げられるものである。一般に繊維束が加撚を受けた場合には外層の繊維は引張りひずみを受けるが、内層の繊維は圧縮ひずみを受けこの間にひずみを受けない中立層があると考えられている。しかしこの基本的な考えは実際的な場合は一定条件のもとに種々繊維の位置は内外層について移動するも

のであることがわかった。強撚糸の力学的な限界については藤野、熨斗氏の研究がある¹⁾。

2. 試料の作成と実験装置

第1図に試料作成装置を示す。1はボビン クリールで50本のボビンを立ててある。クリールの背面の板は開閉できるようにしてあり、閉じた時はボビンに接しボビンは回転しないようになる。2は糸のゆるみをとって一定の張力を与える装置で糸の停止時4の棒を降してウェイト3により張力を与える。5はノズル様の板で平面図は5'に示してある。5を通った糸は1本にまとめ約50 cmの試長がとれるようにして両端を醋酸纖維素のアセトン溶液につけて固定する。これで試料の作成は終わったわけであるが試料は15 den ナイロン 50本からなり中心糸

(第1図) 試料作成装置

* Studies on Crepe Yarn. Part 1: The Structure of Single Filament in Twisted Multi-Filament Yarn.

** S. Kakiage, Member. 群馬大学工学部

糸は赤、外層糸条の1本を青に染色しておく。染色による糸の収縮を考慮して同一条件でその他の繊維も煮沸したものを使用した。

第2図は加熱装置である。Aに装着した糸は始長の左端に1本の針を下げ更に左端は重錘Wにつながっている。針はDのスケール上に燃数に応じた燃縮みを示す。Cは摩擦を最小にするためにピボットの軸受を用いてある。Cの車の径を大きくしておけば軸受の摩擦はほとんど無視されてWの値はそのまま糸の張力となる。

(第2図) 加熱装置

3. 加熱による繊維の移動

加熱によって内外層の繊維はいかなる挙動をするかを調べる。二重燃りのできる直前付近において糸の表面に出た外層(青)、中心(赤)の数を記録してみる。

加熱した糸を4cmずつに区切ってその区分内の数をグラフにしたものが第3図(a), (b), (c)である。この図より繊維の移動は加熱張力が小なる時は多く張力が大なる時は少ないことがわかる。すなわち縦方向の力により横方向の移動が妨げられるのである。試料作成に当って中心糸条が果して常に中心に位置して固定されるかは若干の疑問の点があるが、この試験ではなるべく標準となるものを選んだ。

(第3図a) 単糸条が糸層表面に出た回数
張力 100 g, 燃数 600 t/m
750 den ナイロン (15 den × 50 fil)

(第3図b) 単糸条が糸層表面に出た回数
張力 150 g, 燃数 660 t/m

(第3図c) 単糸条が糸層表面に出た回数
張力 200 g, 燃数 700 t/m

また第3図において必ずしも繊維の位置は問題ではなく繊維の出入が問題になる。すなわち偏差の大小で繊維の移動が判定される。

なお4cmの区分において原糸に対する加熱数と燃縮み(S)の関係から連続して外層に出るべきピッチ数は $(t/m)0.04/(1-S)$ で求められる。この線は第3図において鎖線であらわされる。この線付近の数値を示せばその糸条は外層に位置することを示す。

このグラフで更に注目される点は燃りの伝播であって36~40間にあるが加熱側の最初の区分には標準以上(鎖線の上)の燃りあり反対の末端はすべて標準以下になっていることである。

次に内層の糸はいかなる形態をとるかを調べた。加熱前に繊維束に石油をつけておくと加熱につれて余分の石油は絞り出され200 t/m位になると糸の直径は大体一定となり繊維間の空隙は石油で満たされたまま加熱される。この付近以後は糸の直径の変化は微少になる。このとき光の屈折が少なくなり内層部の染色糸は透視することができる。これを示したのが第4図である。中央の繊維は収縮を受けて特別な波状をなすと考えたが予想と異

(第4図) 内層繊維の形態

(第1表) 二重撚りについての実測値
ナイロン 750 den (15 den×50 fil)

	加 撚 張 力 (g)			
	50	100	150	200
二重撚りの起った撚数 (t/m)	670	790	800	805
(T/m)	793	952	970	975
その時の糸の撚縮 S (%)	15.7	17	17.4	17.6
その時の糸の直径 2r (mm)	0.352	0.352	0.352	0.352
その時の糸の撚り角度 (θ)	48°45'	43°30'	43°00'	42°55'
二重撚りの外径 D (mm)	0.768	0.672	0.672	0.658
二重撚りのピッチ P (mm)	0.458	0.425	0.425	0.425
二重撚りの周期 (C)	5	7	6	5.5

なり、外層と全く同一ピッチの波状をなしていることがわかった。図は張力 200 g の場合であるが、その中特殊な部分を二つ示した。すなわち図のごとき形態をもって繊維が内外層に移動することは各張力の場合において認められる。この位置交換が低張力の場合は円滑に行われ内外層および繊維の長さ方向にわたるひずみの存在は大体平均するのである。また高張力の場合はこれに反するのである。

4. 二重撚りにおける外層繊維の形態

加撚が進むにつれて外層の繊維は伸張をうけて遂に切断を始めるが、加撚張力が小なる場合は二重撚りが発生する。二重撚りは下撚の方向が右ならば同様右方向の撚りができる。

二重撚り発生前の糸の波状はシボ立の形態に関係するものであって、二重撚りはその極限の形態であると考えられる。

二重撚り発生について実測値を示すと第1表のようになる。使用糸は前記のごとく 15 den ナイロン 50 本 750 den の糸を使用した。撚数の中 t/m は原糸について、T/m とあるは撚上りについての撚数を示した。二重撚りの周期とあるは第6図において単糸条と中心

線の交点が二重撚りの中心軸を一回りして同一位相に来るまでの二重撚りのピッチ数(個数)である。しかしこの数値は場所によって数値の偏差は大きく平均値を示した。また外層に染色糸が出ていところのみについて観察したところを示した。

第1表によってみると撚り角度は大体 45° 付近において二重撚りが発生することがわかる。

次に二重撚りにおける単糸条の形態について一つの基準の状態を考えてみる。二重撚りは撚り角度が 45° の円筒が第5図(b)のごとく中心軸のまわりにスパイラル状に巻きついたものであるとする。この模型として1本のパラフィンの円筒をとり表面に撚り角 45° をなす線を引き更に糸軸に平行な線を引く。次にパラフィンを加熱

(第5図) 二重撚りの基本型

して可塑性として第5図(b)のごとく中心軸に対しスパイラル状に巻きつける。この時前記の糸軸に平行な線は常に二重撚りのスパイラルの外周にあるようにする。この側面を第6図(a)に示す。撚角 45° の線は図中太線で示す位置をとる。

次に撚糸のピッチと二重撚りのピッチについて考えてみる。第5図(a)は撚糸の半円筒を平面に展開した図である。撚り角 45° とすれば撚りのピッチは $2\pi r$ となる。しかるに第5図(b)において二重撚りの1スパイラルの長さは $2r\sqrt{\pi^2+1}$ となるので撚りのピッチは逐次

(第6図) 二重撚りの外形図

(a) 可塑性円筒面における糸条の形態

(b) (a) の斜視図

(c) 繊維束における外層糸条の形態
(第7図) 二重撚りにおける単糸条の形態

おくれでゆくからその周期 S は次の式で求められる。

$$2r\sqrt{\pi^2+1}/(2r\sqrt{\pi^2+1}-2\pi r)=7.7 \dots\dots\dots(1)$$

すなわち第6図(a)太線に示すごとく撚りのピッチは逐次おくれ7.7の周期をもって同一位相に達するのである。この時外層糸条に相当する線は第7図(a)に示される。

これは第6図(a)の太線に相当する部分の模型を作って撮影したものである。

しかるに繊維束による二重撚りを観察すると外層糸条は第6図(b)の鎖線の位置をとっている。図に示すごとく二重撚りの中心軸となす角 θ_1 は変化し撚りのピッチは逐次進んでいることがわかる。これは次の現象によって理解することができる。

加熱を続けてゆき、最初に二重撚りが発生した時から100回加熱したとする。この時実験によると134個の二重撚りができる。

これは加熱回数により数値は若干の変化を生じる。今100回の場合をとってみれば、 $1/1.34=0.747$ となり、0.747回の加熱によって1個の二重撚りができることがわかる。1個のスパイラル中の糸の長さ(L)において $1-0.747=0.253$ 回の解撚が行われる。

よって二重撚り中の糸の単位長間の撚数(τ)は次のごとく考えてよいことになる。

T は二重撚り発生直前の撚数 (T/m)

$$\tau=T-0.253 \times 10^3/L \dots\dots\dots(2)$$

第1表より

$$=T-0.253 \times 10^3/\sqrt{(D\pi/2)^2+P^2} \dots\dots\dots(3)$$

また第5図(b)より

$$=T-0.253 \times 10^3/2r\sqrt{\pi^2+1} \dots\dots\dots(4)$$

よって糸のスパイラルのピッチは

$$p=1/\tau \dots\dots\dots(5)$$

二重撚りにおけるスパイラルの周期(C)は

$$C=L/(p-L) \dots\dots\dots(6)$$

この実験について上式より計算してみると

(張力 150 g) の場合

$$(2), (3) \text{ 式より } \tau=720 \text{ T/m}$$

$$\text{ただし } L=\sqrt{(0.672\pi/2)^2+(0.425)^2}=1.18 \text{ mm}$$

$$(5) \text{ 式より } p=(1/720) \cdot 10^{-3}=1.39 \text{ mm}$$

したがって $p>L$

$$(6) \text{ 式より } C=1.18/(1.39-1.18)=5.6$$

以上により二重撚り上において撚糸は5.6個の二重撚りごとに同一位相に来ることがわかる。この場合は第6図(b)の太線の場合である。(ただし図は $C \approx 7.4$ の場合を示してある) 第1表の周期が進み方向で5~7の間にあることが理解される。この場合原糸の撚り角度は

$$\tan \theta=1/\tau \pi d=10^3/720 \times 3.14 \times 352=1.26$$

$$\theta=51^\circ 35' \text{ となる。ただし } d=2r$$

しかるに繊維束の場合は構成せる各単糸条は右撚りがかかっているので、第7図(a), (b)の小リングの部分はそれぞれ左方向のトルクを生ずる。また各糸条は外層部のために生じた伸張ひずみを回復せんとするため最小長をとらんとするので、小リングの直径小となり糸軸に対し直角方向に近く位置して安定する。

第6図(b)の θ_1 は更に θ_2 だけ移動することになる。すなわち第7図(c)および第6図(b)の鎖線で示されるループ状をなすのである。

第7図(a)では小リングが二重撚りの中心軸に対し左旋回するが(c)は小リングが右旋回している。

5. 二重撚りにおける内層繊維の形態

前章においては外層繊維の形態を述べたが第4図のごとく繊維はそれぞれ移動を行っているので、二重撚りにあってもその位置は絶えず変化している。50本の繊維について内層を考える場合、糸がコンパクトに配列されたとすれば第8図の形態をとると考えられる。単繊維の直径と200 t/m 以上の場合の繊維束の外径とは本図の關係で大体一致する。繊維束の中心を一応標準になる型について考えてみると第8図のA, Bの場合と更に単糸条

(a) 繊維数 52 本

(b) 繊維数 48 本
(第8図) 繊維束の断面図

の中心を中心とする場合が考えられる。しかしこの時は一辺が5個の正六角形となり構成繊維は61本になるから、この実験の50本の場合には当てはまらない。よって(A)、(B)の場合を考えればよいのであるが、この場合第1層(最外層)より第2, 3, 4層まで調べれば足りるのである。第7図(a)のリングを二重燃りの中心軸に直角に交る平面上に投影すると第9図(a)となる。中心繊維(4)は二重燃りの場合半径 r のスパイラル状をなす。最外層は燃糸のピッチと二重燃りの1スパイラルの長さが等しい場合を考えると図のごとくハート型をする。第2, 3層はその中間の形態をとる。

第7図(c)の投影図は第9図(b)に示すごとく外層は楕円形をなす。

以上の状態を側面より実際に観察したものが第10図である。第1層は図示のごとく糸軸に直角に近い角度をなす。また最外層は二重燃りによって伸張を受けるので図のごとく繊維間に空隙ができ第2層を間に透視できる部分が生じる。第1, 2層は明らかに交っているのが観察

(第9図) 二重燃りの投影図

(第10図) 二重燃り構造図

される。第3, 4層は染色糸の明度により観察される。次第に中心軸に近い位置を占めるようになり第4層になり大体中心軸のスパイラルに近い形態をとる。各繊維はこれらの各層ごとに連続して位置を占め、ある時は各層ごとに位置を変換して張力により受けるひずみを平均化している。

6. 結 言

(1) 繊維束の加熱により繊維の内外層への移動は低張力の場合は少なく高張力の場合は多い。すなわち高張力の場合は繊維間のひずみの差を多く内蔵する。このことは高張力の場合は二重燃りすなわちシボ立能力が大であって縮緬用の強燃糸として適当である。

(2) 二重燃りにおける単糸条の形態を調べることができたが、更に二重燃り生成に際して解燃が生じることがわかった。しかし実際に織物内では解燃は起らないのでこの能力はシボ立および織布の風合に関係した要素となると思われる。

本研究に当り指導をいただいた淵野教授並びに実験に協力された仲道、蕪木、高野(宏)の諸氏に感謝します。

注

- 1) 藤野, 髪斗; 燃りの限界, 本誌, 4, 7(1951-7)