糸、織物構造と毛羽発生について*

(第2報) 紡績単糸中の繊維の移転

(昭和38年12月16日受理) 会 員 田 中 賢 治**

—→ 摘 要 ←—

目 的

まず単糸中の繊維の移転の評価法を定義し、2d-60mm レーヨン スフダル繊維で太さ 17, 24, 30s, より数 14.3, 15.8, 21.2, 24.7 T/in の糸を紡績し、糸および織物の毛羽発生難易を左右する繊維の移転を実験的に求めることを目的とした。

成 果

(1) 移転度は 30~40% の値をとり、番手による差はなく、より数の増加によりいくぶん大きくなる傾向がある。

(2) 移転周期は 4~6mm の値をとり、より数の増加にしたがい減少し、細番手になるにしたがいいくぶん長くなる傾向がある。

(3) フリースの加ねん側にある繊維の移転度、平均移転係数はボトム ローラの制御により糸の中へ差込まれにくくなり、その値が小さくなっている。これは甘より、太番手の糸においてその傾向が大である。これによりフリース幅、フリースとボトム ローラとの接触角が毛羽発生の要因となることが立証されている。

(4) 繊維の移転圧力の理論的推定値により、フリースのローラはじ線から加ねん点の間において、繊維相互間にすべりを生じ、ドラフトが行なわれていることが確かめられた。

1. 緒 言

前報において、精紡加ねん時に生ずる繊維の移転の要因と考えられるものについて考察を行ない、二、三の資料を提供した。

いま、もし繊維の移転値が0であるとすれば、繊維は同軸円筒層上にらせん状に配列し、糸の最外層の繊維は糸形成のための拘束力を受けず、外力を加えることなく脱落し、実際に糸を構成することはできない。したがって糸は適正な繊維の移転によって構成されるべきものであるが、これは糸および織物の強伸度、弾性、とくに毛羽発生難易に深い関係を持つものである。

繊維の移転に関する従来の研究は少なく、我妻¹⁾、Witold Zureck²⁾ は繊維の移転を考慮に入れて、糸の理論的切断強伸度を求めている。^{3,4)} Morton は繊維の移転の評価法について述べ、⁵⁾ Ridding は加ねん法と繊維の移転

の関係を求めている。糸および織物からの毛羽発生難易を左右する、糸構造の一要素としての繊維移転についての研究はまだ行なわれていない。

本報においては、精紡条件を変えた数種の紡績糸において、糸および織物の毛羽発生難易を左右する繊維の移転値がいかなる値になるかを求めることを目的とした。

2. 単糸中の繊維移転の評価法

紡績工程の研究にトレーサ繊維を使用する方法がよく用いられるが、この場合もトレーサ繊維として染色繊維を約1.2% 精紡用スライバに混入して、種々の条件で紡績した糸について研究を行なった。浸液として酢酸メチルを使用し、糸を顕微鏡で拡大投影したトレーサ繊維の像により繊維の移転を求めた。第1図においてトレーサ繊維の包絡面を考え、糸軸線を含む平面との交線すなわち包絡線をえがく。つぎに糸を中心軸より外層へ5層に

* Effect of the Structure of Single Yarns and Fabrics on Fuzzing. Part 2: Migration of Fibers in Single Yarns. (第1報 17巻 4号所載)

** K. Tanaka, Member. 名古屋工業大学

(第 1 図)

分け、層の境界線を書き入れる。

この包絡線図をもとにして繊維の移転を求める。

(1) 繊維の移転値と移転周期

第1図において包絡線の山から谷、また谷から山への移転値 i を読みとり、その平均値 $\bar{i}$ および分布を求めることができる。また移転周期 S を読みとり、その平均値 $\bar{S}$ および分布も求められる。これらから平均移転度 $\bar{i}/a$ より1ピッチ当りの平均移転値、平均移転度、平均反転度数が求められる。

(2) 繊維の移転係数

この移転係数は筆者の提案によるもので、第1図において次式で表わされる。

$$C = \frac{\sum |i|}{a \sum S} = \frac{\sum |i|}{aL} \quad \dots\dots\dots (1)$$

これは糸単位長さにおける移転絶対値の積算値を糸半径を尺度として表わしたものである。

(3) 繊維の層分布

5層に分けた糸の各層に分布するトレサ繊維の長さを包絡線図より求め、その分布状態をヒストグラムにえがいて一目でわかるようにする。これには各層に含まれる包絡線の糸軸方向の長さを求め、これを各層ごとに積算し、それに $\sec. \tan^{-1} (2\pi a_i/P)$ の補正係数を掛けて各層に分布するそれぞれの全繊維長を算出する。ただし a_i は糸の各層の平均半径、 P はよりによって生ずるらせんピッチである。

3. 実験方法ならびに試料

2d—60mm レーヨン スフダル繊維 (平均切断強さ 6g, 平均切断伸び率 14%) よりなる平均太さ 118 gr/3yd, 変動係数 9.5% のスライバを OM 式スーパーハイドラフト精紡機で、ドラフト 80, 113, 142, より数をインチ間 14.3, 15.8, 21.2, 24.7 として、第1表に示す試料糸を紡績し、それぞれの試料につき実験的に繊維の

(第 1 表)

番 手 (ドラフト)	より 数	より 係数	そう入位置	整理番号
17 s (80)	14.3	3.46	R(右) C(中) L(左)	1 2 3
	15.8	3.82	R C L	4 5 6
	21.2	5.12	R C L	7 8 9
	24.7	5.89	R C L	10 11 12
24 s (113)	14.3	2.82	R C L	13 14 15
	15.8	3.22	R C L	16 17 18
	21.2	4.32	R C L	19 20 21
	24.7	5.03	R C L	22 23 24
30 s (142)	14.3	2.58	R C L	25 26 27
	15.8	2.85	R C L	28 29 30
	21.2	3.83	R C L	31 32 33
	24.7	4.33	R C L	34 35 35

移転を求めた。(切断強伸度は第2図)

このとき黒染トレサ繊維を梳綿、練条し、さらに精紡機でドラフトし、約 1.4 gr/3yd の無よりのフリースを作り、これをスライバの左、中、右に入れて供給し、トレサ繊維がドラフトされ、フロントローラから送り出されてくるフリースの左、中、右に入り、加ねんされるようにした。

ドラフト部は第1ドラフト部と第2ドラフト部からなり、ドラフト配分は第1ドラフト部と第2ドラフト部のドラフト比が約 1:3 とし、それぞれのブレードドラフトは約 1.5 とした。スピンドル回転数は 10 000 rpm である。

(第 2 図)

4. 実験結果

(1) 繊維の移転値および移転周期

第3図に第1表に示した36種類の試料の平均移転度 $I = i/a$ の値を示す。図においてフリースの加ねん側の繊維はボトムローラとの接触摩擦により加ねん時の巻込みが阻止され、移転度の小さくなることが認められる。

しかしより数の増加にしたがい移転度は増加し、30s 糸のより数 15.8 T/in 以上では加ねん力が大きくなり、ボトムローラの制御に打ち勝つことが認められる。第4図はトレーサ繊維を左、中、右に入れたものの全部の平均移転度 $\bar{I}$ である。番手およびより数による確然とした差は認められない。第5図に1より当りの平均移転値 r_1 、第6図に1より当りの

(第 3 図)

より数 (T/in)
(第 4 図)

より数 (T/in)
(第 5 図)

より数 (T/in)
(第 6 図)

平均移転度を示す。

1より当りの平均移転値は細番手であるほど、またより数の増加にともない減少している。1より当りの平均移転度は番手による差は認められないが、より数の増加にともないより数 20 T/in まで減少の傾向がある。各試料の平均移転周期の値を第7図に示す。第8図は各番手、より数の糸についての全繊維の平均移転周期の値を示す。

各番手ともより数が増加するにしたがい移転周期の値は減少している。トレーサ繊維の供給位置による差は有意的に認められない。糸が細くなるにしたがって移転周期はいくぶん長くなる傾向がある。1より当りの平均反転度数 (反転周期 = $\frac{1}{2}$

移転周期)を第9図に示す。

この値は番手による差は認められないが、より数が増加するにしたがいより数 20 T/in まで減少している。

(2) 繊維の平均移転係数

各試料の平均移転係数を第10図に示す。フリースの加ね側繊維はボトムローラの制御を受け、平均移転係数の値は小さくなっている。しかし30sの糸においてはより数が増加し、24.7 T/in になったとき、加ね側の繊維の平均移転係数は大きくなり、加ねん力がボトムローラの制御に打ち勝つことが示されている。

第11図は番手、より数の異なる各試料の平均移転係数 $\bar{C}$ を示す。より数の増加にしたがい増加し、糸が細くなるほど減少する傾向がある。

(3) 繊維の層分布

第12図(a), (b), (c)に各試料のうちより数 15.8 T/in の糸の繊維の層分布を示す。

(第12図c) 30s (より数 15.8 T/in)

点線は理想的な均等分布を示している。全試料において、フリースの左側に入れられたトレーサ繊維、すなわち加ねん側の繊維は糸の外層へ多く分布しがちであり、中央に入れたものは内層および中間層に多く分布している。

第13図(a), (b), (c), (d)は17, 24, 30sの糸を各より数ごとにまとめた平均層分布である。より数が少ないほど加ねん側のトレーサ繊維は外層に分布する傾向が強く、中央部に入れたトレーサ繊維はより数が多くなるほど中間層に多く分布する傾向がある。

これはより数が少ない場合は加ねん力が弱く、ボトムローラとの接触摩擦抵抗により加ねん側の繊維が、糸の中心部へ巻き込まれにくくなることと、より数が多い

(第13図c) 17, 24, 30sの平均 (より数 21.2 T/in)

(第13図d) 17, 24, 30sの平均 (より数 24.7 T/in)

くなったとき、中央部の繊維は糸の中へ強く巻き込まれ外層へ出にくくなるためである。このことは繊維の移転度、移転係数による判断とまったく一致している。太番手になるほどこの傾向は大きくなっている。

5. 繊維の移転周期および移転値から繊維移転圧力の推定

繊維が同軸円筒層上にらせん状に巻かれて糸が構成されていると考えたとき、生ずる繊維の移転圧力は第1報の(8)式によって与えられる。糸外層の繊維単位面積当りの移転圧力 P_0 は(8)式において $a_2 = a_0$ (糸の外半径), $a_2 - a_1 = r$ (繊維1本の太さ) として近似的に次式で与えられる。

$$P_0 = \frac{8\pi^4 K l' N a_0^3 r}{l' + l} \dots\dots\dots (2)$$

$$K = 800 \text{ kg/mm}^2, l = 5 \text{ mm}, r = 0.015 \text{ mm}$$

$$a_0 = 0.12 \text{ mm (17 s)}, 0.10 \text{ mm (24 s)},$$

$$0.087 \text{ mm (30 s)}$$

として求めた移転圧力の値を第14図(a), (b), (c), (d)に示す。

a_0 の値はビスコースフの比重を1.5とし、糸の断面のカバーファクタを60%として求めた値である。

$$\left(\text{繊維充実度} = \frac{\text{糸の断面における繊維の総断面積}}{\text{糸の断面積}} \right)$$

(第13図a) 17, 24, 30sの平均 (より数 14.3 T/in)

(第13図b) 17, 24, 30sの平均 (より数 15.8 T/in)

(第 14 図 a, b)

(第 14 図 c, d)

(第 2 表)

より数	番 手		
	17 s	24 s	30 s
14.3 (T/in)	2.27 mm	2.53 mm	2.60 mm
15.8 "	2.18 "	2.50 "	2.57 "
21.2 "	1.97 "	2.27 "	2.27 "
24.7 "	1.70 "	1.83 "	1.90 "

(第 3 表)

より数	番 手		
	17 s	24 s	30 s
14.3 (T/in)	7.8 g/mm	4.8 g/mm	3.2 g/mm
15.8 "	10.2 "	6.3 "	4.2 "
21.2 "	33.5 "	21.0 "	14.0 "
24.7 "	56.0 "	33.0 "	22.5 "

短繊維相互間のすべりすなわちドラフトを生じ、移転圧力もある限界を有するものと考えられる。つぎに繊維の移転を考慮に入れ、繊維が円すいらせん状に巻かれたとき生ずる移転圧力を求めてみる。前述の繊維が円筒らせん状に巻かれた場合の糸の条件を第 1 報の (11) 式に代入して、円すいらせん状に巻かれた繊維張力による移転圧力を近似計算により求めたものを第 15 図 (a), (b), (c), (d) に示す。

(第 15 図 a)

前に実験的に求めた平均反転周期 $\bar{S}$ の値を第 2 表に示す。

平行繊維が糸の外周に円筒らせん状に巻かれ引伸ばされると、糸軸に垂直方向に生ずる繊維の移転圧力は第 14 図より求められ、第 3 表のようになる。このとき $l' = \bar{S}$ とした。

第 3 表は繊維が変形しない円筒上にらせん状に巻かれ、張力による短繊維相互のすべりを生じないと考えたときの値であり、相当大きな値を示しているが、実際には紡糸張力によりフロントローラから加ねん点間において、

図を利用して P の値を求めても誤差は少ない. いま $r_1=0.03\text{ mm}$ とし, 実験結果の $\bar{S}$ の値から糸外層における移転圧力の値を近似的に求めた結果を第4表に示す. このとき $\Delta a=r_1 N l'=r_1 N \bar{S}$ とした.

(第 4 表)

より数	番 手		
	17 s	24 s	30 s
14.3 (T/in)	5.0 g/mm	4.0 g/mm	2.7 g/mm
15.8 "	7.0 "	5.5 "	3.5 "
21.2 "	12.5 "	9.5 "	7.0 "
24.7 "	17.0 "	13.0 "	9.5 "

この場合も繊維の移転圧力は相当大きく出てきており実際には紡糸張力による繊維相互間のすべりが, フロントローラーのは持線から加ねん点の間に生じ, 移転圧力もさらに低い値をとるものと考えられる.

6. 結 言

まず単糸中の繊維の移転の評価法について定義し, 2d-60 mm レーヨン スフダル繊維で太さ 17, 24, 30 s, より数 14.3, 15.8, 21.2, 24.7 T/in の糸を紡績し, トレーサ繊維を使用することにより, 繊維の移転値を測定しつぎの結果を得た.

(1) 移転度は 30~40% の値をとり, 番手による差

図は糸軸において張力0の繊維が順次外層へ移転したとき, 糸半径 a において生ずる移転圧力である. 糸軸以外の点において張力0の繊維が順次外層へ移転する一般の場合は, 第1報の(11)式のかわりに(9)式をもととした移転圧力 P の値を求めねばならない. しかしこの場合の一般解を求めることは困難である. この場合第14

は認められなかった。したがって移転値は細番手になるにしたがい減少している。より数の増加により移転度はいくぶん大きくなる傾向がある。このとき、フリースの加ねん側繊維は、ボトム ローラとの接触摩擦により、繊維の加ねん巻込みが阻害され、移転度が小さくなっている。この傾向は糸が太くフリース幅が広がるほど、またより数が小さいほど大きくなっている。細番手で強ねんの場合は加ねん効果が大きくなり、移転度も大きくなっている。

(2) 移転周期はフリース中の繊維の位置による差は認められなかった。移転周期はより数が減少するにしたがい減少し、細番手になるにしたがいいくぶん長くなる傾向がある。移転周期の値は4~6 mm となった。

(3) 平均移転係数 $\bar{C}$ は15~20 %/mm の値をとり、より数の増加にしたがい増加し、細番手になるほど減少する傾向がある。移転度と同様にフリースの加ねん側繊維は小さい値をとり、ボトム ローラの制御を受けることが認められる。細番手、強ねんの糸においては加ねん力がボトム ローラの制御力に打ち勝ち、平均移転係数が大きくなることが認められる。

(4) 太番手、弱ねんの糸においてはフリース中の加ねん側の繊維はボトム ローラの制御により糸の中心部に巻込まれにくくなり、糸の外層部に分布する傾向のあることが確かめられた。これにより毛羽発生が少ない均等な繊維の移転を有する糸を紡績するには、繊維の太さおよび長さ、糸の太さによりコレクタにより与えられるフリース幅、フリースとボトム ローラとの接触角

を適切にすることの必要性が確かめられた。

(5) 繊維の移転圧力の理論的推定値によって、フリースのローラはじ線から加ねん点の間において、繊維相互間にすべりを生じ、ドラフトが行なわれていることが確かめられた。

終わりに、本研究にご激励を賜った京都大学の藤野清久教授、終始ご指導ご援助を賜った東京工業大学の石川章一教授、本研究の実験にご協力いただいた名古屋工業大学職員杉浦、渡辺、日比の諸氏、卒業生山田、田村、堀の諸氏に厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 我妻; “繊維の物性と紡績理論”
- 2) Witold Zurek; “Some Properties of Continuous Filament Yarn,” *Text. Res. J.*, **31**, P 504 (1961)
- 3) W. E. Morton, K. C. Yen; “The Arrangement of Fibres in Fibro Yarns,” *J. Text. Inst.*, **50**, T 672 (1959)
- 4) W. E. Morton; “The Arrangement of Fibres in Single Yarns,” *Text. Res. J.*, **26**, P 326 (1956)
- 5) G. Ridding; “An Experimental Study of the Geometrical Structure of Single Yarns,” *J. Text. Inst.*, **50**, T 425 (1959)
- 6) 田中; “紡績単糸中の繊維の移転に関する研究 (移転度の計量法について)” *名工大学報*, **14**, 296 (1962)