技術動向

新しい結束紡績糸

浅野忠七男^{*1}・山形 誠一^{*2}・中山 隆^{*3}

1. はじめに

国内外で生産されている繊維のうち合成繊維の過半数、天然繊維の大半がステープル繊維であり、その大部分は紡績されスパン糸として使用されている。紡績は繊維産業の中で重要な位置にあり、一つの大きな柱である。

しかし、わが国の紡績は設備過剰、輸出環境の悪化、発展途上国の追上げ、労務コスト、エネルギーコストの高騰などの悪要因から不況が長く続いており、斜陽産業の代名詞と化しているのが現状である。

現在広く用いられているリング紡績法は150年以上の歴史を有し完成された技術である。またその糸は汎用性、多様性に優れたものである。しかしながら、上記の如き悪環境下において技術革新を行なうことなくリング紡績にのみ固執しては、わが国の紡績産業の今後の発展は望めないことになる。

我々は十数年前よりいくつかの革新紡績法を検討してきた。その一つはオープンエンド紡績法であり、他の一つは無撚紡績法である。このうち無撚紡績法の検討の延長線上で我々は新しい結束紡績法を見出し、数年の研究の末、実用化させるに至った。

ここでは、この新しい紡績法により得られる“結束紡績糸”について紹介する。

2. 製造プロセス

スライバまたは粗糸をローラドラフト部に供給し、ドラフトされた薄いフリース状の繊維束に仮ヨリを加える場合、次の現象が知られている。

(1) フロントローラアウトでヨリに捕捉されない耳部

繊維が発生する。

(2) 得られた糸状繊維束の表面に、不完全ながら無ヨリ状の繊維束を縛り付けている結束繊維が散見される。

また、この現象を利用した紡績糸に Du Pont 社の Fasciated Yarn がある¹⁾。

我々の技術はこれらと同じカテゴリに属するものであるが、新しいプロセスにより均一な結束構造を有し、適用する繊維の種類に制限がなく、汎用性が広いという特長を有している。

図1に結束紡績糸の製造原理を示す。このプロセスは、

図1 結束紡績糸の形成原理

ドラフトされたフリース状繊維束を加ネンし、ヨリに捕捉されない耳部繊維を定期的に発生させ、耳部繊維と加ネンされた繊維束を分離して移送し、これをスムーズに一体化し、しかる後解ネンすることからなる。これにより、無ヨリ状の繊維束を結束繊維が定期的に縛り付けている紡績糸が得られる²⁾。

図2に開発した結束紡績糸製造プロセスの具体的構成を示す。空気ノズルによる仮ヨリ装置、上下のフロントローラに取付けた下流方向に楔状に開口したコンベアバンド、サクシジョン装置に連結したコレクタ部材を備えている。

ドラフトされたステープル繊維はフロントローラから糸形成域にニップ供給され、空気ノズルにより仮ヨリ作用を受ける。その際、コンベアバンドおよびコレクタ装置により耳部繊維の発生、移送、一体化の作用を受けるので、空気ノズル通過後結束紡績糸が形成される。

New Fasciated Yarns
TADANAO ASANO^{*1},
SEIICHI YAMAGATA^{*2},
TAKASHI NAKAYAMA^{*3}

Toray Industries Inc.
Fibers & Textiles Research Laboratories

東レ株式会社繊維加工研究所 ^{*1} 繊維加工研究室長、

^{*2} 主任研究員、^{*3} 研究員

図2 結束紡績系の製造装置

3. 糸構造

3.1 形状

図3に結束紡績系と従来のリング系、オープンエンド系とを比較したSEM写真を示す。

結束紡績系の構造は、無ヨリの芯繊維束とその周囲をらせん状に巻回する結束繊維とからなる。構成繊維の大多数を占める芯繊維束は多少の交互ヨリを含むが実質的には無ヨリである。結束繊維は通常1~10本存在し、ほぼ一定角度、一定方向に芯繊維束の周りをらせん状に巻回結束し、芯繊維束に糸としての強力を与える。

結束繊維のらせんの方向は空気ノズルによる加ネン方向と逆向きであり、通常はリング系にならいZヨリにな

るように製造するとよく、紡出糸はSトルクを有する。

一般に結束紡績系に含まれる糸構造を分類すると図4に示す5種類の形態がある。

このうち我々が実用化した結束紡績系の構造は、ほとんどの部分がタイプ1の規則的な巻付部を有している。タイプ3, 4は部分的に含まれるが、タイプ2, 5は殆んど存在しない。結束繊維の乱れは精紡条件、使用する繊維の性質に左右され、もめんのように開繊性の良い繊維を使用

すると図5に示すような結束の乱れを生じやすい。

図4 結束紡績系の糸形態

リング系

オープンエンド系

結束紡績系

図3 各種紡績系の糸構造

図5 結束紡績糸(ポリエステル、綿混)

3.2 O.F.R (オーバーフィード率)

結束紡績糸の糸形態、糸特性を決定づける工程条件は、糸形成部で繊維束に加える仮ヨリ数である。空気仮ヨリノズルを使用することの方法において、仮に圧空圧力を一定とすれば仮ヨリ数はフロントローラ、デリベリローラ間で繊維束に与えるO.F.R (オーバーフィード率)と対応して増減する。すなわち、この方法におけるO.F.Rはリング紡績におけるヨリ数に相当するものと考えてよい。

図6はO.F.Rとそれに対応した結束紡績糸の糸形態を示している。O.F.Rが大きくなるにつれて結束繊維の巻付ピッチPが小さくなり、巻付き角度 θ は大きくなる。また糸形態はジグザグ状となり、残留トルクが増加してスナールも強くなる。

図6 O.F.Rによる糸構造の変化

結束紡績糸により通常のヨリ程度のリング糸による織物に近い風合を得るには、O.F.Rは1~4%が適当である。この場合、糸形態はストレート状であり滑らかな感触を与え、リング糸と同様の用途に用いることができる。

強ネン糸によるボイル織物などのシャリ味のある風合を得るにはO.F.R 10%近辺が好ましい。この場合はジグザグ状の糸形態により強いシャリ味を有するので追ネンすることなく強ネン調織物を容易に生産できる。このことは我々の結束紡績糸の一つの特徴である。

4. 糸特性

4.1 一般的糸特性

結束紡績糸、リング糸およびオープンエンド糸について一般的な糸質の相対比較を表1に示す。

表1 各種精紡法の特徴

	リング糸	オープンエンド糸	結束紡績糸
強度	○	×	△
糸ムラ	○	○~△	○
カサ高性	○	○	△~×
繊維配列・光沢	○	×	○
毛羽	△	○	○
可紡範囲	○	×	○
生産性	×	△	○
省エネルギー	△	×	○

結束紡績糸は強度でオープンエンド糸に勝るが、リング糸対比ではやや劣る。糸ムラはリング糸と同等である。繊維配列、光沢は良好であるが、実ヨリ構造を有さないため光沢の質はリング糸と異なる。毛羽はリング糸より少ない。カサ高性はリング糸、オープンエンド糸にくらべて低く、今後の改善検討が必要であろう。

トータルでオープンエンド糸並あるいはそれより優れた汎用性を発揮する能力があると考えている。

4.2 糸質の具体例

糸特性の一例を表2に示す。

この場合、結束紡績糸のリング糸対比強度の低下は、44mmステープル使いで8%、120mmケン切ステープル使いで3%であり実用的には全く問題ない範囲である。

結束紡績糸の特徴は毛羽が少ないことであり、表2の場合ではリング糸よりも40%少ない。これは特有の糸

表2 結束紡績糸の糸質比較

番手 1/100Nm	ポリエステル 1.5 d×44mm		ポリエステル 1.5 d×120mmV	
	結束紡績糸	リング糸	結束紡績糸	リング糸
平均強力 g	261	286	302	312
最大強力 g	370	366	396	390
最小強力 g	190	204	216	222
伸度 %	13.7	14.2	18.8	17.5
糸ムラ U%	12.5	12.4	12.2	12.8
毛羽本数 本/m	217	350	147	238

構造に起因するものと考えられる。糸の毛羽が少ないことは紡績以降の加工工程の効率を向上させたり、プリント加工した場合鮮明な柄が得られるなどの効果につながる。

図7にポリエステル/綿混紡糸のS-S曲線をリング糸、オープンエンド糸との対比で示す。結束紡績糸は強伸度特性上、リング糸とオープンエンド糸の中間に位置しており、立上り特性も類似的の性質を示す。

図7 精紡法によるS-S曲線の比較

表3 番手と強力の関係

		強力 (g)		対リング強力比
		結束紡績糸	リング糸	
100S	ポリエステル	173	193	0.90
60S	"	260	281	0.93
30S	"	540	650	0.83
20S	ポリエステル・綿混	601	764	0.79

表3に番手別の強力比較を示す。結束紡績糸は番手が太くなくても結束繊維の本数はあまり増加しないため強力は比例的な増大を示さない。したがって、細番手では対リング糸5%程度の強力ダウンであるが、太番手になると20%あるいはそれ以上低下する傾向にある。

4.3 O.F.R.と糸質

結束紡績糸において、O.F.R.はリング糸のヨリ数に相当する重要な項目であることは前述のとおりであるが、O.F.R.の変化による強伸度の変化を図8に示す。

O.F.R.が低いほど高強力、低伸度の傾向となるが1%以下では未結束部の発生が頻繁になり、一般的には強力が低下する傾向が認められる。

次に高O.F.R.糸のS-S曲線を図9に示す。

図8 O.F.R.と強伸度の関係

図9 高O.F.R.糸のS-S曲線

高O.F.R.糸のS-S曲線の特徴は、切断点に至るはるか手前で強力が落ち込みがみられることである。これは芯繊維束がジグザグ構造をとるため初期引張りに対し結束繊維に負担がかかり、芯繊維束が直線化するまでに一部

の結束繊維が切断するためである。このような現象はO.F.R 1~5%の糸では見られず、高O.F.R糸特有の現象である。従って、高O.F.R糸を用いて編織加工を行なう場合は張力管理などに留意する必要がある。

4.4 毛羽の方向性

結束紡績糸には、図10に示すような紡出方向との関係で毛羽の方向性がある。

このことは糸形成原理からも自明であるが、先に形成された結束繊維の上に順次結束繊維が形成されてゆくので、紡出方向に対する結束繊維の先端は自由端として毛羽になり、後端は他の結束繊維に押えられるか芯繊維束に含まれ毛羽にはなりにくい。

従って、図10においてA方向のしごきに対しては結

図10 結束紡績糸の毛羽と紡出方向の関係

束繊維がずれやすくネップ状となり糸の品位を低下させる。逆のB方向へのしごきに対しては結束繊維はずれにくく、また一旦ずれた結束繊維を元に戻す効果がある。結束紡績糸にはこのようなしごき方向とネップ発生について方向性があるので、加工時にはこの点を考えた工程設計を行なうことが望ましい。

5. 製品展開

5.1 一般的な織物

ポリエステル100%、糸番手1/100Nmのリング糸と結束紡績糸とを用いた織物の特性を表4に示す。

物性値に大差はないが、通気性、曲げ剛性からみて結束紡績糸使いはリング糸使いにくらべてカバリング性が若干劣り、風合も若干硬いといえる。この風合の差については適正な原綿構成、後加工条件の選択により、リング糸と同等なレベルにすることが可能な範囲である。

従って、結束紡績糸による製品展開は通常のリング糸と同様の用途に使用できると考えてよい。

5.2 カーペット

結束紡績糸はパイルを解繊させるタイプ、および細番

図11 結束紡績糸によるカーペット

表4 織物の性能

ポリエステル100%, 平織物	結束紡績糸	リング糸
糸番手 Nm	100	100
密度(タテ×ヨコ)本/cm	37×35	37×35
目付 g/m ²	70	70
厚さ mm	0.14	0.15
引裂強力 g	1150×970	1160×950
曲げ剛性 g·cm ² /cm×10 ⁻²	2.0×1.6	1.9×1.5
空気透過性 cm ³ /cm ² /sec	150	135

手によるサキシニ調のカーペットに好適である。具体例を図11に示すが、上からナイロン2/5 Nm 使いプラッシュ、下がナイロン2/8.5 Nm 使いサキシニ調である。また、ベロアカーペットにも用いることができる。

結束紡績糸はリング糸にくらべ、タフト性が良い、すじ立ちが少ないなどの特徴があり細番手の経済性も期待できる。

なお、シャギー、本格的サキシニタイプについては高不足であり現状では適用が難しい。

5.3 ファンシ糸

この結束紡績糸は精紡工程の条件変更だけで意匠ネン糸調の外観を付与することができ、ファンシヤーンとし

図12 結束紡績糸によるファンシ糸

て使用できる。

図12に例を示すが、太番手であればカーテン、椅子張りなどのインテリア用途に、中番手では衣料用途に好適である。

6. まとめ

以上我々の開発した結束紡績糸を説明したが、その特長をまとめると次のとおりである。

- (1) 番手範囲が0.5s~120sと広く、従って製品の応用範囲も広い。
- (2) 繊維長、織度に制限がなく、どのような種類の繊維でも使用できる。
- (3) 通常のリング糸外観の糸から、強ネン調あるいはファンシ調外観の糸まで製造できる。
- (4) 紡速が最大300m/minと高生産性であり、かつエネルギー節減型の精紡法である。

総合的にみて、この結束紡績糸はリング糸やオープンエンド糸の弱いところを補完したり、またかなりのところまで代替できるものと考えており、さらに完成度を高めて紡績産業、繊維産業の活性化の一手段として役立てるべく開発検討を続けている。

付記：本件は昭和56年度繊維学会技術賞の荣誉に浴した。

引用文献

- 1) 特公昭43-28250(Du pont)
- 2) 特公昭52-43256(東レ)
特公昭55-488 (東レ) など

(昭和56年10月3日受理)