新しい結束紡績技術*

中山 隆**

技術解説

1. はじめに

結束紡績法は、今から約20年前の Du Pont 社 Rotofil に始まり、それ以来多くの方法が開発されてきた。現在では綿混用紡機としての実用化が進みつつあり、フリクション式 OE とならびおおいに注目を集めている紡績技術の一つである。この方法は、ロータ式 OE の数倍の高生産性と細番手紡出性、低いエネルギーコストなど優れた特徴を有するが、一方ではリング糸に比べて風合いが硬い、表面品位が異なるという欠点をあわせ持つ。したがってこの技術を生かすには糸特性に合せた用途開発および糸質改良の可能性がポイントとなってくる。

当社は独自技術による結束紡績法を開発し昭和50年より社内生産に利用するとともに、結束紡績糸の特性を生かした使い方、風合い改善を検討してきた。ここでは、ポリエステル/綿混を中心に当社結束紡績技術の概略と得られる糸、布帛特性について紹介する。

2. 糸形成プロセス

2.1 原理および装置

結束紡績の原理はすでに前報¹⁾で解説しているが、図1により簡単に説明する。

繊維束をドラフトし、ドラフトされたりボン状フリースにノズルで仮燃を付与する。大部分の繊維は単に仮燃を受けるだけであるので、フロントローラとノズルの間でいったん加熱されるが、ノズル通過後は解燃されて無燃となる。結束紡績ではフリースを加熱するに際し、その両耳部に攪りに捕捉されないフリーファイバを発生させることがポイントである。そして少なくとも片端がフリー状態、すな

わち無燃状態にあるフリーファイバを加熱状態にある繊維束と一体化させることにより、芯繊維束とフリーファイバとに異なる燃数を持たせることができる。この状態でノズルを通過すると、芯繊維束は解燃されて無燃となるが、表層のフリーファイバは燃数差の分の実燃を持って芯繊維束の周囲に巻付く結束繊維となり結束紡績糸が形成される。

図1 結束紡績のプロセス

結束紡績では仮燃を付与するエアノズルに加えてフリーファイバを連続的に発生させ制御するための装置が必要なことは糸形成原理からも自明である。このための装置としてアスピレータ、逆燃りノズル等が知られており、当社では独自のコンベヤバンドを使用してきた。図1に示すプロセスは綿混用として用いているもので従来のコンベヤバンドに代わり、新たにフリースセパレータを用いたものである。このフリースセパレータは吸引空気流によりフリーファイバを分離、移送する機能を有するものであり、風綿対策、耐久性等の点でコンベヤバンドに比べて優れている。また、繊維長、紡出番手に応じて適正なスペックのものをを用いれば、ポリエステル/綿混の短い繊維からウールのような長い繊維まで、またカーペット用の太番手糸も紡出することができる。

* New Spinning Technology of Faciated Yarn.

** T. Nakayama, 東レ 繊維研究所 繊維加工研究室

図2 糸形成の状態

図2はフロントローラとフリースセパレータの間の繊維の状態を写した写真である。ノズルにより加燃された繊維束と、その両隣りにフリースセパレータにより分離され然りに捕捉されていないフリーファイバが確認できる。フリーファイバはこのうち、空気流により制御されて加燃繊維束と一体化され結束紡績糸を形成するのである。

図3 生産機（綿混用）

つぎに生産機の一例を示す。図3はフリースセパレータ方式を取入れたポリエステル/綿混用の機械である。主な仕様は120錠建両面機、繊維長38mm、紡速150/180m/min、使用空気圧2.5~3.5kg/cm²（ゲージ圧）、番手はNe20~60、混紡率はE100%~E50C50まで紡出できる。またスラブキャッチャを組込みノーリワインドシステムとすることができる。

2.2 プロセスの特徴

フリースセパレータを用いた当社プロセスの特徴をまとめるとつぎのとおりである。

- (1) 天然繊維、合成繊維を問わず紡出できる。
- (2) 適正なドラフト部および糸形成部を使用することにより番手範囲Ne3~80、繊維長範囲25mm~200mmの広い範囲が紡出可能。
- (3) 紡速は常用150m/min以上が可能で紡出番手にあまり左右されない。現在のところ紡速はノズル

ル性能によって上限が定まり他に限定条件はない。したがってノズルの加燃性能が向上できれば200m/min以上の紡速も可能であろう。

(4) 精紡電力原単位(kWh/kg)は糸番手Ne25以上でリング糸より低く、細番手化するほどその差は大きい。したがって省エネ型紡機といえる。電力の大半はノズル用の圧空にとられており、ノズルの加燃性能が電力コストに影響するファクタとなる。

(5) 紡出開始操作はスライバをドラフト部に供給するだけでよく、糸はノズルから自動的に出てくるので容易である。一方、糸切れ時の人手による糸継ぎ（巻取チーズの端糸と紡出糸のつなぎ）は困難であるので、ノーリワインド前提の場合は自動糸継機を用いることが必要である。

3. 糸の構造および特性

図4に結束紡績糸の糸構造をリング糸、ロータ式OE糸との比較で示す。写真からわかるように結束紡績糸は実質的に無燃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構成される。結束繊維は通常数本~十数本存在し、ほぼ一定方向、一定角度で芯繊維束の周囲をらせん状に巻回結束して糸としての強度を与える。

このように糸構造はリング糸のような全体の実燃構造ではなく結束繊維だけが実燃を有する構造になっている。したがって結束繊維の均一性が糸強度、あるいは製品品位に対し影響する大きな要因である。

結束繊維の均一性を高めるにはノズルおよびフリースセパレータの機能が最も重要であるが、紡出条件的にはドラフトされてフロントローラから排出されるフリースの幅が重要である。この値は通常のリング精紡に比べて広幅とする必要がある。広幅フリースを得るために通常スライバ供給が行われ、粗糸の場合は2本供給するなどして必要幅のフリースを作る工夫が必要になる。

結束繊維の巻付ピッチはフロントローラとデリベリローラとの間のオーバフィード率により主として決定される。そしてこのオーバフィード率は糸形態、糸特性を決める重要な条件である。オーバフィード率は2%から最大40%程度まで変更可能であり、図5に示すように低いとストレート調のソフトでなめらかな感じの糸になり、高いと凸凹の外観のしゃり味の強い糸になる。

したがって、リング糸代替用途にはオーバフィード率2~5%が適している。またオーバフィード率10%以上の糸はしゃり味を有するので追燃する

リング糸

オープン エンド糸

結束紡績糸

図4 結束紡績糸の糸構造

オーバ フィード率

4%

10%

20%

図5 オーバ フィード率による糸形態の変化

ことなくリング糸の強燃糸使いの風合いを有する布帛とすることができ、また表面の凸凹形状を強調すればファンシ糸としての意匠効果を付与することができるので、春夏向の衣料素材として好適である。

つぎに結束紡績糸のS-S曲線をオーバ フィード別に図6に示す。オーバ フィード率3%の場合はリング糸と同様のなめらかな曲線を描いており、強力はやや劣るが伸度は同等である。一方、オーバ フィード率を上げていくと高伸度、低強力の傾向がはっきりみられるとともに、注意すべきことは初

期の立上がり時点で強力の落込みがみられることである。これはこの時点で一部の結束繊維が切断していることと考えられる。したがって高オーバ フィード率の糸を使う場合は後工程で過大な張力がかからないよう注意する必要がある。

表1は結束紡績糸の糸質をリング糸との比較で示すものである。左側はポリエステル綿混のNe 45、右側はポリエステル牽切紡100%のNe 60である。

通常結束紡績糸の強力なリング糸対比10~20%低下する。表の場合はポリエステル綿混糸で15%、ポ

図6 結束紡績糸のS-Sカーブ

リエステル牽切紡使いで4%の低下である。リング糸との強度差は番手が細いほど、また使用繊維長が長いほど少なくなる傾向がみられる。伸度、糸むら特性はリング糸と同等である。毛羽数は素材により異なるが、リング糸より少な目である。

つぎに図7によりポリエステル綿混糸で綿混紡率

図7 混紡率と糸強度

を変えた場合の糸強度の変化を説明する。糸強度は番手強度積で示している。リング糸・結束紡績糸とも綿の混紡率が増加するほど強度が低下するが、結束紡績糸は綿混紡率が50%以上になるとリング糸との強度差が大きくなる。すなわちポリエステル100%で番手強度積13 000～16 000あるものが、65/35で9 000～11 000、50/50で約8 000、綿100%では5 000まで低下する。また綿100%は糸形成はできるが可紡性が低下するので実用化には番手範囲、用途などで制限があると考えられる。我々はニット、織物などを試作した経験から綿混率50～55%までなら十分実用可能であると考えている。

4. 布帛特性

織物特性の一例を表2に示す。この表はポリエステル65%綿混 Ne 20 番手糸使いのシート地のデータである。まず厚さはリング糸使いに比べてやや厚くかさ高である。引裂強度はリング糸とOE糸の中間であり、曲げ剛性はリング糸に比べて明らかに高いがこれはシート地としては実用上まったく差支えない範囲である。

つぎに編物特性の一例を表3に示す。これはポリエステル50%綿混紡糸 Ne 40 番手糸使いのシングルニット地のデータである。結束紡績糸はオーバフィード率3%と9%を比較している、かさ高性は織物と同様リング糸より高い値となっている。引張強度はやや低いが実用上問題ない範囲である。抗ビル性(ICI法5時間)は明らかにリング糸より良好といえる。特にオーバフィード率9%のものは4級と良好である。

以上、布帛特性の一例を示したが、結束紡績糸による布帛をリング糸使いのものと比較するとつぎのようなことがいえる。

- (1) やや厚く かさ高になる。
- (2) 強度特性はやや低下するが実用上問題ない範囲である。

表1 結束紡績糸の糸質

	65/35 ポリエステル / 綿		ポリエステル(1.5 d×120mm)	
	結束紡績糸	リング糸	結束紡績糸	リング糸
強 力				
平 均 (g)	210	242	302	312
C V (%)	11.6	11.9	12.2	11.7
最 大 (g)	270	300	396	390
最 小 (g)	143	177	216	222
伸 度 (%)	9.5	8.9	18.8	17.5
糸むら (U%)	13.1	12.8	12.2	12.8
毛羽数 (本/m)	347	393	147	234

表2 織物物性 (シート地)
(65/35 ポリエステル / 綿, Ne 20)

平織物	結束紡績糸	オープン エンド糸	リング糸
たて×よこ (in)	73×54	73×54	73×54
目付け (g/m ²)	157	158	156
厚さ (mm)	0.28	0.27	0.27
引裂強力 (kg)	3.5×2.8	2.5×1.9	3.9×3.4
曲げ剛性 (g・cm/cm)	0.16×0.08	0.08×0.05	0.07×0.05

表3 編物特性

50/50, E/C 40 s	結束紡績糸		リング糸
	OFR 3 %	OFR 9 %	
目付け (g/m ²)	108	109	105
かさ高度 (cm/g)	4.7	4.8	4.3
引張強力 (kg)	18.1	17.4	22.2
抗ピル性, ICI 5H	2.5	4	1.5
ドレープ係数 (f %)	82	83	86

- (3) 抗ピル性が良好.
- (4) 通気性が高い.
- (5) 曲げ剛性が高い.
- (6) さらっとした風合いを有し, 高いオーバー フィード率糸では良好なしゃり味を有する.
- (7) 光沢はリング糸に比べて低い.

このような特性を有する結束紡績糸は, シーツ, カバー類, シャツ地, ワーキング ウェア, コート地などの衣料, 抗ピル性を生かしたニット, 高オーバー フィード率によるボイル調ファッション衣料, 芯地などの資材用途など, 多くの用途で使用する可能性があると考えている.

5. 糸質改善の可能性

結束紡績糸の問題点として, 曲げ剛性が高いこと, 糸の凸凹による ざらつき感があること, 布帛光沢が少ないことなどが指摘されている. これらの点について我々は結束繊維の巻付ピッチを大きくして滑らかな巻付状態にすることによりある程度改善できると考えている. すなわち巻付ピッチを大きくすることにより結束繊維が芯繊維束を締付ける力が弱まり, 単繊維の自由度が大きくなることにより糸が柔軟化し, かつ凸凹形状が減少するはずである.

表4は糸質改善の一例を示すものであり, リング糸との比較で改善程度を示している. 改善条件のものは, オーバ フィード率, ノズルの空気圧, ノズル形状などを従来条件と変更したものであるが, 糸

表4 糸質改善の一例
(ポリエステル65%, 綿35%, 混, Ne34)

	結束紡績糸		リング糸.
	標準条件	改善条件	
曲げ剛性, g・cm ² ×10 ⁻³	1.57	1.27	0.93
平滑性, μ	1.99	1.61	1.29
糸強力, g	305.4	328.4	399.1

の曲げ剛性が低下しかつ表面の滑らかさも改善されている. 一方, 糸強力はかえて向上している. これは布帛でも同様に柔軟化, 平滑化が確認されている. さらに染仕上加工において適正条件をとることにより風合いはリング糸使いのものに一層近づけることができる.

6. おわりに

以上, 当社結束紡績技術のプロセスおよび製品特性について紹介した. 近年, 数多くの新しい紡績法が開発され実用化されつつある中でも, 結束紡績法は生産性, 可紡範囲, コスト, 糸質などで優れた点を有しており, 今後の発展は糸特性にあわせた適切な用途開発次第と思われる. また糸質についてはリング糸とは本質的に撚り構造が異なるためまったく同じ性質を得ることはできないが, 近づける方向での検討, 改良を続けていくことで, 使用できる範囲を広げていくことができると考える.

参考文献

1) 浅野, 山形, 中山; 繊維工学, 35, P145 (1982-3)