

エアジェット精紡機による多層複合化技術に関する研究

エアジェット精紡機によるウール多層複合化技術

服部安紀、安田篤司

要 旨

エアジェット精紡機によるウールの多層複合化技術についての検討を行うため、芯鞘2層構造糸の紡績方法についての試験を行った。エアジェット精紡機の機械的条件（ドラフト部にガイドを新規に設置、ドラフト方法、中抜きローラーの溝の深さ等）や原料特性（繊維長、織度）と芯鞘の2層構造の関係、リング精紡との違い等を検討した。また2層構造糸使い織物の風合について検討した。芯鞘の2層構造は、画像処理により鞘による芯の被覆率、風合はKESで評価した。その結果、次のような結論を得た。

- ① 粗糸ガイドに鞘、芯、鞘用粗糸を垂直方向または、芯用粗糸を囲むように各粗糸を通すことにより被覆率が向上した。
- ② メインドラフトの中抜きローラーの溝の深さは、深い(1.5mm)方が被覆率を向上する等の最適条件を見出した。
- ③ 鞘に比べて芯に太い繊維を用いた場合でも、エアジェット精紡機は、リング精紡より被覆率が向上できた。
- ④ 芯シロップシャー・鞘メリノ（芯：鞘＝20：80）の2層構造糸を用いることにより、メリノ100%織物よりKOSHIがあり、NUMERI・FUKURAMI・SOFUTOSAはメリノ100%織物と同等かそれ以上の織物を得た。

1 はじめに

最近、親水性繊維と疎水性繊維を、多層状に配置して、吸放湿性能を向上させた紡績糸が開発され、この糸を用いた織物は、夏用の素材として好評を得ている。この糸は、親水性繊維と疎水性繊維を多層状に配置することにより、親水性繊維の水分の吸収力と疎水性繊維の移動・拡散能力を同時に用いることができ、この糸を使用した織物は、親水性繊維単独で使った織物以上の吸放湿性能を発揮している。

このように、2種類以上の繊維を層状に配置することにより、個々の繊維の特性を同時に発揮させることができ、今までにない新しい性能を持った糸、織物の開発が可能となる。

このような多層構造糸のほとんどは、リング精紡機を用いており、繊維のマイグレーションで芯の部分は細い繊維が配置される等の糸構造上の制限が存在する。しかし、エアジェット精紡では、無撚の繊維束を表面の繊維で結束して紡績するため、撚による繊維のマイグレーションはリング精紡より小さくなると考えられ、リング精紡では出来ない糸構造を有する多層構造糸が紡績可能と考えられる。

そこで、エアジェット精紡機を用いた多層構造糸の紡績技術に関する研究を行い、多層構造糸紡績技術および多層構造糸に関する知見を得たのでここに報告する。なお研究は、芯・鞘の2層構造糸を紡績して行った。

2 実験

2-1 試料

試験を行う際、鞘の部分はメリノ60原料粗

糸（繊維長73mm～76mm、繊度20.3 μ ）を用いた。また、芯の部分は表1に示した試料を使用した。

表1 芯の部分に使用した試料

試料	繊維長	繊度	粗糸番手
メリノ30原料粗糸	85mm～90mm	27.5 μ	2//2.6
メリノ60原料粗糸	73mm～76mm	20.3 μ	2//2.6, 2//5.1, 2//3.8
メリノ72原料粗糸	73mm	19.3 μ	2//2.6
シロップシャー粗糸	80mm～85mm	30 μ	2//2.7
モヘア粗糸	90mm～95mm	33 μ	2//2.7

2-2 エアジェット精紡機

エアジェット精紡機は村田機械（株）製ツインスピナーMTS-882を用いた。この精紡機は1鍾につき、2本の結束紡績糸を引き揃えて精紡することができるが、ここでは1鍾につき1本で紡績した。紡績する際、ノズル圧は $N1 = 4 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $N2 = 5 \text{ kgf/cm}^2$ に固定した。

2-3 多層化方法及び評価方法の検討

2-3-1 多層化条件の検討

ノズル圧以外の機械的条件を表2に示すとおりに設定して、芯に黒色メリノ60原料粗糸（黒）、鞘に白色の粗糸を用い、鞘用粗糸4本または8本と芯用粗糸2本で、白含有率66%、73%、80%、84%の2層構造糸1/18を紡績した（白含有率は粗糸番手より換算）。この糸は図1に示す位置に粗糸導入ガイドを設け、前部のガイドに鞘・芯・鞘となるよう水平方向（A）、垂直方向（B）、芯を鞘で囲む（C）ように通して紡績した。

また、比較用のため、同じ粗糸から作った白含有率66%、73%、80%の均一混合粗糸、黒粗糸、白粗糸それぞれを用いて梳毛糸1/18を紡績した。さらに黒、白粗糸から梳毛糸1/36を紡績し、リング撚糸機で空糸とした。

表2 エアジェット精紡機の設定値

設定項目	設定値
ドラフト方法	3線
中抜きローラーの溝の深さ	0.6mm
ノズルとフロントローラーの距離	0mm
フィード率（デリベリローラー/フロントローラー）	0.97

2-3-2 2層構造の評価方法の検討

紡績した糸を5cm×5cmの紙板に巻き、測色機（クラボウ（株）製、カラーセブン）による白度測定を行った。また、画像処理装置（（株）東芝製：TOSPIX）を用い、画像処理で白の被覆率（面積率）を測定して評価した。なお、被覆率は、同含有率の均一混合糸が、しきい値一定で同一の値になるように光源を調節し、測定した。

2-4 2層構造と機械的条件の検討

芯に黒色メリノ60原料粗糸、鞘に白色の粗糸を用い、鞘の含有率を67%、ガイドの通し方をBタイプとし、検討条件以外の機械的条件を表3の標準値として2層構造糸1/18を紡績した。なお、5線ドラフトの場合、粗糸それぞれを一定の割合でブレードドラフトを行う必要があったので、後部ガイドを通し、後部中抜きローラーの溝の深さは、0mmとして試験を行った。

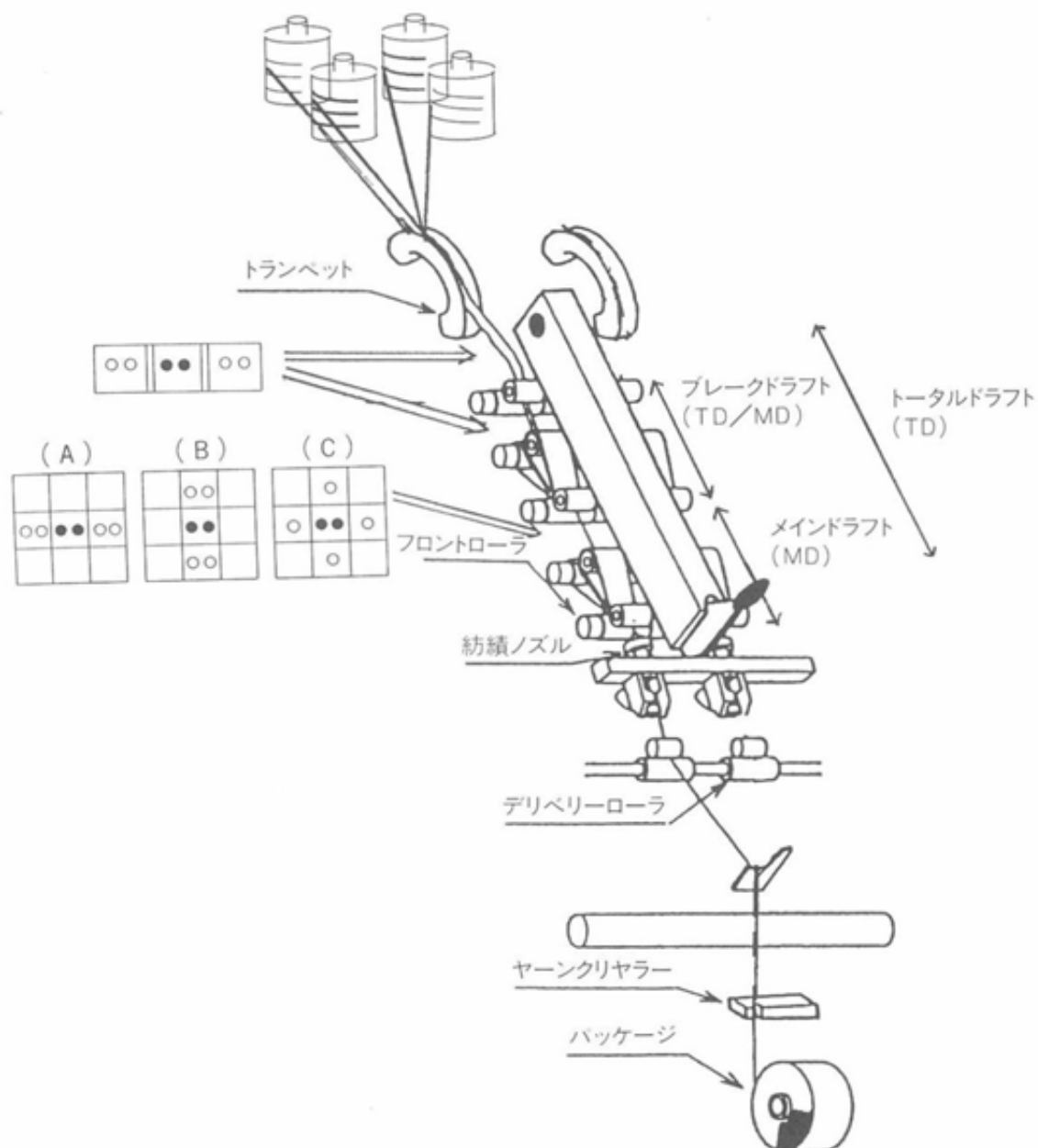


図1 エアジェット精紡機のドラフト部及びガイドの通し方

表3 標準の機械的条件の設定値

設 定 項 目	標準値	変 化 値
ドラフト方法	5 線	5 線、3 線
前部中抜きローラーの溝の深さ	1.5mm	1.5mm、0.6mm
ブレークドラフト(トータルドラフト/メインドラフト)	1	1、1.3、1.6、1.9
ノズルとフロントローラーの距離	0 mm	0、5 mm、10mm
フィード率(デリベリローラー/フロントローラー)	0.97	0.97、0.96、0.95
後部中抜きローラーの溝の深さ*	0 mm(一定)	

* 5 線ドラフトの時のみ(検討項目以外の設定は全て標準値で設定)

2-4-1 ドラフト方法及び前部中抜きローラーの溝の深さの影響

ドラフト方法を3線・5線、前部中抜きローラーの溝の深さを0.6mmと1.5mmに変化させて紡績した。

2-4-2 ブレークドラフトの影響

ブレークドラフトを1倍、1.3倍、1.6倍、1.9倍に変化させて紡績した。

2-4-3 ノールとフロントローラーの距離の影響

フロントローラーに一番近い時を0mmとして、0mm、5mm、10mmと離し、それぞれ紡績した。

2-4-4 フィード率の影響

フィード率を0.97、0.96、0.95と変化させて紡績した。

2-5 芯の原料が2層構造に及ぼす影響

鞘に黒色メリノ60原料粗糸、芯をメリノ30原料粗糸、メリノ60原料粗糸、メリノ72原料粗糸、シロップシャー粗糸、モヘア粗糸（すべて白色）と変化させ、鞘含有率を67%、ガイドの通し方をBタイプとして、2-4で得られた最適条件で2層構造糸1/15を紡績した。

2-6 エアジェット精紡とリング精紡との比較

鞘を黒色メリノ60原料粗糸、芯をシロップシャー粗糸を用い、鞘含有率を67%、ガイドの通し方をBタイプとして、2-4で得られた最適条件で2層構造糸1/15を紡績した。また、同じ原料で同じガイドを用いて、同一番手の糸をリング精紡機（小関登商店製：コンボスピンHSB-12）を用いて紡績した。比較のために、エアジェット糸にはリング糸と同数の撚を加えた（撚数：166.5回/m）。

2-7 2層構造糸の鞘含有率が織物風合に与える影響

鞘にメリノ60原料、芯にシロップシャー粗糸を用いて、鞘含有率67%（ガイドの通し方

B）、80%（ガイドの通し方C）の2層構造糸1/15を2-4で得られた最適条件で紡績した。また、比較用として、メリノ含有率80%の均一混合糸1/15、100%メリノ糸1/15、100%シロップシャー糸1/15を紡績した。

経を梳毛糸2/60とし、緯をこれらの糸に水溶性ビニロン56dを巻き無撚糸として用い、次の条件で製織・仕上を行った。

<製織条件>

経密度：204.7本/10cm

打込数：181.1本/10cm

組織：トルコ朱子織り

仕上：洗絨→煮絨→乾燥→蒸絨

3 試験結果及び考察

3-1 多層化方法および評価方法

測色の結果を図2、画像処理による結果を図3に示す。図の中の交互配列は黒糸と白糸が交互に並らべたもので、空糸状態を想定したものである。図からも分かるように白度測定では、均一混合と交互配列の間にエアジェット糸が存在し、被覆されている状態であるかどうかの判断ができない。それに比べ画像処理では、エアジェット糸が均一混合、交互配列より上に存在しているため、被覆状態であることが判断できる。従って、以後は画像処理で被覆率を測定し、評価した。

また、鞘の含有率が同じの場合でガイドの通し方の違いを検討すると、水平方向に通す（A）よりも、芯を囲むように通したものの（C）、ついで鞘、芯、鞘と垂直方向に通したものの（B）が良好な結果を得た。

3-2 機械的要因の検討

3-2-1 ドラフト方法と前部中抜きローラーの溝の深さの影響

ドラフト方法および前部中抜きローラーの影響を図4に示す。ドラフト方法では明確な

影響は見られないが、中抜きローラーの溝の深さでは、溝の深さが深いほど被覆率がよくなることから分かる。溝の深さを深くすることによりガイドによる粗糸の積層状態が維持されながらノズルに入るため、被覆率が向上するものと考えられる。なお、3線よりも5線の方がドラフトゾーン内の粗糸の動きが安定する。

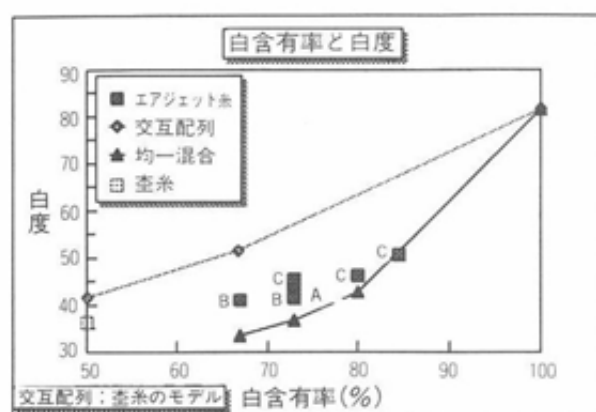


図2 白度測定の結果

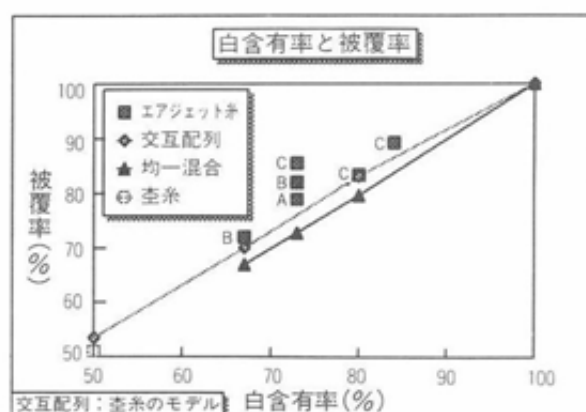


図3 画像処理による被覆率測定の結果

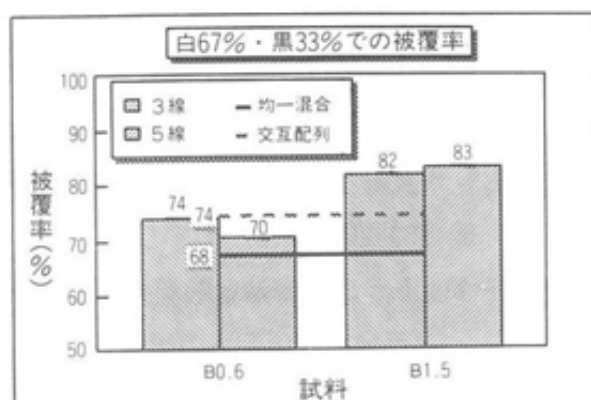


図4 ドラフト方法および前部中抜きローラーの溝の深さの影響

3-2-2 ブレークドラフトの影響

ブレークドラフトの影響を図5に示す。ブレークドラフトをできるだけ小さくするか、またはできるだけ大きくした方が、被覆率は良くなっているが、原因について不明確である。ただ、ブレークドラフトが高くなると、ガイドによる粗糸切れが多発したことから、今回の試験ではブレークドラフトの値1を最適条件と判断した。

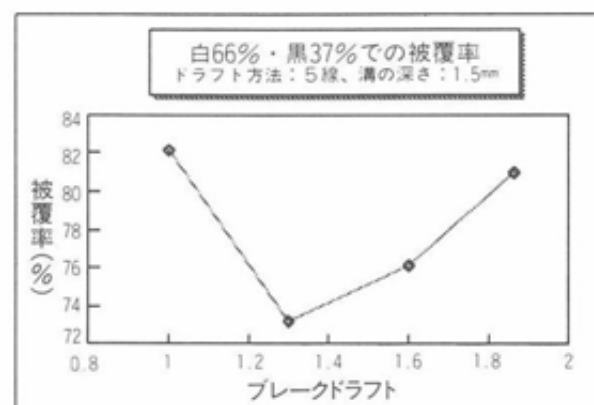


図5 ブレークドラフトの影響

3-2-3 ノズルとフロントローラーの距離の影響

ノズルとフロントローラーの距離の影響を図6に示す。ノズルがフロントローラーから離れる程、被覆率が悪くなる傾向が見られる。ノズルとフロントローラーの間に距離がある程、ダストコレクター（浮遊繊維や夾雑物の吸引除去部）の空気の吸引で繊維束が乱れて被覆率が低下したと考えられる。

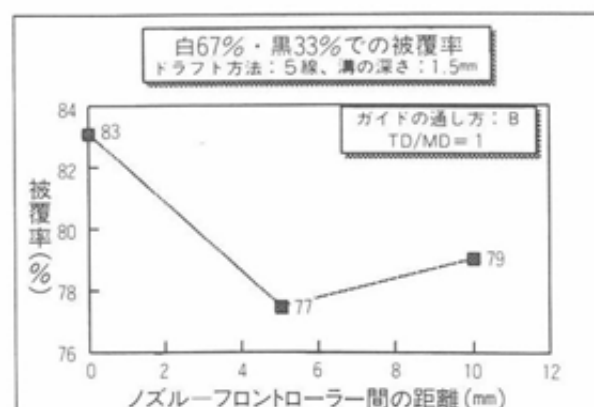


図6 ノズルとフロントローラーの距離の影響

3-2-4 フィード率の影響

フィード率の影響を図7に示す。フィード率が大きい程被覆率が良くなる傾向にある。エアジェット精紡機では、フィード率が減少する程、粗糸がノズル中にオーバーフィードされて、表面の開繊度合が大きくなるため、被覆率が減少すると考えられる。

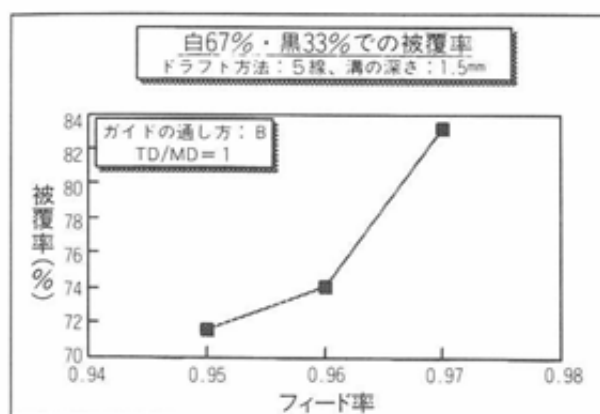


図7 フィード率の影響

以上の結果をもとに、表4のように最適条件を設定した。最適条件で精紡した糸の断面を図8に示す。

表4 機械設定の最適条件

設定項目	設定値
ドラフト方法	5線
前部中抜きローラーの溝の深さ	1.5mm
ブレードドラフト(トータルドラフト/メインドラフト)	1
ノズルとフロントローラーの距離	0mm
フィード率(テリベリローラー/フロントローラー)	0.97
後部中抜きローラーの溝の深さ	0mm

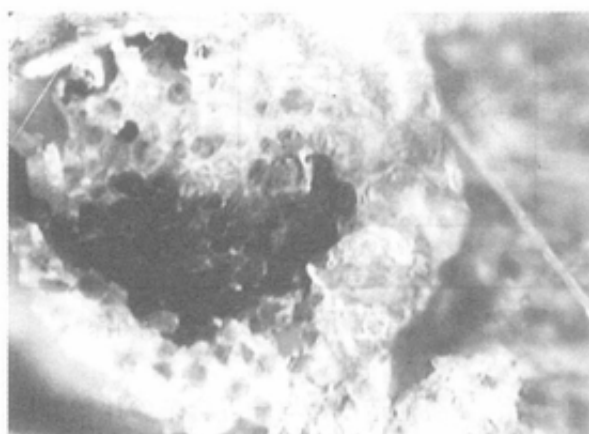


図8 最適条件で精紡した糸の断面

3-3 芯の原料が2層構造に及ぼす影響

芯の繊維と鞘の繊維の繊維長の比と被覆率の関係を示したのが図9、芯の繊維の繊維長と鞘の繊維の繊維長の比と被覆率の関係を示したのが図10である。繊維が太い程、繊維長が長い程被覆率が大きくなっている。ドラフトゾーンに繊維長の異なる繊維が存在すると、繊維長の長い繊維はドラフトにより、繊維長の短い繊維より強い張力がかかるため、繊維長の長い繊維は芯に配置されと考えられる。エアジェット精紡では、ドラフトゾーンにおける繊維の移動は存在するが、撚りがほとんどかからないためドラフトゾーン内の状態のまま結束されと考えられる。そのため、繊維長の長いものの被覆率が向上したのと考えられる。毛繊維は繊維長の長い程、繊維が太くなる傾向があり、図9の繊維度の結果は図10の繊維長の関係とよく似た結果となった。

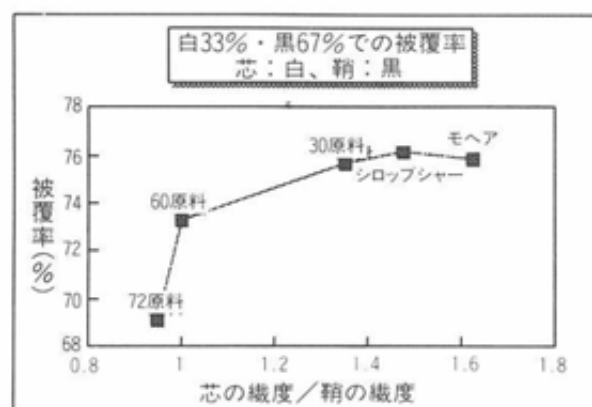


図9 芯の繊維度と鞘の繊維度の比が被覆率に及ぼす影響

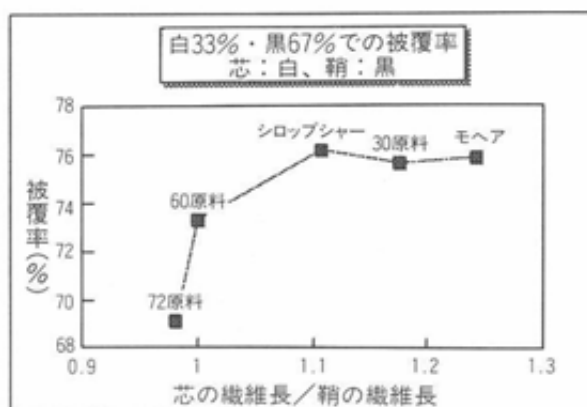


図10 芯の繊維長と鞘の繊維長の比が被覆率に及ぼす影響

3-4 エアジェット精紡とリング精紡との比較

リング精紡とエアジェット精紡との被覆率の違いを示したのが図11である。ここでは、芯に太い原料を入れているので、織度によるマイグレーションのため、リング精紡では、均一混合に近い被覆率67%になっているが、エアジェット精紡では、撚加工の前では被覆率76%（図9）に比べ、撚加工で若干被覆率が下がるが、リングに比べ、高い被覆率73%を示す。このことにより、エアジェット精紡は、繊維長によるマイグレーションはあるけれども、織度によるマイグレーションは少ないと言える。そのため、エアジェット精紡では、リング精紡ではできない芯：太織度繊維、鞘：細織度繊維の2層構造糸の紡績に適していると言える。エアジェット糸の断面を図12、リング糸の断面を図13に示す。

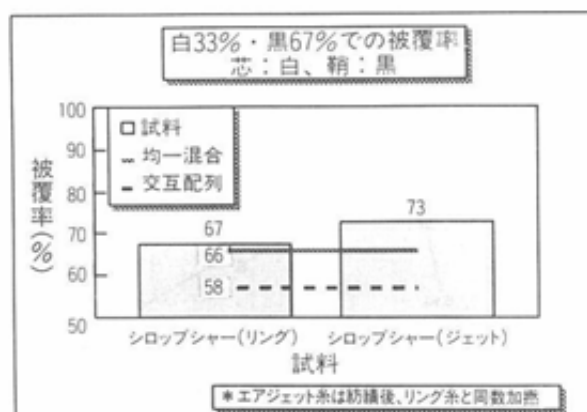


図11 エアジェット精紡とリング精紡の被覆率の違い

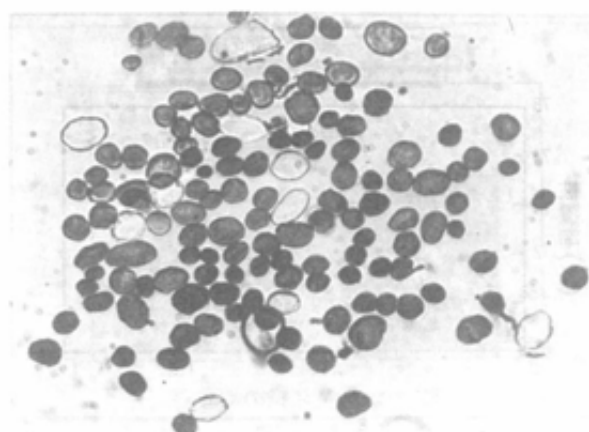


図12 エアジェット糸の断面

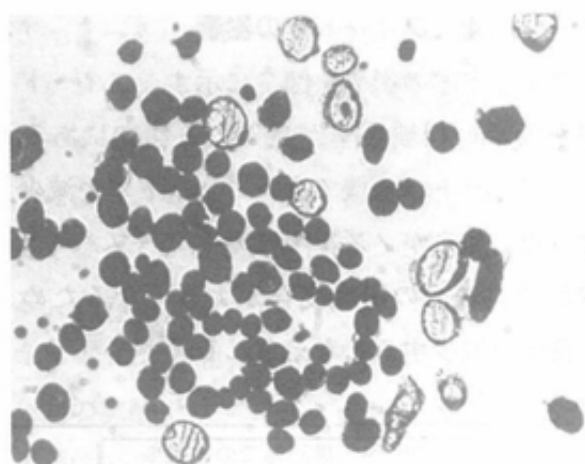


図13 リング糸の断面

3-5 2層構造糸の鞘含有率が織物風合に与える影響

各試料についてKESによる風合測定を行った。なお、風合値計算を婦人外衣中厚地で行った。

芯：シロップシャー、鞘：メリノの2層構造糸を緯糸とした織物で、芯の含有量と織物の風合の関係を示したのが図14である。基本風合値であるKOSHIはシロップシャーが増えるにつれて増加するが、NUMERI、FUKURAMI、SOFUTOSAはシロップシャー20%のもので、メリノ100%のものと同等以上の値を示した。このことにより、芯：20%・鞘：80%の時が最も効率よく被覆できると考えられる。

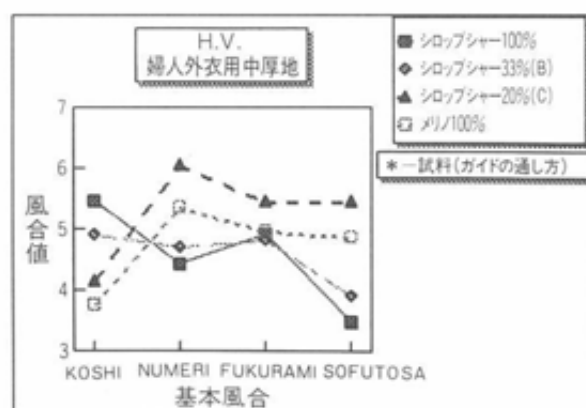


図14 鞘含有量と織物風合の関係

また、2層構造糸と均一混合糸の比較では、図15が示すように、均一混合糸はシロップシ

ヤー 100%に似た傾向を示し、シロップシャー20%の2層構造糸はメリノ 100織物と似た傾向を示すことが分かった。

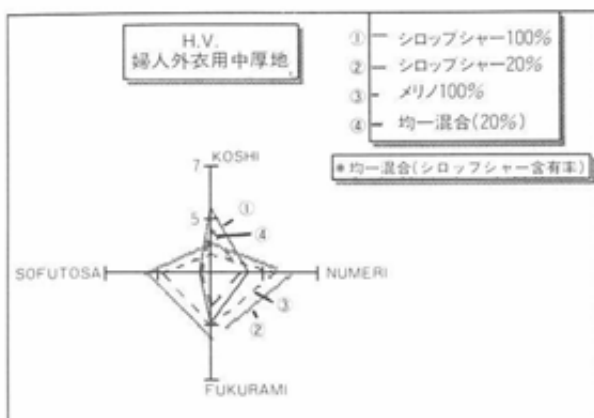


図15 2層構造糸と均一混合糸の織物風合の違い

4 おわりに

エアジェット精紡機を用いた2層構造糸の紡績方法を検討するため、ドラフト部にガイドを設置し、ドラフトゾーン内の粗糸を制御する方法で、2層構造糸を紡績した。この糸を試料として、評価方法、機械条件、芯の原料特性について検討した結果、評価方法では画像処理による被覆率測定が有効で、ガイドの通し方を鞘、芯、鞘と垂直方向あるいは芯を囲むように通すのが良好であった。また、機械条件では、ドラフトゾーンにガイドを用いた時、中抜きローラーの溝の深さを深くする等、2層構造糸の被覆率が向上する最適条件を見い出した。原料特性では、エアジェット精紡機は、繊度による繊維の移動はほとんどなく、ドラフトにより起こると思われる繊維長による繊維の移動が観察された。その結果、エアジェット精紡では繊維長の長い繊維を芯とした時の被覆率が向上することが分か

った。また、芯に太い繊度の原料を用いた時のリング精紡2層構造糸とエアジェット精紡2層構造糸（リング精紡糸と同数の撚を加撚）を比較した結果、撚の影響により、リング精紡は均一混合状態になるのに対し、エアジェット精紡は、撚によりわずかに減少するけれども2層構造を維持することが分かった。

芯シロップシャー、鞘メリノ2層構造糸が織物風合に及ぼす影響について検討した結果、シロップシャー量が増加するとともに KOSHIのある織物になるが、シロップシャー20%メリノ80%2層構造糸使い織物で、NUMERI、FUKURAMI、SOFUTOSAが、メリノ 100%糸使い織物と同等かそれ以上の風合となった。また、同含有率の2層構造糸使い織物と均一混合糸使い織物との風合を比較すると、2層構造糸使い織物はメリノ 100%使い織物と似た傾向を示すのに対し、均一混合糸使い織物はシロップシャー 100%織物と似た傾向を示すことが分かった。

5 謝辞

本研究の遂行にあたって、ご助言及び試料手配等の協力を賜った元鐘紡株式会社繊維技術次長前田秀夫氏ならびに関係各位のご好意に、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 森橋：織機誌,42,2,P88('89)
- 2) 森橋,太田,山口：織学誌,49,7,P252('93)
- 3) 華,原川,金：織機誌,44,7,T148('91)
- 4) 日本繊維機械学会編：合織の紡績・製織技術