長・短繊維からなる混紡スライバの構造解析

岐阜大学工学部 野 田 隆 弘 (会員)

岐阜大学工学部 近 田 富士雄 (会員)

岐阜大学工学部 岡 村 政 明 (会員)

Structural Analysis of Blended Sliver Composed of Long and Short Fibers

Takahiro Noda, Fujio Konda and Masaaki Okamura

Faculty of Engineering, Gifu University, Yanagido, Gifu

Abstract

The Fiber leading end density in the blended sliver composed of long and short fibers was measured and cross-sectional number of fibers was obtained by using sliver diagram. The sliver structure was analyzed along the sliver axis.

Subsequently, the influence of various drafting conditions on the sliver structure was also examined.

The results obtained are as follows :

(1) Variations in the fiber leading end density of short and long fibers in the blended sliver showed a similar tendency along the sliver axis. In all regions along the sliver axis, variation in the fiber leading end density of the short fiber component is larger than that of the long fiber component.

(2) In the blended sliver composed of long and short fibers, there are a large number of short fibers in the region where the sliver gets thicker. On the other hand, there are a large number of long fibers in the region where it gets thinner. This tendency gets more and more noticable with an increase in draft ratio and roller gauge.

(3) The correlation coefficient of the cross-sectional number of long and short fibers increases in accordance with draft ratio and roller gauge. The phase of short fibers advances a little more than that of long fibers.

(Received September 1, 1994)

(Accepted for Publication November 9, 1994)

摘 要

目的 長短2種類の等長繊維からなる混紡スライバの長繊維と短繊維の繊維本数を実測し、長繊維と短繊維の混合状態を求める。これによりスライバの構造解析を行い、混紡スライバの長さ方向の構造を明らかにすることを目的とする。

成果 (1) 長短2種類の等長繊維からなる混紡スライバの繊維先端密度は長繊維、短繊維とも同様な傾向で変化する。いずれの位置においても、短繊維の変化が長繊維より大きい。

(2) スライバの太い部分に短繊維、細い部分に長繊維が多く存在する。この傾向はドラフト比の増大により、一層顕著となる。

(3) 種々のドラフト条件において、長繊維と短繊維の断面繊維本数の相互相関係数の極大値はほぼ同じである。短繊維の位相が長繊維より少し進んでいる。

(平成6年9月1日受理)

(平成6年11月9日審査終了)

1. 緒 言

消費者の多様なニーズ、製品の高付加価値化および各種の用途開発に対応するために紡績分野では繊維長、繊維原料、織度など著しく特性の異なる素材

の組み合わせによる様々な混紡が盛んに行われている。混紡の主目的は各繊維を均一に混合し、高品質の糸を製造することである。しかし、混紡は多成分系のために混合むらの発生を避けることができず、後工程において種々の課題を引き起こしている。

これまで、混合むらの測定、評価に関する研究は糸を対象として多くの報告がなされているが、繊維本数の多いスライバを対象とした報告はあまりなされていない。そのなかで石川ら¹⁾はギルスライバの断面繊維本数から混紡むらを混紡率の変動率で表し、大沢ら²⁾は練条スライバの断面における繊維の分散状態から混紡率の変動率を求めている。また、M. Hannah³⁾は梳毛英式前紡でトップスライバの混合効果の向上に関する理論的研究を行っている。

しかし、これらはいずれも紡出後の繊維束における混合むらの理論的研究、評価が中心であり、ドラフトプロセスの解析により、紡出スライバの構造解析を行い、混合むらの発生機構を明らかにする試みはなされていない。

筆者らは前報⁴⁾で混合むらの発生機構を明らかにすることを目的に、繊維長の異なる長短2種類の等長繊維からなる混紡スライバのドラフトプロセスを解析し、プロセスを構成する要素間の関係を明らかにした。この関係より供給スライバの太さから計算により紡出スライバの太さを求めた。その結果、スライバの太い部分に短繊維が、細い部分には長繊維が多く存在し、混紡スライバ全体の断面繊維本数の変動は短繊維のそれに大きく依存していることを示唆した。

本報は混紡スライバの長さ方向の構造を明らかにすることを目的とした。長短2種類の等長繊維からなる混紡スライバの長繊維、短繊維の本数をスライバの長さ方向に沿って実測し、繊維先端密度を求めた。繊維先端密度の変化から断面繊維本数の変化をスライバダイアグラムにより計算し、長繊維と短繊維との混合状態を求め、スライバの長さ方向の構造解析を行った。また、種々のドラフト条件がスライバの構造に及ぼす影響についても検討した。

2. スライバの構造解析方法

混紡スライバの長さ方向に長繊維および短繊維の繊維本数がどのように変化しているかを知るために、繊維先端密度の変化を求めた。スライバ軸上の微小区間 Δx に存在する繊維先端の本数を Δn とすると、繊維先端密度は $\Delta n / \Delta x$ で表され⁵⁾、この区間が繊維長以下の場合には繊維先端密度の変化はスライバの断面繊維本数の変化にほとんど影響を及ぼさないことが明らかにされている⁶⁾。

本研究ではコムソータを用い、繊維先端の本数を実測した。コム間隔は6mmであるのでこの間

隔が微小区間に相当するとして、予備実験でコム間隔を6mm、12mm、18mmの条件で混紡スライバの繊維先端の本数を実測したところ、いずれのコムにおいても繊維先端密度は、ほぼ同じ変化を示した。そこで、計測の煩雑さ、労力を考慮し、実験効率の点からコム間隔を18mmと決定した。そこで区間18mmに先端のあるすべての繊維を抜き取り、長繊維と短繊維に分離した。それぞれの繊維の重量を測定し、繊維本数を求め、この区間の繊維先端密度とした。なお、長繊維、短繊維とも区間内では均一に分布していると仮定した。この測定をすべての混紡スライバについてスライバ長さ230cm、128区間にわたり行った。

混紡スライバの繊維先端の位置を順に並び替えて図1(A)のスライバダイアグラムを得る。位置 x における断面繊維本数は x から繊維長 l だけ離れた $x-l$ と x との間に先端を持つ繊維の総数である。このように全区間について断面繊維本数を求めることができる。一例を図1(B)に示す。

本研究に使用した長短2種類の等長繊維からなる混紡スライバは長繊維の繊維長76mm、短繊維の繊維長51mmで重量混合率は50%、スライバ番手16.5ktex、両繊維とも織度3dのアクリルである。

Fig. 1 Sliver diagram and cross-sectional number of fibers : (A), sliver diagram ; (B), variation in cross-sectional number of fibers

Fig. 2 Variation in fiber leading end density : draft ratio, 6 ; roller gauge, 100mm ; $\triangle$, long fiber ; $\blacktriangle$, short fiber

Fig. 3 Variation in cross-sectional number of fibers : draft ratio, 6 ; roller gauge, 100mm ; $\triangle$, long fiber ; $\blacktriangle$, short fiber ; $\diamond$, total fiber

この混紡スライバを2線式ローラドラフト機でローラゲージ100mmに対し、ドラフト比を、3、4、6、8と変化させた場合およびドラフト比3に対し、ローラゲージを100、125、150mmと変化させた場合の条件でドラフトを行い、測定用試料とした。

3. 実験結果と考察

3.1 長さ方向におけるスライバの構造

前章で記した方法により、繊維先端密度および断面繊維本数の変化を求めた。一例を図2に示す。この図はドラフト比6、ローラゲージ100mmの条件でドラフトしたスライバの繊維先端密度の変化を示す。長さ方向において長繊維および短繊維の両繊維とも同じような傾向で変化している。しかし、スライバのいずれの位置でも短繊維の繊維先端密度の値は長繊維より大きい。

図3は図1の方法により図2の繊維先端密度から求めた断面繊維本数曲線を示す。測定した長繊維と短繊維の繊維本数を全区間について合計すると長繊維と短繊維の本数比は1.0 : 1.53であり、重量比に換算して長繊維49.3%、短繊維50.7%と求められ

た。この結果は長繊維と短繊維の全体の重量混合率(50%)とほぼ一致している。スライバの長さ方向における長繊維と短繊維の断面繊維本数は、ほぼ同じ周期で変化を繰り返す、短繊維の変化が長繊維より大きいことを示している。長繊維と短繊維の断面繊維本数の和はスライバを構成している総繊維の断面繊維本数であり、総繊維もほぼ同じ周期で変化している。長繊維、短繊維、総繊維の断面繊維本数の変化を比較すると総繊維の断面繊維本数が極大を示す位置で短繊維の断面繊維本数は長繊維より多く、極小を示す位置では長繊維の方がより多い傾向を示している。山下ら⁷⁾は混紡糸の断面の太さと混紡率の相関からむらの起こしやすい成分が混紡糸の太い部分に集まりやすいことを示し、近田ら⁸⁾はギルスライバの混合むらの解析においてスライバの太い部分に短い繊維が偏在する傾向のあることを明らかにしている。本研究はこれらと同様な傾向を示しており、前報⁴⁾の結果とも一致した。

3.2 ドラフト条件が混紡スライバの構造に及ぼす影響

前節で短繊維の断面繊維本数の変化が長繊維より著しく、スライバの太い部分に短繊維、細い部分に長繊維が多く存在する傾向のあることを明らかにした。本節ではドラフト条件がこの傾向にどのように影響するかを検討する。

図4はドラフト比と断面繊維本数の変動係数の関係を示したものである。いずれのドラフト比でも短繊維の断面繊維本数の変動係数は長繊維より大きい。ドラフト比の増大により短繊維の変動係数が増大していく。一方、長繊維の変動係数はドラフト比

Fig. 4 Influence of draft ratio on coefficient of variation in cross-sectional number of fibers : roller gauge, 100mm ; $\triangle$, long fiber ; $\blacktriangle$, short fiber ; $\circ$, total fiber ; $\square$, irregularity tester

Fig. 5 Influence of roller gauge on coefficient of variation in cross-sectional number of fibers : draft ratio, 3; △, long fiber; Δ, short fiber; ○, total fiber; □, irregularity tester

Fig. 6 Variation in ratio of cross-sectional number of short fibers to cross-sectional number of total fibers : draft ratio, 6; roller gauge, 100mm; Δ, short fiber

3 から 4 にかけて短繊維と同様に増加するが、ドラフト比 4 以上ではそれほど変化がみられない。総繊維の変化は短繊維と長繊維の中間に位置しており、むら試験機から得られた太さむらの変動係数とほぼ同じ傾向を示している。

図 5 はローラゲージが断面繊維本数の変動係数に及ぼす影響を調べたものである。短繊維の変動係数はいずれのローラゲージでも長繊維より大きい。ローラゲージの増大により、短繊維、長繊維ともに変動係数が増大する傾向がみられる。総繊維の変動係数は図 4 と同様、短繊維と長繊維の中間に存在しており、むら試験機の結果とほぼ同じ傾向を示している。

図 6 は総繊維の断面繊維本数に対する短繊維の断面繊維本数の比率を示す。短繊維の断面繊維本数比率が 0.5 以上の場合短繊維の断面繊維本数が長繊維より多く、0.5 以下では長繊維が短繊維より多いことを示す。図 3 の総繊維の断面繊維本数が極大を示す位置においては、図 6 で短繊維の断面繊維本数

Fig. 7 Relation between cross-sectional number of total fibers and ratio of cross-sectional number of short fibers to cross-sectional number of total fibers : draft ratio, 6; roller gauge, 100mm; Δ, maximum value; △, minimum value

比率が 0.5 以上を示す場合が多く、逆に極小の位置では 0.5 以下を示す傾向がみられる。

この傾向を一層明瞭にするために、図 3 で総繊維が極大および極小を示した位置で図 6 の短繊維の断面繊維本数比率を取り出し、図 7 に示す。この結果より、極大値では短繊維の断面繊維本数が多く、極小値では長繊維が多いことが明らかである。

回帰分析を行い、図中に回帰直線を示す。回帰直線の傾きである回帰係数の大小が、太い部分の短繊維、細い部分の長繊維の多少を示し、短繊維および長繊維の存在状態を定量的に比較することができる。そこでドラフト比、ローラゲージが増大した場合の長繊維および短繊維の存在状態を明らかにするために、ドラフトしたすべての混紡スライバの回帰分析を行い、回帰係数を求めた。

図 8 にドラフト比と回帰係数の関係を示す。ドラフト比の増大に伴い、回帰係数が増大する。図 9 はローラゲージと回帰係数の関係を示す。ローラゲージの増大に伴い、回帰係数が増大する。

この結果、ドラフト比、ローラゲージの増大により、混紡スライバの太い部分には短繊維、細い部分には長繊維が多く存在する傾向のあることが明らかとなった。

3.3 長繊維と短繊維の断面繊維本数の相互相関

図 3 において長繊維と短繊維の断面繊維本数曲線は類似した周期で変化することを明らかにした。そこで他のドラフト条件における長繊維と短繊維の断面繊維本数曲線の関係を求める。

図 10 は各ドラフト比における断面繊維本数の波長を示す。いずれのドラフト比においても長繊維、短

Fig. 8 Relation between draft ratio and regression coefficient : roller gauge, 100mm

Fig. 9 Relation between roller gauge and regression coefficient : draft ratio, 3

Fig. 10 Effect of draft ratio on wave length : roller gauge, 100mm : L, long fiber ; S, short fiber ; T, total fiber

繊維および総繊維の波長はほぼ同じ値を示し、ドラフト比の増大に伴い、各繊維の波長はそれぞれ増加する。

図11は各ローラゲージにおける断面繊維本数の波長を示す。いずれのローラゲージにおいても長繊維、短繊維および総繊維の波長はほぼ同じ値を示し、ローラゲージの増大に伴い、各繊維の波長は増加する。すなわちドラフト比、ローラゲージの増大

Fig. 11 Effect of roller gauge on wave length : draft ratio, 3 : L, long fiber ; S, short fiber ; T, total fiber

Fig. 12 Cross correlation function between long fibers and short fibers for various draft ratios : roller gauge, 100mm ; ●, D=3 ; □, D=4 ; ◆, D=6 ; △, D=8

により長繊維、短繊維の断面繊維本数の波長は増加傾向を示す。

図3を詳細に観察すると長繊維と短繊維の変化に若干の位相のずれがみられる。そこで長繊維と短繊維の断面繊維本数の相互相関関数を求め、相関の強さとずれの関係を求めた。図12は各種のドラフト比における長繊維と短繊維の断面繊維本数の相互相関関数を示す。よこ軸は長繊維と短繊維の断面繊維本数の長さ方向の区間のずれ量を示し、負の方向は長繊維を固定して、ドラフト方向に短繊維をずらした場合、正の方向はドラフト方向と逆方向に短繊維をずらした場合である。ドラフト比の増大につれ、相互相関係数は増大する。また、いずれのドラフト比においてもドラフト方向に0cmから1.8cmのずれ量の間に相関係数の極大値を持つ。このことは短繊維の挙動が長繊維より少し進んでいることを表して

Fig. 13 Cross correlation function between long fibers and short fibers for various roller gauges : draft ratio, 3; ○, L=100; □, L=125; ◇, L=150

いる。

図13は各種のローラゲージにおける長繊維と短繊維の断面繊維本数の相互相関関数を示す。よこ軸の関係は図12と同じである。ローラゲージの増大につれ、相互相関係数は増大する。また、いずれのローラゲージにおいてもドラフト方向にずれ量が0cmから1.8cmの間に相関係数の極大値を持つ。このことはいずれのローラゲージにおいても短繊維が長繊維より少し進んでいることを表している。

ギルスライバにおいて短繊維成分の周期的変化が長繊維成分よりも少し進み、位相が少しずれていること⁹⁾が報告されており、本実験においてもこの現象がローラドラフトでドラフトされたスライバでも発生していることを明らかにすることができた。

4. 結 言

混紡スライバの長さ方向の構造を明らかにすることを目的に長短2種類の等長繊維からなる混紡スライバの長繊維、短繊維の繊維本数を実測し、繊維先

端密度を求めた。繊維先端密度からスライバダイヤグラムにより、長繊維、短繊維の断面繊維本数を計算し、スライバの長さ方向の構造解析を行った。そして種々のドラフト条件がスライバの構造に及ぼす影響を検討した。

得られた結果をまとめると次のようになる。

(1) 長短2種類の等長繊維からなる混紡スライバの繊維先端密度の変化はスライバの長さ方向に対し、長繊維、短繊維とも同じような傾向を示し、いずれの位置においても短繊維の変化が長繊維より大きい。

(2) 長短2種類の等長繊維からなる混紡スライバにおいて、太い部分では短繊維の断面繊維本数が、細い部分では長繊維の断面繊維本数が多い。この傾向はドラフト比、ローラゲージの増大により、一層、顕著になる。

(3) ドラフト比、ローラゲージの増大により短繊維の断面繊維本数の変動係数は長繊維のそれより増加する。

(4) ドラフト比、ローラゲージの増大により長繊維と短繊維の断面繊維本数の相互相関係数は増大し、極大値の位置はほぼ同じである。短繊維の位相が長繊維より少し進んでいる。

参考文献

- 1) 石川, 来栖; 繊維学会研究発表会前刷 (1952-6)
- 2) 大沢, 橋場; 繊維学会繊維特別研究発表会講演前刷 (1954-10)
- 3) M. Hannah; J. Text. Inst., **44**, T436 (1953)
- 4) 野田, 岡村, 近田; 繊維誌, **48**, T. 39 (1995)
- 5) 繊維工学 (Ⅲ)「糸の製造・性能及び物性」, p. 173, 日本繊維機械学会 (昭和62年)
- 6) 繊維工学 (Ⅲ)「糸の製造・性能及び物性」, p. 214, 日本繊維機械学会 (昭和62年)
- 7) 山下, 川端, 河合; 繊維誌, **20**, T61 (1967-3)
- 8) 近田, 岡村, 黒崎, 渡辺, 安田; 繊維誌, **46**, T61 (1993-3)
- 9) 近田, 岡村, 黒崎, 野田; 繊維誌, **46**, T179 (1993-8)