ギルスライバ中の混合欠陥の解析

(第1報) ラインセンサによる混合欠陥の検出

岐阜大学工学部 岡 村 政 明 (会員)
岐阜大学工学部 近 田 富士雄 (会員)
岐阜大学工学部 黒 崎 新 也* (会員)
岐阜大学工学部 土 井 康 浩**

Analysis of Blend Defects in Gill Sliver

Part 1 : Detection of Blend Defects by Line Sensor

Masaaki Okamura, Fujio Konda, Shinya Kurosaki, Yasuhiro Tuchii

Faculty of Engineering, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu

Abstract

The purposes of this study are to detect the blend defects in gill sliver by using the photoelectric device and to check the blend state of the sliver delivered from gill box at real time. This paper reports on a method for detecting the blend defects in the gill sliver composed of white and black fibers. The gill slivers were illuminated uniformly by two lights and were measured by mean of 2048 bits line sensor. The video signals output from the line sensor were converted to digital signals at three bright levels for detecting the blend defects.

The distribution curves of the size of the blend defects were obtained for the slivers produced by gilling three and five times. The shapes of the curves of white and black colour defects were similar, and the number of the blend defects decreases rapidly as the size of the defect increases. The shape of the curve of the blend defects changes with the gilling number. Therefore, it is clear that the blend state of the gill sliver can evaluate by the shape of the curve.

(Received October 30, 1995)

(Accepted for Publication March 19, 1996)

摘 要

目的 白色、黒色繊維からなるギルスライバの混合欠陥を光学的に検出する方法を検討することを目的とした。

成果 混合ギルスライバをラインセンサで測定し、その出力信号を3値化することによって混合欠陥を検出する方法を示した。混合率と大きさに関する指標を変化させることによって目的とする混合欠陥を検出することができる。混合欠陥の大きさの分布によってギルスライバの混合状態を評価できる。

(平成7年10月30日受理)

(平成8年3月19日審査終了)

1. 緒 言

混紡は高付加価値の糸を製造するための有効な手段であり、現在、広範な繊維の組み合わせによる混紡が行われている。糸の太さむらに加えて混合むら

をできる限り少なくすることが重要であり、そのためには紡績工程の早い段階から混合むらをチェックすることが必要である。

混合むらに関する研究はそのほとんどが糸に対するものであり、スライバに対する研究は非常に少な

*現在 東海女子短期大学, **現在 日本毛織株式会社

い。石川¹⁾は混合ギルスライバの断面の成分繊維本数を計数して混合率を求め、その変動率で混合むら进行评估した。大沢²⁾は練条機で混合したスライバに対して石川と同様な方法で混合率の変動率を求めた。近田³⁾はギル機から紡出された帯状の混合スライバの一部分を光電子増倍管によって測定し、スライバの厚さむらの影響を取り除いた反射光量の変動係数によって混合むら进行评估した。野田⁴⁾は長、短繊維からなる混合スライバの構造解析を行い、スライバの太い部分では短繊維の割合が、細い部分では長繊維の割合が多いことを示した。

スライバの混合むらの評価は基本的には混合率に基づいて行われている。しかし、スライバの段階で混合が行われる場合、特に、その初期において、混合率で評価すると視覚での判断と異なることがある。例えば、色が異なる2種類のスライバをN/2本ずつ交互に並べてダブリングし、ドラフティングを行って得られたスライバとこのスライバをN本ダブリングして、再びドラフティングを行って得られたスライバを比較すると、混合率には差がないにもかかわらず、外観は大きく異なり、前者に比べて後者の方がよく混合されているように見える。

この違いを表現するために、スライバ中の同種繊維の塊の大きさを考える。これはクラスタと呼ばれ、石川⁵⁾、上野⁶⁾をはじめとして主に混紡糸についていくつかの報告がある。混合スライバに対しては、M. J. Coplan と W. G. Klein⁷⁾ が混合むら指数IBIの2乗値をクラスタ係数と呼んでその大きさを表した。前述の2つの混合スライバをクラスタによって比較すると、後者のクラスタの大きさは前者の1/Nである。

ダブリング、ドラフティングがさらに繰り返されると、同種繊維の塊とは別に同種繊維が偏って集まった部分がスライバに出現する。これはスライバの混合むらに当然影響を与える。従って、同種繊維の塊のみならず、この偏って集まった部分も何らかの方法によって評価する必要がある。ところで、これらはいずれも混合が十分に行われていない、いわば混合の欠陥部分であると考えることができる。そこで、この両者を混合の欠陥とすると、その大きさはクラスタの大きさと同様に混合状態を表す1つの尺度であると考えられ、特に、スライバの混合状態を評価する場合には有効であると思われる。

本研究はギル機から紡出されたスライバの混合欠陥を光学的に検出し、それによってギルスライバの

混合状態をリアルタイムで評価するための基礎的知見を得ることを目的とした。そのために、本報では白色、黒色繊維からなるギルスライバをラインセンサで測定し、得られたアナログ信号を3値化して混合欠陥を検出する方法を提案し、その有効性を検討した。

2. 検出方法

混紡糸のクラスタの大きさは同種繊維の塊を構成する繊維本数を計数して、その本数で表される。しかし、断面繊維本数が非常に多いギルスライバの混合欠陥をこの方法で求めることは極めて困難である。そこで、本研究では繊維本数の計数に代わって光学的な測定によって混合欠陥を検出することにした。そのため混合欠陥の大きさは繊維本数で表現するのではなく、シート状に拡がったギルスライバ上の同種繊維および同種繊維が偏った部分の幅で表した。これは従来のクラスタの大きさとは異なるが、これもまたギルスライバの混合状態を表すものであると考えられ、現場での混合状態の視覚的評価と類似した結果を得る。

白色と黒色の混合物の混合率あるいは混合むらを求めるためにセンサから得られたアナログ信号に対して通常2値化処理が行われる。白色、黒色繊維からなるギルスライバをラインセンサで測定し、その出力信号に対して2値化処理を行うと、同色繊維が集まった部分はもちろんのこと、ほぼ均一に混合された部分でも白あるいは黒に分類されてしまう。スライバの混合の欠陥は同色繊維が偏って存在する部分であり、これを求めるためには白色、黒色繊維が偏った部分とほぼ均一に混合された灰色の部分の3つに分類することが有効である。そこで、本研究では従来の2値化処理に代わって3値化処理によって混合欠陥を検出する方法を提案する。

ラインセンサで得られた出力信号を3値化してし、上のしきい値以上を白色、下のしきい値以下を黒色、2つのしきい値の間を灰色とすると、混合欠陥は前2者であり、これを求めればよい。そこで、すべての混合欠陥に対応できるように、しきい値に関する指標 α_w 、 α_b と混合欠陥の大きさに関する指標 β を考えた。しきい値に関する指標 α_w 、 α_b であるが、これらは白色あるいは黒色繊維の混合率がどの程度のものまでを混合欠陥と考えるかを決定するものであり、 α_w 、 α_b を種々変化させることによって目的とする混合率の混合欠陥を求めることができ

る。一方、 β は出力信号を3 値化した後、白色あるいは黒色と判定された部分が連続するドット数であり、混合欠陥の大きさを表すものである。1 ドットの大きさは使用するセンサのビット数 (B) と測定される視野 (S) から S/B として計算することができる。 β を変化させることによって目的とする大きさの混合欠陥を求めることができる。

次に、この考え方を具体的に説明する。図 1 (a) の写真は白色アクリルトップと黒色アクリルトップを用いて、混合率を 50%/50% としてギル機によって十分に混合したギルスライバの上に白色、黒色アクリル繊維の塊を乗せた試料である。この試料の A-B ラインの部分ラインセンサによって測定して得られた出力信号を図 1 (b) に示す。白色繊維の部分では出力信号が高く、黒色繊維の部分では低い、しかし、白色繊維の部分の信号が示す山の高さと黒色繊維の部分の谷の深さは同じではない。

白色、黒色アクリルトップの混合率を変化させて

Fig. 1 (a) Photograph of model sample.
(b) Video signal from line sensor at A-B line in model sample.

ギル機によってドラフト比 6、ダブリング数 6 でギリングを 6 回繰り返して十分に混合したギルスライバを作成した。それらをラインセンサによって測定して得られた出力信号の平均値を混合率に対してプロットして図 2 に示す。両者は直線関係を示さず、混合率の増加に対して出力信号は 2 次曲線的に増加する。

図 2 を用いて、図 1 (b) のたて軸を混合率に変換して図 3 (a) に示す。図 1 (b) に比べてギルスライバの混合の状態がよく理解できる。

Fig. 2 Relation between video signal from line sensor and blend ratio.

Fig. 3 (a) Blend ratio curve at A-B line in model sample.
(b) Result obtained by converting blend ratio into two bright levels.
(c) Result obtained by converting blend ratio into three bright levels.

図3 (a) に対して2値化および3値化処理を行い、図3 (b), (c) に示す。図3 (b) は混合率50%をしきい値として2値化処理を行った結果であり、白色、黒色繊維の塊はもとより白色、黒色繊維が十分に混合されている灰色の部分まで白色あるいは黒色に分けられてしまう。図3 (c) は α_w , α_b を混合率60%, 40% (以下これを α_{60} , α_{40} と表す), $\beta=33$ (これはスライバ上での3mmの長さ) として3値化処理を行った結果である。図から明らかなように、白色および黒色繊維の塊だけを判別していることがわかる。

3. 有効性の検討

前項で提案した3値化による方法がスライバ中の混合欠陥の検出に有効であるかどうかを図1 (a) の試料を用いて検討した。

図4は実験に用いた装置の概要である。ギル機から紡出された幅185mm, 長さ600mmの薄いシート状のスライバ(D)の下に水色の台紙(E)を敷き、水平移動装置(F)の上に置いた。白色繊維と黒色繊維を分離して見えやすくするために、スライバの下に種々の色紙を敷いて観察した結果、水色の紙が最もよく分離して見ることができ、そのためにスライバの下に水色の台紙を敷いて測定した。150Wのランプ(C)を2個使用して、測定箇所を均一に照明した。水平移動装置を463mm/minで矢印の方向に移動させ、ラインセンサ(B)によってスライバ上で4mm間隔で128ラインを測定した。センサから出力された信号はコンピュータ(A)に取り込まれ、種々の処理がなされた。実験に使用したラインセンサは2048ビットタイプのものである。視野はセンサと測定対象までの距離によって変化するが、本セン

サの最小視野は33.5mmである。また、接写リングを使用すると最小視野は13mmとなる。前述のように、センサの1ドットの大きさは視野/ビット数であり、最小視野における1ドットの大きさは16 μ m, 接写リング使用時には6.3 μ mである。従って、本ラインセンサにおいては接写リングの有無およびセンサと測定対象までの距離によって6.3 μ m以上の幅を検出することができる。本実験では視野をスライバの幅である185mmに設定したことから、1ドットは約0.09mmである。実験に使用した試料の繊維の太さは約19.2 μ mであり、1ドットは繊維約4.7本分に相当する。

試料1 (a) のA-Bラインをラインセンサで測定して得られた図3 (a) に対して、しきい値を変化させて3値化処理を行った。 $\beta=11$ (スライバ上で1mm) と一定にして、 α_w , α_b を変化させたときの結果を図5に示す。 α_{60} , α_{40} をしきい値とした場合には白色繊維からなる混合欠陥が1個、黒色繊維からなる混合欠陥が2個検出されている。しきい値を α_{70} , α_{30} あるいは α_{80} , α_{20} とすると白色、黒色繊維からなる混合欠陥はそれぞれ1個となる。

次に、しきい値を変化させて図1 (a) の試料全体にわたって混合欠陥の個数を求めた。測定は図1 (a) の上端から4mm間隔で行い、64ライン分のデータを得た。 $\beta=11$ とし、 α_w , α_b を変化させて得られた結果を図6に示す。図1 (a) の試料にはいずれ

Fig. 4 Apparatus used in this experiment
A : micro computer (NEC PC-9801VX), B : 2048 bits line sensor, C : light, D : gill sliver composed of white and black fibers, E : light blue paper, F : horizontal movement device

Fig. 5 Results obtained by converting blend ratio at A-B line into three bright levels by three α_w and α_b .

Fig. 6 Blend defects along sliver for three α_w and

α_B .
 white fiber defect
 — black fiber defect

のラインにおいても視覚的には白色、黒色繊維からなる混合欠陥は1個であるが、しきい値が α_{60} 、 α_{40} の場合には混合欠陥の個数は多く、1~20ラインおよび50~64ラインでは10個以上である。しきい値が α_{70} 、 α_{30} では混合欠陥の個数は減少し、さらに α_{80} 、 α_{20} になると多くのラインで混合欠陥はそれぞれ1個となる。

図6から1ライン当たりの白色、黒色繊維からなる混合欠陥の平均個数を計算し、しきい値に対してプロットして図7に示す。しきい値が α_{60} 、 α_{40} から α_{70} 、 α_{30} 間で混合欠陥の個数は急激に減少し、 α_{80} 、 α_{20} および α_{90} 、 α_{10} では白色、黒色繊維からなる混合欠陥はほぼ各1個となる。

図3(a)に対して、しきい値を α_{60} 、 α_{40} と一定にして β を変化させたときの結果を図8に示す。 $\beta=11$ の場合には白色繊維からなる混合欠陥が1個、黒色繊維からなる混合欠陥が2個であるが、 $\beta=33$ 、88(スライバ上で3mm、8mm)とするとそれぞれ1個ずつとなる。

試料全体についてしきい値を α_{60} 、 α_{40} と一定にして β を変化させたときの結果を図9に示す。また、 β に対する1ライン当たりの混合欠陥の平均個数を

Fig. 7 Effect of α_w and α_B on blend defect.

○ white fiber defect
 ● black fiber defect

Fig. 8 Results obtained by converting blend ratio at A-B line into three bright levels by three β .

図10に示す。 $\beta=11$ では白色、黒色繊維からなる混合欠陥はともに多数みられるが、 β の増加とともに最初急激に減少し、その後は徐々に減少する。 $\beta=80$ 附近で混合欠陥の平均個数はともに1個となり、 β がそれ以上では1個以下となる。これは図1(a)に見られるように試料の上端、下端近傍では塊の幅が狭く、 $\beta=88$ 以上ではこの部分は混合欠陥として検出せず、そのために混合欠陥の平均数が1個以下となるためであると考えられる。このことは β を適切に設定すれば目的とする大きさ以上の混合欠陥だけを検出することができることを意味している。

以上の結果から、ラインセンサで測定して得られた出力信号に対してしきい値 α_w 、 α_B および β を変

Fig. 9 Blend defects along sliver for three β .
 white fiber defect
 — black fiber defect

Fig. 10 Effect of β on blend defect.
 ○ white fiber defect
 ● black fiber defect

化させて3値化処理を行えば目的する混合欠陥を検出することができることが明らかになった。

4. ギルスライバへの適用例

前述の白色、黒色アクリルトップを50%/50%で混合してギリング3回と5回の試料を作成した。白色トップと黒色トップを交互に3本ずつサイドバイザイドでギル機に供給して、1回目のギリングをおこなった。次に、1回目のギリングで紡出されたスライバを6本ダブリングして再びギル機に供給して

2回目のギリングを行った。そして、2回目で紡出されたスライバを2本ダブリングしてギリングを行い、ギリング3回の試料を採取した。一方、2, 3回目で紡出されたスライバを6本ダブリングして3, 4回目のギリングを行い、4回目で紡出されたスライバを2本ダブリングしてギリングを行ってギリング5回の試料を採取した。試料を採取する際にはスライバは集束せずに薄いシート状のままとした。使用したギル機のドラフト比は6であり、上述の方法で作成したギリング3回と5回の試料の寸法はほぼ同じであると考えてよい。

図11は2つの試料の写真である。ギリング3回ではところどころに白色繊維と黒色繊維の塊がみられるが、ギリング5回ではほぼ均一に混合されている。

各試料について、図4に示した装置を使用してスライバの長さ方向に4mm間隔で128ライン測定した。任意の1ラインのラインセンサからの出力信号を図2を用いて混合率に変換して図12に示す。ギリング3回では混合率は40~65%間で変動しているが、ギリング5回では45~60%と小さくなる。

次に、しきい値を α_{60} , α_{40} として β を変化させて3値化処理をおこない、各 β ごとの白色、黒色繊維からなる混合欠陥の個数を求めた。そして、得られた

Gilling 3

Gilling 5

Fig. 11 Photograph of two gill slivers.

Fig. 12 Blend ratio curves for gill slivers.

Fig. 13 Distribution curves of size of white and black fiber defects.

- : gilling 3, white fiber defect
 ● : gilling 3, black fiber defect
 □ : gilling 5, white fiber defect
 ■ : gilling 5, black fiber defect

結果から1ライン当たりの混合欠陥の大きさの分布を求めて図13に示す。いずれの試料においても、白色、黒色繊維ともに幅が狭い混合欠陥が最も多く、混合欠陥の幅の増加とともに個数は急激に減少す

る。そして、白色、黒色繊維からなる混合欠陥の個数はほぼ同じである。ギリング3回と5回では混合欠陥の大きさの分布が異なり、5回の方がすべての大きさの混合欠陥が少ない。この結果は目視による検査結果と一致しており、混合欠陥の大きさの分布によってギルスライバの混合状態を評価することが可能であると考えられる。

5. 結 言

混合ギルスライバ中の同種繊維の塊および同種繊維が偏って集まった部分を混合欠陥と考え、これを検出する方法を検討した。ギル機から紡出された白色、黒色繊維からなるスライバをラインセンサで測定し、センサからの出力信号を3値化することによって混合欠陥を検出する方法を提案した。しきい値に関する指標 α_w 、 α_b 大きさに関する指標 β を変化させることによって目的とする混合率と大きさの混合欠陥を検出することが可能である。

混合ギルスライバ中の混合欠陥の大きさの分布は幅が狭い混合欠陥が最も多く、混合欠陥の幅が増加すると個数が減少する形を示す。この分布は加工条件の違うギルスライバでは異なり、これによってギルスライバの混合状態が評価できる。

本研究は財団法人日本羊毛工業技術開発協会の委託研究費によるものである。

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; 繊維学会特別研究発表会前刷 (1954-10)
- 3) 近田, 岡村, 黒崎, 渡辺, 岡崎; 繊維誌, 45, T172 (1992)
- 4) 野田, 近田, 岡村; 繊維誌, 48, T57 (1995)
- 5) 石川, 清水; 繊維誌, 11, 120 (1955)
- 6) 上野; 繊維誌, 17, 614 (1961)
- 7) M. J. Coplan, W. G. Klein; Text. Res. J., 26, 914 (1956)