インターレース加工に関する研究

(第4報) インターレーサ内における糸の姿勢および糸の位置と交絡数の関係

福井大学工学部	家	元	良	幸 (会員)
〃	蝶	野	成	臣 (〃)
〃	田	中	孝	幸 (〃)

Study on Interlaced Yarn

Part 4 : Yarn Posture in Interlacer, and Relation between Yarn Positions and Number of Tangles

*Yoshiyuki Iemoto, Shigeomi Chono and Takayuki Tanaka,
Faculty of Engineering, Fukui University, Fukui*

Abstract

The yarn posture in an interlacer is investigated by using a still camera to take photographs of yarns on interlacing process and then by analyzing statistically yarn positions by a micro-computer as a fundamental experiment to clarify the yarn motion in the interlacer. The relations between the yarn positions in the interlacer and the number of tangles are also discussed. Results are as follows.

(1) The cross section of yarn path is divided into 6 areas and the yarn positions within each area are examined in the yarn axial direction in order to analyze the yarn posture in the interlacer. As a result, the yarn posture has no distinctive feature in this experiment.

(2) Yarns are located evenly on both sides of the air jet axis and traverse frequently the air jet at the air pressure ranging from 2 to 4 kg/cm². However, many opening and tangling parts are not produced because of the low air pressure. Yarns are located on one side of the air jet axis and the frequency of yarn traverses is small at the high air pressure of 5~7 kg/cm². The reason of a small number of tangles at low air pressure is different from that at high air pressure. Hence, taking the change of not only the air pressure but also the yarn motion into account makes it easy to understand the variation of the number of tangles which takes the maximum value at the air pressure of 4.5 kg/cm².

(3) The yarn positions become one-sided and the frequency of traversing the air jet decreases as the yarn speed increases. It is considered that this decrease causes the number of tangles not to be simply in inverse proportion to the yarn speed.

(4) As the feed ratio increases and the resultant yarn tension decreases, the number of tangles decreases since the yarn does not frequently traverse the air jet. In the case of the small feed ratio, the yarn is restricted in its movements near the center of the yarn path and consequently traverses the air jet very often. However, many tangling parts are not produced owing to the large yarn tension. Hence, the number of tangles is maximum when the feed ratio is about 1%.

(Received September 1, 1987)

摘 要

目的 インターレーサ内の糸の運動を明らかにするための基礎実験として、加工時の糸をスチールカメラで複数回にわたって撮影し、糸の位置をコンピュータで統計的に処理することにより、インターレーサ内の糸の姿勢について解析する。又、糸の位置と交絡数の関係についても検討する。

成果 (1) 糸の姿勢の解析には、糸道断面を6個のエリアに分割し各エリアにおける糸の位置を糸軸方向に調べる方法を用いた。その結果、本研究範囲内ではインターレーサ内の糸の姿勢に際立った特徴は見られない。

(2) 空気圧が $2 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ の範囲では、糸は空気噴流軸の左右に均等に位置し頻繁に噴流を横切る。しかし、空気圧が小さいために糸を充分開繊または交絡させることができない。空気圧が $5 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$ と大きい場合、糸は噴流軸の片側に位置し噴流を横切る回数は少ない。すなわち、空気圧の小さい範囲と大きい範囲での交絡数の少ない原因は異なる。従って、空気圧の変化だけでなく糸の運動も考慮すれば、空気圧が 4.5 kg/cm^2 のとき最大となる交絡数の変化を説明できる。

(3) 糸速の増加と共に糸の位置に偏りが生じ、糸が空気噴流を横切る回数は減少する。交絡数と糸速が単純に反比例関係で表されないのはこれが原因であると考えられる。

(4) フィード率の増加と共に糸張力が減少し、糸が空気噴流を横切る回数は減少するため、交絡数も減少する。フィード率が小さい場合、糸の運動は糸道の中心に制限されるため頻繁に噴流を横切るが、糸張力が大きいので交絡部はあまり生じない。従って、フィード率がおよそ1%で交絡数は最大となる。

(昭和62年9月1日受理)

1. 緒 言

著者らは、インターレース加工の原理の解明を目的とし、空気圧、空気流量、糸速、フィード率が交絡数と糸張力に及ぼす影響について調べた^{1,2)}。又、インターレース糸の生成過程をモデル実験により説明した^{3,4)}。これらの研究は、主に加工条件と生成されたインターレース糸との関係を扱ったものである。加工原理の解明には、加工時の糸の運動に関するデータは不可欠であると考えられる。糸の運動は、糸道での空気力に最も強く影響される。そこで前報⁵⁾では、実際に使用されているインターレーサを相似的に拡大したインターレーサを用いて、糸道管内壁上の空気の圧力分布と内壁近傍の流速分布を測定することにより、糸道の流れ場について検討した。

本報では、インターレーサ内の糸の運動を明らかにするための基礎実験として、加工時の糸をスチールカメラで複数回にわたって撮影し、糸の位置をコンピュータで統計的に処理することにより、インターレーサ内の糸の姿勢について解析する。又、糸の位置と交絡数の関係についても言及する。

2. 実験装置および方法

試料糸は、ポリエステルマルチフィラメントの原糸(150 d/48 f)を1段ヒートセットした仮撚加工糸である。

本実験で使用したインターレーサを図1に示す。糸道は円筒形で、直径、長さはそれぞれ4, 21 mmである。空気噴射ノズルは糸道に対して垂直に1個設けられている。ノズル径は1.4 mmである。糸道での糸を撮影するため、糸道管を肉厚1 mmのガラス管に取り替えた。インターレーサを含む糸走行装置については、前報^{1,2)}と同様であるので割愛する。

図2に写真撮影装置の概略を示す。4枚の鏡②～⑤を図のように配置することにより、インターレー

図1 インターレーサ

- ① インターレーサ
- ②～⑤ 鏡
- ⑥ スチールカメラ

図2 写真撮影装置

サ①の2方向からの像を同一時刻に1台のスチールカメラ⑥で撮影することができ、その結果糸の3次元的位置を知ることが可能となる。撮影した写真の一例を図3に示す。ただし、空気圧 $p = 4 \text{ kg/cm}^2$ 、糸速 $v = 200 \text{ m/min}$ 、フィード率 $F = 1\%$ である。糸の進行方向は右から左である。写真上部をインターレーサの平面図、下部を正面図とする。このような写真を1種類の加工条件に対して200枚撮影し、それらの平面図、正面図からインターレーサ内の糸の位置をデジタイザによりコンピュータに入力し

図3 糸の写真の一例 ($p = 4 \text{ kg/cm}^2$, $v = 200 \text{ m/min}$, $F = 1\%$)

図4 測定位置

た、糸が開織している場合その中央部の位置を入力し、個々のフィラメントを解析の対象とはしなかった。測定位置を図4に示す。 Z_n は測定位置番号を表し、糸の進む方向に取っている。 $Z_n = 6 \sim 16$ は糸道内、その他は糸速外で、空気噴射ノズルの位置は $Z_n = 11$ である。

糸道管での光の屈折により、写真上の糸の位置は真の位置と異なる。そこで、糸道管が肉厚一定の完全な円筒管と仮定し計算により補正を施した。

加工条件は、空気圧 $p = 2 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$ で 1 kg/cm^2 間隔、糸速 $v = 100 \sim 500 \text{ m/min}$ で 100 m/min 間隔、フィード率 $F = -2 \sim 4\%$ で 1% 間隔である。

3. 結果および考察

3.1 糸の姿勢

各測定位置 Z_n における糸の位置を糸軸方向に追跡すれば、糸の姿勢を明らかにすることができる。本実験の測定データは時間的にランダムで、その上、撮影した200本の糸1本1本について解析すること

は困難である。従って、糸道断面をいくつかの領域に分割し、同一領域内に位置する複数本の糸についてまとめた取扱いをしたほうが全体の傾向を把握し易い。そこで図5に示すように糸道断面を6個のエリアに等面積分割した。空気噴射ノズルの位置は図の下側である。糸道外においては、糸道における分割の外側に4個のエリアを加え、計10個のエリアに分割した。図中の数字1～10はエリア番号 A_n を示す。分割の個数や形状については他にも種々考えられるが、空気噴射ノズルの位置や個数および糸道直径などを考慮して図のような分割にした。

図6に、測定位置 $Z_n = 11$ でのエリア A_n に糸が存在する確率 $\hat{P}$ と試料本数 N_s との関係を示す。加工条件は空気圧 $p = 4, 6 \text{ kg/cm}^2$ 、糸速 $v = 200, 500 \text{ m/min}$ 、フィード率 $F = -2, 1, 4\%$ である。いずれの加工条件の場合も、 $N_s \geq 150$ で $\hat{P}$ はほぼ一定値に収束していることがわかる。従って、試料本数が200本の解析で充分であるといえる。

糸がインターレーサを通過する際に取る姿勢は主

図5 エリア分割

図6 試料本数の検証

に空気力によって支配されると考えられるため、糸に作用する空気力の最も大きい空気噴射ノズルの位置 $Z_n=11$ での糸の位置とその他の Z_n での糸の位置を調べれば、糸の姿勢を知る手がかりになる。図7(a), (b)に、 $p = 4 \text{ kg/cm}^2$, $v=200 \text{ m/min}$, $F = 1 \%$ の場合の糸の姿勢を示す。図(a), (b)の間の数値は Z_n である。図(a)は、200本の糸のうち $Z_n = 11$ のエリア番号 $A_n=1$ の領域に位置した糸のみを抽出し、これらの糸の位置を個々の Z_n において重ね書きした図である。図(b)は、 $A_n = 5$ の場合の結果である。代表として挙げた $Z_n = 3, 6, 9$ はそれぞれヤーンガイドと糸道端の間、糸道端近傍、糸道端と空気噴射ノズル位置の間に相当し、 $Z_n = 13, 16, 19$ は $Z_n=11$ に関するこれらの対称な位置である。図より $Z_n = 9, 13$ における糸の位置の分布形状は、 $Z_n = 11$ での形状と似ていることがわかる。 $Z_n = 6, 16$ の糸道端近傍では、糸の位置の分布は広がるが噴流軸付近に集まり糸道の左右端にはあまり位置していないことから、糸は糸道の中心付近で主に噴流軸に平行な運動をしていると予想される。糸道外である $Z_n = 3, 19$ の測定位置になると特定の傾向は示さず糸は全域に位置している。

図8(a), (b)に、 $p = 6 \text{ kg/cm}^2$, $v=200 \text{ m/min}$, $F = 1 \%$ の場合の糸の姿勢を示す。 $Z_n = 11$ におけるエリア番号はそれぞれ $A_n = 2, 5$ である。図のように p が大きい場合、 $Z_n = 9, 13$ における糸の位置の分布はかなり広がり、 $Z_n = 3, 6, 16, 19$ では糸道全域に及んでいる。特に $Z_n = 3, 19$ では糸道外である $A_n = 7 \sim 10$ にかなり位置しており、糸の運動は図7に比して激しいことがわかる。

図9(a), (b)に、 $p = 4 \text{ kg/cm}^2$, $v = 500 \text{ m/min}$, $F = 1 \%$ の場合の糸の姿勢を示す。 $Z_n = 11$ におけるエリア番号はそれぞれ $A_n = 1, 5$ である。図より、糸の姿勢に特異な傾向は見られず図7と似ている。

図10(a), (b)に、 $p = 4 \text{ kg/cm}^2$, $v = 200 \text{ m/min}$, $F = -2 \%$ の場合の糸の姿勢を示す。 $Z_n = 11$ におけるエリア番号はそれぞれ $A_n = 1, 5$ である。図10の場合、図7～9に比して糸張力は大きい。つまり空気力による糸の運動がかなり制限されるため、 $Z_n = 11$ における糸の位置の分布形状が他の Z_n でも残っていることがわかる。ただし糸道外の $Z_n = 3, 19$ ではほぼ全域に広がっている。

以上図7～10より、加工条件によって糸の姿勢にわずかな差はあるが、際立った特徴は見られない。

図7 糸の姿勢 ($p = 4 \text{ kg/cm}^2$, $v = 200 \text{ m/min}$, $F = 1 \%$)

図8 糸の姿勢 ($p = 6 \text{ kg/cm}^2$, $v = 200 \text{ m/min}$, $F = 1 \%$)

図9 糸の姿勢 ($p = 4 \text{ kg/cm}^2$, $v = 500 \text{ m/min}$, $F = 1 \%$)

図10 糸の姿勢 ($p = 4 \text{ kg/cm}^2$, $v = 200 \text{ m/min}$, $F = -2 \%$)

3.2 糸の位置と交絡数の関係

図11(a)~(f)に、空気圧 $p = 2, 4, 6 \text{ kg/cm}^2$ 、糸速 $v = 200, 400 \text{ m/min}$ 、フィード率 $F = -2, 1, 4 \%$ の場合の、一例として測定位置 $Z_n = 11$ での200本の糸の位置を示す。図より、糸の位置の分布は加工条件によって異なることがわかる。他の加工条件や Z_n における糸の位置をすべて図示することは困難である。著者らは、インターレース糸のモデル実験^{3,4)}の結果より、糸の交絡、開織は糸が空気噴流を横切る際に起こることを明らかにした。従って、交絡部や開織部の生成には、糸の噴流軸方向の運動よりも噴流軸に垂直な方向の運動が重要な役割を果

図11 糸の位置 ($Z_n = 11$)

していると考えられる。そこで、図11(a)に示すように噴流軸から糸までの距離 x を用いることにより、糸の位置の定量的な解析を試みる。200本の糸についての x の平均値を考えると、200本の糸が噴流軸の左右に均等に位置する場合この値はほぼ0に等しく、そうでない場合0から離れた値を取る。噴流軸の左右の区別について考慮する必要はないことから、この値の絶対値を取った量 $|\bar{x}|$ を導入する。この $|\bar{x}|$ は糸の平均位置（噴流軸に対する糸の偏り状態）を表すことがわかる。

図12に、糸速 $v = 200 \text{ m/min}$ 、フィード率 $F = 1 \%$ の場合の、糸の平均位置 $|\bar{x}|$ と空気圧 p の関係を示す。ただし、縦軸には $|\bar{x}|$ を糸道半径 $d/2$ で無次元化した値を取っている。パラメータは Z_n である。図より、 $|\bar{x}|$ は $p \leq 4 \text{ kg/cm}^2$ の範囲では小さいが $p \geq 5 \text{ kg/cm}^2$ の範囲では比較的大きな値を取り、 $p = 4 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ を境界として糸の位置の分布形状が異なることがわかる。すなわち、 p が小さい場合糸は噴流軸の左右にほぼ均等に位置するが、 p が 5 kg/cm^2 以上では糸は噴流軸の片側に偏る結果となっている。空気噴射ノズルのある $Z_n = 11$ のプロットについて注目しても同様の傾向が現れており、特に $p = 4 \text{ kg/cm}^2$ で $|\bar{x}|$ は最小値を取っている。 Z_n の変化について見れば、大部分の p の場合 $Z_n = 11$ で $|\bar{x}|$ は最も大きい。これは、糸は $Z_n = 11$ で偏り易く、その他の Z_n では噴流軸に対し比較的均等に位置することを示している。ここで、例えば糸速 $v = 200 \text{ m/min}$ で交絡数が100個/m生成される場合を考えると、交絡部は1秒間に300個余り生成される

ことになる。糸が空気噴流を1度横切ることによって1個の交絡部ができるとすれば、糸の空気噴流を横切る回数も1秒間に300回余りとなる。写真撮影は数秒間隔で200回行った。糸の運動が撮影時間に比して非常に高速であることを考慮すれば、噴流軸の左右に糸が均等に位置する場合糸は頻繁に空気噴流を横切り、噴流軸に対し糸が偏っている場合は横切る回数が少ないと考えることができる。すなわち、 $|\bar{x}|$ が大きいほど糸が空気噴流を横切る回数は少ない。前報¹⁾の交絡数の変化で、 p が 5 kg/cm^2 付近で交絡数は急激に減少したが、これは空気力が強過ぎたため糸が噴流軸の片側で旋回または振動運動を続ける時間が長く、糸が空気噴流を横切る回数が少ないためである。 p が小さい場合も交絡数は少なかったが、これは糸が空気噴流を横切る回数は充分であるが糸を開織または交絡させる空気力が弱過ぎたためである。以上のように糸の開織または交絡過程に空気力の変化だけでなく糸の運動の変化をも考慮に入れると、 $p = 4.5 \text{ kg/cm}^2$ で最大となる交絡数の変化について満足な説明を与えることができる。

図13に、空気圧 $p = 4 \text{ kg/cm}^2$ 、フィード率 $F = 1 \%$ の場合の、糸の平均位置 $|\bar{x}|$ と糸速 v の関係を示す。図より、大部分の Z_n で $|\bar{x}|$ は v の増加と共に増加する傾向を示しており、糸の位置に偏りが生じている。糸が空気噴流を横切る回数が v に無関係で一定であれば、交絡数と v は反比例関係にある。しかし、前報¹⁾の結果より両者の関係は必ずしもそうではなく、 v の大きい範囲で交絡数は反比例の関係に比して低い値を取っている。この原因は上述し

図12 糸の平均位置と空気圧の関係

図13 糸の平均位置と糸速の関係

た糸の偏りによる空気噴流を横切る回数の減少にあると考えられる。ただし、 v が増加すればインターレーサ内の糸の運動は激しくなると予想されるため、噴流軸に対する糸の位置の偏りの程度が同じでも $|\bar{x}|$ の値としては大きく現れる。図13の $|\bar{x}|$ の値が図12と同程度の値を取るにもかかわらず交絡数の p に対するような大きな変化を示さないのはこのためであると考えられる。

図14に、糸の平均位置 $|\bar{x}|$ とフィード率 F の関係を示す。空気圧 $p = 4 \text{ kg/cm}^2$ 、糸速 $v = 200 \text{ m/min}$ である。図より、測定位置 $Z_n = 3, 6, 16, 19$ では F の増加と共に $|\bar{x}|$ は減少し、 $F = 1 \sim 2\%$ で最小値を取る。さらに F が増加すると $|\bar{x}|$ は増加する。従って、 $F = 1 \sim 2\%$ で糸が最も活発に運動し、糸張力の高い $F = -2 \sim 0\%$ や糸張力の低い $F = 2 \sim 4\%$ の範囲においては糸の運動は制限され、糸の位置は空気噴流軸の片側に偏っている。 $Z_n = 11$ では、 F の増加と共に $|\bar{x}|$ は増加する傾向を示す。 $Z_n = 11$ では空気力は他の Z_n に比して大きいため、 $F = 2 \sim 4\%$ では $|\bar{x}|$ は極端に大きな値を示し、糸の位置は噴流軸に対し大きく偏っていることがわかる。 F の小さい範囲では糸にかなり大きな張力が働いているため、糸が空気噴流を受けても糸道の中心に運動が制限される。従って、糸の噴流軸からの距離は小さく、噴流軸に対し均等に位置し、糸は頻繁に噴流を横切る。しかし、糸張力が大きいために噴流を受けても充分開繊されないので交絡数は少ない。以上のように F の影響についても、糸の運動

の変化から交絡数は $F = 1\%$ 付近で最大値を取るという前報¹⁾の結果を充分説明できる。

4. 結 言

本研究では、インターレーサ内の糸の運動を明らかにするための基礎実験として、加工時の糸をスチールカメラで複数回にわたって撮影し、糸の位置をコンピュータで統計的に処理することにより、インターレーサ内の糸の姿勢について解析した。又、糸の位置と交絡数の関係についても検討した。得られた結果を要約して以下に示す。

(1) 糸の姿勢の解析には、糸道断面を6個のエリアに分割し各エリアの糸の位置を糸軸方向に調べる方法を用いた。その結果、本研究範囲内ではインターレーサ内の糸の姿勢に際立った特徴は見られない。

(2) 空気圧が $2 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ の範囲では、糸は空気噴流軸の左右に均等に位置し頻繁に噴流を横切る。しかし、空気圧が小さいために糸を充分開繊または交絡させることができない。空気圧が $5 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$ と大きい場合、糸は噴流軸の片側に位置し噴流を横切る回数は少ない。すなわち、空気圧の小さい範囲と大きい範囲での交絡数の少ない原因は異なる。従って、空気圧の変化だけでなく糸の運動も考慮すれば、空気圧が 4.5 kg/cm^2 のとき最大となる交絡数の変化を説明できる。

(3) 糸速の増加と共に糸の位置に偏りが生じ、糸が空気噴流を横切る回数は減少する。交絡数と糸速が単純に反比例関係で表されないのはこれが原因であると考えられる。

(4) フィード率の増加と共に糸張力が減少し、糸が空気噴流を横切る回数は減少するため、交絡数も減少する。フィード率が小さい場合、糸の運動は糸道の中心に制限されるため頻繁に噴流を横切るが、糸張力が大きいので交絡部はあまり生じない。従って、フィード率がおよそ 1% で交絡数は最大となる。

終りに、本研究は社団法人日本繊維機械学会学術奨励金および財団法人繊維工業研究協会の助成を受けたことを記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 家元, 蝶野, 澤寄: 繊維誌, 39, T 107 (1986)
- 2) 家元, 蝶野, 澤寄: 繊維誌, 39, T 115 (1986)
- 3) 家元, 蝶野, 谷田: 繊維誌, 39, T 123 (1986)
- 4) 蝶野, 家元, 谷田: 繊維誌, 40, T 33 (1987)
- 5) 家元, 蝶野: 繊維誌, 40, T 47 (1987)

図14 糸の平均位置とフィード率の関係