

エアジェットルームのよこ糸挿入噴流に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード: 作成者: 新谷, 隆二 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/16375

氏名	新谷隆二
生年月日	
本籍	石川県
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第416号
学位授与の日付	平成13年3月22日
学位授与の要件	課程博士(学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	エアジェットルームのよこ糸挿入噴流に関する研究
論文審査委員(主査)	岡島 厚(工学部・教授)
論文審査委員(副査)	上野 久儀(工学部・教授) 新宅 救徳(工学部・教授) 松平 光男(教育学部・教授) 喜成 年泰(自然科学研究科・助教授)

学位論文要旨

Abstract

An air jet loom equipped with a profile reed and sub-nozzles is able to weave wider fabrics at higher speed than other types. A study on the characteristics of air flow and behavior of the weft yarn in the weft passage area of the profile reed during inserting the weft yarn is very important. Understanding of the characteristics of air flow on the profile reed is essential for reducing electric power of air jet looms and improving the fabric quality. The velocity distributions of air flow issued from a sub-nozzle in the weft passage were measured in detail by a hot-wire anemometer. New type of sub-nozzle is developed for saving energy of air jet looms. And equation of weft yarn movement is considered.

It shows clearly that the decaying characteristics of jet flow from sub-nozzles do not depend on the outlet shapes and are similar to that of axisymmetric jet flow from a circular tube nozzle. The jet angles are changed by exit velocity, passage area and nozzle exit shape. Clearly the vena contracta at the nozzle exit affects the jet angles. The trial sub-nozzles are ceramic, and the exit cross-sectional area is convergent in the flow direction to minimize a pressure loss, and a deflector is devised in a chamber of the sub-nozzle, for smoothly introducing up-stream flow to an exit. The test results of the new sub-nozzles are good; that is, the jet-angle issued from the nozzle is constant, and the air flow rate is successfully reduced by 20 % on the looms by using the new sub-nozzles. The experimental results indicate that the shape of the lower jaw part of the profile reed affects positions of the maximum velocity of the air jet in a cross-section until the air jet runs into the bottom of the reed. Visualization results reveal that the air leakage behind the profile reed depends on count of reed. The weft yarn velocity was calculated by kinematical equation with air drag of weft yarn and velocity in the weft passage.

1. 緒言

織物製造業は、消費者ニーズへの対応と高付加価値製品の開発が必要となっており、多品種少量生産への対応を余儀なくされている。織物製造機械であるエアジェットルーム (AJL) を使用した多品種少量生産では、品種転換に伴う段取り替えを迅速化することが必要である。段取り替えの迅速化にはたて糸準備の効率化と製織条件の決定が重要である。製織条件 (空気圧力と噴射タイミング) は、よこ糸の飛走状態を確認しながら実際に試織を行い決定する必要があるが、経験と勘によるところが大きい。特に、製織現場では、よこ糸の飛走不良で織機が停止することを嫌っており、どちらかといえば、空気圧力を高めに調整する傾向にある。また、これまで天然繊維である綿や毛などの短繊維を主に製織してきた AJL は、化学繊維の長繊維も製織するようになってきている。

そこで本論文では、現在主流となっている変形おさ補助ノズル方式の AJL を対象に、省エネルギー化および汎用性の拡大に関する基礎資料を得ることを目的として、ポリエステル長繊維を製織する時の変形おさ補助ノズル方式 AJL における省エネルギー化のため、よこ糸飛走通路内および補助ノズルの空気速度分布について調べ、省エネルギー可能な補助ノズルの検討を行った。さらには、よこ糸の運動について理論的考察を行った。

2. 既製補助ノズル噴流

実際に用いられている出口形状の異なる 4 種類 (丸形, 多孔形, 矩形, 楕円形) の既製ノズルについて、供給空気圧力に対する噴流の速度分布を測定し、ノズル出口孔形状によらず、ノズルからの噴流速度は、円筒の先細ノズルからの軸対称噴流と同様な減衰特性を示すことを明らかにした。また、図 1 に示したように噴射角度は、供給空気圧力によって変化し、その変化の割合は水平方向より鉛直方向の方が大きく、ノズルによって異なることを明らかにした。したがって、製織時にノズルへの供給空気圧力を調整した場合は、ノズルの取り付け位置および取り付け角度を調整する必要がある。多孔形ノズルからの噴流は、供給空気圧力に対する噴射角度の変化が少なく、噴流の広がりも他のノズルと比較して小さいため、実験した 4 種類のノズルの中では、最も性能が良いと考えられる。

3. モデル補助ノズル噴流

補助ノズルの噴射角度に及ぼす因子を明らかにするため、出口孔径が 5 倍のモデル補助ノズルを用いて、ノズル流路幅、出口断面形状および出口平均流速を変化させ、流速分布と乱れ分布および噴射角度を測定した。その結果、噴射角度は、流路面積、出口断面形状および出口流速によって異なり、この噴射角度には、出口における流速分布が影響していることを明らかとした。また、ノズル出口において、流れは縮流を起こし、出口流速に応じて縮流の状態が変化するため、噴射角度が一定にならないことを示した。実験した出口断面形状のなかでは、先細断面形状が一番安定した出口流速となることを示した。

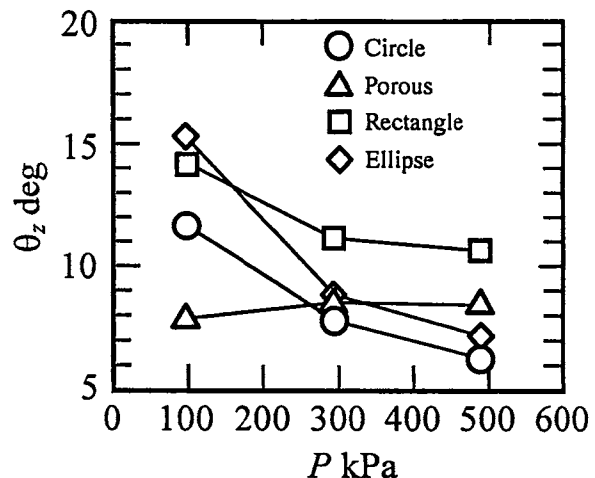
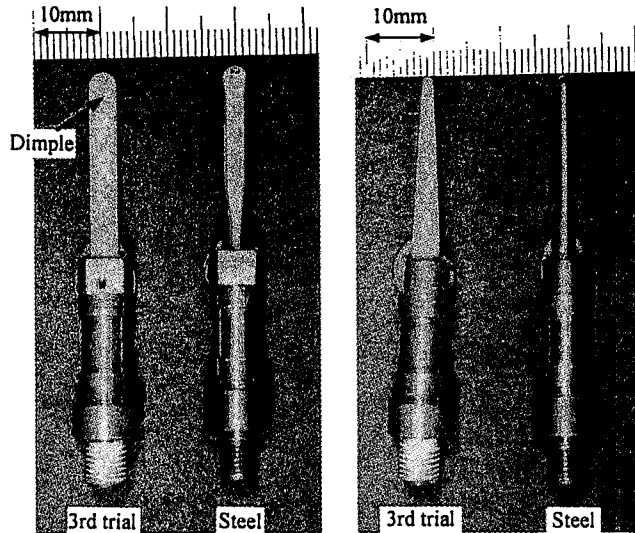


図 1 補助ノズルの噴射角度

4. 高性能補助ノズルの試作

AJLに取り付ける補助ノズル本数を削減可能な補助ノズルの試作を行った。通常、補助ノズル取り付けピッチは60mm~80mmで設計されているが、本研究では取り付けピッチを100mmに設定し、補助ノズル噴射角度は 6° とした。材料には耐摩耗性を考慮して、セラミックス材料を用いた。図2は試作した補助ノズルと市販金属製ノズルの写真である。ノズル出口断面形状を先細、ノズル内部での突起を滑らかにしたことにより、設計噴射角度である 6° を得ることができ、金属製ノズルより10~30%低い供給空気圧力で同じ空気流量を得られることを示した。

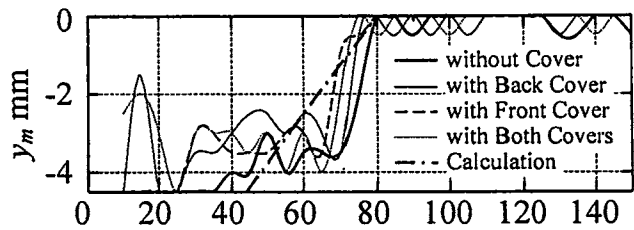


(a) 正面 (b) 側面
図2 試作ノズルと市販金属製ノズル

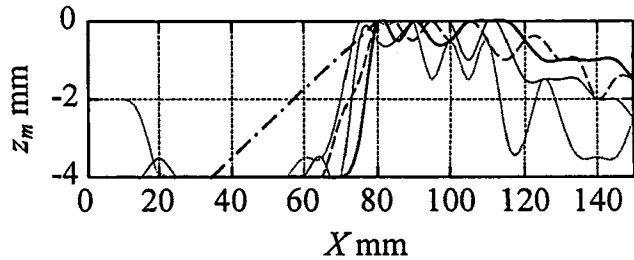
また、実機での製織試験の結果、試作したノズルを使用することにより、設定した補助ノズル取り付けピッチの2倍の取り付けピッチでも良好に製織でき、金属製ノズルを用いた場合より空気消費量を約20%削減できることを示した。

5. よこ糸飛走通路内の流れ

よこ糸の通路である変形おさ溝部での空気流れの測定を行い、よこ糸通路外への空気漏れが通路内の空気流れに及ぼす影響について調べた。図3に示すように、変形おさの溝底面に達するまでの補助ノズル噴流の測定断面内最大速度位置は、直線的ではなく、変形おさの下あご形状に沿って移動することを明らかにした。図3の一点鎖線は軸対称噴流軸を現しており、噴流最大速度位置は、水平方向では軸対称噴流軸の近くに位置することを示した。変形おさ前面をカバーすると、変形おさ背面への流れが多くなり、よこ糸通路内の最大速度はカバーなしより減少することを明らかにした。



(a) Y direction



(b) Z direction

図3 おさ内の噴流最大速度位置

6. 変形おさ背面の流れ

AJLの変形おさ背面における空気流の基礎的な現象を解明するために、シュリーレン法を用いて変形おさ背面への空気漏れの可視化を行った。その結果、おさ密度の違いによるおさ背面への漏れの違いを明らかにした。また、おさ背面では、補助ノズルからの距離 $X=40$ mm付近では斜め方向、 $X=60$ mm付近ではおさ背面に垂直な方向に漏れる2個所の漏れ中心が存在することを明らかにした。このことからAJLの省エネルギー

ギー化のため変形おさ背面からの空気漏れを少なくするには、漏れ位置および方向を勘案する必要があることを示した。

7. よこ糸運動の理論的考察

ポリエステル加工糸をよこ入れしたときのよこ糸搬送速度について検討するとともに、よこ糸飛走通路内の空気速度分布を考慮した変形おさ補助ノズル方式のAJLにおけるよこ糸の運動を検討した。その結果、よこ糸搬送速度の増加には、よこ入れ条件の中でメインノズル空気圧力が一番影響することを明らかにした。補助ノズル空気圧力は、よこ糸搬送速度のばらつきに影響し、補助ノズル空気圧力の最適化によって、よこ糸搬送速度のばらつきを最小にすることが可能であることを示した。

図4に示した変形おさ補助ノズル方式のAJLでドラム方式のよこ糸貯留装置が採用されている場合のよこ糸の運動方程式は、よこ糸に作用する力として、メインノズル加速管内で噴流から受ける力 F_1 、おさ内でのメインノズルと補助ノズルの噴流から受ける力 F_2 、および貯留ドラムからよこ糸が引き出される時の力 F_3 を考慮すると、

$$d(MV)/dt = F_1 + F_2 - F_3 \quad (1)$$

で与えられる。ここで、 M はよこ糸の質量、 V はよこ糸速度である。また、よこ糸は、メインノズルの軸中心上を一次元的に運動するものとする。

式(1)右辺の糸に作用する力は、それぞれ次式で表される。

$$F_1 = \frac{1}{2} C_f \pi D L_1 \rho (U_a - V)^2 \quad (2)$$

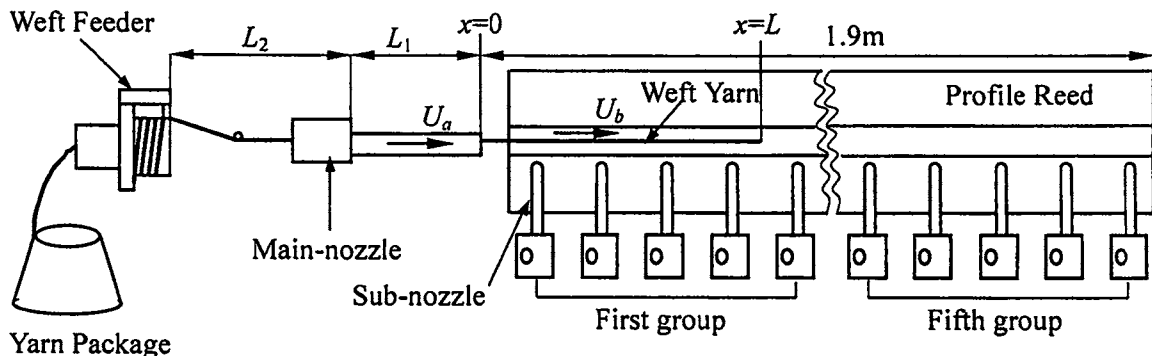


図4 変形おさ補助ノズル方式のAJLにおけるよこ糸の運動モデル

$$F_2 = \frac{1}{2} \pi D \rho \int_0^L C_f (U_b - V)^2 dx \quad (3)$$

$$F_3 = \frac{1}{2} m V^2 e^{\mu\alpha} \quad (4)$$

ここで、 C_f は糸の空気摩擦係数、 D はよこ糸の直径、 ρ は空気密度、 U_a はメインノズル加速管内噴流速度、 U_b はおさ内での噴流速度、 L はメインノズル先端からよこ糸先端までの長さ、および α は糸と貯留ドラムとの接触角度である。また、式(4)は、よこ糸が貯留ドラムから引き出される時の力として、S. Adanurらにより導かれている。

式(1)のよこ糸の運動方程式を解析するには、糸の空気摩擦係数およびおさ内での噴

流速を求める必要がある。そこで、糸の空気摩擦係数を実験により求め、おさ内の噴流速度には、上述5で得られた軸対称噴流速度を仮定して、RKG法にて数値計算を行った。図5に、メインノズル空気圧力を変化させてポリエステル加工糸 16.5tex/96f をよこ入れしたときのよこ糸搬送速度を数値計算結果とともに示す。図5に示すように計算結果と実験値が、良く一致していることからおさ内での噴流速度分布として軸対称噴流の速度分布を適用できることを明らかとした。

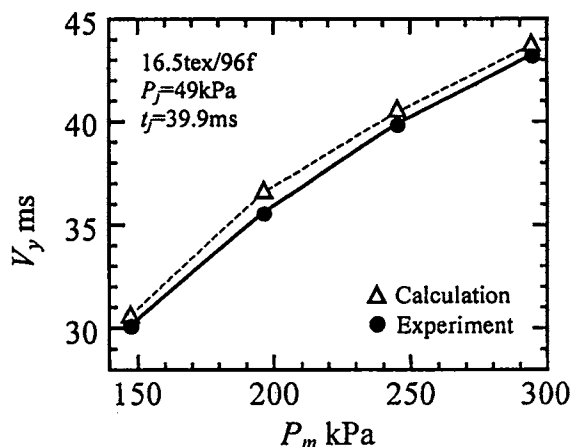


図5 メインノズル空気圧力の影響

8. 結 言

本論文は、空気噴流を用いて織物を製造する機械であるエアジェットルームの中で現在主流となっているよこ入れ機構における空気流れを詳細に調査し、よこ糸の飛走通路である変形おさ溝部へ噴き出される補助ノズル噴流の特性を明らかにした。その結果、補助ノズルの噴射角度の安定性と消費空気量の削減を可能とする形状を明らかとした。また、変形おさ補助ノズル方式のエアジェットルームにおけるよこ糸飛走通路である変形おさ溝部内の空気速度分布が、軸対称噴流の速度分布で与えられることを明らかにした。これにより、よこ糸の運動方程式を数値計算し、よこ糸の織端までの到達時間をシミュレーションすることが可能であることを示した。本研究で得られた研究成果は、変形おさ補助ノズル方式のエアジェットルームにおける省エネルギー化と汎用性拡大のための基礎資料として、十分貢献できると考えられる。

学位論文審査結果の要旨

平成13年1月25日、1月30日第1,2回学位論文審査委員会を開催し、1月30日口頭発表を行い、同日最終の審査委員会を開催した。協議の結果、以下の通り判定した。申請者は、昭和61年3月、金沢大学大学院工学研究科機械工学専攻を修了し、平成10年4月、石川県工業試験場から本研究科に社会人入学した。申請論文は、空気噴流を用いて織物を製造する織機であるエアジェットルーム(AJL)の中で、現在主流となっているよこ入れ機構における空気流れを明らかにするため、よこ糸の飛走通路である変形おさ溝部へ噴き出される補助ノズル噴流の特性を詳細に調査し、AJLにおいて空気消費量が削減可能な、すなわち省エネルギー化に最適な新型補助ノズル形状を提案、試作した。また、よこ糸飛走通路である変形おさ溝部内の空気速度分布は、軸対称噴流の速度分布で与えられることを明らかにし、変形おさ内の空気速度分布の詳細な挙動を測定した。これらの実測値により、よこ糸の運動方程式を数値計算し、よこ糸が織端に到達するまでのよこ糸運動をシミュレーションした。シミュレーション結果は実測結果と良く一致し、理論モデルの妥当性を立証した。そして本研究で得られた研究成果は、変形おさ補助ノズル方式のエアジェットルームにおける省エネルギー化と汎用性拡大のための基礎データとして役立ち、新型の補助ノズルを試作し、工学的、工業的に極めて有用な多くの研究成果を得ている。本論文は、この分野の開発研究、設計に資するところ大であり、博士(工学)に値するものと認定する。