エアジェットルームの準備工程

糊付技術の進歩の歴史（その3）

深 田

要*

本稿は次の内容により構成されています。本号にはゴシックで表示してある項目を掲載しています。以下は11月号に掲載します。

1. まえがき 2. 準備工程の重要性 3. 織布技術の進歩過程 3.1 戦後復元時代 3.2 合理化、近代化推進時代 3.3 革新織機導入時代 3.4 AJL 導入時代 4. AJL 用経糸の品質基準 5. AJL の整経作業 5.1 整 経 機 5.2 H型とV型クリール 5.3 張力制御方式のV型クリール 6. AJL の糊付作業 6.1 糊付糸に要求される条件 6.2 AJL の糊材料 6.3 糊材料の選択と調合	6.4 着糊量の決定 7. AJL 用の糊付機 7.1 ホットエア乾燥とシリンダ乾燥 7.2 AJL 用糊付機の条件 7.3 マルチサイズボックス 7.4 高圧絞り方式 7.5 分割乾燥方式 7.6 クリールスタンドの張力自動制御 8. 先染織物と AJL 8.1 先染織物のサイジング 8.2 一斉サイジング方式の問題点 9. む す び 9.1 整経工程における注意事項 9.2 糊付工程における注意事項 9.3 AJL 用の糊付機

7. AJL 用の糊付機

現在主流を占めているマルチシリンダ型の糊付機の優位性が論議されたのは、すでに20年前になる。今でもホットエア式が良いと信じている技術者も多く、新しいホットエア式糊付機が製造されている。AJL 用の糊付機を論ずる前に、糊付技術の発展、糊付機の進歩の過程を考えて見る必要がある。

7.1 ホットエア乾燥とシリンダ乾燥

明治時代の古い糊付機は、4 ft と 7 ft の鉄板製のシリンダ2個を使ったものである（8月号図1）。後に銅板製になったが、ぬれた糸が直接シリンダに接触して、糊が焦げつき、糸が偏平になることが欠

点とされていた。明治の終りから大正、昭和の始めに導入されたものは、一室の下部にラジエータ、上部に数個のスケルトンローラのあるホットエア式が大部分であった。糊付糸に丸味があってシリンダ式より、糸質が良いとされていたが、下段のホットエア乾燥部分から湿り空気が上昇するため、上部スケルトン部分における乾燥効率が悪いのが欠点であった。この欠点を補うため、その後湿り空気を外に出し、乾燥効率を良くしたのが、強制通風式のホットエア糊付機である。（8月号図2，3）

昭和30年代に入り、欧米では高速化と熱経済の面から、マルチシリンダ型が主流となりつつある頃、我国でもホットエア式に執着する技術者が多く、ホットエア乾燥機とシリンダ乾燥機を並列に配置した

*K. Fukada, テキスタイルコンサルタント

複合型が歓迎され、現在でもこの型式が多数使用されている。(図4)

ホットエア乾燥機の欠点は

- (1) シリンダ乾燥に比し、乾燥効率が極めて悪く、熱経済上コスト高となり、高速化にも不利である。
- (2) 熱源のラジエータの故障が多い。
- (3) 糸のローリングを防ぐため、未乾燥の糸に過大な張力をかける必要があり、糊付糸の伸度が減少する。

マルチシリンダ乾燥機の長所は

- (1) ホットエア式より構造が簡単、取扱いも容易である。
- (2) 乾燥効率が良く、高速化が可能である。
- (3) シリンダは積極回転のため、シリンダを糸の張力で回した昔のシリンダ式に比し、糸に張力がかからないため、糸が扁平になることもない。各部の張力制御が可能で、糊付糸の糸質は、シリンダ乾燥が優れている。
- (4) 乾燥初期のシリンダは、テフロン加工をするため、糊の焦げつきがない。
- (5) シリンダは、所要のグループに分けて、適正な温度に自動制御ができる。
- (6) シリンダの製作精度、平行精度がよく、昔のシリンダ式に比し、糸のローリングが少ない。

以上のとおり、現在のマルチシリンダ型の糊付機は、昔のシリンダ型の欠点が全て改善されており、ホットエア式に比し、あらゆる点で優れている。

7.2 AJL 用糊付機 の条件

AJL の普及に伴い、糊付機に世界的に関心が高まり、毛羽伏せを最重点とする各種の改善、研究が行われている。

内外の技術情報や代表的糊付機メーカーである我国の馬場産業機械(株)、西ドイツのズッカー社、米国のウエストポイント社が推奨する最新鋭機から判断して、AJL 用糊付機としては、現時点においては次のような共通的条件を備えているものと判断することができる。

- (1) マルチシリンダ乾燥方式
- (2) マルチサイズボックス (2 ～ 4 槽)
- (3) 高圧絞り方式

	機 幅	絞り加重
米 国	78 in = 198 cm	6 トン
西ドイツ	72 in = 183 cm	4 トン

- 日 本 60 in = 152 cm 2 ～ 3 トン
- (4) 分割乾燥方式 1 槽 2 ～ 4 分割
 2 槽 4 ～ 8 分割

我国では、2 サイズボックス式は、昭和40年代から普及し、高圧絞り、分割乾燥方式の糊付機も、数年前から多数導入されて、AJL 用に効果をあげている。

7.3 マルチサイズボックス

織機の広幅化、織物の高密度化、細番化により、糸数が増加したときに開発されたのが、サイズボックスを複数化した糊付機である。

我国では、2 槽式が普及しているが、海外では3 ～ 4 槽式のものもある。その利点は次のとおりである。

- (1) 糸数が多いときは、糸が重なり合って、糊の絞りむら、付着むらが出る。適量の着糊量を確保するためには、1 槽のときは、2 槽のときよりも、着糊量を10～15%くらい多くする必要がある。
- (2) 乾燥シリンダの上で糸が重なり合うときは、シリンダ表面に密着している糸が先に乾燥し、未乾燥の糊が転移して、さらに着糊量むらができる。
- (3) 糸数が多いほど、シリンダ上での再付着が多くなり、それを分離するときの抵抗が大きくなり、それだけ毛羽立ちも多くなり、糸切れも増加する。

サイズボックスでは糸と糸の間隔が、糸の直径分だけあいている、即ち、オープンスペース50%以上が良いとされている。

60 in 幅の糊付機で、オープンスペースを50%にしたときの糸本数は、

番 手	糸の直径	オープンスペース50%
10 S	0.01209吋	2,316本
20	0.00855	3,306
30	0.00700	4,000
40	0.00606	4,620
50	0.00541	5,176

経糸総本数が、上記の数字を大幅に上回るときは、2 槽を使用する方が良いが、さらに重要なことは、乾燥シリンダ上のオープンスペースを大きくすることである。

2 槽を使用するときには、各槽の糊付条件、即ち、各槽の糸本数、糊液の温度、濃度、粘度、絞り加重

を均一にすること, 又, 2層の糊付糸の乾燥条件, 張力などを同一にすることが必要であることはもちろんである。

7.4 高圧絞り方式

澱粉とタルク, クレーのような増量剤を使っていた頃の昔の糊は, 織機で糊の脱落するてんぷら糊の事故が多発した。そのために, なるべく濃度, 粘度の低い糊を軽く絞り, 浸透性を重点においた方法が用いられていた。

現在の PVA と澱粉配合の糊は, 澱粉単独糊よりも, 粘度が低くなり, 接着性, 造膜性もよくなり, 内部浸透よりも, 毛羽伏せ向上を考えて, 外部被覆に重点がおかれるようになってきた。

昭和55年から56年にかけて, 1,500 kg 絞りのサイズボックスを作り, 池藤織布(株)で実用化試験を始めたのが, 我国における最初の高圧絞りである。最初から 1,200~1,500 kg の高圧絞りを実施したが, 予想どおり蒸気使用量が減少し, 織機では 2 本並びが皆無となった。1 週間後には直ちに 2 号機が発注されたほど, その効果は顕著であった。その後, 我国を始め欧米でも高圧絞り方式の糊付機が急速に増加しつつある。今後新設される糊付機は全部高圧絞りになるものと考えてよい。

高圧絞り方式は, 初めは省エネルギーを目的として考えられたが, その後, 次のようないろいろの利点が認められ, AJL 用糊付機として, 不可欠の条件の 1 つとなっている。

- (1) 絞り後の水分率が減少, 20~30% の省エネルギーとなる。
- (2) 乾燥が早くなり, スピードアップが可能となり, 生産性が向上する。
- (3) 水分率が減少するため, 乾燥途中における糸同志の再付着の程度が軽くなり, 分割抵抗力が減少するため, 毛羽伏せが向上する。
- (4) 糊付糸は 20 秒くらいの短時間の間に急速に乾燥されるため, 糸の内層から急速に水分が蒸発されるときに, 糊のマイグレーション現象が起こり, 糊の一部は外層に転移し, 糊被膜の一部は破壊される。水分率が少ないほど, この現象は軽減され, 糊の被覆度, 浸透分布がよくなる。
- (5) 糊の被覆度, 毛羽伏せが向上するために, 着糊量を 10~15% 減少することができる。
- (6) 絞り後の水分率が少なくなるため, 2 本並び, テープ糸は皆無となり製織性が向上する。

現在, 我国においても, 高圧絞り方式が多数採用されているが, 理解度が乏しいために, 絞り過ぎによる糊甘を懸念して, 適正な絞り圧で, 十分な効果をあげている工場は少ない。

高圧絞りを使用するに当たり, 絞り圧, ゴム硬度, ニップ幅, 糊液の濃度, 粘度, 着糊量などの関係を理解して, 適正な絞り圧を設定する必要がある。

(1) 絞り加重とニップ幅とゴム硬度

絞り加重は, それぞれ機幅が異なり, 又, ニップ幅が異なるので, 総加重よりも, 単位長さ当たりの加圧 kg/cm 又は単位面積当たりの加重 kg/cm² の大小によって, 絞り効果が異なる。

ニップ幅の適正な値は, 10~15 mm である。あまり狭すぎるときは, 絞りロールの回転むら, 糊の付着むらが生じる。大きすぎるときは, ニップ面積が広くなり, 加重を大きくした割に, 絞り効果はよくならない。

ゴム硬度と荷重により, ニップ幅が変化する。図 19 は, 各ゴム硬度における加重とニップ幅の関係を示したものである⁷⁾。

これらの関係から, 60 in 幅の糊付機における各設計加重 (最大加重) に適当なショアゴム硬度は次のようになる。

設計絞り加重	ゴム硬度
1,500 kg (10 kg/cm)	70°~75°
3,000 kg (20 kg/cm)	80°~85°
4,000 kg (27 kg/cm)	85°~90°

従って, 適正なニップ幅で使用するためにはできるだけ設計加重に近いところで使用する方がよい。又は設計加重の如何にかかわらず, 実際に工場で使用する加重に合わせて, 絞りロールのゴム硬度を決めるべきである。図 20 は各加重におけるゴム硬度とニップ幅の関係を示したものである⁷⁾。なお, サイズボックス温度を 90℃ くらいしたときは, 絞りロールは加熱されて, 硬度は 3~5℃ 低下する。

(2) 絞り加重と絞り率, 着糊量

上下ロールのニップ幅の間で絞り出された糊は, ロールから離れるときに, 一部の糊は再び糸に付着する。多孔質のゴムを使用すると, 余分な糊が細い孔の中に吸収されるので, 表面滑らかな普通のゴムロールよりも絞り効果がよい。

絞り加重と絞り率の関係は, ゴムの質, ゴムの硬度, ニップ幅により微妙に変化するため, それぞれの糊付機については, 十分に検討する必要がある。図 21 は絞り加重と絞り率 (WPU) の関係の概略を

図19 各ゴム硬度におけるニップ圧とニップ幅

図20 各加圧におけるゴム硬度とニップ幅

示したものであるが、前記のとおり糊付機によって諸条件が異なるので、多少の差があることは免れない。

糊の濃度、絞り率と着糊量の関係は、概略次のようになる。

$$\text{絞り率}(\%) \times \text{濃度}(\%) \times \frac{1}{100} = \text{着糊量}(\%)$$

この計算から、絞りが高圧になるほど、濃度の高

図21 絞り加重とWPU (ローラ幅 150 cm)

い糊液が必要になる。しかし実際には有効な糊付けの出来る粘度に限界があり、糊調合で粘度を下げる調整をしても、濃度の限界があるため、絞り加重には限度があることになる。

米国では10トン絞り、我国でも7トン絞りが発表されたこともあるが、実際に使用されている例を聞かない。現在、米国のウェストポイント社が6トン(198 cm 幅)、西独のブッカー社が4トン(183 cm 幅)、我国では1.5~3.0トン(152 cm 幅)の高圧絞りが、一般的に実際に使用されている。

(3) 番手別と絞り加重

従来の普通絞りの糊付機では、絞りロールの自重150~200 kgで絞られていたが、現在では、加圧装置を加えて、600~800 kgにした糊付機が多い。

最近のいわゆる高圧絞り方式は、1.5トン以上、絞り率100%以下のものと考えられている。しかし高圧絞りが、実際には800~1,000 kg くらいの範囲で使用されている工場も多く、これは高圧絞りの範疇には入らない。

高圧絞り方式では、絞り率を高くするほど、省エネ、毛羽伏せ向上などの効果は高くなるが、糊の粘度に限度があることは、前述のとおりである。

米国ではPVA 100%の糊を使用している工場が多いが、我国では澱粉と混用するのが一般的で、それだけ粘度も高くなる。糊の濃度、粘度から考えて、我国では、番手別による適正な絞り率は、次のような範囲になるものと考えられる。

番 手	絞り圧 (kg/cm)	150 cm 幅 (トン)
20 S 以下	14~17	2.0~2.5
30	10~14	1.5~2.0
40 以上	8~10	1.2~1.5

絞りロールは普通2本使用されるが、着糊量を決定するのは第2ロールの絞り圧で、第1ロールは常時500 kg くらいで使用される。又、スロー運転時に絞り過ぎないように、絞り圧を平常運転時の20~30%に減圧する。糊粕がつかない程度に軽くすることが安全である。スロー時の最低絞りを決めておけば、減速と同時に、直線的に絞り圧が減圧するように設計されている。

毛羽伏せを最も重視するAJLでは、絞り率を上げて、シリンダ上での再付着を少なくすることと、又、次項の分割乾燥を実施するために、高圧絞りを効果的に利用することが重要である。

7.5 分割乾燥方式

AJL用糊付機として、我国で最初に開発されたのは河本製機(株)のEX-サイザーである。サイズボックスの前後にコムをおき、整経ビーム2本分、約1,000~1,200本の糸を1本ずつ完全に分離した状態で糊付乾燥し、次工程で所要の糸数になるようにビーミングしてウイバースビームを作る方法である。最も原始的な1本糊付で、毛羽伏せ状態は抜群で、まさに理想的な糊付法である。これは又フィラメント無燃糸に用いられたワーピングサイザー方式をスパン糸に応用したものである。

AJL用として、糊付した糸の毛羽伏せ状態は、極めて優れているが、実用機として問題のあることは、すでに昭和54年の本誌⁹⁾に指摘しておいた通りである。しかし糊付糸を糸数を少なくして、分割乾燥す

ることが、毛羽伏せに極めて有効であるという貴重な実験結果を得たことになる。60 in 幅の糊付機、40 S の糸を例にとると、EX-サイザーでは、乾燥シリンダ上でのオープンスペースは、80~90%になる。

米国でも、乾燥シリンダ上でのオープンスペースは、シャトル織機では50%でよいが、AJLでは67~80%まで広げる方がよいといわれている¹⁰⁾。糸密度が少ないほど糸の再付着が少なくなり、デバイングロッドにおける分割抵抗力が減少し、毛羽伏せが向上することは当然である。図22は分割抵抗力和オープンスペースの関係を示した実験データである⁹⁾。オープンスペース50%では、75~80%に比較すると分割抵抗が約4~5倍になる。

60 in 幅糊付機で、オープンスペース70~80%にしたときの各番手別の糸数は、

番 手	70%	75%	80%
10	1,390	1,158	926
20	1,984	1,653	1,332
30	2,400	2,000	1,600
40	2,772	2,310	1,848
50	3,106	2,588	2,070

となる。AJL用では普通1槽2分割、2槽4分割の糊付機が多い。ズッカー社では、1槽4分割、2槽8分割の糊付機を販売している。

分割乾燥では、絞った後普通2個、又は3個のシリンダで分割予備乾燥をし、糸同志が付着しない程度に乾燥した後は、途中から全部の糸を合体して仕上げ乾燥をする。そのためには、高圧絞りで水分率をできるだけ少なくする必要がある。即ち、分割乾燥方式には、高圧絞り方式が前提となる。

図23は、AJL用糊付機として、内外の代表的メーカーの分割乾燥方式の機械を示したものである。

図22 オープンスペースと分割抵抗

Sucker社 1槽2, 4分割 (西ドイツ)

West Point 社 2槽4分割 (米国)

図23 各社分割乾燥糊付機

7.6 クリールスタンドの張力自動的制御

経糸原糸は、各工程で張力を受けて伸ばされ伸度が減少するが、糊付工程での影響がもっとも大きい。糊付機では、糸がたるまない程度にできるだけ小さい張力で操業することが望ましい。

糊付機における張力は、図24に示すように5区分に分けられ、それぞれ適正な張力になるように調整し、全体の糸のドラフトは次の値を越えないようにする必要がある。

綿	1～2%
スフ	3～4
ポリノジック	0.7～1.0
エステル/綿混	1～2
アクリル	1.5～2.5

糸が伸ばされると、残留伸度が減少し、織機にお

ける張力の大きいAJLでは、糸切れが増加する。

図24の張力区分のうち、a、bの部分のぬれた糸が伸ばされやすいので、特に注意が必要である。

クリール部の張力は、糸がたるまない程度に、ブレーキをかける方法が用いられているが、実際には整経ビームの直径の変化に従って、糸を引出すモーメントが変化するため、刻々ブレーキを調整する必要があるため、最低均一な張力に調整することは困難である。過去において一定回転のドラムの上に乗せて糸を送り出す積極送出法が試みられたこともある。又、各ビームを単独モータでブレーキテンションをかける方法などがあるが、各ビームの直径が微妙に異なるためいろいろ問題がある。

AS型張力自動制御装置(図25)は、整経ビームから引出される糸の張力の変動を検出ローラで探知し、ピックアップで電気信号として、テンションコ

図24 糊付機の張力区分

図25 AS型張力自動制御装置

ントローラに導かれる。あらかじめ設定してあるテンションとピックアップ信号との差がなくなるように出力が変化し、この出力が電空変換器により空気圧に変換されて、エアブレーキを変化させ、あらかじめ設定されたテンションになるように、ブレーキ力を自動的に変化させて、常に一定の張力になるように制御する方式である。適正な残留伸度を必要とする AJL では、一定の最低の張力を維持するために、このような自動制御方式が望ましい。

以上 AJL の糊付に対する技術的対応も、まだ充分とはいえない。さらに新しい糊材料とその調製方法の開発、高品質の糊付糸のできる高性能の糊付機の開発など、今後の研究に期待されるところが大きい。

かねてから研究されている泡糊付 (Foam sizing) や、溶融糊付 (Melt sizing)¹⁰⁾ もその後実用化された報告はなされていない。

最近全く新しい糊付法として Solid-on-Solid Sizing がアメリカの研究所から報告されている¹¹⁾。この糊付法の原理は、糸に静電気を与え、これを逆の静電気を帯びた粉末糊剤 (ポリエステル60%, アゼ

ピン酸40%) の上を走行させて吸着させ、これを高温域の中で熔融、又は樹脂化させて毛羽伏せを行うものである。Melt Sizing の変形ともいうべきもので、これらの新しい糊付法は、いずれも織物生産に要する総エネルギーの8%を占めているといわれる糊付の省エネを目的としたもので AJL に要求される高品質の糊付に適合するものであるかどうかは疑問である。

しかし現在の糊付法は、織物の工業生産が始まって以来、原理的にほとんど変化していない。全く新しい発想に基づく革新的糊付法が待望される所以である。

参考文献

- 7) J. Tranter, H. Böttle; Technological Aspects of High Pressure Squeezing.
- 8) 深田要; 革新織機と糊付技術, 織機誌, 33, No. 7 (1980)
- 9) D. L. Nohrenberg; PVA for Air Jet Weaving.
- 10) 深田要; 最近のたて糸糊付の問題点, 織機誌, 37, No. 4, 5 (1984)
- 11) W. C. Tincher; Solid-on-Solid Sizing, Georgia Institute Technology.

(以下号)