スライバの連続染色・連続多色プリントシステムの開発

(第2報) 染液付着における最適条件探索の基礎試験結果

鐘紡鈴鹿工場	北	村	研	治*	(会員)
鐘紡生産技術研究所	信	國	清	隆**	(会員)
鐘紡生産技術研究所	松	本		諭***	
鐘紡羊毛技術部	改	森	道	信****	(会員)

Development of Continuous Dyeing and Multi-Color-Printing System for Sliver Part 2 : Results of Fundamental Test of Suitable Condition for Dye Liquid Sorption

Kenji Kitamura*, Kiyotaka Nobukuni**,
Satoshi Matsumoto***, and Mithinobu Kaimori****

*Suzuka Mill Kanebo, Ltd., Suzuka

, *Systems Laboratory Kanebo, Ltd. Osaka

****Manager of Wool Technological Dept. Kanebo, Ltd. Osaka

*Present Address, Kanebo Wool, Ltd. Suzuka

***Present Address, Technology Administration Kanebo, Ltd. Osaka

****Present Address, Office of Fibers Technology, Product Development Dept. Kanebo, Ltd. Osaka

Abstract

On the first report we explained the outline of continuous multi-colors printing equipment. At this system reappearance of liquid sorption to sliver is most important.

Therefore we carried out the fundamental test for dye liquid sorption to sliver by using especially made experimental equipment.

Consequently we mainly found the following three results,

(1) Dye liquid sorption is influenced by the diameter of holes in dye liquid holder of new printing system and the viscosity of dye liquid. To get best sorption when the viscosity of dye liquid is 1.3cp it is most suitable to the liquid holder 100 μ m (air resistance 0.45kPa $\cdot$ s/m)

(2) Most suitable pressure after suction is 310mmHg.

(3) The best mechanical conditions selected by wool and polyester are fit to various other fibers and fiber-fineness.

(Received May 10, 1993)

(Accepted for Publication February 7, 1994)

* 現在, カネボウウール

*** 現在, 技術管理部

**** 現在, 繊維技術室繊維商品開発部

摘 要

目的 スライバに染液を真空吸引させて、付着させる場合、染液特性、プリント素材、プリント装置設定条件などにより、付着状況は大きく変化すると想定される。このため、再現性よく染液を付着させるための、最適条件を実験装置を製造して探索する。

結果 (1) 新システムにおける染液保持体の空孔径は、染液粘度と相関があり、染液粘度 1.3cp のとき、100 μ m (通気抵抗 0.45kPa $\cdot$ s/m) の染液保持体が最適である。

(2) 真空度は 310mmHg が最適である。

(3) 素材が変わっても最適機械条件は変わらない。

(平成 5 年 5 月 10 日受理)

(平成 6 年 2 月 7 日審査終了)

1. 緒 言

第 1 報に続き、新システムの中核に当たる染液の流出、吸引機構についての基礎試験結果を中心に報告する。新システムにおいては、染液保持体が染液を精度よく付着させる上で、最も重要な影響を及ぼす。この役割は、送られてくる染液を、一定量、かつ、一定時間確実に保持する。スライバの負荷変動に対しても吸引むらの出ないように、染液の所定量を正確、かつ、均一に、スライバに供給することである。保持体がないと染液が垂れ流しのような状況になり、タイミングよく供給することができない。また、スライバの粗密に応じ、吸引むらが発生し、染液の供給にむらが生じる。

2. 試験方法

2.1 試 料

工業的に使われている平均繊維 19 $\sim$ 28 μ 、平均繊維長 68 $\sim$ 85mm、太さ (ゲレン) 25g/m の羊毛スライバと繊維 1.35 $\sim$ 4d、平均繊維長 87mm のパイアスカット、太さ 25g/m のポリエステルスライバを使用した。

2.2 各種染料の染液粘度の測定

各種染液を作製し、その染液温度を 20 $^{\circ}$ C に固定し、単一円周型回転粘度計 (ビスメトロン) により測定した。

2.3 染液保持体の評価方法

通気性試験機 (カトーテック KES-F8-AP1) を用いて、染液保持体の材質にポリエチレン (商標:「セルポール」, セルポール工業製) を選び、ポリエチレン (気孔率 35 $\sim$ 40%) の空孔径を変化したときの通気抵抗値 (染液保持性能) を測定した。通気抵抗 “R” は、電気抵抗と同じように圧力 / 通気量で表され

る。

$$R = \Delta P / V$$

R; 通気抵抗, Pa $\cdot$ s/m

ΔP ; $= P_1 - P_2$, Pa ($= N/m^2$)

V; 単位面積当たりの通気量, m³/m²s

2.4 染液付着量の実験装置

実験装置の概要を図 1 に示す。①の上部から染液を供給し、⑦の真空ポンプの吸引作用により、③の上部染液保持体、⑤のスライバ、④の下部染液保持体を通すもので、⑧により真空度を調節する。

①dye liquid injection unit, ②dye liquid vacuum unit, ③dye liquid holder (upper), ④dye liquid holder (lower), ⑤sliver, ⑥spacer for gap adjustpent, ⑦vacuum pump, ⑧controller, ⑨exhaust

Fig. 1 Model equipment for experiment

2.5 染液付着量の測定

実験装置に染液 0.6cc を上方 (図 1①) から滴下し、6mm $\times$ 12mm $\times$ 10mm の大きさの染液保持体を通してスライバに吸引させる。その滴下前後の上部染液保持体 (図 1③)、スライバ (図 1⑤)、下部染液保持体 (図 1④) の重量の増加量を調査して、染液付着量を測定した。なお、図表示は付着量、本文では % に換算して表した。

2.6 その他の測定

真空度は実験装置に圧力計を取付けて測定した。配管の温度降下は図2 (①, ②, ③, ④, の×印) に示すように、開発本体機の配管経路に温度センサを取付けて測定した。

Fig. 2 Measuring points of temperature in the vacuuming route

3. 結果と考察

3.1 染液の粘度測定結果

通常のビゴロプリント液には糊剤を入れることが多く、粘度もかなり高いのが一般的であるが¹⁾、新規開発システムでは糊剤をまったく使わず、後工程の洗浄工程の負荷を低減させて後に続くリコム工程の省力化を目指している。実用に供する染液の粘度

調査結果を表1に示す。染液粘度は染料濃度の増加につれて、高くなる傾向がある。しかし、染料種類、処方、染料濃度に差があっても、使用染液の粘度は一種を除いて1.10～1.45cp内の変動に収まっている。従って、実用上は、この程度の粘度範囲で諸問題を検討すれば良いといえる。

3.2 染液保持体の通気抵抗

染液保持体の通気抵抗値の結果を図3に示す。ここで、空孔径はメーカー表示の値を示している（以後も同様）。空孔径を20μmから500μmまで変化させたとき、通気抵抗は反比例関係にあり、約9.5

Fig. 3 Correlation between air resistance and diameter of holes in dye liquid holder

Table 1 Viscosity of dye liquid

Type of dyestuff	Name of dyestuffs	Viscosity (cP at 20℃)		Auxiliaries
		20g/l	60g/l	
Dyestuffs for wool	Acid Black KP Liquid (BASF)	1.25	1.30	Coacervate agent (25g/l) Organic acid (2g/l)
	C.I.Acid Blue 204	1.25	1.40	
	C.I.Acid Black 60	1.35	2.30	
	C.I.Reactive Blue 50	1.20	1.35	
Reactive dyestuffs for cotton	Drimarene Black K-BF(SANDOZ)	1.30	1.45	Sodium carbonate (20g/l) Sodium sulfate anhydrous (40g/l)
	Drimarene Blue K-2RL(SANDOZ)	1.25	1.35	
Cation dyestuffs	Cachilon Black CD-BLH(HODOGAYA)	1.10	1.20	80% acetic acid (10g/l)
	Cachilon Blue CD-BLH(HODOGAYA)	1.10	1.20	
Disperse dyestuffs	C.I.Disperse Blue 158	1.10	1.20	Wetting agent (15g/l)
	Dianix Black RB-FS 200% (MITSUBISHI-HOE)	1.10	1.20	
	Dianix Black RN-SE (MITSUBISHI-HOE)	1.20	1.40	

kPa・s/m から 20Pa・s/m まで下がることを示している。

3.3 染液保持体の通気抵抗と染液付着量の関係

染料として、Acid Black KP を選定し、Coacer-vate Agent (Padding Agent KW (BASF) を使用) の濃度を变化させて 1.1cp, 1.3cp, 1.5cp, 31cp の 4 水準の染液を調整して、染液保持体の通気抵抗と染液付着量の関係を調べた。この結果を図 4 に示す。染液粘度および染液保持体の通気抵抗によりスライバへの染液付着量の最大値が变化する。例えば、粘度 31cp の染液の場合、通気抵抗は 0.05kPa・s/m に、1.3cp の染液の場合、通気抵抗は 0.45 kPa・s/m 前後に最大付着量がある。付着量が高いほど、染液保持体として適しているので、染液粘度が高い場合には、通気抵抗の低い染液保持体を、染液粘度が低い場合には、通気抵抗の高い染液保持体を選定する必要がある。通常の染液粘度 (1.1~1.45 cp) の場合には、1.3cp が最も高い付着量を示すことが分かる。

3.4 染液粘度と染液付着量の関係

Fig. 4 Correlation between sorbed volume and air resistance of dye liquid holder

染液粘度を 4 水準、上部染液保持体の空孔径を 5 水準变化させたときの試験結果を図 5 に示す。スライバへの染液付着量は粘度 1.3cp, 空孔径 100 μ m の水準が 91% となり、測定した 4 水準では最も高い数値となる。これより粘度の小さい 1.1cp の水準では染液が下部保持体を通して排出され、スライバへの付着量が減少する。粘度 1.5cp では上部保持体の抵抗が増し、染液が動きにくく、上部保持体に残る量が多くなり、繊維への付着量が減少する。31cp ではこの傾向が強く、付着量が大きく減少する。また、上部染液保持体の空孔径が小さいほど、上部保持体

Fig. 5 Correlation between viscosity of dye liquid and sorbed volume of dye liquid

に染液が多く残るので、染液保持体は空孔径が小さいと保持能力が高く、大きいと低いといえる。3.3項と同様に、染液粘度を1.3cpに調整して使用するのがよいと判断される。

3.5 染液保持体の空孔径と染液付着量の関係

染液粘度1.3cp、染液保持体の空孔径を流出（上部）用と吸引（下部）用に分けてウールとポリエステル素材について、付着量との関係を調査をした。それらの結果を図6、7に示す。図6より上部染液保持体については、

- ①ウールとポリエステルは空孔径に対し同じような傾向を示す。
- ②空孔径100 μ mの水準がウールも、ポリエステルの場合にも、最も高い付着量を示す。空孔径が小さくなるにつれて、上部保持体に残る染液が多くなり、スライバに付着される量と下部保持体を貫通し排液される量が徐々に少なくなる。上部染液保持体の空孔径が小さいと下部の吸引力が及びにくくなると思われる。
- ③空孔径が200 μ m以上では、吸引力がききすぎて、下部保持体からの排出量が大きくなり、スライ

Fig. 6 Correlation between diameter of holes in the upper holder and sorbed volume of dye liquid

Fig. 7 Correlation between diameter of holes in the lower holder and sorbed volume of dye liquid

バへの付着量が減少する。400 μ mではウールの場合、55%しかスライバに付着せず、45%が下部保持体から排出される。これらの結果より、上部染液保持体は空孔径100 μ m程度のものが良好と判断される。

また、下部保持体の試験結果については、ウールとポリエステル素材による差は小さく、空孔径は200 μ mが適していることが図7より分かる。空孔径が小さいとスライバへの付着量が減少する。この理由は、空孔径が小さくなると、下部の保持体では圧力損失が大きく(保持体の上面、下面間にかかる圧力差が大)、空気移動速度が増加し、染液が下部の染

液保持体を通して多く排出されるからと推察される。しかし、各試験水準の差は小さく、下部の染液保持体は200 μ m~400 μ mのものを選定すれば問題はないと判断される。

3.6 ドラム間隔と染液付着量の関係

適正なドラム間隔について、4水準比較検討した結果を図8に示す。ウール、ポリエステル素材とも1.5mmで最大の付着量を示す。2.5mmの場合、吸引力が弱まり、染液が上部染液保持体に残ると同時に、スライバへの圧縮作用が弱まり、より粗くなったスライバの空隙を通過してスライバへ移行した染

Fig. 8 Correlation between interval of holes and sorbed volume of dye liquid

Fig. 9 Correlation between vacuuming pressure and sorbed volume of dye liquid

液の比較的多くが下部保持体から排出されると推察される。3mm 間隔では、吸引力が大きく低下し、上部保持体に多くの染液が残るとともに、スライバへ移行した染液も繊維表面に残るようになる。

以上より、スライバの太さが 25g/m、織度 3～5d クラスでは、ドラム間隔は素材を問わず、1.5mm が最適と判断される。

3.7 真空度と染液付着量の関係

真空度を 4 水準変化させたときの検討結果を図 9 に示す。ここでもウールとポリエステルは同じような挙動を示す。ウールについて、真空度が 310 mmHg の時、最も多く付着し、410mmHg では上部保持体にやや残る。650mmHg では真空度が弱く、上部保持体に残留する部分が多くなる。スライバに移行した 93%の染液は、スライバ上部に集中しており下部は白場として残る。以上より、真空度として 310mmHg 程度が良好と考えている。

3.8 繊維織度と染液付着量の関係

スライバの織度をウールについては 4 水準、ポリエステルは 3 水準変化させたときの結果を図10に示す。織度や素材が異なっても、付着量の差は 3%以内にあり、繊維の種類や織度と染液付着量には関係がないと考えてよい。

3.9 染液温度と染液付着量の関係

染液温度を 5℃と 20℃の 2 水準、上部染液保持体の空孔径を 2 水準で検討した結果を図11に示す。染

Fig. 11 Correlation between temperature of dye liquid and sorbed volume of dye liquid

液保持体の空孔径が 100μm、200μm とともに 5℃の方が染液付着量が減少し、上部保持体に染液が残り、同時に下部保持体に吸引され排出される量が増してくる。上部保持体に残るのは染液粘度の増加が原因と考えるが、下部より多く排出される理由は不明である。色再現性を高めるには染液温度を一定に保つ必要があることが分かる。

3.10 吸引による染液経路の温度降下

新システムは染液吸引方式であるので、吸引経路内に新しい空気は供給されず、吸引がなされるとすれば経路内の温度は断熱的膨張現象により大きく低

Fig. 10 Correlation between fineness of fibers and sorbed volume of dye liquid

Table 2 The temperature of vacuuming route

Measuring point	Atmospheric temperature 8°C		Atmospheric temperature 20°C	
	Pressure		Pressure	
	100mmHg	450mmHg	100mmHg	450mmHg
①	7.2	7.3	19.1	19.3
②	-1.2	3.1	9.6	13.5
③	-3.0	1.2	7.3	10.8
④	2.0	6.4	11.0	15.7

下する²⁾。しかし、実際には吸引時に、常に新しい空気が供給されるので理論式とは一致しない。図2の①～④の各部の温度変化を表2に示す。①と②の間(染液吸引中空ドラムの上下の染液保持体)では温度低下もわずかだが、②と③の間での温度降下が大きい。仮に経路内の温度が0℃以下になると経路途中で凍結し、染液をまったく吸引しなくなり、プリント不可能な状態になる。したがって、凍結しないように機台周辺の温度調節と配管経路、染液中空ドラムの保温などに万全を期している。

4. 結 言

開発した連続多色プリント装置のモデル装置を用いて、スライバに再現性よく染液を付着させるため

の基礎試験を行った。これにより、新システムの要である、染液保持体の選定並びに各種素材のプリント時の最適機械条件を設定した。得られた主な結果は次のとおりである。

- (1) 新システムにおける染液保持体の空孔径は染液粘度と相関があり、染液粘度1.3cpのとき、100μm(通気抵抗0.45kPa・s/m)の染液保持体が最適である。
- (2) 真空度は310mmHgが最適である。
- (3) 素材の種類、織度が変わっても最適機械条件は変わらない。

以上、第2報として染液付着挙動を中心に報告した。この中で、素材対応について、紙面の都合上、ウール、ポリエステルだけに絞って紹介したが、絹、ナイロン、アクリル、レーヨンなども、ほぼ、ウールやポリエステルと同様な傾向を示していることおよびこの基礎試験が本生産機によく合致することを申し添えておく。

さらに、システム設計上の基礎試験として、その他多くの項目も検討したが、これらは割愛した。

文 献

1) 「新染色実用講座」, p. 193, 色染社 (1987)
2) 白井利明; 一般化学 (1963)