

# インクジェットプレコートによる捺染の画質制御に関する検討

牛久 正幸\*, 加藤 久人, 五井 克典, 渡辺 真也

\* コニカミノルタ I J 株式会社 開発統括部 第1開発部

## Study of Inkjet Pre-coating Method for Textile Printing

Masayuki Ushiku, Hisato Kato, Katsunori Goi, Shinya Watanabe

KONICA MINOLTA IJ TECHNOLOGIES, INC. ;1<sup>st</sup> R&D Group R&D Divisuin

In recent years, inkjet textile printing is being employed, which enables us to respond to quick delivery and various kind of small amount of order, comparing to conventional screen textile printing. Inkjet textile printing, however, needs pre-treatment process of fabrics with paste additionally. It is necessary to control the quality of resultant prints, but it also limits the range of application of inkjet printing process among the total textile printing. It is hence expected that applying inkjet process to the pre-treatment will lead to further shorting textile printing processes. Trying to apply the inkjet process to the pre-treatment, we found some factors controlled printing quality. We will report our results in this report.

### 1. はじめに

インクジェット捺染は従来のスクリーン捺染に対し版が不要であることから、短納期化や少量多品種への対応が可能などの利点があり近年捺染工程において適用されてきている。このような利点がある反面、インクジェットで直接布にプリントするとインクが繊維に沿って滲むフェザリングが生じるため事前に前処理した布を用いる必要がある。従って、インクジェット捺染はプリント工程のみオンデマンド化されているのが現状である。

前処理を施した布と未処理布にプリントした一例を Fig. 1 に示す。

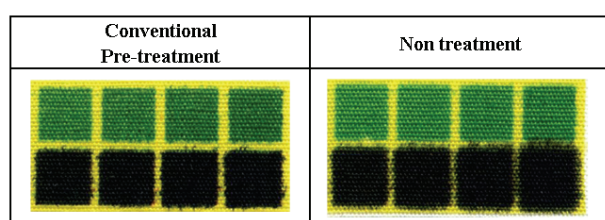


Fig.1 Examples of feathering image.

インクジェット専用の前処理布を事前にプリントとは別工程で加工している従来のインクジェット捺染に対して、前処理とプリントを連続して処理することができれば更なる工程短縮化と短納期化が可能となる。また、一般に前処理布はプリント加工されるまでの保存により発色性能が変化する課題があり、

前処理とプリントを連続して処理できれば品質の安定化も期待できる。この目的の為に、現行の前処理工程とプリントを直結して連続的に処理する方法が考えられるが、装置が大掛かりとなることやスキャン型のインクジェットにおいては布が間欠的に搬送されるため前処理工程との連動が困難となる課題がある。

今回検討したインクジェットプレコートとは、この課題に対し前処理にもインクジェットを適用する試みであり、間欠搬送に対する問題の解消と比較的簡易でコンパクトなシステムにできる可能性が期待できる。従来のインクジェット捺染プロセス(a)と、今回インクジェットプレコートを適用した捺染プロセス(b)とを比較した概念図を Fig. 2 に示す。

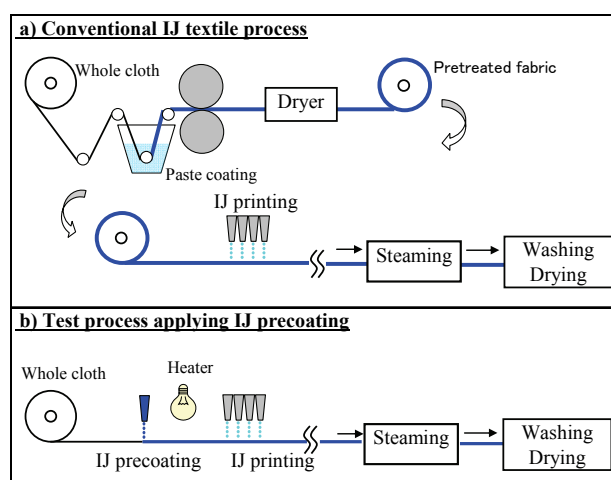


Fig.2 Comparison between Conventional IJ textile process and Test process applying IJ pre-coating .

\* 〒191-8511 東京都日野市さくら町1番地

\* 1, Sakura-machi, hino-shi, Tokyo191-8511, Japan

e-mail: masayuki.ushiku@konicaminolta.jp

次に、従来プロセス (a) の前処理によるフェザ

リングの抑制機能について説明する。従来の前処理は、高吸水性樹脂を含む糊剤をパディング法などで布に塗布、乾燥してインク受容層を形成する処理であり、この受容層によりインクを吸収保持してフェザリングを抑制している<sup>1,2)</sup>。糊剤の塗布量は樹脂の種類等により異なるが概ね平米あたり 10~40g程度塗布されている。用いられる高吸水性樹脂としては、アルギン酸Naやカルボキシメチルセルロースなどの高粘度多糖類が代表的である。

Fig.2 に示した今回の検討プロセス (b) に高吸水性樹脂を用いてインクジェットプレコートする方法について、アルギン酸Naを例に考えてみる。インクジェットにより吐出可能な液の粘度は一般に 20mPa・s以下であり、この粘度に相当するアルギン酸Naの添加濃度は低分子量のアルギン酸Naを用いた場合でも 1%程度となる。従来の前処理と同様にアルギン酸Naを 10~40g/m<sup>2</sup>布に付与するには、1%のアルギン酸溶液を平米あたり 1~4 リットル付与することとなり、布の液体保持量を遥かに超えて溢れてしまい現実的な方法ではない。従って、従来と同様に高吸水性樹脂でインクを吸収保持しフェザリングを抑制する方法をインクジェットプレコートに適用するには無理がある。

以上から、布の液体保持量を超えないように如何に少量のインクジェットプレコートでフェザリングを抑制するかが本検討における課題であり、従来の前処理とは異なる考え方、方法が必要となる。

## 2. 実験

布で生じるフェザリングは繊維の配列方向に向かって毛細管現象によりインクが滲む現象と言われている<sup>3)</sup>。毛細管現象による液体浸透への影響因子である粘度と表面張力を染料およびプレコートインク (以下、PCインク) の両方について変化させてフェザリングとの関係を確認した。

また、フェザリングはインク付与量が多いほど顕著に起きる。今回の検討プロセスではPCインクのプリント後短時間に連続して染料インクがプリントされるため、染料インクに加えてPCインク分の液量が増えることからフェザリングに対して不利となる。従って、PCインクのプリント後にヒーター乾燥することが有効であるが、乾燥レベルが不十分な場合を想定してインク物性とフェザリングの影響をヒーター乾燥あり/なしで確認した。以下、具体的な実験方法について説明する。

実験 a) L9 直交表を用いた要因効果の確認

染料およびPCインクの粘度、表面張力とヒーター乾燥の各影響因子に対するフェザリングへの寄与を総合的に確認する目的で L9 直交表を用いた。粘度

と表面張力は、樹脂と界面活性剤の量により変化させた。実験に用いた直交水準を Table1 に示す。

Table 1 Design scheme of experiment of Parameters and levels

Design parameters		Level		
		1	2	3
Dye Ink	amount of resin	0%	2%	5%
	amount of surfactant	0%	0.1% (surfactantA)	0.3% (surfactantB)
PC Ink	amount of resin	0%	2%	5%
	amount of surfactant	0%	0.1% (surfactantA)	0.3% (surfactantB)

なお、本実験はインクジェットプリントの代用評価として、マイクロシリンジを用いて行った。反応染料インクをマイクロシリンジで 10μl 綿布に滴下し拡散した液滴径を測定することによりフェザリングを評価した。はじめにPCインクを滴下後、即染料インクを重ねて滴下する場合 (TEST1) と、温風ヒーターにより乾燥を行った後に染料インクを滴下した場合 (TEST2) の2通りで評価を行った。

実験 b) インクジェットプリントによる確認

実験 a) の結果を基にインクジェットプリンタを用いて確認実験を行った。

<染料インクおよびPCインクの処方>

評価に用いた染料インクおよびPCインクの処方について概要を説明する。今回検討した染料インクは、反応性染料とヘッ드의保湿および粘度調整剤として水溶性有機溶剤および水が基本構成物である。反応染料として用いたモノクロロトリアジン型の反応性染料とセルロースとの反応機構を Fig.3 に示す。

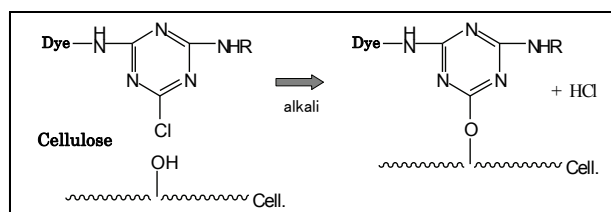


Fig.3 Reaction scheme for reactive dye (monochloro triazine) with cellulose

PCインクの主要な構成物としては、スチーム処理時に染料とセルロースの反応を促進するためのアルカリとヒドロトロピー剤、ヘッ드의保湿および粘度調整剤として水溶性溶剤、および水からなる。また、染料インク、PCインク共に界面活性剤で表面張力を調整した。

先に述べたようにフェザリングが毛細管浸透によるのであれば、インクの調整粘度を高く設定し更にプリント後の乾燥に伴い粘度が上昇し易い方がフェザリングの抑制に有効と考えられる。粘度の調整には水溶性有機溶剤 (以下、溶剤と略記) として多価アルコール類などの高粘度な溶剤の量で調整する方

法が考えられるが、高粘度な溶剤は一般に蒸気圧が低く乾燥しづらいため多量に添加するとべたつきによる取扱上の問題やフェザリングにも悪影響する。本検討においては、樹脂と溶剤を併用してフェザリングの抑制と出射特性の両立を試みた。

樹脂についてはスチーム工程での発色性能や洗濯後の布の風合いへの影響とインクジェットによる出射への影響を考慮して選択した。

次に、溶剤の選択について説明する。インクの調整粘度を高めることに加え、プリント後の水分乾燥でインクが濃縮されることに伴う粘度上昇もフェザリングの抑制に有効と考えられる。一方、ヘッドノズル表面では乾燥により粘度が上昇し易いと Decap と呼ばれるインク初発速度の低下や出射欠を引き起こす。従って、ノズル表面で乾燥初期においては粘度が低く、プリント後の乾燥に伴い粘度が上昇し易いことがフェザリング抑制と出射安定性の両立に好ましいと考えられる。

水分乾燥に伴うインク粘度のモデル実験として、選択した樹脂 2% に種々溶剤を 30% 加えた水溶液から水分を除くことにより濃縮率を変化させて粘度を測定した結果を Fig.4 に示す。なお、溶剤自体の粘度差を規格化して樹脂による粘度への寄与をみる為にグラフの縦軸は比粘度  $(\eta - \eta_0) / \eta_0$  ( $\eta$ : 溶液粘度、 $\eta_0$ : 樹脂を除いた溶剤水溶液粘度) で示す。

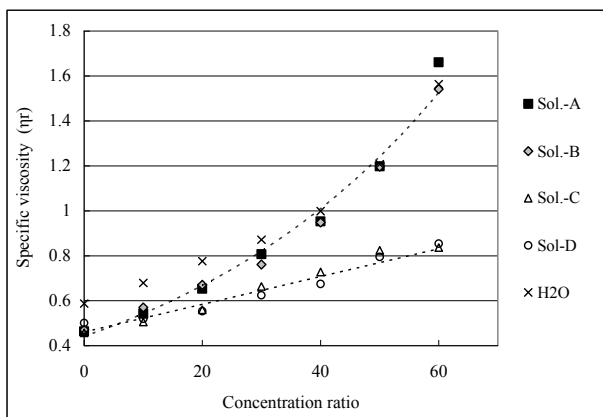


Fig.4 Relationship between specific viscosity and concentration ratio of resin-R, solvent and water solutions.

濃縮率が低い段階では、Sol-A および B を用いた場合の樹脂による比粘度が水を用いた場合に比べ低く、濃縮に伴い指数関数的に比粘度が向上する。一方、Sol-C と D では濃縮率に単純比例して比粘度が上昇する。このことから Sol-A と B は水分が多い乾燥初期に比べ乾燥後期において、樹脂により粘度が上がりやすくフェザリングと出射安定性の両立に有効な溶剤と考え選択した。

上記の溶剤種による粘度挙動について明確には解釈できていないが、樹脂に対する良溶剤であること、且つ水よりは貧溶剤であることが必要ではないかと

現段階では推測している。

### <プリント評価>

当社テキスタイルプリンタ Nassenger V をベースに、PC インク用ヘッドと赤外線ヒーターを新たに設置したプリンターを用い、綿布に PC インクと YMCK の各反応染料インクを連続してプリントした。YMCK の各インクを重ねて 400% duty となる画像のエッジ部についてフェザリング幅を測定した。

## 3. 結果と考察

### 3-1 L9 直交表を用いた要因効果の確認

染料および PC インクの粘度、表面張力とヒーター乾燥の各因子に対する要因効果図を Fig.5 に示す。

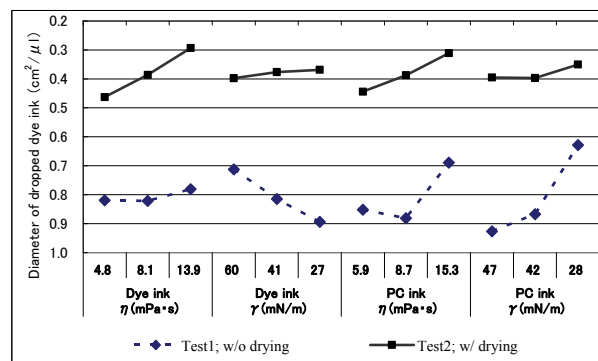


Fig.5. Figure of factor effect ( $\eta$ : Viscosity,  $\gamma$ : surfacetension)

ヒーター乾燥した TEST2 では表面張力に比べ粘度の影響が大きく、染料とプレコートインク共に粘度が高いほど、表面張力については低いほどフェザリングを抑制している。この結果については、毛細管浸透の理論式 (Lucas-washburn 式) に矛盾なく予想通りの結果であった。

一方、ヒーター乾燥しない TEST1 では TEST2 の結果と挙動が異なって表面張力の寄与が大きく、染料インクの表面張力を高く、PC インクについては低くする方がフェザリングを抑制している。また、TEST2 の乾燥ありに比べてフェザリングが起きやすく、ヒーター乾燥の影響が大きいことがわかった。

TEST1 と 2 の結果の差異については、乾燥しない場合布帛中の毛細管が PC インクで満たされたており毛細管圧による浸透現象ではなく、PC インクと染料インクの表面エネルギー差による濡れの変化に基づいて滲む現象と解釈している。

以上、インクの粘度を高めることとプレコートインクの乾燥によりフェザリングを有効に抑制できそうなことをモデル実験で確認した。なお、乾燥のレベルによりフェザリングに有効な表面張力が異なるため、実際のプリンターシステムで表面張力の影響

を確認することにした。

### 3-2 インクジェットプリントによる確認

染料および PC インクの粘度に対する滲みの評価結果を Fig.6 に示す。今回選択した樹脂と溶剤による染料インクの粘度増加に伴い滲みが抑制され、プレコートインクの粘度を上げることで更に良好な結果が得られた。表面張力については PC インクについて 56mN/m と 29mN/m に変化させたが滲みは変化せず、3-1 の TEST 2 の結果を実際のプリントでも再現した。

なお、今回のプリント評価においてインクの射出特性は特に問題なかった。

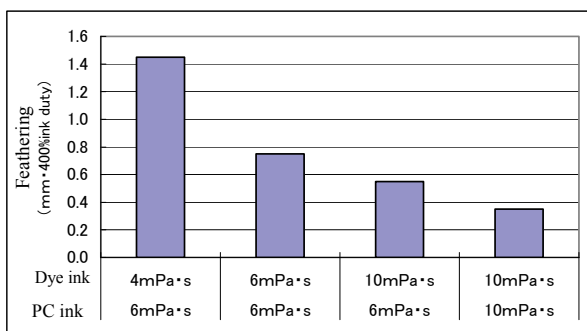


Fig.6 Relation between feathering and viscosity of Dye,Precoat ink

染料および PC インクの粘度を樹脂により各々 10 mPa·s に調整し、染料インクおよびプレコートインクの溶剤として、それぞれ Sol-A および B を選択しプリントした結果を Fig.7 に示す。

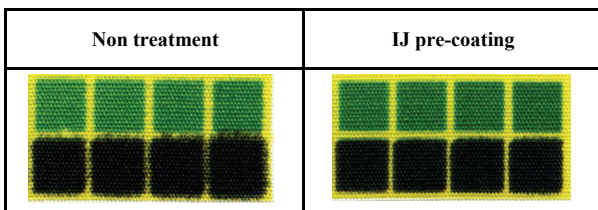


Fig.7 Result of applying IJ pre-coating process

## 4. まとめ

前処理を施していない布に対する滲みの課題に対し、毛管浸透モデルに基づく考え方からプレコートインクと染料インクの粘度制御、システムとして新たにヒーター乾燥を加えることにより大幅にフェザリングを抑制し射出安定性との両立を図ることができた。

当社では'98年にインクジェット捺染システム Nassenger-KS1600 を発売し 2004年に本格的な生産機として Nassenger V を展開している。昨年には最高速機として Nassenger VII の販売を開始した。今後生産性の向上のみならず、今回の検討を含め

新たな機能付加や用途展開に向けてインクジェット捺染の更なる発展に寄与していきたい。

### 参考文献

- 1) 加藤久人、五井克典、中嶋尚子；捺染用インクジェットプリントシステム, 日本画像学会誌 第 48 巻 第 4 号 : 285 (2009) [in Japanese]
- 2) 安藤靖子、保泉由佳、菅原潤子；インクジェット捺染に関する基礎研究, 「染料と薬品」第 39 巻 2 号 (1994) [in Japanese]
- 3) 浦 宏明；デジタルテキスタイルプリンタ「Nassenger V」, JAGAT 7 月度 テキスト&グラフィックス研究会 tech Seminar [in Japanese]
- 4) 木村 勲、前田浩行；公開特許公報 特開平 7-196966 [in Japanese]