

インクジェット捺染システム

— Nasseger KS-1600 の開発 —

Development of Inkjet textile printing system

加藤 孝行*
Katoh, Takayuki

双木 武政*
Namiki, Takemasa

松本 和正**
Matumoto, Kazumasa

We have developed an inkjet textile printing system for practical use. This system provides 16.7 million colors in 256 gradations for high precision coloring with a resolution of 360 dpi. For reproducing smoother gradation of colors, a density modulation was taken together with an area one. Highly concentrated disperse dye ink without sedimentation was developed to yield high color value.

Furthermore, we have improved the inkjet ink and the head for decreasing ink mist, and have been able to obtain a stable ink ejection for continuous printing. The textiles printed with this system were presented at '97 AUTUMN & WINTER TOKYO COLLECTION.

1 はじめに

近年、半導体メモリなどのマイクロエレクトロニクスの向上にともなって、画像分野においてもデジタル化の波が急速に押し寄せてきている。特に印刷・製版や写真の分野での発展は目覚ましく、今日では民生用として電子スチルカメラが販売されるに至っている。捺染業界も例外ではなく、無製版、フルカラーでプリントでき、かつクイックレスポンスと小ロット生産に柔軟に対応できるデジタルプリンティングに着目している。

このようなニーズに応えるべく当社は、

イ) 従来スクリーン捺染の処理時間の大幅な短縮 (Fig.1)

ロ) 省資源・省力化への対応

ハ) デジタル情報通信化時代への対応 (TIIP など)

ニ) フォトグレードな高画質

を提案し、インテリアファブリックスの総合メーカーである住江織物株式会社と共同で、低価格、高品質の捺染用デジタルプリントシステムを開発した。

2 開発のポイント

捺染用デジタルプリントシステムは、商業的オリジナル商品の生産用捺染機として、インテリア、POP、アパレルの分野に、『実用的なデジタルプリントシステム』をコンセプトとして開発を進めてきた。開発目標は布地にデジタルプリント方式にて印捺し、従来の捺染方法で作成した品質以上の製品を生産できること、さらに、当社の画像技術を生かし、フォトグレードな画像がプリントできることとした。特に、価格・スペースともにコンパクトで、捺染表現力や色再現性に優れたシステムを追求した。デジタルプリント方式は、出来上がり製品が堅

* 事業開発推進部

** 中央研究所

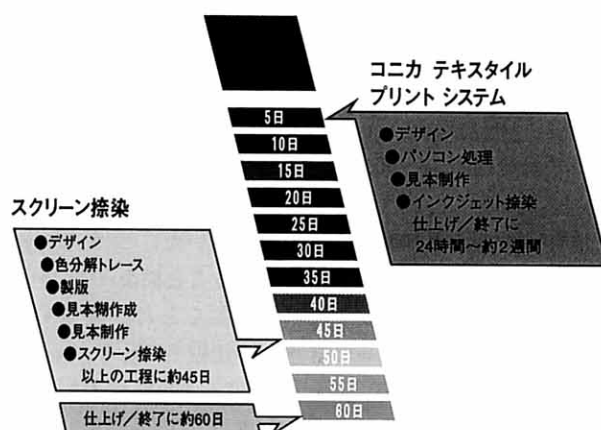


Fig.1 工程比較

牢性(耐光、摩擦、洗濯)を満足するオンデマンド型のインクジェット方式を採用した。インクジェットの解像力は360dpiとした。これは、プリントサイズの大きさ(最大印捺布幅:1550mm)や印捺速度(高精細モード:2.3m/h)の他に、インク吸収力の大きい布帛への濃度維持のために、ドット当たりの出射量を多くしたいことと、フォトグレードな画像のために欠くことができない階調性を維持したいことを考慮して設定した。出射量は50~70 pl/dropとした。

目標を達成するために

イ) 階調性の向上

ロ) インクの高濃度化

ハ) 捺染用インクとヘッドのマッチング

ニ) 本システムに対応した周辺処理技術の確立を開発のポイントとした。

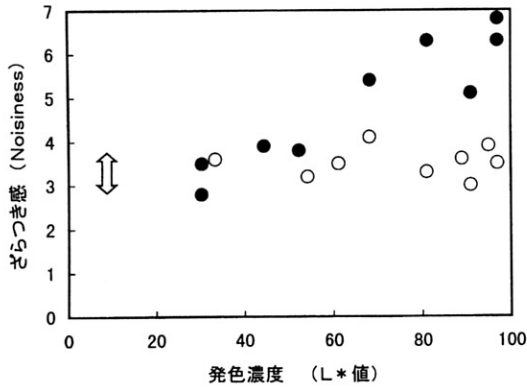


Fig. 2 ざらつき感の評価結果。●は濃色インクのみ、○は濃淡色インクで印染した黒のグラデーションを示す。矢印は布帛自体のざらつき感の範囲を示す。

3 インクジェット捺染システムの主要技術

3.1 階調性の向上

一般的にインクジェットプリンタは、写真の印画紙のような濃度変調ではなく、面積変調により中間調を再現する。この面積変調は印刷の場合とは異なり、ドット径は一定でドット数のみが変化するものである。したがって、淡い色柄部ではインクドット数が少なくなり“ざらつき（濃度の不均一）”が生じて画質低下を招いた。この問題を解決するために、面積変調に濃度変調を組み合わせることで2値から3値へ拡張する手段を用いた。つまり、淡い色柄部に濃度の薄いインクを用いることによって、ドット数を増やしてかつドットを目立たなくした。従来の2値と3値の場合の“ざらつき感”の比較をFig. 2に示す。3値化により、淡色部（L*値=60～100）で大幅にノイズが低減されていることがわかる。

さらに、淡色インクと濃色インクの境界付近では擬似輪郭が発生する。境界付近で一定のノイズを加えることによりその低減を図った。Fig. 3は、本技術により作成した濃色領域と淡色領域のグラデーションである。“ざらつき感”と擬似輪郭の発生を低減し、屈曲点のない滑らかな階調曲線が得られたことがわかる。さらに濃淡インク

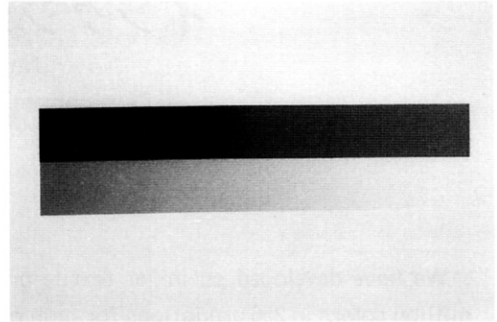


Fig. 3 黒の濃淡部のグラデーション

の採用により、より高濃度なインクを使用することができ、高いDmax（Density maximum）が達成できた。

この他の画像処理技術として、モニタ上のデジタル画像と布帛上の画像をインクジェットプリンタの出力をコントロールして一致させる色再現方法を採用した。また、色変換関数はカラーパッチであらかじめLUT（Look Up Table）として作成し、補間法を組み合わせた。これらの技術により、モニタ上で色を予測でき、かつ高速に画像変換できるようになった。

3.2 インクジェット用捺染インク技術

捺染に用いられるインクはTable 1に示すごとく対象とする布帛材料によって異なる。

特にポリエステルと綿で市場の約8割を占めることから、分散染料インクと反応染料インクを中心に開発を進めた。開発の上で重要なことは、高濃度な色（例えば、黒インクでL*値 \leq 25）を得るために捺染特有の繊維内部への染料の染み込みを考慮して、従来の紙用インクジェットインクの2～4倍に染料を高濃度化することである。

Table 1 布帛材料と捺染インク

	布地	特徴	前処理	後処理
分散染料	ポリエステル アセテート	耐光堅牢度性 洗濯堅牢度性	滲み防止剤	熱処理
反応性染料	綿 麻 レーヨン	耐光堅牢度性 洗濯堅牢度性 色相が鮮明	アルカリ処理 滲み防止剤	スチーム処理
酸性染料	絹 ナイロン 羊毛	耐光堅牢度性 色相が鮮明	酸性処理 滲み防止剤	スチーム処理

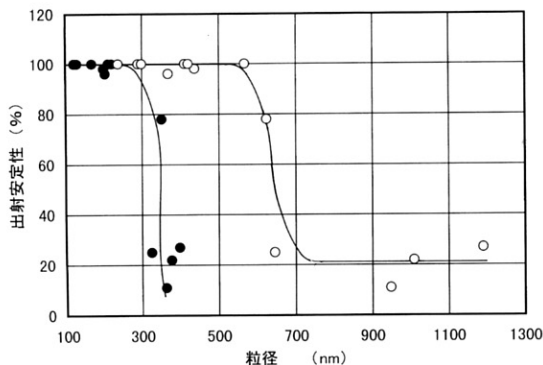


Fig. 4 分散状態と出射安定性。●は平均粒径を示し、○は最大粒径を示す。

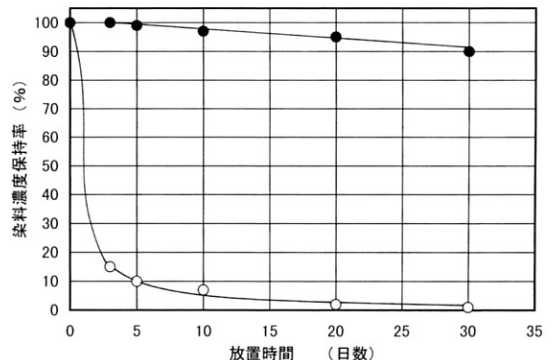


Fig. 5 シアンインクの沈降特性。60℃の加速劣化試験である。●はAインク、○はBインクを示す。

Table 2 分散染料インクの発色濃度

	Y色	M色	C色	K色
L*値	92.8	54.9	39.5	25.3

特に、分散染料インクの場合は、インク化技術の他に分散技術の構築が必要となる。一般的に、分散染料は大部分アゾ及びアントラキノン染料であり比較的分子量の小さな構造である。水には不溶とされるがまったく溶けないわけでもなくごく微量の溶解性を示す。インク化技術では、この溶解度がインクミストなどの安定出射に大きな影響を与えることがわかり、溶媒、分散剤や添加物の適正化を図った。分散技術では、インクジェットヘッドの吐出ノズル径が約40 μ mであることを考慮して、粒径をコントロールすることにより目詰まり発生を抑えた。粒子径と安定出射の関係を Fig. 4 に示す。平均粒径としては200nm以下、最大粒径としては400nm以下が必要であることがわかった。Fig. 5 は、高濃度分散染料インクで特に問題となる長期保存安定性を示す沈降データである。染料に適した分散剤と適切な分散剤量で処方したAインクは初期の開発インクBに比べて、格段に改良されていることがわかる。なお、横軸は60 $^{\circ}$ Cの加速劣化試験であり、縦軸は染料濃度保持率を示す。

Table 2 は、両技術の達成により得られた分散染料イン

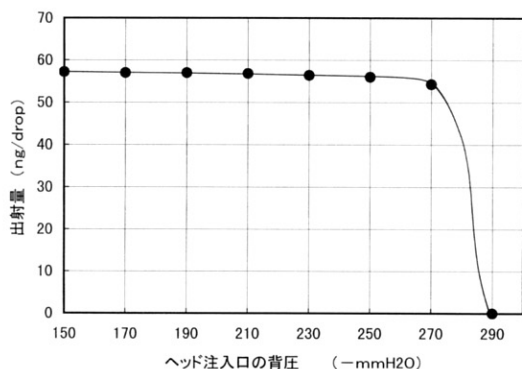


Fig. 6 ヘッドのインク注入口の背圧と出射量の関係

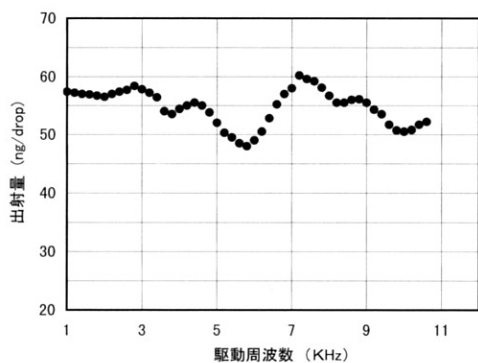


Fig. 7 駆動周波数と出射量の関係

クの発色濃度であり、高濃度な深みのある色を再現した。

3.3 ヘッドとインクのマッチング技術

捺染用インクジェットプリンティングにおいての最も重要な課題は、長時間安定な連続吐出ができることである。一般的に高濃度な染料インクは、吐出口（ノズル）近傍にインクミストが付着しやすく、斜め方向にインクが噴射して着弾位置ズレを生じさせたり、メニスカスを破壊し噴射できなくなるという問題が生じる。我々は、インクミストがヘッド内部の気泡やゴミなどの付着物の他に、特に射出量が極端に変動した場合に発生することを突き止め、インク組成とヘッド内部圧力、ヘッド駆動周波数などに深く関係することを見出した。

Fig. 6 はヘッドのインク注入口背圧と射出量の変動を示したもので、インク注入口背圧が-270 mm H₂Oを越えると射出量が著しく低下することを示す。背圧変動を抑えるためにフィルタや装置の配管系などを適正化し、射出量の変動を抑えた。

同様な射出量の変動はヘッド駆動周波数によっても生じた。ヘッド駆動周波数と射出量の関係を Fig. 7 に示す。インクジェットヘッドのインク吐出は最大駆動周波数の整数分の1で駆動する。つまり、最大駆動周波数とその整数分の1の駆動周波数の時の射出量がほぼ一致するように設定しなければならない。実際には、Fig. 7 が示すように駆動周波数を小さくすると射出量はある値に収束する（今回の場合は約57ng/drop）。したがって、最適な最大駆動周波数は、収束した射出量とほぼ同じになるように設定した（約7 KHz）。その他に全く異なる因子として、インク組成とヘッド材料や形状の影響がある。

これら因子を適正化することによって、インクミスト自体の発生を抑制し、長時間クリーニングレスで印捺できる吐出技術を構築した。

3.4 周辺技術

インクジェット捺染システムは、デジタル画像処理、インクジェット用捺染インクとインクジェット捺染プリンタの他に、Fig. 8 に示すごとく布帛の前処理と印捺済み布帛の後処理（発色処理）から成る。

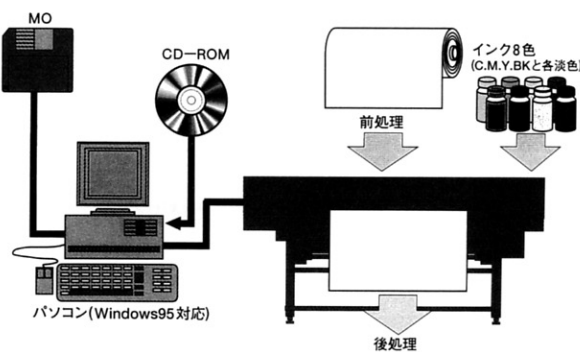


Fig. 8 システム構成図



Fig.9 Nasserger KS-1600

インクジェット用捺染インクは現行の捺染糊（捺染インク）とは異なり、粘度や表面張力などの制約があるために滲み防止の糊剤を入れることができない。したがって、一般的にあらかじめ滲み防止剤を塗布した布帛（前処理済み布帛）を使用する。共同で開発を進めている住江織物株式会社は、滲み防止剤の他に、発色性の向上、浸透性の改善とプリンタ搬送時の安定性を考慮した前処理技術を確立した。

また、布帛の前処理と同様に印捺後の発色処理も製品の品質に大きな影響を与える。インクジェットで印捺した布帛は従来の発色処理が可能であるが、今回のシステムはコンパクトでありオフィスユースも考えられる。そこで、発色設備を持たないユーザやごく少量の処理のために発色装置を開発した。本装置は捺染では初めてのヒートロール方式の乾式加熱型発色機であり、コンパクトで安定性があり、1600mm幅の布帛まで対応できる。

Table 3 プリンタの主な仕様

印字方式	インクジェット方式
印字ヘッド	360dpi、8色8ヘッド
最大印字幅	1,600mm（実印字幅 1,550mm）
印字速度	高速モード8.7m/h、高精度モード：2.3m/h
再現可能色	1,670万色、256階調
サイズ	約2,860(W)×728(D)×1,240(H)mm
重量	約190kg
電源	AC100V、50/60Hz、350VA
オプション	乾燥機

Table 4 インクの主な仕様

形態	密閉パック（カートリッジケース内ツメ替え）
インクパック容量	1000ml
種類	分散染料インク（ポリエステル用） *開発中 反応染料インク（綿用）、酸性染料インク（シルク、ウール用）

Table 5 ソフトの主な仕様

CGソフト	KONICA TEXTILE CAD(OLE対応、簡易CAD機能、最適カラーマネジメント)
標準添付ソフト	MET's Gグループ5
データフォーマット	BMP形式

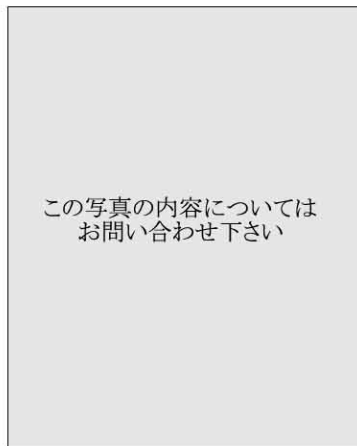


Fig.10 本システムで作成した作品例
'97 AUTUMN & WINTER TOKYO COLLECTION
: DESIGN ERI MATSUI

4 システム概要

インクジェット捺染システムは先に示した Fig. 8 のごとく、布帛にインクを印捺するプリンタ『Nasserger KS-1600』（Fig. 9）を中心に、画像を処理する専用ソフト『Konica Textile CAD』と、インクジェット専用インクからなる。Table 3～5 に本システムの主な仕様を示す。

Fig. 10 は、『'97 AUTUMN & WINTER TOKYO コレクション』で使用された本システムで作成したプリント作品の例である。

5 むすび

当社のデジタル画像技術と分散技術などを含めたケミカル技術を駆使し、捺染用デジタルプリンティングシステムを実用化した。デジタル化による無製版、フルカラーはもとより、フォトグレードな画像の出力にも成功し、高画質プリント生地生産に対してクイックレスポンスと小ロット生産を現実のものとした。しかしながら、高速化や各種布帛へのインク開発など残された課題も数多くある。今後とも、ユーザの要望に耳を傾け、より良い製品の開発を進めていく所存である。

本システムの開発は、共同開発会社の住江織物株式会社及び株式会社セコニックの関係各位の方々をはじめ、数多くの方々の協力をもって成し得たものであり、深く感謝いたします。

なお、本システムの開発の一部は通産省の繊維産業革新基盤整備事業の一環として委託されたものである。