

# インクジェット捺染システム Nassenger-V の新技術

New technologies of the ink jet textile printing system Nassenger-V

三 觜 拓\*      竹 内 寛\*      藤 井 洋 三\*  
Mitsuhashi, Taku      Takeuchi, Hiroshi      Fujii, Yozo

## 要旨

インクジェット捺染プリンタシステム Nassenger-V を開発した。これは生産機としての要求に耐えるように信頼性、生産性、画質を向上させた新しいプリンタシステムである。ここでは、専用に開発されたインクジェットヘッド、布搬送ベルトシステムおよびインク射出を検出するシステムについて述べる。

## Abstract

A new ink jet textile printing system Nassenger-V was developed. Reliability, productivity, and print quality were highly improved in order to meet the requirements for the actual productive engine. A newly designed ink jet print head, an ink drop detection system, and a fabric conveying belt system are discussed.

## 1 はじめに

インクジェット捺染は、ここ数年、急速に普及の兆しをみせている。

インクジェット技術の捺染への応用の歴史は古く、短納期化、小ロット対応、グラデーションや写真のような多階調プリントなど、従来捺染では実現が困難な課題を解決する手段として期待されてきた。すでにインクジェット捺染は先進的なユーザーによって小ロット、多品種の生産が行われている。ところが最近になってインクジェットプリンタの信頼性がさらに高くなり、プリント

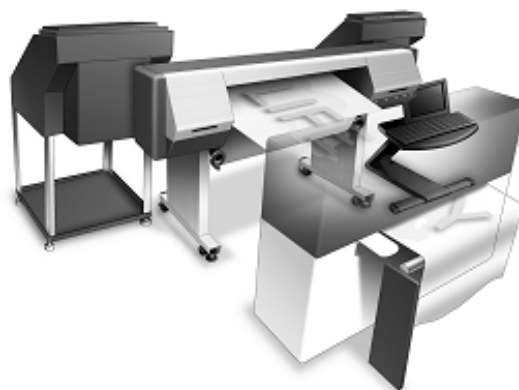


Fig.1 Nassenger-V

柄のデザイン工程のデジタル化が進んでデジタルプリントとの整合がよくなったこと、さらに市場の要求がより生産力のあるものへと移ってきたことなどから、本格生産への活用段階に移ろうとしている。

本格的な生産機としての性能を満足することを目標とし、信頼性、生産性、品質を大幅に改良したインクジェット捺染システム Nassenger-V を開発した (Fig. 1)。

Nassenger-V の基本性能を Table 1 にまとめた。基本仕様を達成するために、(1) 新たに開発したインクジェットヘッドの採用、(2) 布帛のベルト搬送方式の採用、(3) インク滴検出器による不吐出検出、といった新しい技術を採用した。これらの新規採用技術について説明する。

Table 1 Characteristics of Nassenger-V

Ink	Disperse dye ink, Reactive dye ink			
	Mode	Resolution	Disperse dye ink	Reactive dye ink
Printing speed	High speed	540dpi×360dpi	60 m <sup>2</sup> /h	48 m <sup>2</sup> /h
	Normal	540dpi×540dpi	40 m <sup>2</sup> /h	32 m <sup>2</sup> /h
	High quality	540dpi×720dpi	30 m <sup>2</sup> /h	24 m <sup>2</sup> /h
	Maximum density	900dpi×540dpi	27 m <sup>2</sup> /h	21 m <sup>2</sup> /h
Maximum printing width	1650 mm			
Fabric size	width:330 mm~1650 mm, thickness:15 mm			
Operating conditions	temperature:15°C~30°C, humidity:40%~70%			
Dimensions, weight	W4200 mm×D1600 mm×H1545 mm, 440kg			

## 2 新開発インクジェットヘッド

捺染システムに要求される画質性能として粒状性、鮮鋭性、階調性、色再現範囲、濃度範囲などがあげられる。インクジェット捺染システムでは 540dpi 以上の解像度であれば、実用上十分な粒状性、鮮鋭性、階調性が得られることがわかっている\*1)。

Nassenger-V では標準モードを 540dpi×540dpi とし、このモードで 40 m<sup>2</sup>/h のプリント速度を達成するため、256 ノズルヘッドを 8 色のインクの各色につき 2 ヘッドづつ、合計 16 ヘッドを使用することとしてヘッドを開発した。

Table 2 に新開発のインクジェットヘッドの基本特性をまとめた。

Table 2 Characteristics of the ink jet print head

<b>Technology</b>	shear mode piezo, drop on-demand
<b>Number of nozzles</b>	256 (128×2lines)
<b>Nozzle density</b>	180 dpi (90 dpi×2lines)
<b>Operating frequency</b>	18.2 kHz (disperse dye ink) 14.9 kHz (reactive dye ink)
<b>Drop weight</b>	18 ng (disperse dye ink) 20 ng (reactive dye ink)
<b>Dimensions</b>	W59.5×D18.3×H67 mm
<b>Weight</b>	50g

方式は従来と同じシアモードのピエゾオンデマンド方式である。高密度加工技術とアクチュエータの積層技術の開発により、90dpi、128 チャンネルのアクチュエータユニット 2 枚を精密に積層し、1 ヘッドあたり 180dpi、256 ノズルとすることが可能となった。

吐出周波数は、プリント速度、プリント解像度、ノズル数、およびプリンタの機構上の非プリント時間から決定した。

吐出インク滴量は、最適な画質が得られる値として実験的に決められる。すなわち、画像を形成するインク滴量には解像度に応じた最適値が存在し、インク滴量が最適値より大きいと粒状性や鮮鋭性が低下するだけでなく、にじみなどによる画質の劣化を引き起こす。インク滴量が最適値より小さいと十分な色再現範囲、濃度範囲を得ることができず、さらにひどい場合はインクが付着しない部分が白い線となってあらわれるために画質が大きく劣化してしまう。最適なインク滴量は 540dpi×540dpi でポリエステルに分散染料インクでプリントする場合には 18ng、綿に反応染料インクでプリントする場合は 20ng であった。これらの性能を満たすヘッドの構造は、コンピュ

ータシミュレーションにより設計された。ヘッドの基本性能はチャンネル、アクチュエータ、ノズルなどのディメンジョンや、ピエゾ素子、構造材、接着剤などの特性、アクチュエータを駆動してインクを吐出させるための駆動波形、およびこれらのパラメータとインク特性とのマッチングによって決定される\*2)。新開発ヘッドはチャンネル、アクチュエータ、ノズルなどのディメンジョンを新たに設計して要求性能を満たすと同時に、チャンネル内の気泡の排出性を向上させて安定吐出性能を向上させている。駆動波形も改良し、高い吐出周波数での安定な吐出を実現している。

ヘッド筐体は、ノズル数の増加や吐出周波数の上昇にともなう発熱量の増加に対処するための放熱設計を改良した。ヘッドのキャリッジへの取り付け機構も改良し、ユーザーによるヘッド交換を容易にしてメンテナンス性を向上している。コンパクトな設計により、ノズル数が 4 倍となっているにもかかわらず、ヘッドを搭載するキャリッジはむしろ小さくなっている。

Fig. 2 に新開発ヘッドの外観を示す。

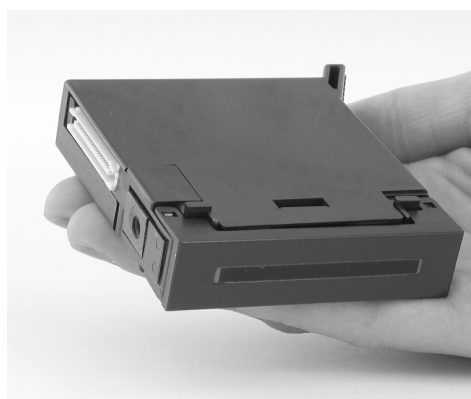


Fig.2 Ink jet print head

## 3 布帛ベルト搬送

従来のプリンタはローラー搬送の為に布帛の厚さ、摩擦力により布帛毎に搬送量が異なっていた。このため使用する布帛種毎に搬送量を設定する必要があり、プリント前の調整に手間がかかっていた。また薄い布帛や伸縮性のある布帛はその伸びやたわみが原因で高精度な搬送が困難であり、さらにプリント時にインクが裏抜けによる画像汚染の問題があった。

これらを解決するためにベルト搬送方式及び静電吸着板方式を採用した(Fig.3)。ベルト搬送方式は駆動ローラーとベルトにより搬送量が決定されるので、ベルト上の布帛の厚さに依存せず一定の搬送量での搬送が可能となった。

また高画質化を目的としてプリント解像度(送り方向)を300dpiから540dpi、720dpiに変更したことによって従来の搬送精度ではプリント画像の重なりや飛びが発生してしまう。そこで搬送精度向上のため駆動機構を従来のウォームギア+タイミングベルトからDCサーボモータ+ハーモニックドライブにしてPID制御を適正化した。その結果をFig.4に示す。各スキャン毎に送られる布の搬送量を縦軸にプロットした。搬送量の変動が従来と比較して25%程度に抑制され、搬送精度が向上していることがわかる。

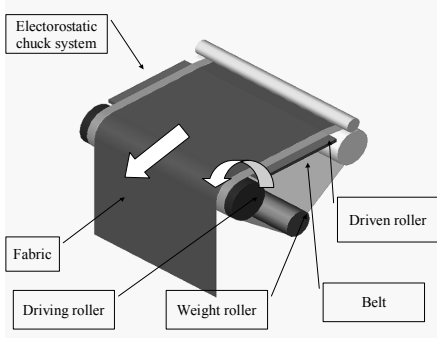


Fig.3 Schematic diagram of belt feed system

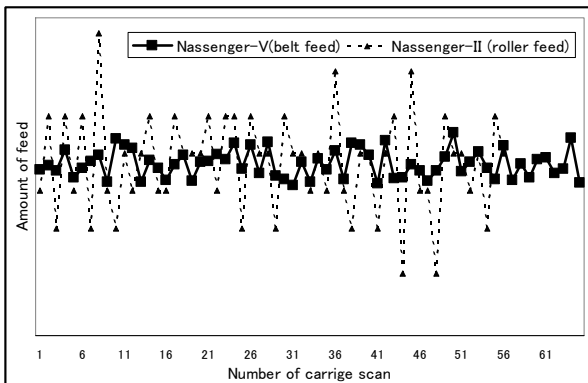


Fig.4 Fluctuation of belt motion

このベルト搬送方式ではインクの裏抜けするような薄い布帛、あるいは意図的に布帛の裏地までインクを浸透させる生地を作成する場合に、抜け出たインクはベルト上に付着することになる。この裏抜けしたインクの付着したベルトは一周して次の布帛を汚染しないように完全に除去する必要がある。そこでベルト下部に多孔質体で構成されるベルトクリーニングローラーを設け付着インクの完全除去を目指した(Fig.5)。

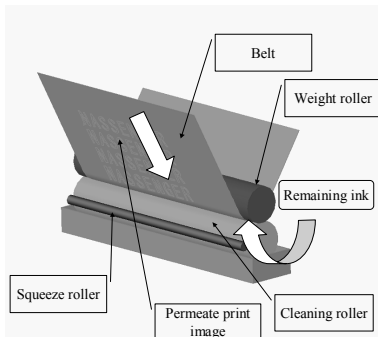


Fig.5 Schematic diagram of belt cleaning system

Fig.6 はベルトにニップされるベルトクリーニングローラーのニップ量とクリーニング性(ベルト残留インク量)のグラフである。ニップ量を上げていくとベルトに残

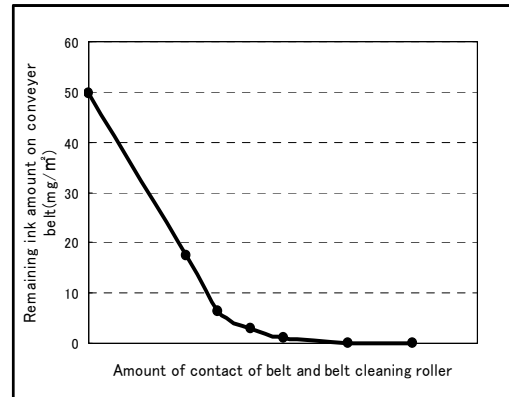


Fig.6 Relation between pressure of cleaning roller and remaining ink amount on belt

留するインク量が完全に除去されていることがわかる。布帛をベルト上で搬送するために布帛とベルトを吸着させ、ベルトでの搬送性を高める必要がある。この吸着力がないとベルト上での布帛搬送は布帛の自重及び摩擦力に頼ることになり布帛の種類によらない安定した搬送性が望めない。そこで布帛とベルトを吸着させるために静電吸着方式を採用した。静電吸着板はFig.7のように、高圧の直流電圧を絶縁体層に埋め込まれた正負交互

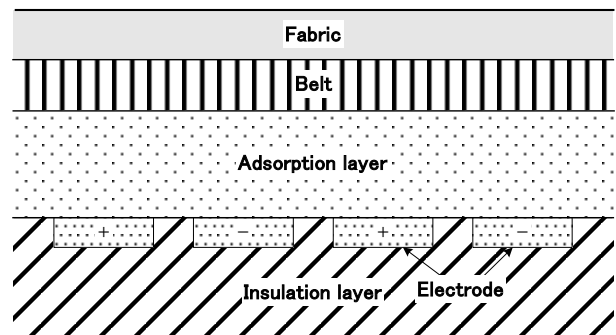


Fig.7 Cross section of adhesion system

の電極に与え、これによってベルトと布帛の間に+/-の電荷が生じ布帛が吸着する。Table 3 は代表的な布帛のベルトに対する吸着力である。ここでいう吸着力とは

Table3 Attractive force for fabric

Type of fabric	Adhesion system	Without adhesion system
Polyester	775	39
Cotton	470	29
Polyester knit	794	29
Satin	775	29

( $\times 10^{-3}N$ )

100mm×100mm の布帛片を搬送ベルト上に置き、この布帛片が動き出すまでの引っ張り力を示している。Fig.8 はポリエステル布帛を搬送したときの搬送量変動をプロットしたものである。静電吸着板を利用することで布帛を吸着させ搬送性を向上させることが可能となった。

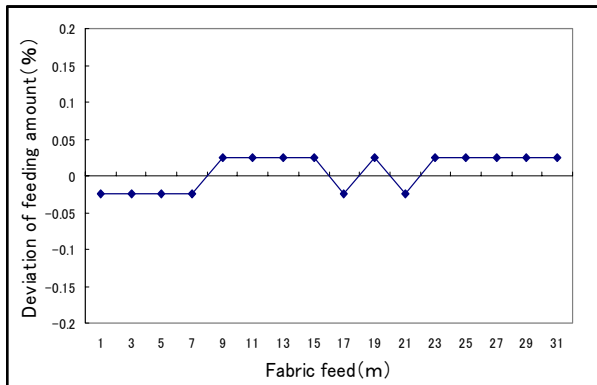


Fig.8 Deviation of fabric motion

#### 4 インク滴検出

インクジェットヘッドのノズル数は高画質化、高速化と共に次第に増大してきており、現在1台のプリンターに16色—4000ノズル以上のものが開発される状態となっている。これら全てのノズルを常に良好な状態に保っておく事が理想であるが、何らかの原因で吐出不良を生じる場合があり、この状態でプリントを続行すると、スジムラ等の画質劣化の原因となる。インク滴検出が可能であれば、従来定期的に見込みクリーニングを行っていた状態から、ノズル欠時のみのクリーニングが可能となり、インク消費量の削減やプリント時間削減等の効果が期待されると共に、欠ノズルの補間を他ノズルで行うなど、信頼性は格段に向上する。

Fig.9 に検出器とヘッド、インク受け皿の位置関係を示す模式外形図を示した。光源と対向し、受光素子と検

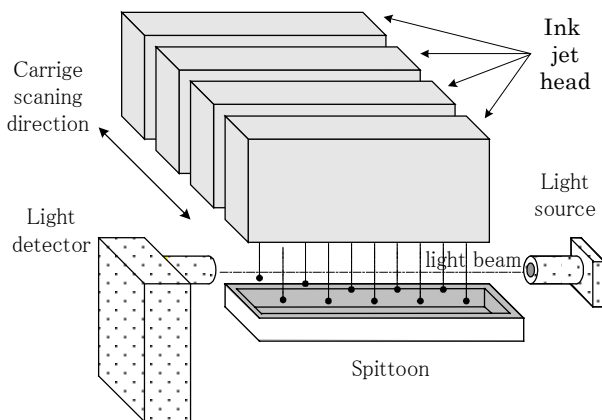


Fig.9 Schematic diagram of ink drop detection system

出回路部がシールドケースに納められている。Fig.10 に

インク滴検出の原理図を示した。光源と受光素子からなる光路に並行にヘッドのノズル列が並ぶよう配置し、片端のノズルからもう片端のノズルに向かい順次インク滴の吐出を行い、光路を通過した際の陰影を受光素子で捉える事で、その飛翔の存在を1ノズルずつ確認する構成である。射出しないノズルは欠ノズルと判断される。

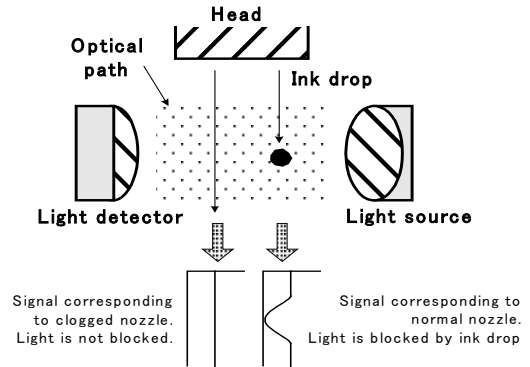


Fig.10 Mechanism of drop detection system

#### 5 まとめ

Nassenger-V は以上述べてきた新規ヘッド、ベルト搬送系、インク滴検出をはじめとするプリンタ部分の大幅な改良による生産性の向上のほかにも、従来のNassenger の経験を活かして、ソフトウェアの改良や後処理などのオプション類の充実など、現場での操作性の向上を図ることが出来た。本格的なインクジェット捺染機として活用されることを期待している。

#### ●参考文献

- 1) 三觜拓、加藤孝行：日本画像学会誌、41、67 (2002)
- 2) 竹内良夫：Konica technical Report、15、31 (2002)