

次世代高速捺染プリンター NassengerPRO 1000

The NassengerPRO 1000, a Next-Generation High-Speed Inkjet Textile Printer

溝口修理*	前川原 稔*	中溝孝司*	三 觜 拓*
Shuri MIZOGUCHI	Minoru MAEKAWARA	Takashi NAKAMIZO	Taku MITSUHASHI
保坂隆男*	田口彰宏*	森 雅和*	山崎 健*
Takao HOSAKA	Akihiro TAGUCHI	Masakazu MORI	Takeshi YAMAZAKI

要旨

我々は、これまでに、インクジェット捺染プリンターシステム、Nassenger V (2004年上市)、Nassenger VI (2007年上市)、Nassenger VII (2009年上市)を、日本国内や欧州を中心に市場展開を行ってきたが、ここで、さらなるインクジェット捺染市場の拡大を目指して、Nassenger VIIの約5倍の生産能力を持つ超高速機を開発した。1ヘッドのノズルピッチを従来比倍密度の360npiとした新開発ヘッドを搭載し、1,000mを超える長さの元巻き布に短時間でプリントできる次世代高速インクジェット捺染プリンター NassengerPRO 1000である。以下にその技術を抜粋して紹介する。

Abstract

Konica Minolta has developed and marketed ink-jet textile printer systems; Nassenger V in 2004, Nassenger VI in 2007, and Nassenger VII in 2009, mainly in Japan and Europe. To further expand the market for ink-jet textile printers, we developed our next generation high-speed printer system, the NassengerPRO 1000, with productivity approaching five times that of its predecessor. This high productivity was achieved by installing newly developed heads, in which the nozzle pitch of the heads is twice that of conventional heads, allowing a rolled cloth over 1,000 meters long to be printed at about the same speed as a conventional textile printer. The technologies that have achieved this are presented in this report.

1 はじめに

従来、加工コストが割高とされてきたインクジェットによる捺染(以下、IJ捺染)は、主に、サンプル用や小ロットで高付加価値製品向けとして広まってきた。そして、昨今の製造小売り型企業・SPA (Speciality store-retailer of Private label Apparel) に代表される商品では、オリジナリティーがあり、かつ、短納期生産の需要が拡大している。さらに、環境配慮の高まりによるエネルギー消費や廃液の低減、人件費削減や生産用地面積縮小による生産固定費の圧縮への要望も高まっている。

こうした背景を捉え、従来のスクリーン捺染によるプリント単価に迫る低ランニングコストを有すると共に、多様なデザインのプリントを短納期で処理できるIJ捺染のニーズは大きいものと推定された。北部イタリアでの捺染需要の半分が、3,000m/ロットであり、この需要に対応できる装置として、次世代に繋がる超高速のプリンター NassengerPRO 1000 (Fig. 1)を開発した (ITMA Digital 2011に出展)。

ドラフトモード速度で約1,000m²/h、常用速度で約600m²/hという、スキャン型インクジェットプリンターで世界最速 (2011/8/12現在。当社調べ) のプリント速度を実現したNassengerPRO 1000により、新時代にマッチしたIJ捺染が一気に広がるものと期待している。



Fig. 1 NassengerPRO 1000: the world's fastest printing scanning inkjet printer.

2 顧客要求

捺染プリント市場では、全世界で年間300億m²が流通しており、そのほとんどが、従来のスクリーンによる捺染方式によりプリントされているが、昨今の購買変化に

* コニカミノルタIJ(株)
開発統括部 第3開発部

よって、高付加価値の多品種少量製品が増加し、IJ捺染の比率が高まってきている。しかしながら、2010年末現在、全流通量に占めるインクジェットプリントの比率は、わずか1%程度と推計されている。

一方、IJ捺染の生産活況地である北部イタリアでは、高級品向けの高付加価値製品を短納期で生産する業容が既に進んでいる。そして、現地の代表的な捺染メーカーで扱われるオーダーサイズを見てみると、約半数が3,000m以下のロットであり、この領域で、従来のスクリーン捺染による大量生産型方式と同程度の処理時間でプリントできるIJ捺染プリンターの潜在ニーズがあると推測された。

そこで、我々は、この領域の生産に適する速度を有する超高速IJ捺染プリンターを開発することを目標とした。具体的には、3,000m/ロットを従来捺染方式と同程度の処理時間で生産できるIJ捺染プリンターを開発することである。

3 装置概要

スキャン型IJプリンターであるNassengerPRO 1000は、スキャンユニット本体部、インク供給部、搬送ユニット部で構成される (Fig. 2)。

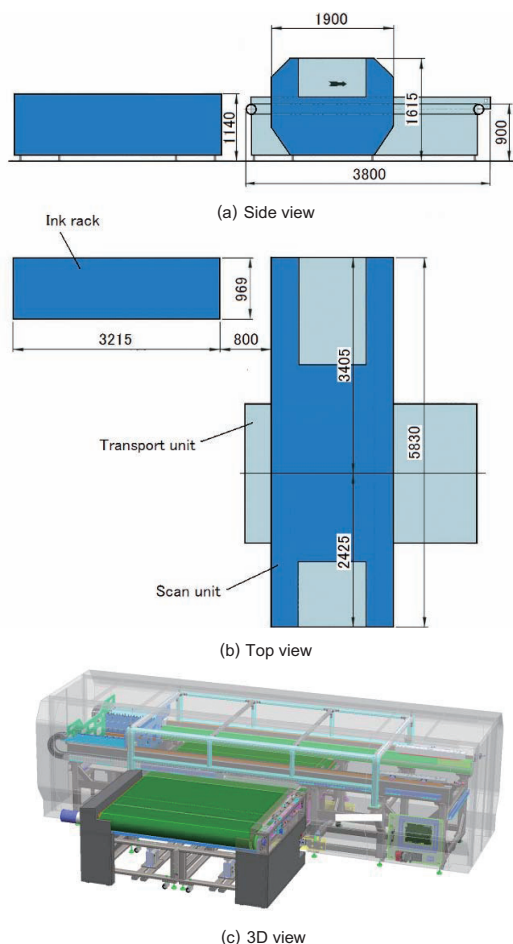


Fig. 2 NassengerPRO 1000, consisting of scan unit, transport unit, and ink rack.

スキャンユニット本体は、インク滴を吐出するインクジェットヘッド (以下、IJヘッド) を搭載したキャリッジ、そのキャリッジを記録メディアである布帛の幅方向に往復移動させるための主走査機構、IJヘッドの吐出状態を維持するヘッドメンテナンス部を備えている。

IJヘッドは、NassengerPRO 1000用に新開発したKM1024iMAEヘッドを採用。このIJヘッドを各色9個、計81個搭載した巨大なキャリッジを、速度均一性、直進性を従来のIJ捺染プリンターと同等に維持したまま高速移動させるために、キャリッジを2本のレールに懸架し、4基のリニアモーターを同期駆動する主走査機構を採用した。

NassengerPRO 1000の概要仕様をTable 1に、プリント解像度ごとの単位時間あたりに処理できるプリント量 (プリント速度) をTable 2に示す。

Table 1 NassengerPRO 1000 specifications.

	Specifications
Printer type	Scanning inkjet type
Speed	Standard mode: 600 m ² /h High-speed mode: 1,000 m ² /h
Number of colors	9 colors (Y,O,P,EM,K,B,G,C,S)
Number of heads	9 heads/color (Total: 81 heads)
Number of nozzles	1024 nozzles (360 npi) per head
Resolution	540 dpi x 360/720/1080/1440 dpi 900 dpi x 360/720/1080/1440 dpi
Print modes	I/L: ON/OFF DPD: Single drop/multi-drop
Ink type	Reactive
Head maintenance	Ink purging of pressurization and wiping with wet roller.
Ink supply	Auto-changing of two ink tanks

Table 2 NassengerPRO 1000 printing speed.

		Main scanning resolution (dpi)	
		540	900
Sub-scanning resolution (dpi)	360	1,007	718
	720	606	415
	1,080	431	292
	1,440	337	225

(m²/h)

また、主走査方向に直交する副走査方向に布帛を搬送するための搬送ユニットは、ベルトによる搬送方式を踏襲した。このときベルト上に残ったインクを除去するベルトクリーニング部材の摩擦による負荷変動や、布帛排出側に接続される乾燥機による布帛剥離、等のベルトに与える外乱が搬送に及ぼす影響を最小にしつつ、搬送精度を維持する技術が必要となる。そこで、ベルトの移動量をリアルタイムに計測し、ベルトの制御にフィードバックする方式を採用することで、より搬送精度の高いベルト搬送を実現した。

具体的には、Fig. 3 の様に、ベルトの搬送に連動して移動するリニアセンサーを設けて実際のベルトの移動量を数 μm レベルの精度で直接計測し、その結果を搬送モーターの回転量にフィードバックすることで、目標の搬送量を高精度に確保することを可能とした。

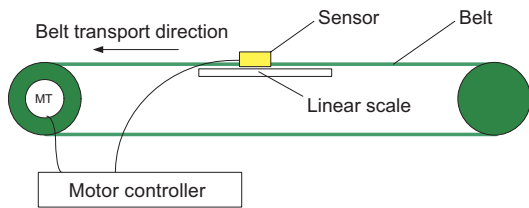


Fig. 3 Method of controlling transport belt. Motor controller controls transport motor (MT) according to the value derived from linear scale sensor.

4 画像データ転送と基板間通信

NassengerPRO 1000の画像データ転送システムをFig. 4を用いて説明する。

IJ捺染プリンターでは、通常、市販のRIP (Raster Image Processor) ソフトウェアが使用される。

従来のIJプリンターシステムでは、全ての色データを一つの伝送経路で転送していた。本機ではノズル数が増えることにより画像データ容量が増大 (9色分で1.9Gbps。1色当たり211Mbps) するため、従来方式ではデータ転送が間に合わなくなる。そこで本機では、RIPから転送された画像データを、“Image controller”とスイッチングHubを用いて色ごとに分離転送し、各色ごとの“Image spooler”基板上に搭載されたSSDにスプールする。スプールした画像データは、並列処理で画像メモリに格納され、FPGAにより、プリント幅やプリント長さに応じた画像の繰り返しを行うと共に、プリンター動作に合わせたヘッド駆動データにリアルタイムでフォーマット変換処理することで、高速化に対応した。ここで展開処理されたデータは、LVDS転送部による自動位相

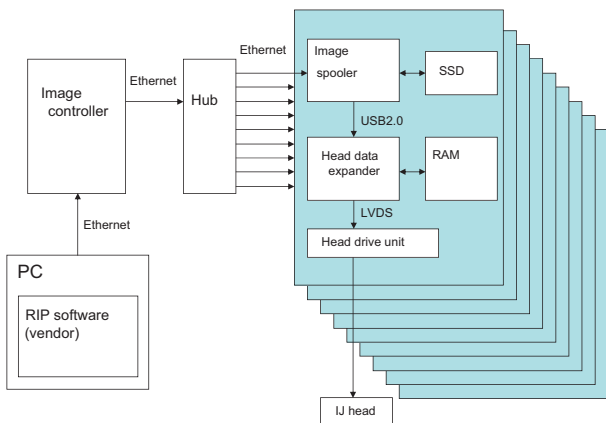


Fig. 4 Data transfer system configuration. Image color data are separated into nine channels, each of which is connected through the switching hub to one of the nine image spoolers.

調整機能とCRCによるデータチェックによって信頼性を確保しつつ、“Head drive unit”を介してIJヘッドへと転送される。

このように高速シリアル転送を色ごとに配列することで負荷を分散し、信頼性を確保しながら大容量データ転送を可能にした。

また、色ごとに複数ある基板の状態監視や同期制御を、通信により逐次行う必要がある。従来プリンターではこれらの基板を1対1に接続し、制御を行ってきたが、従来方式では

- 1) スター接続による束線総延長の増大
- 2) 専用線であることによる低い拡張性
- 3) 通信速度が遅い

などの課題があった。そこで、基板間通信に車載通信で実績のあるCAN2.0を新採用することにより、従来の課題を克服し、よりシンプルで拡張性が高く、応答の速いシステムを構成することが出来た。

CAN2.0は、自動車業界で汎用的に使われており、我々は、その高速性と信頼性の高さを評価して採用した。

5 インク供給とIJヘッドメンテナンスシステム

IJヘッドからインクを安定して吐出させるには、IJヘッドへのインク供給を安定して行う必要がある。印刷速度 $1,000\text{m}^2/\text{h}$ を達成するために、1色当たり9個、合計81個のヘッドを搭載しているが、これに伴いIJ捺染プリンターのシステム全体において、インク送液量は膨大となる。このインク送液に対応した①インク送液の安定化、各IJヘッドに加わるインク圧力を均一化させる②圧力制御機構、全てのIJヘッドのノズル内部や吐出表面を一定に保つ③ヘッドメンテナンス機構、が課題となる。

これらの課題解決で採用した技術を、Fig. 5を用いて説明する。

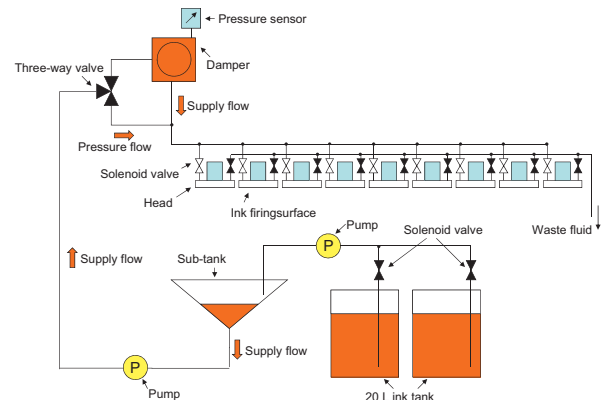


Fig. 5 NassengerPRO 1000 ink supply system. Ink is pumped from a selected 20-liter ink tank to a sub-tank, where air bubbles in the ink are removed. Pumped then through a three-way valve, the ink is separated into a pressure flow and a supply flow. A damper controls pressure on each IJ head.

①インク送液の安定化では、20リットルの大容量の密閉型インクタンクを採用することにより、プリンターへのインク搭載の顧客操作性を維持しながら、周辺空気の混入による微小気泡の滞留と蒸発によるインク粘度変動を抑制 ($\Delta\eta < 0.1$) し、IJヘッドへの安定したインク送液が可能となった。また、インクタンクを各色2タンクずつ装着し、使用されている一方のインクが無くなると、これを検出して他方へ自動的に切り替えることにより、プリントを停止させることなく連続稼動を可能にした。

一方、インク送液により発生する気泡や、装置メンテナンスにより混入する気泡は、インク流路内へと侵入し、これが流路内のフィルターの目詰まりやIJヘッドからのインク吐出を不安定化させる原因となり得る。そこで流路の上流部に気泡分離槽(サブタンク)を敷設し、流路内へ混入した気泡を除去する様にした。これにより気泡によるフィルターへの目詰まりを防止し、IJヘッドへ安定したインク供給が可能となった。また装置メンテナンス時に混入する気泡を排除することで、プリンター再稼動までのダウンタイムの短縮を可能とした。

②圧力制御機構では、1色9個のIJヘッドを並列に1個の圧力緩衝部(ダンパー)に連通させ、急激なインク圧力変動を吸収する様にした。一方、IJヘッドからインクを吐出することで起きる圧力低下をセンサーによって常時監視し、その圧力低下分に見合うインクを供給するアクティブ制御方式を採用した。

これによって、1色の圧力変動幅を100mmAq以下、1色9ヘッド間の圧力差を25mmAq以下に制御して、どのIJヘッドからも安定したインク吐出を可能とした。

③ヘッドメンテナンス機構では、上記ダンパーをバイパスする加圧インク経路を構成し、加圧インク導入ができる様にした。これは従来の減圧インク導入によるIJヘッド吸引部を必要とせず、構成が簡素化される。また、従来から市場実績のあるIJヘッド吐出面上に残ったインクを吸収体ローラーで拭き取る湿式ローラーワイプ方式を組み合わせて、より安定したヘッドメンテナンス性能を実現した。

6 まとめ

我々は、以上の紹介した技術を搭載した、次世代に繋がる超高速IJ捺染プリンター NassengerPRO 1000を開発した。

NassengerPRO 1000には、本報で紹介した技術以外の新しい技術も搭載しており、従来プリンター以上に、顧客の利便性を向上させ、安心して使ってもらえるIJ捺染プリンターに仕上げることができた。

今後も、顧客ニーズをしっかりと捉え、それに対応するシステムを提供することで、IJ捺染の発展に寄与していきたい。