

# 基幹系超高速連續紙レーザープリンター

## Super-High-Speed Continuous-Feed Laser Printers for Heavy Production Use

三矢 輝章\* 相田 敏\*\*  
Teruaki MITSUYA Satoshi AITA

### 要　　旨

全世界の官公庁・会社等の基幹系業務における請求書や明細書の出力機器として使用され、世界最高速処理能力や信頼性に加えて種々の顧客のニーズに合わせたシステムを提供して、高い評価を得続けてきた。現在では印刷速度毎分405頁を筆頭とする製品群を世に送り出している。高速・高耐久性実現の要となった要素技術やアプリケーションについて紹介する。

- (1) 広幅（495.3mm）高速印刷を実現する多ビーム600dpiブルー半導体レーザ光学系およびセンターフィード現像・後方ラップニップ定着系
- (2) ロール紙ピンレス搬送、タンデム両面印刷システムなど多様なレイアウトを提供する高信頼搬送系
- (3) オープンシステムで高信頼運用管理、障害リカバリを実現したコントローラとシステムソリューション

### ABSTRACT

Our super-high-speed continuous-feed laser printers have been used for printing statements or invoices in heavy production uses. Their high volume printing performance, high product reliability, and high flexibility of matching various needs have been appreciated by the customers. So far, we have involved in a series of highest print speed products, which includes 405ppm laser printers. Some of our advanced technologies and applications for achieving such high-speed heavy-duty performances are introduced.

- (1) Multi-beam 600dpi optical system with blue laser diodes, center feed developing system and backward wrap nip fusing system for wide paper (495.3mm) and high-speed printing.
- (2) High reliable paper handling system that provides various system layouts for a pin less roll paper handling system and a tandem duplex print system.
- (3) Controllers and system solutions for high reliable operation management and accidental error recovery in open system.

\* リコーブルティングシステムズ(株) 開発センター

Reserach and Development Center, Ricoh Printing Systems, Ltd.

\*\* リコーブルティングシステムズ(株) 第一開発設計本部

Design and Development Division I , Ricoh Printing Systems, Ltd.

## 1. 背景と目的

高速モノクロ連続紙プリンターは、官公庁・会社等の基幹業務における請求書や明細書などの出力機器として用いられてきた。大量の印刷ジョブの出力をを行うため、高速、高耐久性能が要求される。最近では、ダイレクトメールやブック印刷などのオンドマンド印刷用途も加わり、更なる性能向上が望まれている。

リコープリンティングシステムズ（株）では、1978年に印刷速度毎分115頁の第一号機を発売以来、高速レーザープリンターのリーディングカンパニーとして市場を牽引し続けてきた。現在では印刷速度毎分405頁を筆頭とする製品群を揃えている。本報では、高速・高耐久性実現の要となった光学系、現像・定着系、用紙搬送系、コントローラ技術について紹介する。

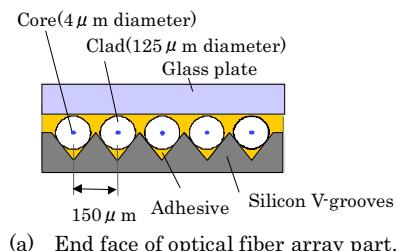
Table 1 Major Specifications

最高印刷速度	1420 mm/秒 (A4用紙印刷時 405 枚/分)
光源	ブルー半導体レーザー
解像度	480/600 dpi切替
感光体	セレン-テルル感光ドラム
最大用紙幅	19.5インチ (495.3mm)
用紙種類	送り穴付き用紙/送り穴無し用紙
用紙厚さ	64~157g/m <sup>2</sup> (連量55~135kg) : 印刷速度によって使用範囲を規定
標準月間印刷量	133 万頁
外形寸法	幅 1850mm 奥行き 1000mm 高さ 1550mm
電源仕様	200V 3相
印刷時 最大消費電力	16KVA

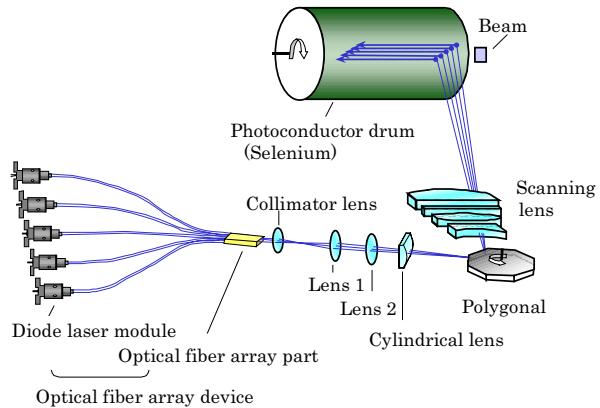
## 2. 高速モノクロ連続紙プリンターの概要

印刷速度405頁／分機の主要な仕様をTable 1に示す。また、連続紙プリンターを2台連結し、タンデム構成によりロール紙に大量印刷を行うシステムの一例をFig.1に示す。右から①アンワインダー（ロール紙供給装置）②第一面プリンター③ターンバー（反転機構部）④第二面プリンター⑤アキュムレーター（一時用紙蓄積装置）⑥シートカッターである。高速モノクロ連続紙プリンターは、このような周辺機器とともに高い生産性を実現する。

## 3. 光学系



(a) End face of optical fiber array part.



(b) Optical system.

Fig.2 Optical system using optical fiber array device coupled with violet laser diodes.



Fig.1 Tandem deplex printing system for roll paper.

高耐久性、長寿命の特徴を持つセレンーテルル感光ドラム（部品寿命平均:3000kFt）を用いた広幅495.3mm（19.5インチ）、高速印刷1420mm/s、印刷ドット密度600dpiの性能をもつ光学系開発においては、①感光ドラムの感度特性からブルー波長をもつ高出力マルチビーム発生、および②広幅印刷、高解像度印刷に対応した高精度走査光学系の開発が課題である。今回、Fig.2に示すようにブルー半導体レーザーを用いた光ファイバアレイ素子によるマルチビーム発生法を用いた光学系を実現した。この光学系は次の特徴を持っている。

### 1) マルチビーム斜め走査方式

1ドットを印刷する時間およびポリゴンミラー回転数を実用範囲内に抑えるためにマルチビーム走査は必須である<sup>1)</sup>。

Table 1に示す今回のプリンター仕様では、1ドットを印刷する時間およびポリゴンミラー回転数は5ビーム走査を採用して、600dpiの場合、それぞれ9.8ns、40,320rpmとなっている。この光学系ではFig.2に示すように感光ドラム上でマルチビームを斜めに配列して走査する独自の技術を開発した。この方式は、光スポット間隔が光スポットの大きさより數10倍大きい通常のマルチビーム素子においても連続した走査線の形成を可能とするものであり、光利用効率の低下が無いので高速プリンターに適している。このマルチビーム斜め走査方式に伴い、個々のビームの印刷開始タイミングを高精度に同期させる回路技術も開発した。

### 2) ブルー半導体レーザーを用いた光ファイバアレイ素子

ブルー波長域のマルチビーム光学系実現のために、第1世代はアルゴンレーザーと回折格子の組合せを用いたが、レーザー高出力化に限界があったため、現在の第2世代は波長405nmのブルー半導体レーザーを用いた光ファイバアレイ素子を適用した<sup>2), 3)</sup>。この光学系では、ブルー半導体レーザー用に新たに開発したシングルモード光ファイバにレーザー光を導光させ、この光ファイバのレーザー光出力端を5本アレイ上に配列し、アレイ部から出射した複数のビームをマルチビームとして利用する。シングルモード光ファイバのコア径（光伝播部）は $4\mu\text{m}$ 、光ファイバアレイ配列間隔は0.15mmである。光ファイバアレイ配列部では、高精度な配列直線性を実現する組立て技術により、マルチビーム間に走査線間隔誤差を生じないようにしている。

### 3) 広幅、高解像度走査光学系

広幅で高解像度なマルチビーム走査を実現するために走

査レンズには非球面レンズ、およびビーム間波長ばらつきによる印刷位置ずれを光学的に補正する色収差補正機能を採用している。またポリゴンミラーは10面、内接円直径77mmであり、このような大型のものを高速に高精度回転させる必要からポリゴンミラー部および軸受けのローター部は独自の一體構造とし、良好な回転ジッターおよび面倒れ特性を実現した。

## 4. 現像・定着系

### 4-1 センターフィード現像

現像機の課題は高速で安定な現像性を確保することである。この課題に対処するためFig.3に示すような感光ドラムの回転方向に対して逆回転する現像ロールと順回転する現像ロールを備え、その逆回転・順回転の現像ロール間から現像剤を供給するセンターフィード方式現像機を開発した。

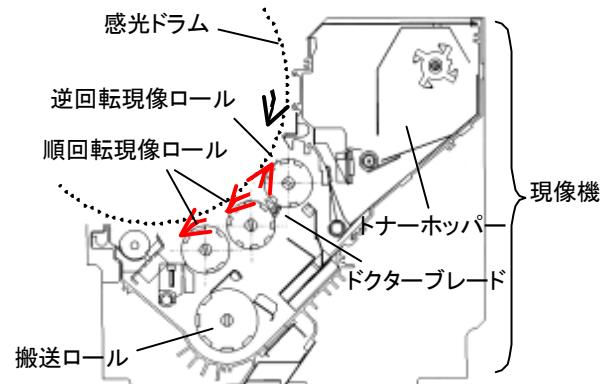


Fig.3 Center feed developing station.

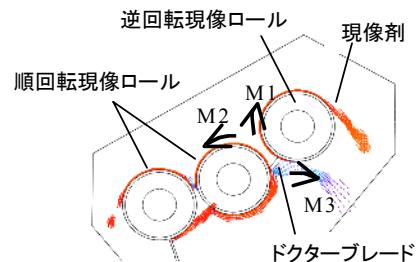


Fig.4 Analysis result of magnetic combined fluid model for developer flow.

このセンターフィード現像方式は常にフレッシュな現像剤を逆・順回転の現像ロールに供給するため高速で高い現像

能力を確保できる特長を有する。Fig.3に示すように、センターフィード現像では逆回転現像ロールと順回転現像ロールの現像剂量規制をひとつのドクターブレードにて行う。また、現像剤には耐久性に優れた正帯電型ポリエステル樹脂系粉碎トナーを採用した。安定した現像性を確保するには、ドクターブレード部の現像剤配分条件が重要となる。この現像剤流れ配分および現像ロール背面の現像剤持上げ量の最適化は、現像剤を非ニュートン流体に見立て、磁場を連成させた流体モデルによる解析等を駆使して行っている<sup>4), 5)</sup>。解析結果の一例をFig.4に示す。ドクターブレード部に搬送された現像剤が、逆回転現像ロールに分配される搬送量（M1）や順回転現像ロールへの搬送量（M2）が判る。このような解析を基に現像機条件の最適化を図っている。

また、現像機交換によるスポットカラー印刷のニーズに対応するため、本現像機では現像機ギャップ精度をマシン本体の位置決めピンへの突き当てで確保する事で、ユーザによる現像剤機交換を可能とした。

## 4-2 後方ラップニップ定着

当社の高速モノクロ連続紙プリンターの定着は用紙背面から予備加熱を行うプレヒーターと圧力を付与しつつトナーを加熱融解させるヒートロール定着を併用している<sup>⑨</sup>。高速化に伴い必要とされる定着エネルギーは増加するが、ニップ時間の伸長には限界がありニップ時間は数ms程度の設定となる。また、タンデム運転による両面印刷では、第二面定着時に既に定着された第一面部がプレヒーターで過熱され再融解するため、プレヒーターやヒートロールの高温化も困難となる。そこでFig.5に示す様な用紙のニップ部通過後にヒートロールへの巻きつけ部を有する後方ラップニップ定着方式を開発し、定着投入エネルギーをアップさせることで高速定着を可能にした。Fig.6に後方ラップニップ定着の定着エネルギーの解析例を示す。巻付け領域の有効熱量はニップ部の1/4程度となっているが、適当な用紙巻付け量を設定することで必要な定着エネルギーを確保できることが判る。この後方ラップニップ定着方式の採用により、従来の定着装置サイズを変えることなく高速化を可能とした。

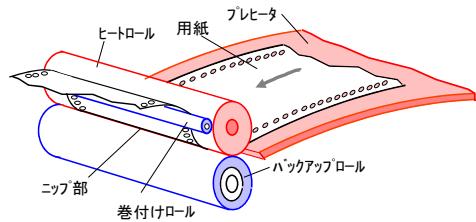


Fig.5 Layout of backward wrap nip fuser system.

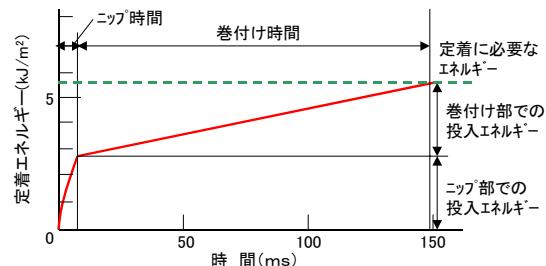


Fig.6 Analysis on fusing energy of backward wrap nip fuser system.

## 5. 用紙搬送系

ブック印刷などのオンデマンド印刷用途が拡大し、特に海外においてより幅広用紙への対応が要求されてきた。また、用紙代の節減のために、送り穴のないピンレス用紙の対応が要求された。そこで、Fig.7に示すような横6インチ縦9インチサイズの本の3UP印刷（3頁分を横に並べて印刷）を可能とする19.5インチ幅用紙、ピンレス用紙に対応可能としたプリンターを開発した。

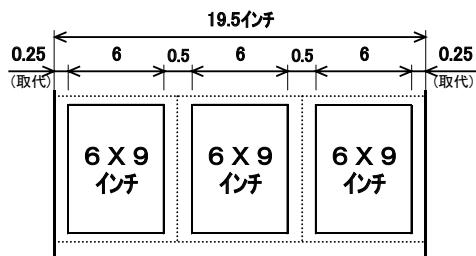


Fig.7 19.5 inch width form (3UP print available).

高速モノクロ連続紙プリンターでは、連続紙への両面印刷手段として、Fig.1に示すように2台のプリンターを直列に配列し印刷するタンデム方式両面印刷が主流になっている。タンデム方式での両面印刷では1台目のプリンターで表面を印刷してトナーを熱で定着するため、定着後の用紙は熱収縮して、1頁の大きさが縦横共に微妙に小さくなる。トラクタ用紙搬送（送り穴付き搬送）では、1/2インチごとの送り穴にピンを掛けて搬送するため、トラクタピンと送り穴の持つわずかな隙間で、収縮誤差を1/2インチごとに吸収できる。しかし、ピンレス用紙の用紙搬送は、ローラまたはベルトを使用し用紙を搬送するため、Fig.8に示すように用紙の寸法変化による印刷位置誤差が累積する。このため、タンデム印刷でピンレス用紙へのブック印刷を行うには表裏・見開きページの高い印刷位置精度の確保が重要となる。これを解決するため、1台目の印刷においてページマークを印刷し、Fig.9に示すように2台目のプリンターにそのマークを検出するセンサを実装して1台目で印刷したマークを読み取ることにより2台目の印刷速度を調整する機能を持たせている。すなわち、2台目のプリンターでは用紙搬送速度の基準となる垂直同期信号とマークの検出タイミングのずれを検出して、その差分を補正するように用紙搬送速度と感光ドラムの回転速度を制御する。このとき、用紙搬送速度と感光ドラム回転速度の差が生じると印刷品質が低下するため、Fig.10に示すように各々の速度を徐々に変更する。これにより、高い印刷位置精度を確保するとともに、速度補正が印刷品質に影響を与えないようにしている。また、印刷開始／停止時のスループット低下や損紙の発生を無くすため、用紙の停止状態から印刷速度まで約0.05sec内の短時間で立ち上げている。この急激な加減速搬送においても、前述した滑らかな駆動制御に加え、機構部に独自技術の振動抑制手段を用いて、安定した用紙搬送を実現した。また、ピンレス用紙を高速で安定して搬送するためには、一定張力で用紙を搬送することが重要なポイントとなる。そのためプリンター内で用紙に一定張力を加える独自の機構を開発した。これにより、プリンターへ用紙を供給する前処理装置への制限を緩和できるため、前後処理装置の選択肢を広げることができ、Fig.1に示すような前後処理装置を含めたタンデムシステムの構築を容易にしている。

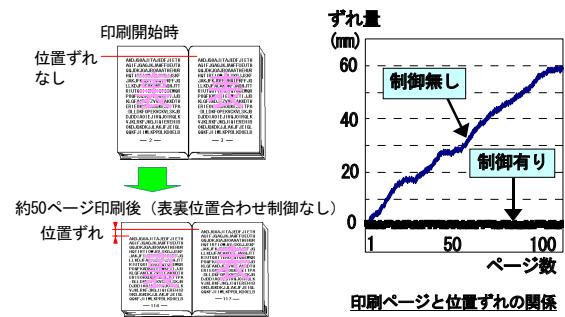


Fig.8 Shift of print position on the back page.  
(Registration control not applied).

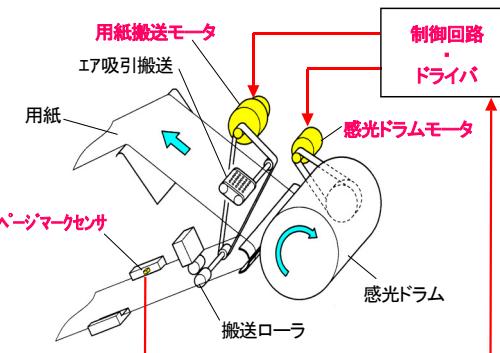


Fig.9 Form feed mechanism at the second printer.

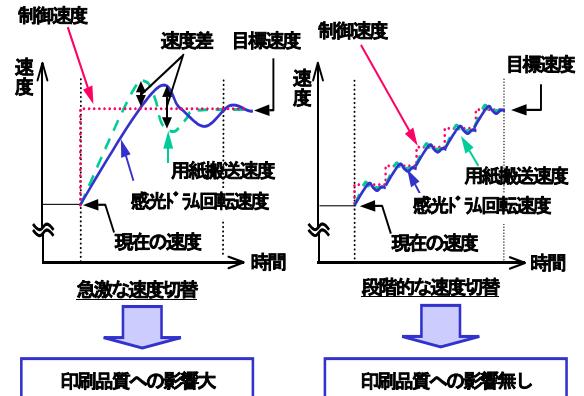


Fig.10 Relationship between photoconductor drum revolution and form feed speeds.

## 6. コントローラ技術

管理ソフトウェアを含めたコントローラ技術として、オープンシステムで高信頼運用管理、障害リカバリを実現したコントローラとシステムソリューション技術に関して述べる。

コントローラは、メインフレーム接続機で培われた信頼性と高速性を、オープンシステム対応機においても継承し開発した。信頼性に関しては、制御プログラムの処理イベントをリアルタイムにロギングし、異常発生時でも必要最小限のログを必ず保持できるようにすることで、障害発生時の迅速かつ確実な原因究明を実現する。高速性に関しては、プリンターのパフォーマンスを生かすために、高速処理に適したRIPソフトウェアを採用し、印刷データ受信後の動作即応性を確保した。また、Fig.11に示すように可動式プリンター操作パネルを採用し運用操作の高速性を実現した。可動式プリンター操作パネルでは、操作面を操作者側に近づけられるので操作者が移動することなく、瞬時に用紙印刷位置確認作業とパネル操作ができるようにした。

システムソリューションとして、Fig.12に示す帳票印刷業務の統合管理およびプリンター運用管理機能を実現するソフトウェアPrinfina MANAGERシリーズを開発した。

帳票印刷業務の統合管理機能として、帳票のソート/マージや印刷業務スケジュール管理/予実績管理などを実現した。また、プリンター運用管理機能として各種プリンターを一括管理し、従来のメインフレームシステムではメインフレームOS (Operating System) の機能で実現していたプリンター管理機能をWindows上で実現した。例えば、システムの上位ソフトウェアから出力属性（例：印刷装置の指定など）を運用情報として受け、その情報に従って自動的に出力方法を制御（例：印刷装置を動的に変更）可能な運用管理機能や、下位に接続するプリンターのMIB (Management Information Base) 情報を常時ポーリング監視し、障害解除後の再印刷時にページ単位でリカバリ可能とし運用性に優位な障害リカバリ機能を実現した。なお、各種システム環境で生成される印刷データをプリンターが印刷可能なデータ形式（例：PostScriptなど）に変換する機能はオープン系帳票ソフトウェアやツールとの連携で実現した。



Fig.11 Movable printer operator panel.



Fig.12 Prinfina MANAGER series

## 7. 今後の展開

高速連続紙プリンターの適用業務は、そのほとんどが大規模基幹系システムであり、信頼性・高速性・運用性が高次元で融合して初めてシステムが安定稼動できる。今後も基幹系プリンターによる顧客の業務効率の向上に貢献すべく、高い生産性と少しでも安価な貢コストを実現していく。また、今回開発したコントローラおよびシステムソリューション技術は、これらを支援するものであり、適用機種や連携機種の拡大を推進していく。

### 参考文献

- 1) K. Kataoka, et.al.: Appl. Opt., (1997) pp.6294-6307.
- 2) K. Kataoka, et.al: Opt. Rev., (2001) pp.218-226.
- 3) K. Kataoka, et.al: DPP2005 Proceedings (2005), pp.49-50.
- 4) Y. Takuma, et al.: Journal of Imaging Science and Technology, Vol.46, No.2 (2003) pp.155-156.
- 5) Y. Takuma, et al.: ICIS '02, (2002) pp.594-595.
- 6) T. Mitsuya, et al.: IS&T's NIP20: International Conference on Digital Printing Technologies (2004) pp.215-220.