

高生産性・高信頼・高メディア対応力を追求した AccurioPress C14000 プロセス技術

Process Technology in AccurioPress C14000 Pursuing High Productivity, Reliability and Media Compatibility

川崎 智 広* 速水 俊 樹* 齊藤 正 志*
Tomohiro KAWASAKI Toshiki HAYAMI Masashi SAITO

要旨

2020年、作像プロセスにおいて様々な新技術を搭載した、コニカミノルタ初のハイボリューム領域向けヘビープロダクション機「AccurioPress C14000シリーズ」の市場投入を開始した。

現像プロセスでは、高速プロセス領域での現像性の確保に有利な2段磁気ブラシ現像法と、現像部から飛翔するキャリアを感光体上で回収するキャリア回収ユニットの採用、現像剤の液面を検知し制御する「新たなオートリファイニング方式」により、高速化、高耐久化、安定性向上を実現した。

転写プロセスでは、新開発の中間転写ベルトの採用でトナー付着力を低減し、最適化された転写圧でトナー粒子間の凝集力を低減することで、エンボス紙対応力を向上させた。2次転写ユニットでは、耐久性を確保するために、クリーニングブレードの下流に金属製のスクレーパーを配置した。

定着プロセスでは、AccurioPress C6100の3軸上ベルト方式の定着システムを踏襲し、大径化ローラーと定着ベルトテンション切り替え機構の採用、エアブロー方式定着分離機構の性能向上で、厚紙通紙可能領域の拡大と薄紙通紙可能領域の拡大を両立させた。市場での画質要望と様々なメディアに対応するため、定着ベルトクリーニングシステムを採用し信頼性を向上させた。

本機はお客様に新たな価値を提供するべく、更なる「生産性の向上」、「信頼性の向上」、「メディア対応力の強化」を追求した真のフラッグシップモデルである。

Abstract

In 2020, "AccurioPress C14000 Series", Konica Minolta's first heavy production machine for high volume areas was introduced to the market. Various new technologies are equipped in its imaging process.

In the development process, high speed, high durability and improved stability have been achieved through a two-stage magnetic brush development method which is advantageous for ensuring developability in the higher process speed range, a carrier collecting unit that collects carrier on a photoconductor scattered from the developing section, and a "new auto-refining method" that detects and controls fluid level of developer.

In the transfer process, embossed paper compatibility has been improved by adopting a newly developed intermediate transfer belt to reduce toner adhesion, and by optimizing transfer pressure for reducing cohesive force between toner particles. In the 2nd transfer unit, a metal scraper was placed downstream of the cleaning blade to ensure durability.

In the fusing process, both thicker limit and thinner limit of supporting range of paper have been extended by adopting a belt tension switching mechanism for a triaxial upper belt fusing system which was inherited and expanded in roller diameter from the predecessor machine, "AccurioPress C6100", and by improving its paper separation mechanism using air blow system. In order to meet demands for image quality and compatibility with various media in the market, a fusing belt cleaning system was adopted to improve reliability.

This machine is a true flagship model in pursuit of further "improvement in productivity", "improvement in reliability", and "enhancement of media compatibility" in order to provide new value to customers.

1 はじめに

コニカミノルタは、常にお客様の視点に立ち、お困りごとを解決し続ける製品開発を行っている。

我々はAccurioPress C6100の技術を踏襲し、ヘビープロダクション領域向けとして、AccurioPress C14000シリーズを開発した。本機は真のフラッグシップモデルとして、「生産性の向上」、「信頼性の向上」、そして、「メディア対応力の強化」を追求し、毎分140枚の高速プリント、最大紙厚450g/m²の業界トップクラスのパフォーマンスによって、お客様の新たなビジネスの獲得や発展に大きく貢献している。

C14000では、C6100のプロセス配置を継承しながらも、真の生産機に必要とされる、現像、転写、そして、定着プロセスの新たな技術を搭載し、飛躍的に性能を向上させた。

本稿では、新規に開発した電子写真プロセス技術について報告する。

2 現像プロセス技術

2.1 現像プロセス開発の狙いと搭載技術の概要

C14000の現像プロセスでは、「生産性の向上」、「信頼性の向上」を追求し、以下の技術を搭載している。

1) 2段磁気ブラシ現像法とキャリア回収システムによる高速プロセス対応、及び高耐久化

C6100システムからの更なる高速化は、画質の低下や、キャリア飛翔の増加を招くことから速度対応限界に達しており、対応困難と判断した。その為、画質に対しては高速プロセス領域での現像性の確保に有利な2段磁気ブラシ現像法を採用し、現像部からのキャリア飛翔に対しては感光体上のキャリアを回収できるキャリア回収ユニットを採用することで業界最高水準の印刷速度を実現し、お客様の業務の短納期化に貢献、更にコニカミノルタ独自のノウハウによりユニットの高耐久化設計を行い、装置のダウンタイムを低減した。

2) 新たなオートリファイニング方式による安定性向上、及び高耐久化

トナーと共にキャリアを現像ユニットに補給し、現像ユニット内のキャリアを逐次入れ替えることで長期に渡り現像剤の劣化を抑制できるオートリファイニング方式を採用し、新たに現像剤の液面検知による現像剤量の安定制御を搭載することでトナーの荷電安定性を向上させ、高信頼かつ高耐久な現像システムを実現した。

2.2 現像プロセスの高速化、高耐久化技術

Fig. 1にC14000の現像プロセスの基本構成を示す。C14000の現像プロセスは現像ユニットとキャリア回収ユニットからなる。

初めに現像ユニットについて説明する。現像ユニットは現像ヘッド部、回収部、攪拌部、供給部で構成される。

現像部は2本の現像ローラーからなり、現像剤は第1ローラー上で層形成されて現像された後、磁力で第2ローラーに受け渡され、受け渡された現像剤は再度感光体近傍に搬送され、現像される。回収部は剥離ローラーと回収スクリーからなり、現像後の現像剤は剥離ローラーにて剥がされ、隣接する回収スクリーへ受け渡され、回収スクリーにて搬送された後に奥側から下方の供給スクリーへ落下する。攪拌部は攪拌スクリーからなり、現像剤は供給スクリー的一端から攪拌スクリーへ受け渡され、再び攪拌スクリーの他端から供給スクリーへ受け渡される。供給部は供給スクリーからなり、現像剤は供給スクリーから第1ローラーへ供給される。

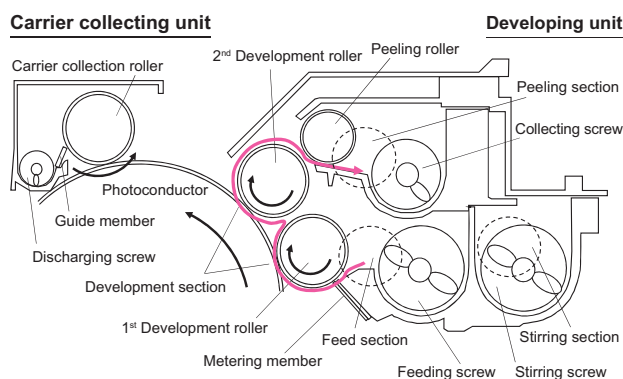


Fig. 1 Cross section of the development process of C14000.

A two-stage magnetic brush development method which is advantageous for ensuring developability in the higher process speed range was employed for achieving further improvement in image quality. A carrier collecting unit was adopted to collect carrier on a photoconductor scattered from the developing section.

2本の現像ローラーの現像条件の設定には、現像する方向、現像バイアスの電圧印加条件、現像剤搬送量、現像ギャップ（現像ローラーと感光体との距離）等、様々な組み合わせが考えられる。我々は、モデル実験により、現像効率、画質の観点から最適条件を導き出し、お客様の使われ方による誤差を想定したロバスト設計を行った。更に、高い現像能力を得ながらも、現像ローラー速度を低減することが可能となり、トナー飛散の抑制、低ストレス化、高耐久化を実現できた。そして、ローラー速度の低減と、キャリア、バイアス条件の最適化により画質も向上させた。Fig. 2にハーフトーン画像を示す。C14000はC6100に対して先端のかすれや後端の強調さが改善、エッジの均一性が向上している。

次にキャリア回収ユニットについて説明する。プロセス速度の高速化に伴い、現像部から感光体へ飛翔するキャリアが増加する為、キャリア回収ユニットの設置により、感光体の表面が清浄に保たれることで、下流に配置される転写ベルトやクリーニングブレードの損傷が抑制され、高信頼を達成した。新規のキャリア回収ユニットは、回転するスリーブ内部に固定された複数のマグネットを有するキャリア回収ローラーからなる回収部、キャリア回収ローラー上のキャリアを剥離する剥離部、そし

てユニットから機内へ排出する排出部で構成される。キャリア回収ユニットは、キャリア回収ローラーの磁力と回収バイアス電圧の電界作用によって感光体上のキャリアを回収し、剥離部のガイド板はローラーと非接触に対向させ、磁力の作用で回収したキャリアをローラーから剥離することで、摺擦箇所を持たないユニットとして、本体と同等の耐久性を達成している。

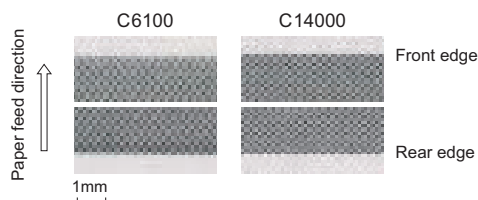


Fig. 2 Comparison of edge uniformity in halftone patches between C6100 and C14000.

Development conditions of the two development rollers were optimally designed from the viewpoint of development efficiency and image quality by using fundamental experimental model. As a result, the roller speed could be reduced to improve image quality while high development ability was obtained.

2.3 新たなオートリファイニング技術 (AR 技術)

Fig. 3 に現像ユニットの各ローラー, そしてスクリューを上下に分けた斜視図を示し, 現像器内部から見た現像剤の循環方式やAR技術について説明する。

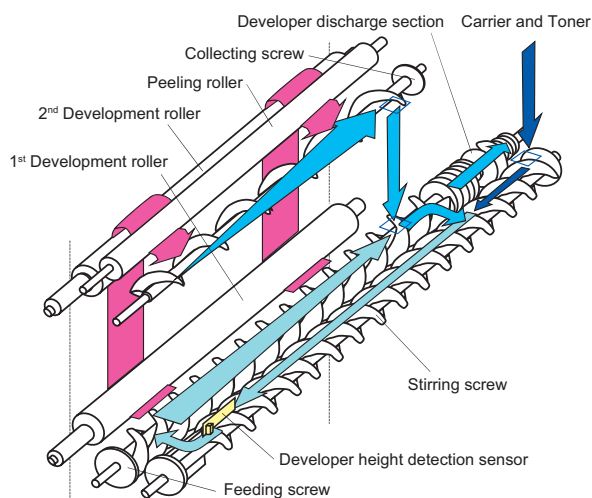


Fig. 3 Exploded view of the developing unit showing internal flow of developer.

The new auto-refining (AR) developing system controls amount of developer by using a sensor that detects developer fluid level in a flow system where developer flow passes through the development section one time in one cycle of circulation.

現像ヘッド部にてトナーを消費された現像剤は、剥離ローラーによって剥ぎ取られ、隣接する回収スクリューへ受け渡され、その後端部から下方の循環部へ搬送される。この構成を一循環現像攪拌方式と呼んでおり、現像後の不均一なトナー濃度の現像剤が回収されて直ぐに現像ローラーへ再供給されない為、現像ローラーの軸方向のトナー濃度均一性に優れた供給と剥離の機能分離型である。

新たなAR技術は、水平2軸の攪拌スクリーと、供給スクリー、そして、新規の液面検知センサーを配置している。独立の現像剤循環用のモーターの採用により、プロセススピード切り替え時に対しても一定の循環速度を維持し、現像剤のバランスを安定させている。また、従来のAR方式では、現像剤の流動性が変化すると、現像剤のバランス状態が変化し、ユニット内の現像剤量が増減していたのに対して、新たに現像剤の液面を検知し、その検知結果に応じて適宜現像剤の排出制御を行っている。お客様の使われ方や使用環境によって影響を受ける現像剤の流動性の変化に対しても現像ユニット内で現像剤のバランスを適正に保つことで、常に循環攪拌機能を正常に作動させることが可能となり、荷電安定性の向上、及び現像剤耐久性の向上を実現した。

高速、高信頼の対応技術としては、更に現像ユニットの加振機構を搭載している。これは、連続運転時に飛散防止板やダクトに堆積した飛散トナーが印字中に落下して画像汚れとなるのを防止するため、停止時に現像ユニットに衝撃を与えてトナーの堆積を取り除く機構である。C6100から実装され、本機でも画像ノイズ低減に有効に作用している。

3 転写プロセス技術

3.1 転写装置の基本構成

C14000の転写部の構成をC6100と比較してFig. 4に示す。基本構成はC6100を継承して、縦型タンデム中間転写ベルト方式、及び2次転写ベルト方式を採用した。C14000の転写装置は「生産性の向上」に伴う高速化への対応に加え、新たな付加価値の提供を可能にする特色対応を視野に入れC6100比で約1.8倍となる大径中間転写ベルトを搭載したことを特徴とする。本章では「メディア対応力の強化」、「信頼性の向上」に関し、採用した転写プロセス技術について以下より説明する。

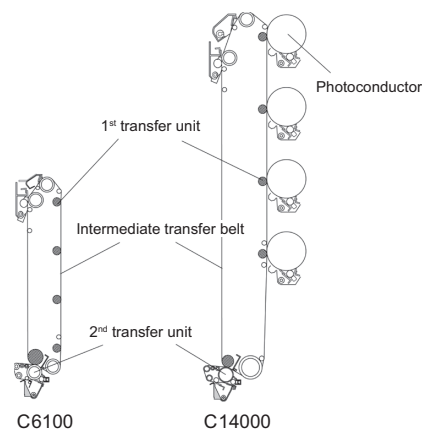


Fig. 4 Comparison of unit sizes between C6100 and C14000.

Intermediate transfer belt of the C14000 was designed 1.8 times as large as that of the predecessor C6100 in its circumference length, which enables corresponding to high speed for "improvement in productivity" as well as providing future new additional values by supporting a special color station.

3.2 エンボス紙対応技術

表面に凹凸形状を有するエンボス紙では、その凹部でのトナー抜けが課題である。これは2次転写工程で用紙凹部と中間転写ベルトの間に空隙が生じるため、トナーが飛翔できず、転写されないことが原因である。この問題を解決するためには、トナー同士の凝集力、及び中間転写ベルト面へのトナー付着力を低減し、トナーを飛翔しやすい状態に維持することが重要となってくる。C14000では、それらを実現するため、転写圧の最適化と、新中間転写ベルトとなるコートベルトの開発を行った。

コートベルトとは、高抵抗層を中間転写ベルト表面に付与することでトナー付着力を低減することを可能にした中間転写ベルトである。コートベルトによるトナー付着力低減効果をFig. 5のモデルで示す。

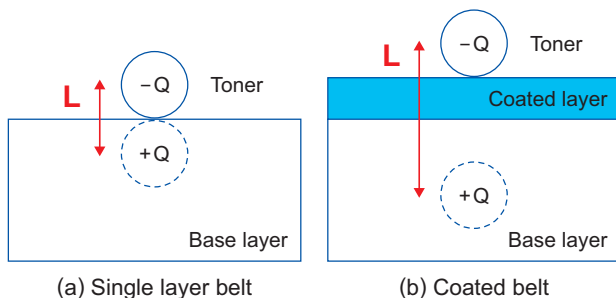


Fig. 5 Model comparison for calculating electrostatic adhesive force of a charged toner particle to a belt.

Compared to a single-layer belt (a), a coated belt (b), having a higher resistance layer on the surface, holds a charged toner particle apart from the base layer. As electrostatic adhesive force is defined inversely proportional to the square of the distance between toner charge and its mirror charge, the slightly coated layer contributes much to reduce the toner adhesion force.

このモデルでは、導電性を付与した誘電体である基層のみの単層ベルト(a)と、同基層に高抵抗のコート層を積層したコートベルト(b)のそれぞれの表面に $-Q$ に帯電したトナー粒子を転写した場合を考える。ここで1次転写時に基層の裏面から注入された正電荷は基層内を電界に沿って移動し、2次転写に至るまでの時間内に電荷の移動は完了しているものとする。

単層ベルト(a)では、 $-Q$ に帯電したトナーとベルト間の電界は、鏡像電荷 $+Q$ がトナー直下に置かれたものとして計算される。これに対し、コートベルト(b)では、高抵抗層である表層が存在し、トナー電荷 $-Q$ が基層から離れた位置に留まるため、鏡像電荷 $+Q$ は表層と基層の界面より遠ざかった位置に置かれて計算される、つまり、トナー-鏡像電荷間距離「 L 」が広く維持される。クーロン力の式に従うと、2つの電荷間距離の2乗に反比例し、電荷に作用する静電気力「 F 」は低減する。Fig. 5モデルにこの法則を当てはめると、「 L 」が広がるコートベルトでは、わずかな膜厚の表層の付与によりトナー付着力の低減への効果は大きいことが示される。

C14000の1次転写、2次転写では、転写圧の切り替え機構を採用した。これにより、エンボス紙とそれ以外の

紙種のそれぞれについて、転写圧の最適化を行うことが可能となった。エンボス紙を通紙する際は、1次転写ローラーと感光体間の押圧力は、エンボス紙以外の紙種を通紙する時の10%に設定し、ベルト上でのトナー凝集力を低減させた。また、2次転写ローラーと用紙間の押圧力は、エンボス紙以外の紙種を通紙する時の130%に設定し、中間転写ベルトにエンボス紙の凹部を追従させ空隙を減らすことで転写性の向上を図った。

以上の技術でエンボス対応力を向上させた結果をFig. 6に示す。C6100に対して高品質な画像を実現した。

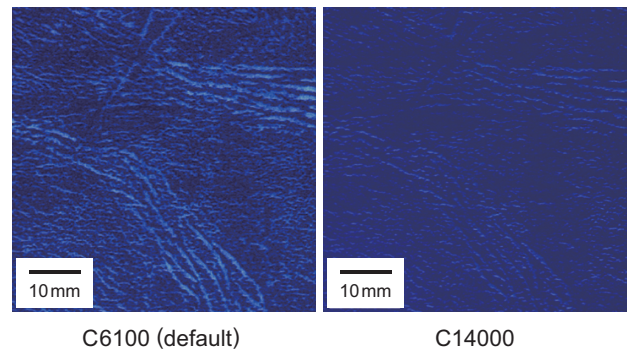


Fig. 6 Enlarged photos of solid blue image on typical embossed paper, 'Leathac 151gsm', printed by C6100 and C14000.

A transfer pressure switching mechanism was adopted to the 1st transfer and the 2nd transfer. This made it possible to optimize each transfer pressure for the embossed paper and the other paper types. In addition to this, the effect of reducing electrostatic adhesive force by the coated belt realized a high-quality image compared to the predecessor C6100.

3.3 転写クリーナー耐久性向上技術

ヘビープロダクション領域向けのマシンでは、印字率の高いパターンプリントや連続稼働時間の増加により、クリーニングプロセスへの負荷が増大することが想定される。また、メディア対応力の向上に伴い様々な紙種が使用され、紙粉やトナーによるベルトフィルミング、ブレードへの挟み込みによるトナーすり抜け現象の発生が懸念されるなど、クリーニングプロセスの信頼性向上は欠かせない要素となる。これらを考慮し、C14000の転写クリーナーにおいても耐久性の向上を図った。

C14000では、C6100でも採用したブレードクリーニングシステムを継承しつつ、クリーニングブレードの下流に金属製のスクレーパーを配置する構成とした。2次転写クリーナーの構成をFig. 7に示す。クリーニングブレードの摩耗が進行し、トナーすり抜けが発生しても、確実に下流側の金属製のスクレーパーでクリーニングする方式にしたことで、クリーニングブレードの使用限界の延長を可能にした。また、下流に配置した金属製スクレーパーにDLC (Diamond-Like Carbon) コーティングを施して高硬度化し、摩耗進行を抑制、耐久性を向上させた。

以上の構成を採用して、C6100から2倍以上の耐久性向上を実現した。

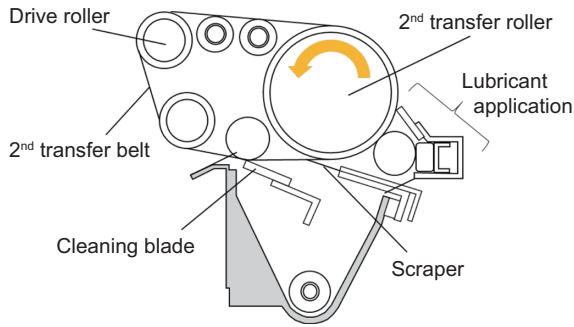


Fig. 7 Layout of the 2nd transfer unit.
By equipping a metal scraper downstream of the cleaning blade, it can robustly seal unwiped toner at the downstream scraper even if the blade wear was progressed. Thus, its durability has been improved to more than twice that of the predecessor.

4 定着プロセス技術

4.1 定着プロセスの開発の狙いとシステム構成

C14000の定着プロセスにおいて、「生産性の向上」、「メディア対応力の強化」、「信頼性の向上」を狙いとし、それを達成するためのシステムとして、C6100で採用した3軸上ベルト方式の定着システムを踏襲し性能の向上をおこなった。Fig. 8 に定着部の構成図を示す。

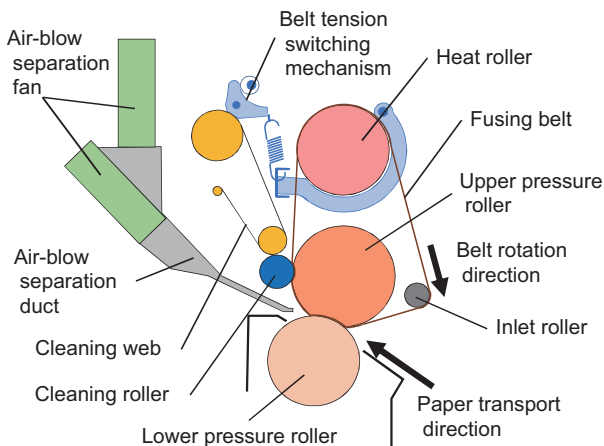


Fig. 8 Cross-sectional view of the fusing unit.
A triaxial upper belt fusing system was inherited from the predecessor C6100 aiming at "improvement in productivity," "enhancement of media compatibility" and "improvement in reliability". Diameters of the heat roller, the upper pressure roller and the lower pressure roller were expanded to realize high speed.

4.2 ベルトテンション切り替え機構

加熱ローラー、上下加圧ローラーの大径化をおこない、定着ニップでの用紙への供給熱量を増やすことで、C6100で400 g/m²までA4サイズを毎分100枚プリントだった厚紙領域を450 g/m²まで毎分140枚の高速化を実現した。

一方で上加圧ローラーの大径化にともない、定着ニップ出口での曲率が小さくなり薄紙の曲率分離が不利となるため、解決手段としてベルトテンション切り替え機構を採用した。厚紙通紙に対しては、定着ニップ上流にイ

ンレットローラーを配置したこと、ベルトテンションを強くすることでベルトの軸方向におけるベルト走行安定性を実現したが、薄紙通紙においては、用紙厚さが薄くベルトテンションが弱くてもベルト走行安定性は確保できるため、ベルトテンションを弱設定に切り替えることで定着ニップ出口の曲率の増加を実現した。Fig. 9 に定着ニップ状態のCAE解析結果を示す。上加圧ローラーのゴム層が下加圧ローラーに対して肉厚、低硬度のため定着ニップは上凸形状となり、用紙はこの形状に沿って排出される。一方でニップ出口では下凸形状となり、高テンション時はベルト張力により持ち上げられていた上加圧ローラーゴムがテンションを弱めることで下方にたるむため曲率が大きくなるのがわかる。

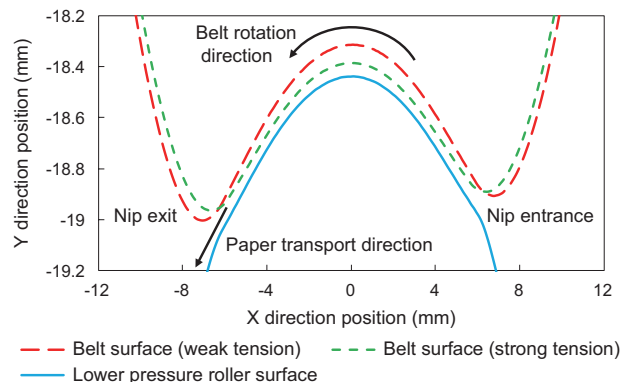


Fig. 9 CAE analysis results of nip deformation shape in the rotating state.
Since the rubber layer of the upper pressure roller is thicker and has lower hardness, the fusing nip forms an upward convex shape and ejects paper along the tangential direction. On the other hand, exit of the nip forms a downward convex shape. Its curvature becomes larger by weakening the belt tension, which is advantageous in self stripping for separating thin paper.

4.3 エアブロー方式定着分離機構の性能向上

エアブロー方式定着分離機構の薄紙分離性能向上技術として、分離ファンの配置をC6100で採用している軸方向3個並列配置から、2個直列に並べたファンを2つ並列配置する方式へ変更し、分離エアの風速を増加する検討をおこなった。Fig. 10 に分離エアフローのCAE解析に用いたモデル図、Fig. 11 にCAE解析結果を示す。配置変更により分離ダクトの出口開口幅tを2.5 mmで揃えた場合の比較で平均風速、風量ともに増加することがわかった。一方で定着ニップ出口での用紙搬送安定性を確保するために風量は抑える必要があり、かつ風量が小さすぎると分離ポイントでの風速が安定しないことから、風量はC6100同等を維持する必要がある。分離ダクトの出口開口幅を再設計しt2.5 mmからt2.0 mmとすることで、C6100から風量を変えずに平均風速の増加を実現することが可能となった。

ベルトテンション切り替え機構の採用と、エアブロー方式定着分離機構の性能向上により、C6100で薄紙通紙可能領域を塗工紙80 g/m²から52 g/m²（銘柄指定、目方向指定あり）まで拡大できた。

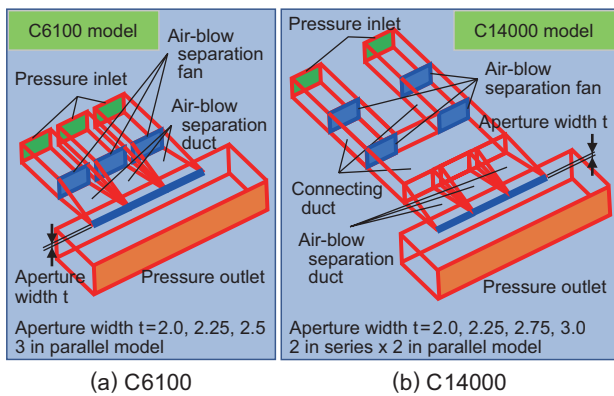


Fig. 10 CAE analysis models for calculating wind speed and air quantity on designing the air blow system.

For improving thin paper separation performance of the air blow separation mechanism, arrangement of the separation fans has been changed from the type of the C6100, arranging three fans in parallel to the axial direction, to two parallel arrangements of two fans set in series.

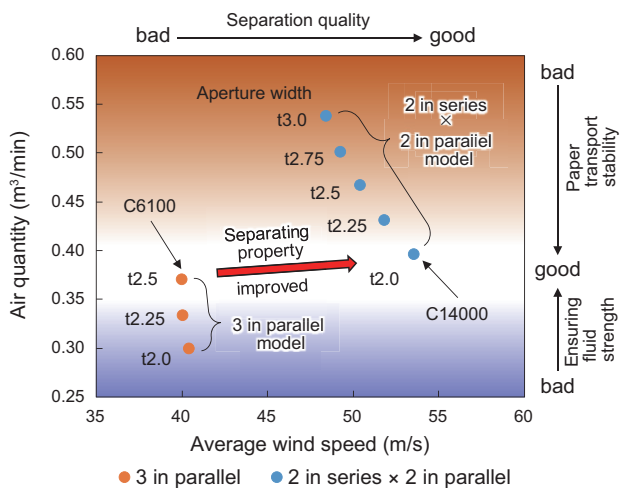


Fig. 11 Airflow CAE analysis result for air blow separation mechanism. As the CAE result, both the average wind speed and the air quantity were increased by changing arrangement of the fans. By tuning the aperture width for optimizing the air quantity, it was possible to increase average wind speed for improving separating property without changing air quantity from the predecessor C6100.

4.4 封筒通紙

C6100では専用定着EF-104をオプション設定して封筒通紙を実現したが、C14000では定着ニップ圧の切り替え機構を採用することで専用定着を用いずに封筒通紙が可能となった。封筒通紙時にニップ圧を弱く設定することで定着ニップ曲率を略フラットにし、低速設定にすることで封筒搬送性と封筒定着性の両立を実現した。一方生産性を求めるユーザーには高速通紙が可能な専用定着EF-106のオプション設定を用意している。

4.5 定着ベルトクリーニングシステム

市場での画質要望と様々なメディアに対応するため、C14000ではクリーニングシステムを採用した。Fig. 12にクリーニングシステムの構成図を示す。クリーニング

ローラー、クリーニングウェブに解除機構を設け、通紙中に圧着してベルトクリーニングを実施することに加えてクリーニングローラー解除時にクリーニングローラー清掃モードを設けることでクリーニング性能の安定性確保を実現している。クリーニングローラーにはフッ素樹脂よりも濡れ性が良いPolyimideのコーティングを施しており、高いクリーニング性能を有することで画像ムラや画像汚れの抑制を可能にした。

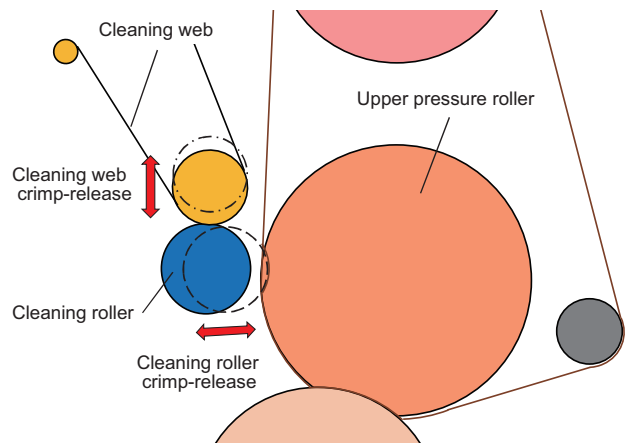


Fig. 12 Detailed cross-sectional view of the fusing belt cleaning system. A crimp-and-release mechanism was provided on the cleaning roller and the cleaning web. A refreshing mode is operated when the cleaning roller is released to clean the cleaning roller, thereby ensuring stability of cleaning performance.

5 おわりに

AccurioPress C14000は、「生産性の向上」、「信頼性の向上」、そして、「メディア対応力の強化」を追求し、高速印刷、最大使用紙厚において業界トップクラスの性能を有し、C6100よりも更なるヘビープロダクション領域のお客様に訴求し、新しい価値を創造し続け、新たな事業やその拡大を担う魅力ある商品に仕上がっている。

現像プロセス技術では、新規開発の2段磁気ブラシ現像方式とキャリア回収システムを最適化し、高速印刷や高耐久化、そして高画質を実現した。そして、新たなAR技術は現像剤量の安定制御を搭載することでトナーの荷電安定性を向上し、高信頼かつ高耐久な現像システムを作り上げた。

転写プロセス技術では、新規の転写コートベルトの採用によりトナー付着力を低減し、1次・2次転写圧の切り替え機構によりエンボス紙とそれ以外の紙種の最適な転写圧を設定し、エンボス紙特有の凹凸表面にトナーを追随できる転写性能を実現した。更に2次転写クリーニングでは、クリーニングブレードの下流にDLCコーティングを施した金属製スクレーパーを採用し、C6100比2倍の耐久性を向上した。

定着プロセス技術では、加熱・加圧ローラーの大径化により、定着ニップの熱量を用紙へ多く供給することで高速印刷の厚紙領域の拡大を実現、またベルトテンショ

ン切り替え機構による曲率分離の増加や分離ファンのエアブロー方式を最適化し薄紙通紙可能領域も拡大した。更に定着ニップの切り替え制御を搭載することで専用定着を用いなくとも、封筒定着を可能にした。そして、ベルトのクリーニングシステムを搭載することで、お客様の様々な画質やメディアに対する要望に対応した。

我々は、これからも常にお客様の視点に立ち、お困りごとを解決し続ける製品開発を行っていく。