

高速デジタルカラー MFP の高画質形成プロセス技術

(コニカミノルタ 8050)

The Superior Color Performance of the Konica Minolta 8050 High-Speed Multifunctional Peripherals (MFP)

片柳 秀敏* 宮坂 裕*
Katayanagi, Hidetoshi Miyasaka, Yutaka

西田 聡* 三保 広晃*
Nishida, Satoshi Miho, Hiroaki

要旨

コニカミノルタ8050はPOD市場で要求される高速、高画質、高耐久、低コストを実現するために開発された当社の最高速デジタルカラーMFP (Multifunctional Peripherals) である。以下のプロセスで新規技術を開発し高画質化を達成した。

- 1) 現像プロセス
一循環現像剤供給方式の採用による高印字率対応
- 2) 転写プロセス
感光体への滑剤塗布による中抜け防止技術
中間転写ベルト抵抗とnip条件の最適化によるトナー飛び散り防止と転写均一化対応
- 3) 定着プロセス
ワックス含有重合トナー対応のオイルレス定着技術
本稿ではコニカミノルタ8050に採用した高画質形成プロセス技術のポイントについて報告する。

Abstract

The Konica Minolta 8050 is a digital, color, Multifunctional Peripherals (MFP) designed to offer the print-on-demand (POD) market high speed, high print quality, high durability, and low cost. To achieve superior color performance, we developed exceptional technologies in three areas. In the development process, we introduced a single circulation developer supply system for higher toner coverage. In the transfer process, lubrication of the photoconductor prevents partial transfer defects, while optimization of belt resistance and roller nip conditions reduces toner scattering and obtains uniform toner images. And in the fixing process, oil-less fixing technology allows the use of an emulsion polymerized toner containing wax. These technologies are discussed here.

1 はじめに

近年、オフィス市場においてカラー化が急速に浸透しカラー機の設置台数が増加傾向にある。一方で、カラープロダクション市場においては各社とも高速カラーMFPを投入しているが、高画質・高耐久を備え、より安価で

*コニカミノルタビジネステクノロジーズ㈱
機器開発本部 機器第1開発センター 第12開発部

省スペースを求める声が強くなってきている。

このような市場環境の中、コニカミノルタ8050は・成長が期待されるPOD市場に参入できる高速、高画質、高耐久、低コストを実現するコンセプトとして開発し、'03.9月に上市した。

プロセス開発にあたっては、POD市場でより要求される高画質化を達成するために、従来技術の問題点と各プロセスで必要となる技術の洗い出しを進め、改善・画質向上を図った。以下に新規開発技術について紹介する。

2 コニカミノルタ 8050 のエンジン構成とプロセス概略

コニカミノルタ8050のエンジン構成はFig.1に見られるように縦型タンデム方式を採用している。

これにより省スペース化を図り、51CPM/A 4ヨコの出力スピードを実現している。またBlackを4色の最後に設けることによりファーストコピータイム7.6秒を達成した。さらに中間転写方式の採用により斤量・紙種など幅広いメディアへの対応を可能とした。

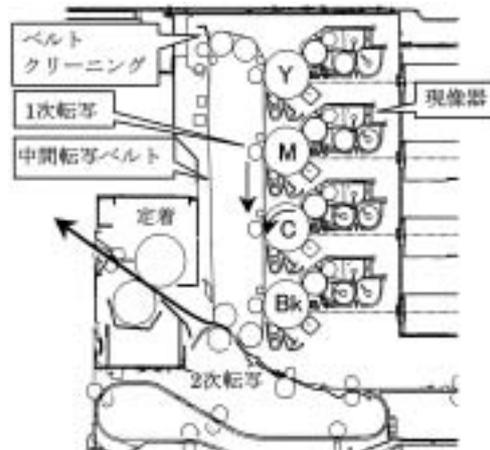


Fig.1 エンジン構成

プロセス概略は、上からYellow、Magenta、Cyan、Blackの感光体画像形成部が配置される。個々の感光体上で帯電・露光・現像プロセスを行い、一次転写工程で中間転写ベルト上に4色のトナー像が重ね合わされる。二次転写部で用紙上にベルト上トナー像が一括転写され定着に至る。また感光体上の1次転写残トナー及び中間転

写ベルト上の2次転写残トナーはそれぞれクリーニング部でウレタンブレードによりかきとられる。

3 現像

3.1 現像装置の基本構成

現像装置は6.5 μ m 重合トナー対応であり、2成分軽接触AC現像方式と現像剤の流れを一方向とした当社独自の一循環現像攪拌方式、更に小粒径キャリアを用いた現像剤に最適な攪拌構成を確立した。これにより高速高画質かつ高印字率に対応した現像を実現している。

基本現像構成をFig. 2に示す。主に現像部、回収部、攪拌部、供給部から構成される。

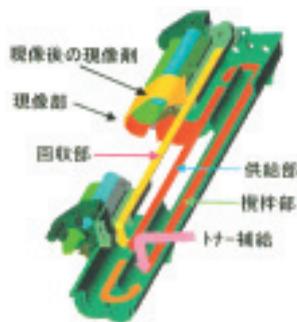


Fig.2 現像装置 概略図

2成分現像剤のトナー濃度制御方法は、供給部の下流近傍に設置した透磁率センサによりトナー濃度を検出し、攪拌部の上流でトナー補給することによって、供給部のトナー濃度が常に一定となるようにコントロールしている。

3.2 一循環現像攪拌構成の概要

Fig. 3に従来現像器とコニカミノルタ8050現像器の比較構成図を示す。当社カラープリンタコニカ3015が採用していた従来の現像攪拌方式では、現像に使用された現像剤は、攪拌部に戻りトナー補給される場合と、回収部に

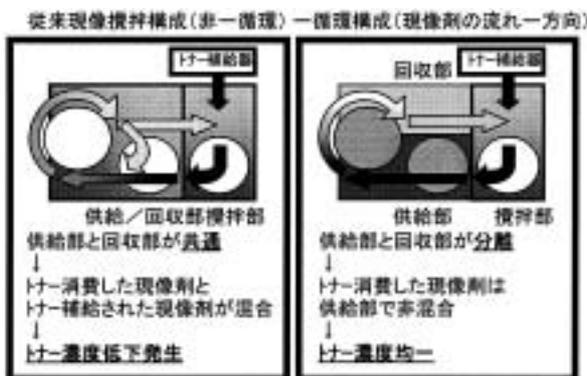


Fig.3 攪拌構造比較

戻りトナー補給されずに現像に再利用される場合がある。この為現像部でのトナー濃度の不安定が発生し、ページ内やページ間の濃度が不均一になることがあった。これに対しコニカミノルタ8050では当社独自の一循環現像攪拌方式を採用し、従来現像構成の欠点である現像部でのトナー濃度不安定を解決、更に高速且つ高印字率にも対応している。

詳細な断面図をFig. 4に示す。本現像器は前述の通り感光体上の潜像を顕像化する現像部、現像部で使用した現像剤を回収する回収部、回収した現像剤にトナーを補給し混合攪拌する攪拌部、混合攪拌された現像剤を現像部に供給する供給部から構成される。本現像器は回収部に特徴があり、現像ローラ上の現像剤を確実に剥ぎ取り回収部に現像剤を搬送する剥ぎ取りローラと、剥ぎ取った現像剤を攪拌部に送る回収スクリーンから構成される。剥ぎ取りローラ上の現像剤を確実に剥がし、常時現像剤がない面で現像ローラ上の現像剤を確実に剥ぎ取るようにする為に、剥ぎ取りローラの回転方向を現像ローラの回転方向と逆回転としている。これにより現像に使用された現像剤は確実に回収部に回収され、現像ローラには攪拌混合されたフレッシュな現像剤が供給される。このため環境やコピー条件等に依存しない常に安定した均一画像が確保されるようになっている。又前述の通り、本方式は供給部でのトナー濃度を常に一定にコントロールすることが可能であり、ページ内の画像濃度を均一化する構成として優れている。

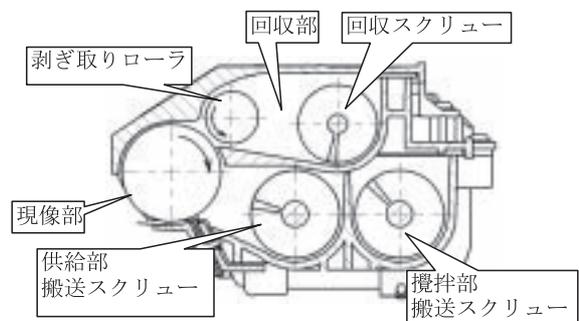


Fig.4 現像装置断面図

しかしその一方で現像剤の供給方向が一方向となる為、供給部の搬送スクリーン下流側で現像剤が枯渇し、現像ローラに適正な量の現像剤が搬送されず、濃度不均一となる問題が発生しやすいといった欠点を持っている。

これを解決するために、現像ローラの線速、現像ローラ上の現像剤搬送量、攪拌部/供給部の搬送スクリーンの径/ピッチ/回転数、現像ローラと供給部搬送スクリーン間の距離といった条件の適正化を行い、同時に現像剤のトナー濃度安定化を図ることによって、常に安定した現像ローラ上の現像剤搬送を実現した。

3. 3 トナー濃度安定化

本装置に採用した現像剤は、画質向上を狙ってキャリアの小粒径化を行っている。本現像剤は従来の接触現像方式の現像装置に採用している現像剤に比べて、流動性が劣る為、従来のトナー濃度センサでは十分なトナー濃度制御が行われず、高印字率時のページ内濃度が不均一となる問題が発生した。これはトナー濃度センサの感度特性（トナー濃度1wt%に対するセンサ出力変化幅）が、従来の現像剤に比べて約50%低下する為であった。この問題を解決する為に、現像剤搬送スクリー径を見直した結果、従来装置の感度特性に比べて、約1.5倍まで改善することができた。また回収部からの現像剤の影響を受けない位置に、トナー濃度センサを取り付けることによって、画像印字率に関係なく、トナー濃度が一定に制御されるようになっている。

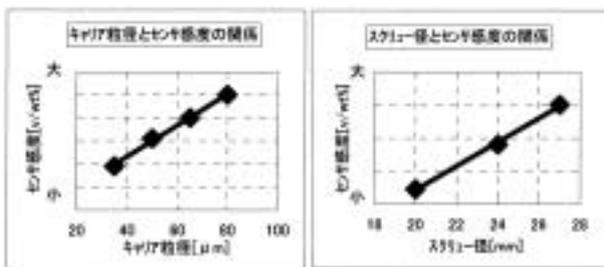


Fig.5 センサ感度特性

3. 4 ページ内画像均一性の到達性能

コニカミノルタ8050の現像装置は、前述で説明した一循環現像攪拌構成の採用と現像剤のトナー濃度安定化を図ることによって、印字率80%原稿に対して、Fig. 6に示すように、当社カラープリンタコニカ3015に比べて、ページ内画像濃度均一性の大幅な改善が図れている。

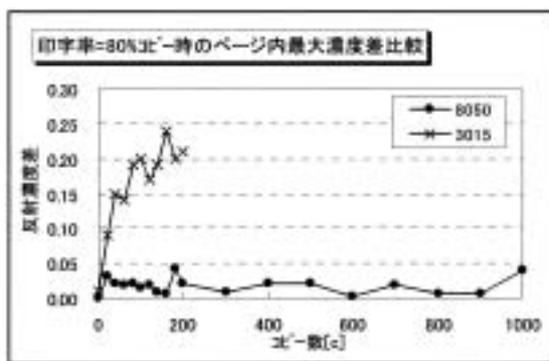


Fig.6 ページ内最大濃度差

4 転写

4. 1 転写の基本構成

コニカミノルタ8050の転写は、50CPM以上の機械としては当社初となる中間転写ベルトを採用した接触転写方

式である。基本構成はFig. 1に示す様に感光体を縦に4個配置し、この感光体上各色トナーを中間転写ベルト上に順次重ね合わせる1次転写部、その後中間転写ベルト上トナーを一括して用紙に転写する二次転写部から構成される。1次、2次転写共にオゾン発生や紙の搬送性を考慮してゴムローラ方式を採用している。中間転写ベルトは本機のコンセプトを満たすために機械的強度、抵抗値安定性、環境変動はもちろん、現状最も耐久性の高い材料を選定している。

中間転写方式を採用した理由は、多様な紙種に対し、その紙上でトナーを重ねるよりも特性変化の少ない中間転写ベルト上でトナーを重ねる方が画質劣化が少ないと考えたからである。しかしながら、感光体から中間転写ベルトへトナーを移す1次転写が4回、中間転写ベルトから紙へ移す2次転写が1回ありトナーは最大で5回もの転写工程を通過することとなる。更に中間転写ベルト上で重ね合わせるトナー量は従来モノクロ機の約3倍であるため転写によるトナー像劣化が容易に予想できた。従ってコニカミノルタ8050の転写としての課題は、感光体上トナー像を忠実に紙に移すことである。この課題達成のため①トナー飛び散り、②中ヌケ、③均一性の3点に注目し開発を行った。

4. 2 トナー飛び散り

トナーの飛び散りは、転写ニップ前に電界が作用しトナーが空間を移動することで発生し易い。特に2色目以降の1次転写部におけるトナー同士の重ね合わせ時に顕著である。これに対しコニカミノルタ8050では、トナー担持体と転写体を確実に密着させてから電界を形成している。Fig. 7に1次転写構成を示す。

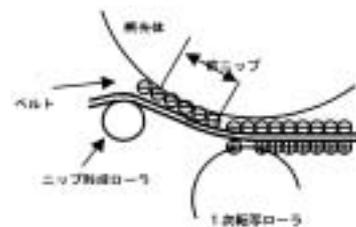


Fig.7 1次転写部拡大図

本機ではベルトと感光体接触ポイントよりもローラを下流側に配置することに加え、ニップ形成ローラを設け積極的に前ニップを形成している。これにより、転写ローラに与えた電荷が転写ニップ前に及ばないような構成となっている。更に中間転写ベルトの抵抗値もトナーの飛び散りに大きく影響している。ベルト抵抗値が小さいと転写で付与した電荷がニップ前に作用してトナーの飛び散りになってしまう。このため後述の転写ムラと併せベルトの表面抵抗率及び体積抵抗率を最適化してい

る。転写付与電荷がニップ前に作用しない抵抗値に設定することでトナーの飛び散り性能を達成している。

4.3 中ヌケ

中ヌケは転写部で、転写ローラの押圧によりトナーの凝集が発生し、電界で転写されにくい場合に発生する。電界により転写されにくい凝集トナー塊は、これを保持する担持体と転写しようとする転写体の表面自由エネルギーの関係により転写性が決定される。1次転写、2次転写共に寄与する中間転写ベルトの材料特性は非常に重要となるが、コニカミノルタ8050で採用している感光体と中間転写ベルトの表面自由エネルギーはほぼ等しく、場合によっては理想の関係が逆転することがある。この場合、1次転写での中ヌケが支配的である。そこで感光体に潤滑剤を塗布することで感光体表面エネルギーを低下させている。これによりトナーが凝集しても感光体から中間転写ベルト、中間転写ベルトから用紙へスムーズに転写されるようになる。更に感光体上転写残トナーのクリーニング性向上にも寄与している。(Fig. 8 参照)

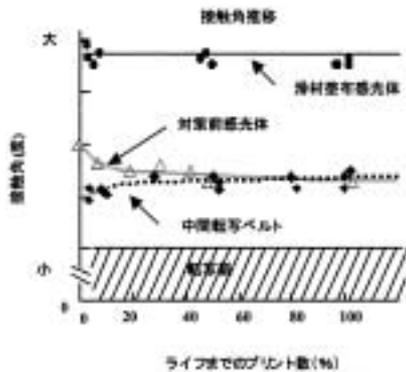


Fig.8 接触角推移

コニカミノルタ8050は、縦型タンデム構成、感光体径φ60mm、1次転写間距離95mmのコンパクト設計であるため感光体クリーニング部のスペースが小さい。感光体への潤滑剤塗布はブラシを介して行うが、このブラシや潤滑剤を最小限の形状とし、クリーニングトナーの搬送性を阻害しないレイアウトとしている。又初期から交換サイクルまで確実に性能を発揮する押圧条件や回転数設定とした。

Fig. 9 に最適化前と最適化後の文字拡大写真を示す。

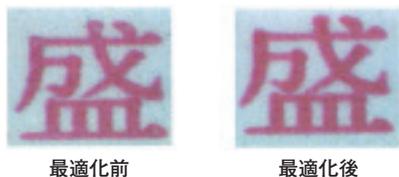


Fig.9 中ヌケ比較

4.4 均一性

均一性は各種転写ムラを抑制することで得られる。中間転写ベルトを用いた転写ムラはそのほとんどが放電現象である。1次転写を例にとると、トナーを担持する中間転写ベルトと感光体間との剥離の際の放電が支配的である。Fig.10に示す通りこの放電現象に関与する電位は転写後感光体表面電位(感光体電位+転写残トナー電位)と転写後ベルト電位(転写トナー電位+ベルト電位)である。この両者の電位差と距離がある値以上になると放電が発生し画像ムラとなる。この画像上に顕れる放電の模様やピッチ等は電位の極性や絶対値に関係している。

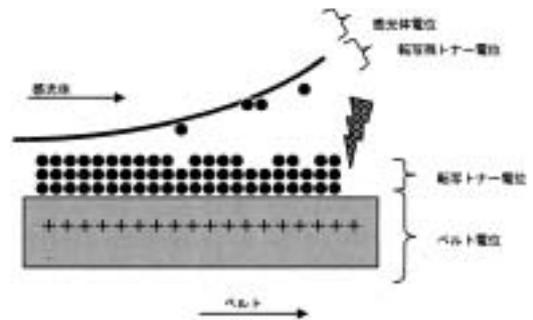


Fig.10 1次転写剥離放電に関わる電位

転写後ベルト電位は、ベルト抵抗率の選択、及び転写出力(電圧や付与する電荷)によって比較的適正な範囲内に制御可能である。一方転写後感光体表面電位は、ベルト抵抗率や転写出力がある範囲内であれば影響はないが、ある値を越えたベルト抵抗率や転写出力を選択すると感光体表面電位に影響を与える。これは転写付与電荷が過剰なために転写ポイントにて感光体上トナーや感光体へ電荷を注入しているためであるが、このように感光体やトナーへの電荷注入の系になると次色の1次転写における再転写が発生し、全体としての転写率低下となる。

従って、感光体やトナーへの電荷注入を起こさず、感光体とベルトとの放電を発生させない様にベルト抵抗率や転写出力を選択する必要がある。

Fig.11に中間転写ベルトの体積抵抗率と表面抵抗率に対する諸問題発生領域の関係を表す。コニカミノルタ8050では本図に示す様なベルトを採用し、又四角で囲まれた

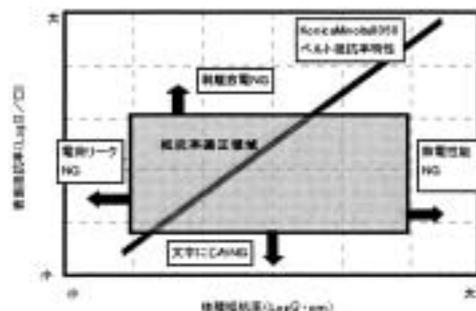


Fig.11 体積抵抗率と表面抵抗率の関係

ベルト抵抗率のラチチュードを確保できた。更にこれに対応して転写出力値を最適化している。

5 定着

5.1 定着装置の基本構成

定着装置は、当社製の乳化重合トナー対応のオイルレス定着装置であり、熱ロール定着方式を採用している。この重合トナーは粒子中に離型剤である高級脂肪酸エステル（ワックス）が分散して存在するものであり、当社のトナー製法の特性を生かして、当社従来機コニカ3015等に搭載して来た粉砕トナーに比べて、粒子表面に殆ど離型剤を析出することなしに粒子中の離型剤総量を数倍にしたものである。このため、離型剤により感光体等の画像形成部の機能部品表面が汚染することなく、定着ニップ中でトナーのバインダ樹脂と加熱ロールの界面に離型剤を相当量しみみ出させることが可能になり、さらに定着装置の構成パラメータのチューニングにより、コニカ3015等に搭載していたシリコンオイル塗布機構を廃止することが出来た。

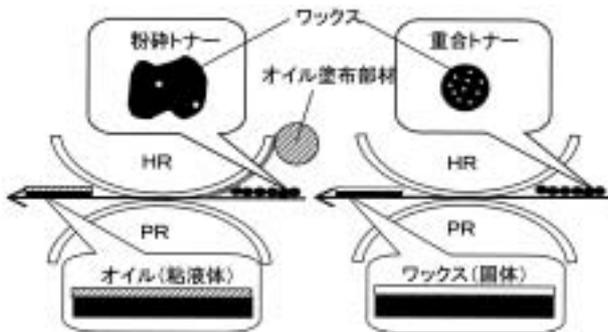


Fig.12 トナーの違い

主な構成部品としては、加熱ロール（HR）、加圧ロール（PR）、清掃ロール、ウエブ、用紙剥離板、ハロゲンランプ、温度センサ、温度過上昇防止用のサーモスタットがある。加熱ロール表面の通紙領域に固定接触物を配置した場合には、加熱ロール表面が部分的に磨耗したり傷が入ることによる縦すじ状の光沢むらや、加熱ロールと固定接触物の間に溜まったトナーや紙粉、離型剤等が吐き出されることによる画像汚れ及び光沢むらが発生してしまう。加圧ロールに対して同じことを考えた場合、その影響は加熱ロールに比べて小さいが、両面プリント時に第1面の温度がトナーが溶ける温度以上に達する限りは両面プリント画質にも影響を及ぼす。そこで、本定着装置では、加熱ロール及び加圧ロール表面の通紙領域には紙分離手段や温度センサ、ウエブを接触させない構成とし、固定接触物を無くした。

加熱ロール及び加圧ロールの内側にはハロゲンランプを設置している。また外周面には最小幅サイズ通紙領域

に非接触で輻射熱検知型の温度センサを設置し、最大幅サイズ非通紙領域に異常検知用の接触温度センサを設置している。小幅紙通紙時の非通紙部の温度上昇を抑制するために、加熱ロールの内側に設置したハロゲンランプは、異なる配熱分布の2本で構成し、前述した温度センサの情報を元に点灯制御を行っている。従来機コニカ3015で非通紙領域に設置した接触温度センサを使用していたのに比べて温度制御性は向上している。また加熱ロールと加圧ロールの圧着によりロール非回転時に塑性変形しないように自動圧着解除機構を設けている。Fig.13及びTable 1に従来機コニカ3015との比較を示す。

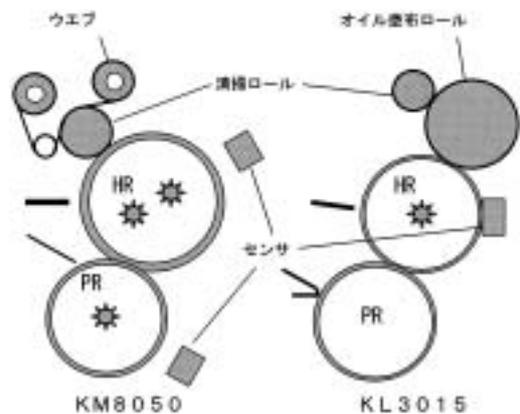


Fig.13 従来定着器との構成比較図

Table 1 従来定着器との構成比較表

	KM8050	KL3015
ニップ断面形状	やや加熱ロール側に凸	略フラット
Siオイル塗布	なし	あり
クリーニング	ロール+ウエブ	オイルロールにロール当接
加熱ロールヒータ	異配熱2本	1本
主温度検知	通紙部非接触センサ	非通紙部接触センサ

5.2 定着ロール仕様

加熱ロールと加圧ロールの基本構造は同じであり、アルミニウムの芯金に弾性層としてLTVシリコンゴムを設け、接着層を介して最表面に離型層としてPFAを被覆したものである。離型層については、シリコンゴムロールを成型した後に、接着層を介してディスパージョン状態のPFAを塗装した後、焼成し表面平滑処理を施したものを使用している。PFA樹脂自体が離型性が高いことに加えて、PFAチューブを被覆したものに対して、ロール表面しわが発生し難く、用紙剥離性能に優れるメリットが認められた。これは、表面層の伸び縮み追従性がPFAチューブより良好なために、しわが発生し難く、またニップでのゴムの歪み-解放の挙動が表面に反映さ

れ易いことにより用紙剥離性能に優れているものと推定している。

2つのロールの主な相違点は、シリコーンゴムの厚みであり、加熱ロールの方が、厚く設定されている。外部加熱の手段追加は機構を複雑にするため、熱供給はロール内側からの熱伝導のみで対処することとし、連続プリント中の温度低下やプリント後のオーバシュートなどの温度変化を出来るだけ小さくするために、加熱ロールのゴムの熱伝導率を従来定着器より向上させ、かつ厚みを出来るだけ薄くした。薄いゴム厚でも定着ニップ幅を確保出来るように、ゴム硬度も従来定着器より低硬度に設定している。定着ニップ断面形状が加熱ロール側にやや凸になり、加熱ロールの温度変化を小さく抑えてトナーからの離型剤しみ出しが安定するようになることにより、シリコーンオイルを塗布したり、接触用紙剥離部材を設置することなく用紙剥離性能を確保することが出来た。ゴム厚設計の説明をFig.14に示す。各種性能を満足するようにゴム厚を設計している。

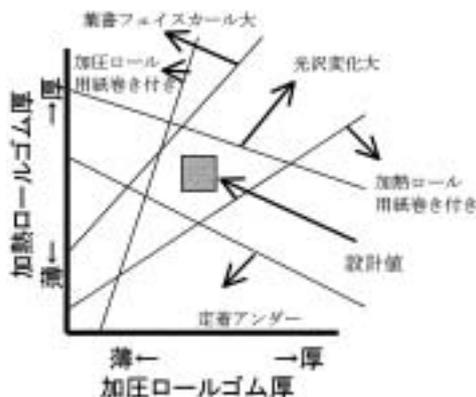


Fig.14 ゴム厚と各種性能の関係

5. 3 清掃手段

コストやスペースを考慮すると清掃手段レスが望ましいが、重合トナーを使いこなすに当たって、加熱ロール表面にオフセットしたワックスが光沢むらを引き起こす等新たな課題も生じた。そこで、ワックスやトナー、紙粉などを清掃する手段が必要となり、前述したように加熱ロールに対してウエブのような固定物を接触させないことを前提に、清掃ロール方式を採用した。

清掃ロールを単独で使用する方式は、コニカ7040等に搭載された加熱とともに架橋が進むような熱硬化性のあるトナーを使用するならば、清掃ロール上にトナー固着が進行しトナー吐き出し等の現象は起こり難い。しかしながら、採用した重合トナーは熱可塑性であるため、清掃ロールをさらに清掃する手段が必要であり、ウエブを当接させる手段を採用した。清掃ロールへのウエブの当接は、スポンジロールなどの押圧部材を使用せず、ウエブのテンションで清掃ロールに当接するようにした。こ

のようにすることにより、スペースを取らずにウエブと清掃ロールの接触幅を広く稼ぐことが出来て清掃能力を確保することが出来た。

加熱ロール表面にオフセットしたワックスの高さは液状であるが故に非常に低い。これを効果的に清掃するには、清掃ロールの表面粗さを平滑に抑える必要がある。清掃ロールに対する他の要件として、加熱ロール表面に比べてワックスに対する濡れ性が良いこと、ウエブ摺擦に対して耐磨耗性の高いこと、耐熱性があることが挙げられ、そのような観点から、清掃ロールとしては、アルミパイプ芯金にアルマイト処理と特殊加工を施し表面を研磨処理したものを採用した。

5. 4 画像到達性能

到達性能としてFig.15に連続プリント中の画像光沢変化を示す。紙自体の光沢の低いカラーPPC用紙に対しては、ぎらつきのない程良い光沢となっており、またA4紙51CPMの高速であっても光沢変化が小さく抑えられている。また紙自体の光沢の高い電子写真用コート紙（光沢値：約60）に対しては、プロセス速度条件を変えることにより、ホットオフセットを発生させることなく、紙光沢以上の光沢も出せるようになっている。

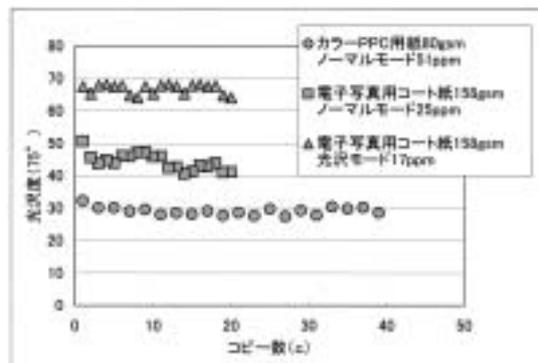


Fig.15 カラー画像光沢変化

6 まとめ

コニカミノルタ8050において現像プロセスでは高印字率画像のページ内均一性、転写プロセスでは中抜け、トナー飛び散りの防止と転写均一化、定着プロセスではワックス含有重合トナー対応のオイルレス定着を図ることによりPOD市場で要求される高画質化を達成した。

今後も更なる高画質化に向け継続的に開発を図っていきたいと考える。

最後に本開発にあたり、ご協力いただいた多くの関係者の方々に感謝する。