

AccurioPress C14000に貢献する 第五世代ケミカルトナーの開発

Development of the 5th Generation Chemical Toner to Contribute to AccurioPress C14000

小原 慎也*
Shinya OBARA

大西 隼也*
Junya ONISHI

白井 亜弥*
Aya SHIRAI

内野 哲*
Satoshi UCHINO

上田 昇*
Noboru UEDA

要旨

近年、プロダクションプリント市場において、印刷ジョブを効率的かつ安定して高い生産性で処理することに対する要求が一層高まっている。

コニカミノルタは、お客様に求められる①生産性、②多種多様なメディア対応力、③安定性、④自動化/省人化/スキルレスを更に進化させ、業界最高レベルにあるデジタル印刷機 AccurioPress C14000/C12000 を発売した。

本稿では、①生産性、②多種多様なメディア対応力に貢献する低温定着トナーの設計と、③安定性に貢献する外添剤設計について解説する。

Abstract

In recent years, demand for high productivity as well as stable and effective processing of print job is still increasing in production print market.

KONICA MINOLTA's AccurioPress C14000 is a full color digital printer for the customer in this market which meets; 1) high productivity, 2) wide range of applicable print medias, 3) high stability, 4) automation/labor saving/easy operation.

In this paper, we report about our new toner with; 1) high productivity, 2) low fixing temperature with wide range of applicable print medias, 3) stability achieved by designing of external additives.

1 はじめに

プロダクションプリント市場の成長と共に、更なる高画質化、高信頼化に対する要望が高まり、それに応えるために各社から様々な商品が展開されている。近年は、印刷物単価の下落もあり、印刷ジョブを効率的かつ安定して高い生産性で処理する事に対して、より一層要望が高まっている。

コニカミノルタは、2001年に第一世代のケミカルトナー搭載機種を上市し、2003年に51枚機であるコニカミノルタ8050を市場投入し、カラープロダクションプリント市場に参入した。

それ以降、カラープロダクションプリント市場に対して、2006年に第二世代のケミカルトナーを搭載したbizhub Pro C6500、2010年に第三世代のケミカルトナーを搭載したbizhub Pro C8000、2014年に第四世代のケミカルトナーを搭載したbizhub PRESS C1100を投入し、画質や生産性、信頼性を追求してきた。そして2020年に第五世代ケミカルトナーを搭載した140枚機であるAccurioPress C14000を上市した。

AccurioPress C14000は、高い生産性、メディア対応力、画質を更に追求し、自動化/省人化/スキルレス化によるお客様の業務効率化と収益性向上も後押しする業界最高レベルにあるデジタル印刷機である。

2 トナー樹脂粒子の設計

2.1 コニカミノルタのケミカルトナーの変遷

コニカミノルタのケミカルトナーは、プロダクションプリント市場の要望に応えるために、トナーの構造や樹脂組成の最適化を追求してきた。特に、高速化とメディア対応力の両立の観点において、トナーの樹脂設計が支配的である低温定着特性について以下に記載する。

第一世代のケミカルトナーは、単一な構造設計であったが、第二世代のケミカルトナーは、樹脂の極性基の設計を進化させ、Tgが低い樹脂をトナー内部に、Tgが高い樹脂をトナー表面に配向する設計とし、低温定着特性と耐熱特性の両立を実現した。

第三世代ケミカルトナーは、コアシェル構造により、低温定着特性と耐熱特性を完全機能分離にて実現し、Tgが低い樹脂成分の比率を高める設計を可能とした。

第四世代のケミカルトナーは、第三世代の樹脂構成・構造をベースとして、更なる低温定着特性を改良するために溶融特性に優れた機能性ポリマーを導入し、高速化を実現した。

そして、AccurioPress C14000に搭載されている第五世代のケミカルトナーは、更に優れた溶融特性を有する機能性ポリマー及びそのポリマーをトナー中に均一に分散する技術を開発し (Fig. 1)、メイン樹脂との相溶・非相溶の状態をコントロールする技術と合わせて、更に高いレベルで低温定着特性と耐熱特性の両立を実現した。

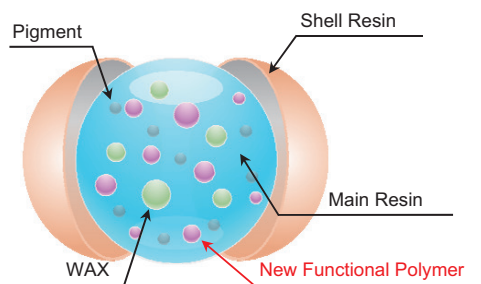


Fig. 1 The 5th generation chemical toner.

For the chemical toner mounted on AccurioPress C14000, we developed performance polymer with better melting property and a technology to disperse the polymer uniformly in toner particles.

2.2 更なる低温定着特性と耐熱保管特性の両立

五世代ケミカルトナーは、溶融特性に優れた機能性ポリマーの取り扱いが重要な設計ポイントである。つまり、メイン樹脂と相溶することでトナー表面が可塑化してしまう事による耐熱特性の低下を防ぐ必要があり、常温ではメイン樹脂との相溶性を下げ、更にトナー中に内包させる必要がある。一方で定着時は、相溶する事で溶融粘度を大きく低下させて低温定着を実現したい。つまり、メイン樹脂と機能性ポリマーの常温から高温時の相溶・非相溶の状態をコントロールする事が重要となる。メイン樹脂成分と機能性ポリマーを構成するモノマーの選択により両樹脂の存在状態を制御し、トナー粒子内部に均一に分散させる技術を開発した。

具体的には、メイン樹脂に疎水性を制御する新規モノマーを導入し、更に溶融特性に優れた機能性ポリマーは、メイン樹脂と分子構造類似部位をポリマー構造中に導入。更に溶融特性を担う分子構造の一部の分子鎖長を制御する事で親疎水性を制御し、メイン樹脂内部に非相溶の状態で存在し、定着時は優れた溶融特性を発揮するトナー構造を構築する事が可能となった (Fig. 2)。

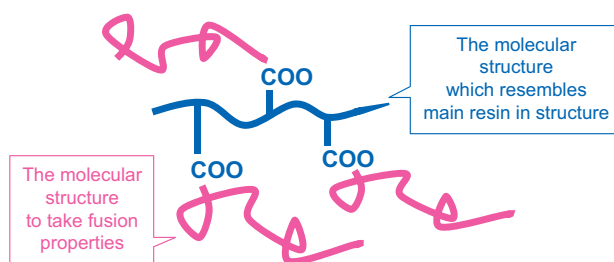


Fig. 2 Schematic view of new performance polymer.

Main polymer chain has functional group to control hydrophobicity and its molecular weight controls melting property. The side chain has similar structure with mother resin of toner for dispersion. Before fixing, this polymer is segregated from the mother resin, but shows a good melting performance while fixing.

2.3 生産性とメディア対応力

Fig. 3 に示すように第五世代のケミカルトナーは、従来までのケミカルトナーに比べて、低温度での粘度は高く維持したまま、温度を上げていくことで定着に必要な粘度まで素早く粘度を下げる事ができる。更に、定着

特性についても低温オフセット発生温度から高温オフセット発生温度間のオペレーションウィンドウを狭めることなく、第四世代のケミカルトナーに対して10°Cの低温定着化と耐熱特性の両立を実現した (Fig. 4)。

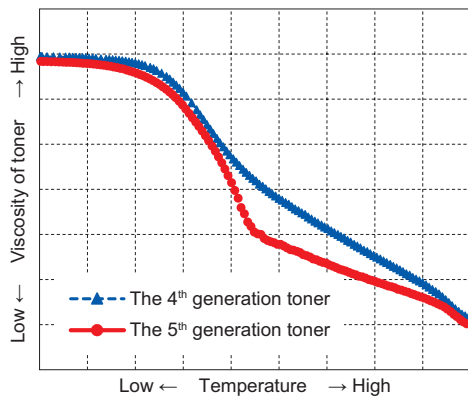


Fig. 3 Comparison of toner viscosities.

The 5th generation chemical toner shows lower viscosity than conventional toner when the temperature is high, keeping high viscosity at low temperature.

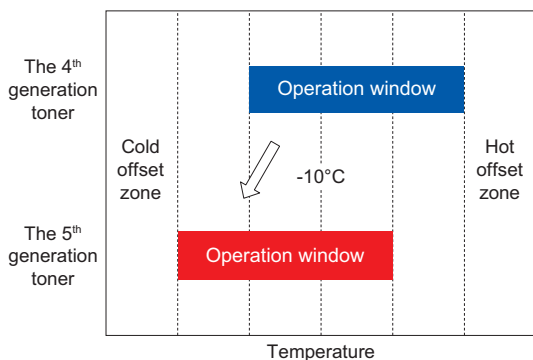


Fig. 4 Comparison of the operation window about fixing temperature.

New toner realized lower fixing temperature by 10 degrees Celsius than conventional toner, without spoiling operation window of temperature or heat resisting property.

また、第四世代ケミカルトナーを搭載したbizhub PRESS C1100は、毎分100枚の印刷速度を用紙坪量が50g/m²から400g/m²で実現していたが、第五世代ケミカルトナーを搭載したAccurioPress C14000は、毎分140枚機の印刷速度を用紙坪量50g/m²から450g/m²まで対応し、トナーの低温定着特性の貢献により大幅な生産性の向上とメディア適用の拡大を実現しました。

3 外添剤処方設計

3.1 安定性向上に向けた設計

トナーの外添剤設計についても、求められる多様な性能に対して改良が重ねられてきた。近年は、様々な風合いや用途・表現力を特徴とする用紙なども使用され、特に凹凸形状を有するエンボス紙のようなメディアも使用されるため、凹部にもしっかりとトナーを転写させるこ

とが求められる。そういった要求に対して、第四世代のケミカルトナー以降は、比較的粒子径が大きく、且つ粒度が揃った大径外添剤の適用により、転写部材との付着力を低減させて転写性を確保している。

また、トナーにストレスが加わった際に、大径の外添剤のスペーサー効果により、比較的粒子径が小さい外添剤がトナー中に埋没する事を防ぐなどの効果も付与している。

しかしながら、大径の外添剤はトナー粒子表面に保持する事が非常に難しく、トナーにストレスが加わる事でトナー表面の凹部に偏在してしまい、トナーの付着力に変動をもたらす、転写性の低下などを引き起こす。また、遊離した大径の外添剤は、キャリア表面に付着する事で、トナーの帯電量の低下を引き起こす。更に、クリーニング部においても、すり抜ける事で画像上にスジが発生する等の不良も誘発してしまう。つまり安定性という観点で改良の余地を有している。

第五世代のケミカルトナーは、大径の外添剤の利点を維持したまま欠点を解消するために、大径外添剤の付着状態をより高度に制御する事で、大径外添剤の機能発現の安定性を大きく改善した。Fig. 5 に示すように、より強固に付着させるために、トナー粒子形状を球形に近い形状へと変更した。これにより外添剤を表面に付着させる製造工程にて、トナー粒子の衝突をより効率的に生じさせて、大径の外添剤をより強固に付着させることが可能となった。

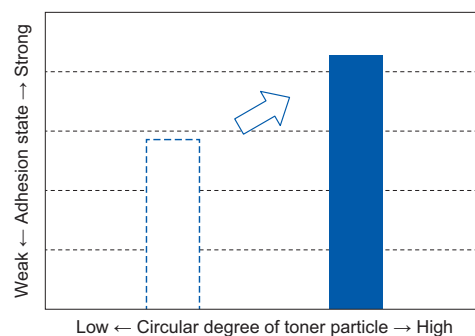


Fig. 5 Relation between circularity of toner and adhesion state of external additives.

In order to strengthen adhesion of external additive to toner, we enhanced the circularity of toner particle. Since adhesion step of external additives to toner particle needs collision, high circularity has an advantage to stick large additives to toner surface.

また、外添剤の物理的な付着力を高めるために、外添剤の表面処理剤種について検討した。従来の表面処理剤は、物理的な付着力が弱く、トナー母粒子への固定化を制御することができなかったが、Fig. 6 に示すように物理的な付着力を高めた表面処理剤を選択する事で、トナー母粒子への付着強度を高める事が可能となった。尚、外添剤の物理的な付着力は、粉体レオロジー測定におけるせん断試験にて、垂直応力が0kPa時のせん断応力を粒子の物理的な付着力とみなした。

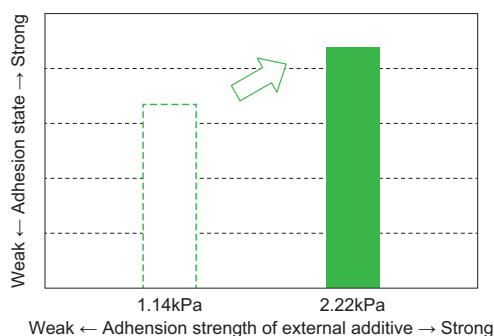


Fig. 6 Relation between adhesion strength of surface treatment for external additive and adhesion state.

The adhesion of additives to the toner particle is strengthened by surface treatment of additives. The level of particle adhesion is measured by using powder rheometer and we use the value of shear stress as adhesion power when the vertical stress equals zero.

3.2 実機耐久での挙動比較

実機において、トナーにストレスを加えた際のトナー表面の外添剤の存在状態を検証した。具体的には、各印字率で連続印刷した後、現像器内のトナー表面の外添剤の存在状態を元素分析にて確認した。トナーがストレスを受けて外添剤が偏在又は埋没した場合、元素分析値が低下する。元素分析値は、トナーが現像器に補給されて現像するまでに受けるストレスが強い場合に大きく低下し、低い印字率ほど現像するまでに受けるストレスが強くなるため、大きく低下する。Fig. 7 に示すように、第四世代のケミカルトナーに比べて、トナー粒子の形状変更と、表面処理剤の変更により大径の外添剤の付着状態を改良した第五世代のケミカルトナーは、低印字率でもトナー表面の元素分析値は高い値を維持し、トナー表面の外添剤存在状態がより安定している事が分かる。これは大径の外添剤がトナー表面の凹部へ偏在する事を防ぎ、更に大径の外添剤が安定して存在する事で、小径の外添剤の埋没を抑制できた結果である。

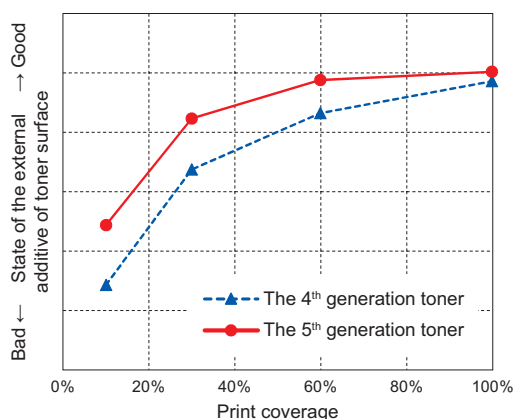


Fig. 7 Comparison of the toner surface, existing rate of external additives.

Compared to previous generation, the 5th generation toner shows higher existing rate when the print coverage is low because of higher stability of external additives. The larger additive particles prevent smaller additive particles from burying into the toner particles.

また、耐久性評価時のキャリア表面の外添剤量も同様に元素分析にて比較を実施。Fig. 8 に示すように第四世代のケミカルトナーから第五世代のケミカルトナーで大幅に低減している事が確認できる。つまり、トナー表面から遊離する外添剤量が低減している事を示している。

以上より、トナーとキャリアの表面状態の安定性が大きく向上している事から、トナーの帯電量や付着力等の安定性も向上している事を確認している。

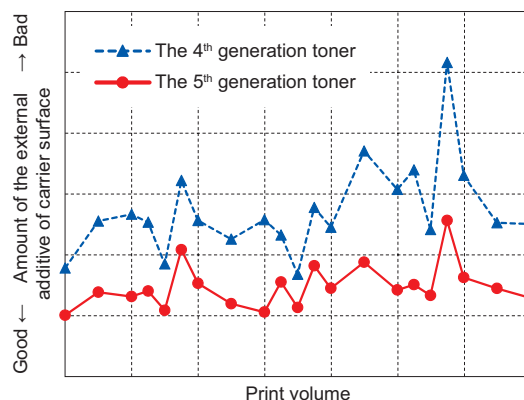


Fig. 8 Changes in the external additives on toner carrier surface through durability test.

It is recognized that regarding 5th generation toner, the external additives that move from toner surface to carrier surface are reduced than 4th generation through durability test.

4 まとめ

第五世代ケミカルトナーは、新たな機能性ポリマーをメイン樹脂中に内包し分散させるために、両樹脂の分子構造を制御する事で、相溶・非相溶の状態を高度に制御し、低温定着特性を更に向上させることで、生産性向上とメディア対応力の拡大に貢献した。

また、トナー表面における大径の外添剤の存在状態を制御する事でトナー表面状態の変動を抑制し、更に、遊離外添剤を低減する事で帯電量等の安定化を実現し、製品の安定性向上に貢献した。

我々は、今後も新たな技術開発に取り組み、デジタル印刷機を進化させ、お客様の業務効率の向上やビジネス拡大に貢献する製品を提供していく。