

高速機用微粒トナーの開発

Development of Fine Toner for High Speed Copiers

内田 雅文*

Uchida, Masafumi

New fine toner which has excellent fusing quality in high speed copiers has been developed through toner binder design. The key is in controlling the surface energy of toner binder. By making this surface energy of toner binder equivalent to that of paper, high adhesive strength between toner and paper is achieved.

Toner recycle system, which is the system of using recycled toners from cleaning unit, has been adopted in Konica high speed copiers. To obtain the higher triboelectric charge of toner in this system, new acrylic resin has been developed as coating polymer on carrier surface. Together with more fine carrier particles, the life of developer has been extended.

This developer is used in high speed copier, Konica 6192.

1 まえがき

近年、複写機に代表される電子写真方式の印字システムでは、微粒トナーの採用による高画質化が積極的に行われている。当社においても、中速複写機 Konica U-Bix 3035 / 4045 / 4155 シリーズに 8 μm トナーを搭載し、高解像度と良好な世代コピー再現性を実現した¹⁾。

一方、当社では高速複写機を中心にトナーリサイクル方式を採用している。これはクリーニングユニットに回収されたトナーを再利用するという技術で、たいへん環境に優しいものと言える。

我々はこれら2つの技術を新開発の 92 CPM の高速複写機 Konica 6192 に搭載し、高画質化と環境適合性を実現した。本稿では、①微粒トナーの高速定着性を向上するバインダー技術、②微粒トナーをリサイクルするためのキャリアの荷電制御技術について述べる。

2 高速定着性

トナーを微粒化すると、溶融に必要な熱量が少なくてすむため定着性は向上すると考えられがちである。しかし、実際にはトナーを微粒化すると定着性は低下する傾向にある (Fig.1)。

この理由は紙の表面凹凸に対するトナーの粒径にあると考えられる。Fig.2は Konica 指定紙 (北米市場) の表面凹凸を Roughness / Step Tester (WYKO CORPORATION 製) を用いて測定したものである。紙の繊維1本の厚みは約 10 μm でそれらが織りなす表面の凹凸は深さ 10 ~ 20 μm である。よってトナーを微粒化するとトナーが紙の凹部に存在しやすくなり、定着熱ローラと接触しづらくなるため定着性が低下するものと考えられる。

* 情報機器事業本部 機器開発統括部 第一開発センター

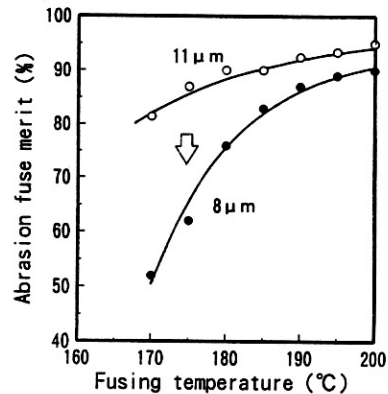


Fig. 1 Effect of toner particle size on fusing quality

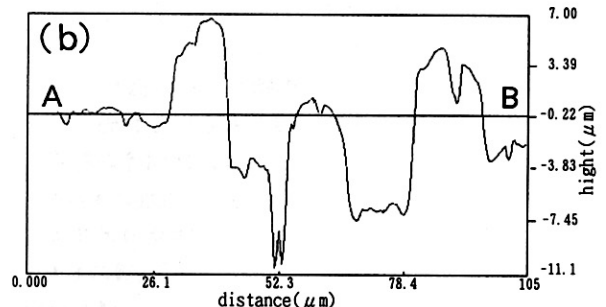
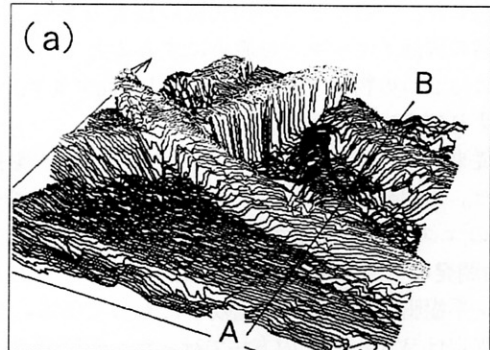


Fig. 2 Surface roughness on paper
(a) 3-dimensional analysis
(b) profile taken on line of A-B

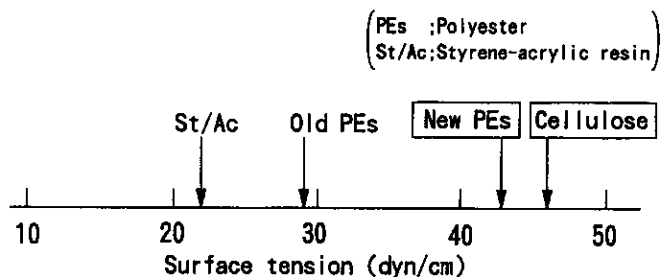


Fig. 3 Relation between the surface energy of toner and that of paper

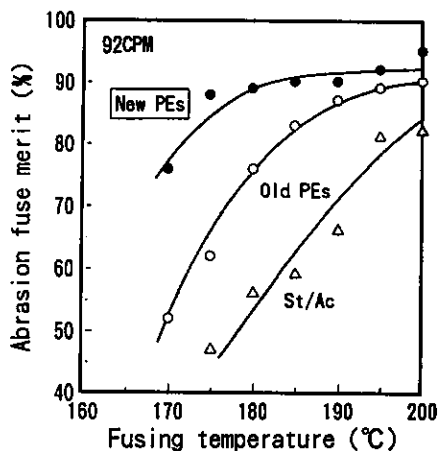


Fig. 4 Effect of toner resin on fusing quality

このような不利な条件下で92 CPM という高速定着性を満足するには、従来のようなトナーの粘弾性コントロールだけでは限界がある。我々は新たにトナーと紙との接着性に着眼した。一般に2つの物質間の接着力を向上するとは両者の界面エネルギーを最小にすることである。そのためには2つの物質（トナーと紙）の表面エネルギーを同等にすれば良いと考えた。

当社は従来より高速機にはポリエステルトナー²⁾を採用してきた。本開発ではポリエステルの表面エネルギーを主鎖中のエステル基濃度で制御することを試みた。Fig.3は新開発のポリエステル、従来ポリエステルおよびスチレン系樹脂の表面張力を比較したものである。表面張力の測定はWillhelmyの方法で行った。新開発のポリエステルは従来ポリエステルにくらべて表面張力が高く、紙の主成分であるセルロースの値にかなり近づいたことがわかる。次にこれらの樹脂からなる微粒トナー（8 μm）の定着性を高速複写機をもちいて評価した。結果をFig.4に示す。3つのトナーはほぼ同等の粘弾性を有することより、定着性の違いは樹脂の表面エネルギーの違いによるものと言える。つまり、新開発のポリエステルはその表面エネルギーが紙に近いため定着後のトナーと紙の接着力が向上し、微粒トナーであっても優れた定着性を発揮するわけである。また、このポリエステルはその特異な2次構造のため粉砕性が良好である。これは

微粒トナーの生産性向上に大きく貢献している。

3 トナーリサイクル性能

トナーリサイクル方式では、各プロセスでストレスを受けたトナーが再び現像器に回収される。回収されたりサイクルトナーは一般に帯電性能が初期トナーにくらべて劣化している。この理由は、トナー表面に添加してある微粒子のトナー内部への埋没や離脱、トナー粒度分布の変化にある。

このようなトナー構造上の変化があっても常に安定して高い帯電量を付与するためには、キャリアの荷電制御性が重要なポイントとなる。比表面積が大きい微粒トナーにあつてはその重要度は増すばかりである。本開発では、キャリア粒径を従来の3/4（当社比）にして帯電サイトを拡大するとともに、表面コート材に疎水化した新開発のアクリル樹脂を採用した。元来アクリル樹脂はスチレン系樹脂やシリコン樹脂にくらべて正帯電性が高いことは知られていたが、含水率が高く電荷保持能力に劣るという欠点をもっていた。我々はアクリル樹脂を疎水化することが高い正帯電性を得る近道と考えた。

Fig.5は典型的なアクリル樹脂であるポリアルキルメタクリレートの化学構造を示したものである。水分子はカルボニル基の部分に吸着しクラスターを形成するものと思われる。そこでアルキル基を長くすればこの部分の疎水化がはかれると考えた。Fig.6はアルキル基炭素数

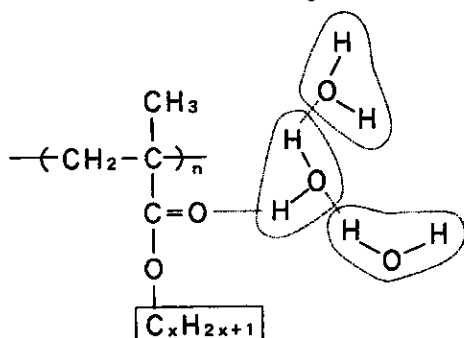


Fig. 5 Adsorption of water to polyalkylmethacrylate

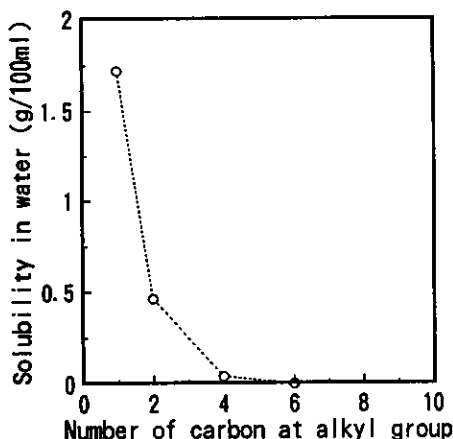


Fig. 6 Carbon number dependence of the solubility of acrylic monomer in water

とアクリルモノマーの水への溶解度の関係を示したものである。アルキル基を長くすると確かに疎水化されることがわかる。しかし、アルキル基を長くすると逆にガラス転移点が著しく低下する傾向にあり、キャリア汚染に悪影響を与える。数々の検討の結果、疎水化と高いガラス転移点を両立させるためには、嵩高い置換基を導入すると良いことを見いだした。

Fig.7は従来のアクリル樹脂と新開発のアクリル樹脂の帯電性および電荷保持能力の比較である。我々は高い帯電性と高疎水性ゆえの高い電荷保持能力をもつキャリアコート材を得ることに成功した。

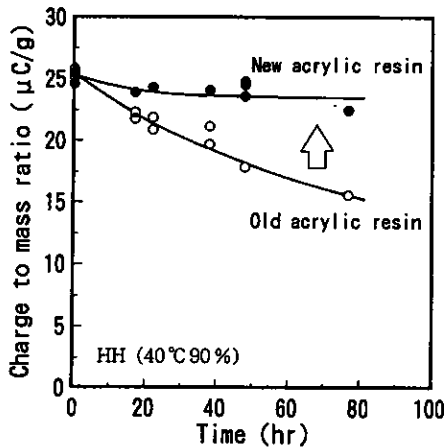


Fig. 7 Charge leak rate at HH condition

4 現像剤寿命

キャリアの微粒化は帯電サイトを拡大するばかりでなく、トナーへ与える衝撃エネルギーを小さくする。Fig.8は92 cpmという高速で攪拌する現像器の中で時間とともにトナーが破壊されていく様子を示したものである。従来のキャリア粒径 r では時間とともにトナー微粉が増大していくのに対して、 $3/4$ に微粒化したキャリアではトナー微粉の増加が少ないことがわかる。

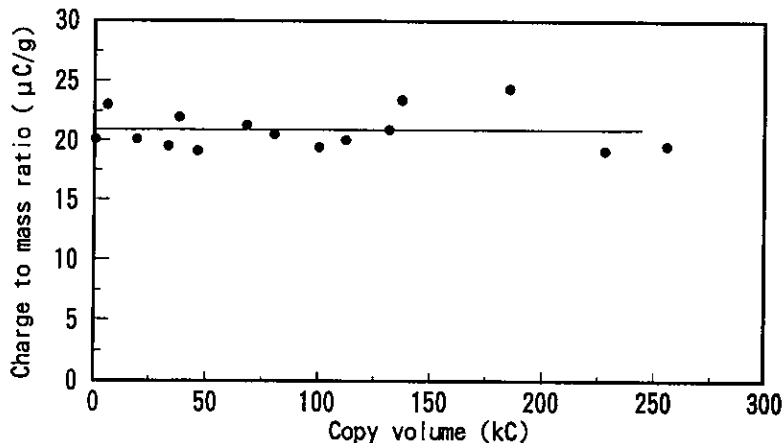


Fig. 9 The life of new developer

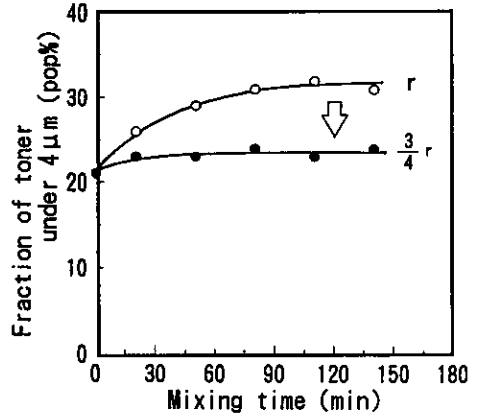


Fig. 8 Effect of carrier particle size on toner destruction in developing unit

以上の新開発現像剤の寿命を92 CPMの高速複写機をもちいてテストした(Fig.9)。微粒トナーを搭載したトナーリサイクルシステムでありながら、200 kC以上の高寿命を達成することができた。

5 むすび

高速定着性に優れた微粒トナーとトナーリサイクルに対応した高耐久微粒キャリアを開発した。その結果、高画質で信頼性の高い高速複写機Konica 6192を実現した。

今後、電子写真のさらなる高速化・高耐久化の要求に答えるべく現像剤の開発を進めていきたい。

●参考文献

- 1) 白勢明三, 他: Konica Tech. Rep., 5, 115(1992)
- 2) 特公昭59-11902