

カラートナーとその定着プロセス

Color Toner and Fusing Process

白勢明三

西森芳樹

情報機器事業本部

サプライ生産事業部

羽根田 哲

情報機器事業本部

機器第一開発センター

Shirose, Meizo

Nishimori, Yoshiki

Supplies Production Division

Business Machines Headquarters

Haneda, Satoshi

Machines Development Center No.1

Business Machines Headquarters

この写真の内容についてはお問い合わせ下さい

Abstract:

To obtain high quality image, it is necessary to make the surface of the image smooth in a dry-toner electrophotographic system. To achieve this, control of the transformation behavior of toner and the heat supply in the fixing process is important. We attacked this problem as follows:

- (1) We studied the rheological properties and chemical structure of toners.
- (2) We examined fixing methods of an effective heat supply.

We report here the results of these measures to obtain smoother image surfaces.

1

まえがき

フルカラー複写機、プリンターの画像に要求される特性は非常に多岐にわたるが、近年特に印刷画像並の色再現範囲の実現と、プレゼンテーションユースのOHP用アウトプットの透過色再現性の向上が強く要求されてきている。

従来から、このような広い色再現範囲と良好な透過色再現性を得るためには画像表面を平滑化し、乱反射光成分を減少させる必要があることが知られている。Fig.1は表面の平滑性が異なる2種の画像の色再現範囲を示したものであるが、平滑な表面を有する画像では色再現範囲が大幅に拡大していることがわかる。

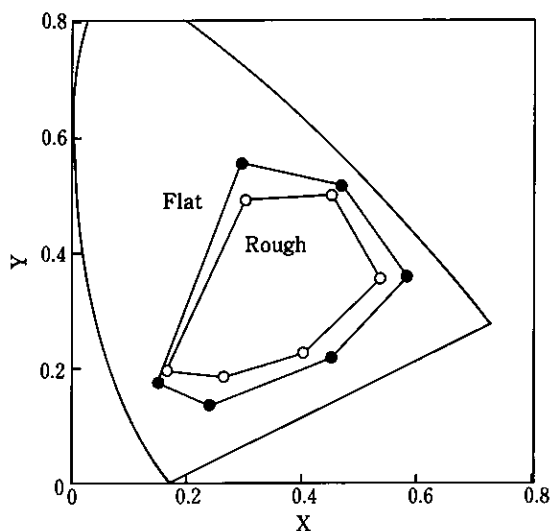


Fig. 1 Affect of image surface flatness on color reproducibility

粉体であるトナーを用いる乾式電子写真方式において画像表面の平滑化を図るためには、定着部における効果的な熱供給と、トナーの変形挙動のコントロールが重要な技術因子となる。

我々は効果的な熱供給を行い得るソフトな表面素材を用いた熱ローラー定着において、トナーのレオロジカルな物性設計と化学的構造の設計を行うことにより、画像表面の平滑性を向上させ、色再現範囲の拡大と透過色再現性の向上を実現した。

更に、画像表面の印刷、あるいは銀塩写真並の平滑性を実現するため、新規な定着プロセスについても検討を行った。

2

トナーの変形挙動

乾式電子写真方式においては画像表面の平滑性はほぼ定着プロセスにおいて決定される。

Fig.2,3は一般にオイルレス定着用に用いられているトナ

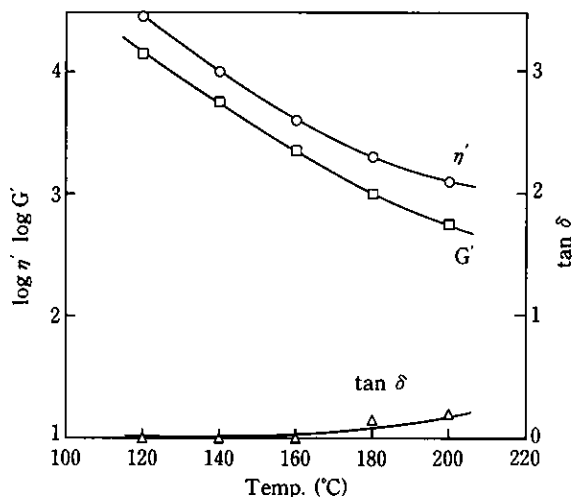


Fig. 2 Rheological properties of toner used in dry fuser

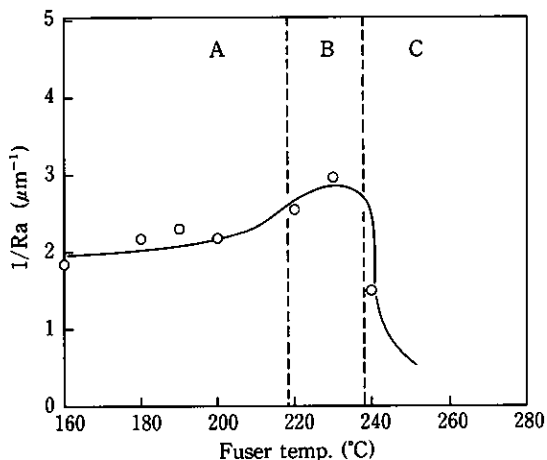


Fig. 3 Flatness of image surface vs fuser temperature

ーの粘弾性の温度依存性、及びそのトナーを用いたときの定着温度と画像表面の平滑性の関係を示したものである。定着プロセスは後述する熱ローラー方式を用い、画像表面の平滑性は平均粗さRaの逆数で表した。

画像の平滑性は定着温度に対して大きく3つの領域に分けることができる。

第1の領域は定着温度の上昇に伴い平滑性が上昇する粗面領域 (A) である。この粗面領域ではトナーは定着ニップ通過後においても十分な熱変形を生じておらず (Fig.4)、トナーの粘性変形の度合いが平滑性を決定している。

第2の領域は定着温度に対し、平滑性が極大値となる平滑領域 (B) である。この平滑領域では、トナーは定着ニップ中で十分な熱変形を生じているが、画像表面にはゆるやかな凹凸が観察される (Fig.5)。これは定着ニップの圧力からトナーが解放されたさい、トナー内部の応力が十分に緩和されていないために弾性回復が起き、その結果凹凸が生ずるものである。したがって、この領域ではトナーの緩和時間が平滑性を決定している。

第3の領域は定着温度の上昇に伴い平滑性が急激に低

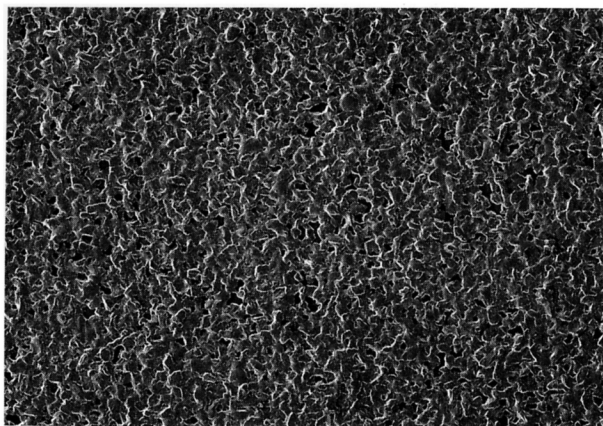


Fig. 4 State of image surface in (A) temperature range

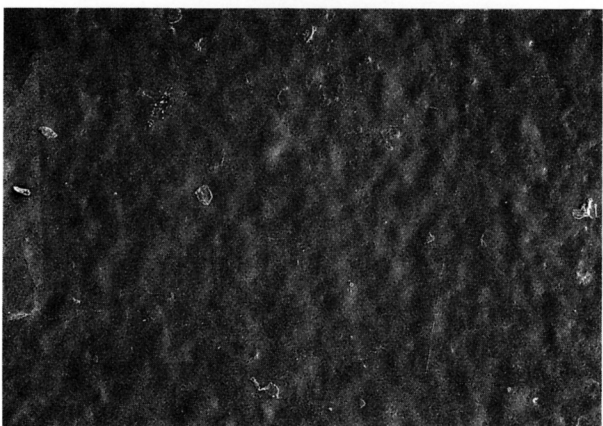


Fig. 5 State of image surface in (B) temperature range

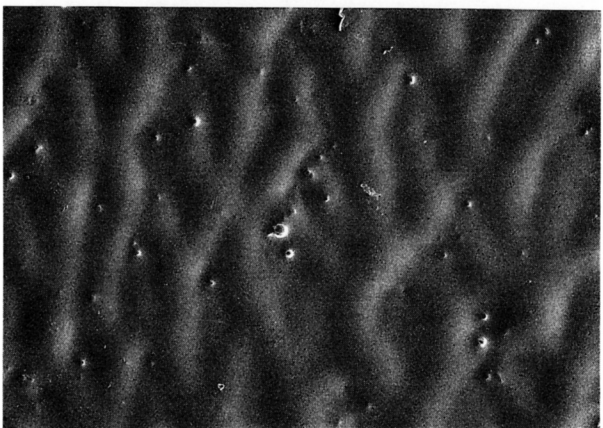


Fig. 6 State of image surface in (C) temperature range

下するオフセット領域 (C) である。このオフセット領域では、画像表面に縦方向に引っ張られたような凹凸が観察され、定着ニップから排出される際、トナーのいわゆるオフセット現象が生じていることがわかる (Fig.6)。したがってこの領域ではトナーの弾性項、及びローラーとの親和性に基づく耐オフセット性が平滑性を決定している。

従ってより均一でかつ平滑な画像表面を形成するためには次の条件を満たすことが必要である。

- ①定着ニップにおいて、均一でかつすみやかな熱供給がトナーになされること
- ②供給された熱によりトナーが変形可能な粘度領域へ移行できること
- ③定着ニップからの排出時にトナーとローラーの界面がスムーズに離れ、定着画像表面に高さ方向への変位を生じないこと
- ④定着ニップの圧力から解放された際にトナーの弾性回復ができるだけ小さいこと

上記の条件を満足させるための技術上のポイントは、トナー・ローラー界面での熱伝達に有利なソフトな加熱ローラー表面素材の採用と、定着ニップ内及び排出時のトナーの変形をコントロールするためのトナーの熱的・化学的な物性設計である。

3

トナーの物性設計

できるだけ広い温度範囲で高い平滑性を得るためには、次のようなトナーの物性設計が必要である。

- ①より低温で十分な粘性変形を生ぜしめるために、低温域でのトナーの粘性率 η を低くする。
- ②弾性回復を支配する緩和時間を短くするために、トナーの損失正切 $\tan\delta$ を大きくする。
- ③耐オフセット性を向上させるために、高温域でのトナーの弾性率 G を②の条件を満足する範囲で高くし、更にトナー・ローラー間の親和性を低くする。

バインダーとして比較的分子量分布が狭く、低分子量のポリエステル樹脂を用いることで、ガラス転移温度(T_g)以上の温度で急激に η 、 G を低下させ上記①②の条件を満足させ得ることは既に知られている。しかしながらポリエステル樹脂は、その構造中に多数の極性基を持つことから、それを用いたトナーは、ローラーとの親和性が高く、③の条件を満足する事は困難である。

我々は、バインダーとして比較的分子量分布が狭く、かつ分子中に少量の極性基しか存在しない低分子量のスチレン系樹脂を用いることで、 η 、 G の値を変えることなくトナー、ローラー界面の化学的親和力を低減させることを試みた。

Fig.7,8に低分子量のポリエステル樹脂を用いたトナーAと、新たに設計したスチレン系樹脂を用いたトナーBの粘弾性の温度依存性、及び各々を含むトナーを用いたときの定着温度と画像表面の平滑性の関係をしめす。

両者の粘弾性の温度依存性はほぼ同一であるが、低分子量のポリエステル樹脂を用いたトナーAでは、画像表面の平滑性の最大値は高くなるものの、その最大値が得られる定着温度領域が非常に狭く、オフセットの影響を大きく受けていることがわかる。

それに対して新規トナーBを用いた場合には、平滑性

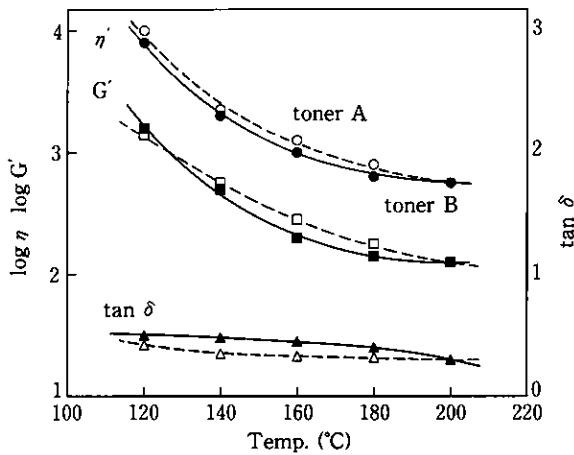


Fig. 7 Rheological properties of toner A and B

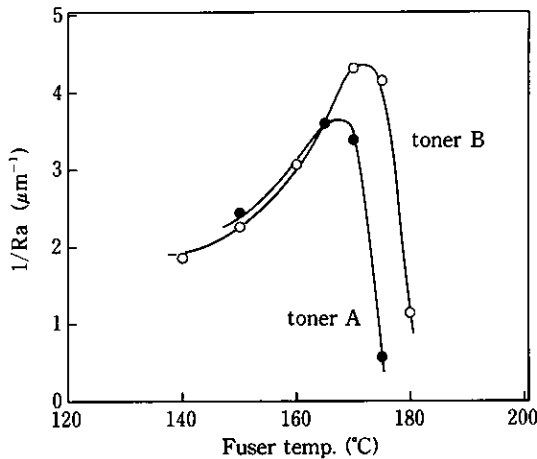


Fig. 8 Flatness of image surface vs. fuser temperature

の最大値が高くなるとともに、その温度領域が拡大していることがわかる。

このようにトナーの粘弾性及び化学的構造設計をおこなうことで、定着プロセスにおけるトナーの変形挙動をコントロールすることが可能となり、従来にくらべ高い画像表面の平滑性を得ることができる。

4 ホットオフセットに対するプロセス設計

カラー画像としてはトナーを十分溶融し、表面を平滑化することが高品位画像を得る条件である。そのためには、オフセットを生ずる事なく、定着設定温度をFig.3中の平滑領域(B)より高い温度に設定できる定着方式が好ましい。

対応技術に付いて紹介する。

(1) 熱ローラー方式

定着条件はFig.3に対応して、粗面領域(A)とオフセット領域(C)に挟まれた適正領域(平滑領域(B))が存在する。この方式に於いてオフセットを防ぐには、加熱ローラー表面とトナー表面との界面化学的な接着力がトナ

ーの凝集力を下回ることが必要である。そのためには、先に記したトナーによるゴム状弾性域の拡大に加え、加熱ローラーにソフトローラーを用い、その表面を弗素樹脂やシリコンゴムのような低表面エネルギー材料で被覆する構成とし、更にシリコンオイル等の離型剤をローラー表面に塗布する事が最も有効な手段となっている。Fig.9(a)にこのような定着方式の構成を示す。通常の熱ローラー定着と同様の構成であるが、オイルの供給方法やオイルこぼれ対策が必要となり構造が複雑になる。また、加熱ローラーの寿命も短い。

この方式では、通常のモノクロ複写機の平滑度 $2\mu\text{m}^{-1}$ に対し、 $3\sim 4\mu\text{m}^{-1}$ の平滑度が得られる。この値は定着温度をオフセット領域に近づけるほど大きくすることができる。

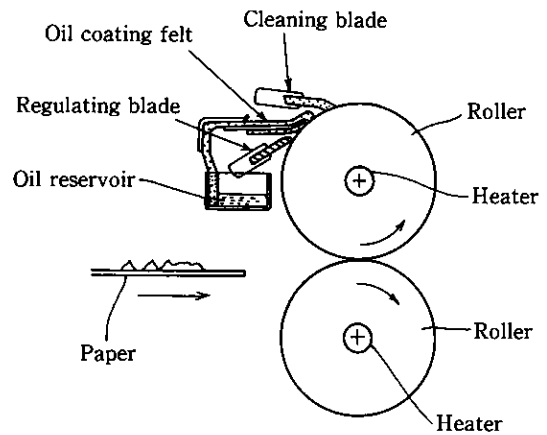


Fig. 9(a) Heat roller type

(2) ベルト定着方式

張設したベルト面によりトナー像を定着する方式である。Fig.9(b)にこの定着方式の構成を示す。定着するトナー像側に加熱ローラーを内包したベルトを配し、下方にローラーを対向させている。搬入された転写紙上のトナー像は、まず上下ローラーにより溶融温度(Fig.3中の領域(C))迄加熱される。この状態で、トナーは転写紙上に+

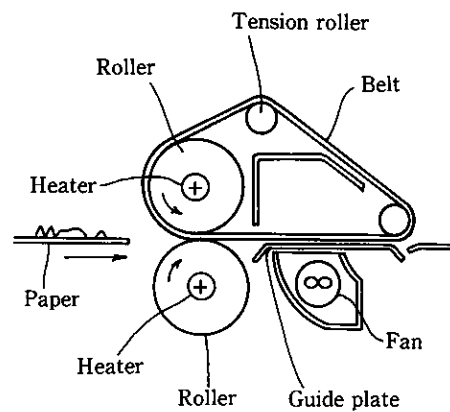


Fig. 9(b) Belt type

分に定着される。次に上下ローラーから出た転写紙は、ベルトに密着した状態で、紙の裏面側に設けた冷却ファンにより冷却される。この時、トナー像の温度はFig.3中の領域(A)にまで低下している。最後に、転写紙はベルトと曲率分離され、排紙される。

この方式の特徴は、溶融・冷却後分離するために

- ①トナーのゴム状弾性を利用しない
 - ②ベルトと密着した状態から、冷却後分離するために光沢画像が得られる
 - ③オフセットに強くオイルレス化が可能である
- 事である。この場合も、ベルト表面は弗素やシリコンのような低表面エネルギー材料を設けることが必要になる。問題点としては
- ①ベルトの寄り防止機構が必要となり装置が複雑化する
 - ②加熱と冷却により定着に使用される熱効率が低い
- ことである。

この方式の最大の特徴は、平滑度として $4\sim 6\mu\text{m}^{-1}$ と高い値が得られる事である。この平滑度は印刷や銀塩並に

高く、見分けがつかないほどの光沢性を有している。

このようにトナーのレオロジカルな特性と熱供給を制御することにより画像表面の平滑性を向上させることができる。

5

むすび

フルカラー複写機、プリンターにおいて、広い色再現範囲と良好な透過色再現性を得るために必要な画像表面の平滑化を実現するための、トナーの物性設計の考え方を明らかにする事ができた。更に定着プロセスを検討する事により、ローラー定着に比べ、ベルト定着が画像の平滑性を得るために有利であることが明らかとなった。

●参考文献

- 胡 勝治：Japan Hardcopy '91論文集,37(1991)
- 電子写真の基礎と応用,71(1988)