

次世代プリンター用クリアートナーと4色カラートナーの開発

橋本 美浩 松崎 幸一

従来のKYMC 4色トナーによる印刷画像に付加価値を与えることが可能なクリアートナーと、従来機用トナーでの課題を解決することを目指した次世代4色トナー、それぞれの開発についての詳細を以下に記述する。

クリアートナーの開発

DTP市場にて少ロットでの印刷を行うようなケースでは光沢、特色等の付加価値の高いオフセット印刷は別工程となるため、低コストで行うことは難しかった。一方、電子写真プリンターでは印刷面上、任意の箇所のみ光沢を上げることは、その定着方式のため実現には大きな課題があった。今回、独自技術によりクリアートナーの粘度を低くすることで、クリアートナー印刷部の光沢を向上させることに成功。低コストでの高付加価値印刷（光沢）を達成した。

(1) スポットグロス

印刷面の任意の箇所のみ光沢を向上させることはスポットグロスと呼ばれている。通常ある物質の光沢を向上させる場合、その物質表面の平滑性を上げることで光沢を出すのが一般的である（鏡など）。電子写真プリンターによる印刷物の場合、その表面はトナーが熱と圧力で紙に定着されているが平滑性はあまり高くない。したがって高い光沢性を実現するためには、定着後の印刷表面の平滑性が高く、光をよく反射するクリアートナーの開発が必要となる。

電子写真プリンターでの定着方式は、ローラーやベルトの表面温度を一定に制御、回転させ圧力を一定に保ちながら紙面上のトナーを定着させるため、紙面上任意の箇所の温度や圧力を部分的に変化させることは不可能である。したがってクリアートナー印刷部とカラートナー印刷部の光沢の差（スポットグロス）は、トナー特性の改良にて達成する必要がある。

本クリアートナーの開発では、トナー熔融時の粘度に着目し、定着時のクリアートナーの粘度を低くする

ことで平滑性の向上を狙った。図1に今回開発した低粘度クリアートナーと、比較として通常粘度のクリアートナーのそれぞれの粘度を示した。低粘度クリアートナーの粘度は通常粘度のクリアートナーの粘度と比較すると、低下していることがわかる。

図2に、スポットグロス部分におけるトナーの様子を参考までに示す。

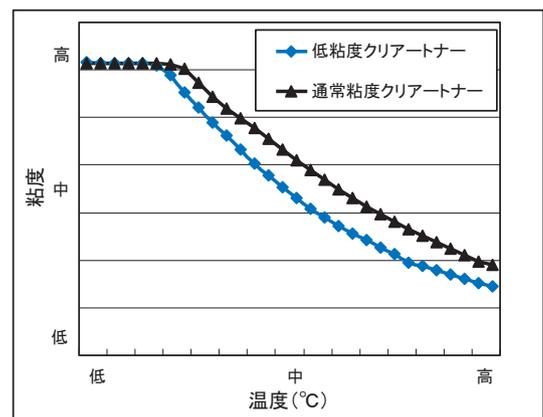


図1 クリアートナーの粘度

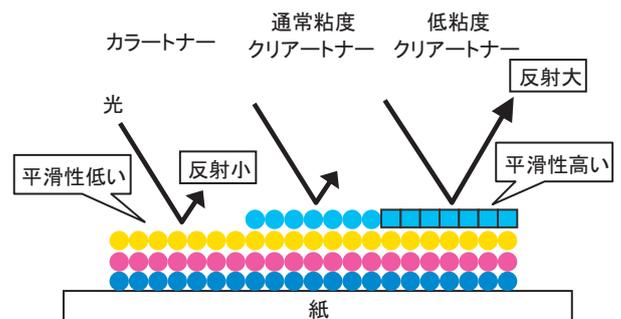


図2 スポットグロス領域のトナー層構造

図3に低粘度クリアートナー及び通常粘度クリアートナーを印刷した場合の光沢を示す。通常粘度クリ

アートナーの場合、定着温度を高くしないと光沢が上がらないが、低粘度クリアートナーでは定着温度が低い場合でも光沢が高く、広い温度域で高い光沢性を達成していることがわかる。

先に述べたように、電子写真プリンターでは熱を使った定着方式を採用しているため、トナーが接するローラー表面温度は印刷中、紙に熱を奪われ完全に一定にすることはできない。したがって、一定の温度範囲内でローラー表面温度は変動するため、広い温度域で高い光沢性を有することは光沢印刷を安定的に行うために重要である。

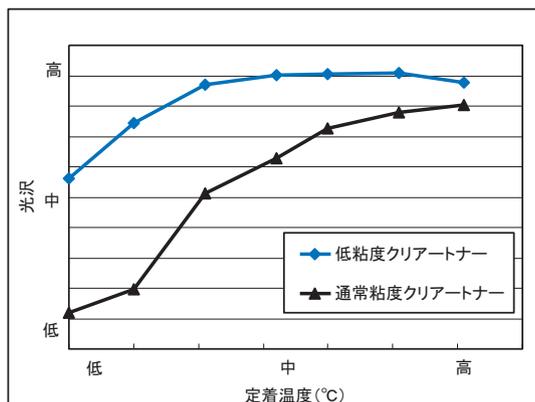


図3 定着温度と光沢

(2) 定着性

クリアートナーを低粘度化することで、スポットグロスを達成できたが、一般的に粘度が低いトナーは定着温度の高温度域でホットオフセットが発生しやすいことが知られている。電子写真用トナーではこのホットオフセットを回避するため、トナー樹脂中の高分子を増加させることで、トナーが定着ローラーや定着ベルトに付着することを防ぐのが一般的である。しかしながら、クリアートナー中の高分子を増加させると粘度が上がってしまい、スポットグロスを達成できなくなるというトレードオフが発生する。

今回このホットオフセット対策として高離型性ワックスをトナー内部に内包することで上記トレードオフを解決した。図4にカラートナー、通常離型性ワックスを使用したクリアートナー、高離型性ワックスを使用したクリアートナーの定着良好温度範囲を示す。高離型性ワックスを内包したクリアートナーは、カラートナー (KYMC4色) と同等の定着良好温度範囲を実現し、ホットオフセット発生抑制に効果があることが確認できた。

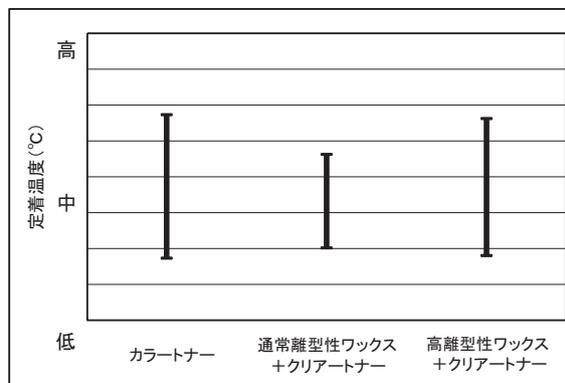


図4 定着良好温度範囲

(3) 保存性

トナーにはプリンター印刷時に必要とされる特性のほかに、倉庫での保管や輸送時にも固着しない特性（保存性）が要求される。一般的に低粘度のトナーは、ガラス転移温度：Tgも低くなるため、保存性が悪化してしまう。今回開発した低粘度クリアートナーでは、トナーの材料となるポリエステル樹脂の合成条件を最適化することで、低粘度でありながら、Tgの低下を抑制することで保存性確保も達成した。

図5に高Tg品（保存性マージン過多）、低Tg品（保存性NG）、最適Tg品（保存性OK）の溶融特性を示す。図5において保存性NGである低Tg品のTgは波形湾曲部の頂点（矢印部分）である。Tgの少し前から波形が既に下降しているのが確認できるが、これはTgの前からトナーの一部が溶融を開始しており、トナー同士が付きやすくなって保存性が悪化していることを示している。一方で、最適設計したトナーでは、保存試験温度に比べてTgが高いため、保存性も十分確保されていることがわかる。

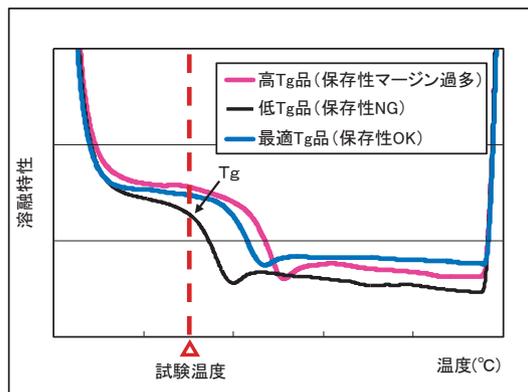


図5 溶融特性と保存性試験温度

(4) 揮発性有機化合物 (VOC)

本クリアートナーでは樹脂はポリエステル、製法はケミカル法にて開発を行った。ポリエステルとは材料の異なるスチレンアクリル系重合トナーにおいて粘度を低くするためには低分子領域の分子量を増やす必要があるが、その場合残留モノマーが増加するため揮発性有機化合物 (VOC) が増加してしまう。残留モノマーを低減するためには、重合後の工程に蒸留工程等を追加することが可能だが、工程が増えるため生産性が悪化してしまい、コストアップに繋がってしまう。

今回開発したポリエステル系ケミカルトナーでは、上記のような残留モノマーの問題はなく、揮発性有機化合物 (VOC) は少ない。しかしその製法上、溶剤がトナー中に残留してしまうことが知られている。そのような残留溶剤を削減するため、トナー洗浄及び乾燥等の各工程に様々な対策を施し残留溶剤を90%以上減らすことにも併せて成功した。

次世代4色トナーの開発

開発にあたって特に留意した重要項目とその対策及び結果について報告する。

(1) ダスト

次世代4色トナー製造方法として、化学的な重合反応により個々のトナー粒子を作成する重合トナーを選択した。その理由は、ある程度の大きさをもつトナー成分の塊を、単純に機械的に粉碎して作成する粉碎トナーに比べて、重合トナーは個々のトナー粒子の大きさや形状を均一に出来るため、高精細・高画質な印刷画像が得られるからである。しかし、その反面、重合反応可能な原材料しか選択出来ないため、その選択によっては印刷時にプリンターから放出されるダストが多くなる、という欠点があった。

従来機用トナーを分析した結果、ダストはトナーの原材料のひとつであるワックスの昇華が主原因であることがわかったので、今回開発した4色トナーでは、昇華しづらくなるように融点の高いワックスを使用することで、従来機用トナーに比べて78%のダスト軽減をすることができた。

(2) 隠蔽率

印刷媒体の汎用性向上を目的に中間転写方式を採用した場合、従来機で採用していた直接転写方式と比べて印刷媒体にトナーを載せる（この工程を“転写”と呼ぶ）

時のトナー量が多くなるため、大きな転写電圧が必要になるという課題がある。

例えば、4色全面ベタ画像を印刷媒体に形成する際、直接転写方式では、まずブラック (K) トナーを $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ 、次にイエロー (Y) トナーを $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ 、更にマゼンダ (M) トナーを $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ 、最後にシアン (C) トナーを $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ というように転写していく。この場合、一度に転写されるトナー量は $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ で一定である。しかし、中間転写方式では、事前にKYMCトナー各 $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ を中間転写材に載せたのちに中間転写材から印刷媒体に転写するため、転写されるトナー量は $0.2\text{mg}/\text{cm}^2 \times 4 = 0.8\text{mg}/\text{cm}^2$ となり、一度に転写されるトナー量が4倍になる。転写電圧は転写されるトナー量にほぼ比例するので、中間転写方式では直接転写方式に比べて大きな転写電圧が必要になる。この転写電圧を出来るだけ小さくするためには、トナーの隠蔽率の向上が有効である。隠蔽率はトナーの単位重量当りの画像濃度で表され、隠蔽率を向上させることで転写されるトナー量を減らすことが出来る。先程の例でいえば、ベタ画像を得るのに $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ 必要だったトナーの隠蔽率を2倍に向上すれば、必要なトナー量は半分の $0.1\text{mg}/\text{cm}^2$ となる。

次世代4色トナーでは、顔料の添加量とトナー樹脂中の顔料の分散状態の最適化を行なうことで隠蔽率の向上を図った。図6は、従来機用トナーの画像濃度を100%とした時の次世代4色トナーの画像濃度をプロットしたものである。図6から、次世代4色トナーの画像濃度は従来機用トナーのそれよりも常に上にあり、トナー量の大小にかかわらず高濃度を実現可能であることがわかる。

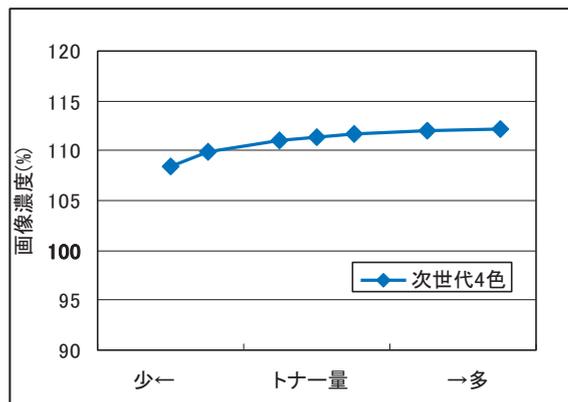


図6 隠蔽率

(3) 印刷品質

次世代4色トナーには、当然、従来機用トナー以上の印刷品質（パフォーマンス）が求められる。電子写真方式を用いたプリンターの印字品質の向上に最も寄与するのは、トナー全体の帯電分布の均一性である。そこで、次世代4色トナーでは種々の母剤樹脂及び外添剤を用いて試作を繰り返すことにより均一な帯電分布をもつトナー配合を実現した。その結果次世代4色トナーは、すべての印刷品質項目において、従来機用トナーと同等か、より優れた特性を有することが確認できた。

あ と が き

プリンターの付加価値向上を目的として、スポットグロスを実現するために、低粘度でありながら通常のカラートナーと同等の定着性を有するクリアートナーを新規に開発した。

また従来機比78%のダスト低減を実現し、中間転写方式の転写電圧を低減可能とする、隠蔽率を向上した次世代プリンター用4色カラートナーの開発概要も併せて報告した。

なお、本説明で用いた評価データは、当社独自の評価方法で採取したものである。◆◆

● 筆者紹介

橋本美浩：Yoshihiro Hashimoto. 株式会社沖データ 商品事業本部 開発センター 要素技術部

松崎幸一：Koichi Matsuzaki. 株式会社沖データ 商品事業本部 開発センター 要素技術部

TIP【基本用語解説】

ホットオフセット

定着温度過多のためトナーが定着ローラーや紙搬送用ベルトに付着すること。ホットオフセットが発生すると、印刷画質が劣化する。

Tg(ガラス転移温度)

Glass Transition Temperature の略。

高分子の樹脂などを熔融状態から冷却した場合、分子配列がランダムな状態のまま(ガラス状態)固体になる際の温度。トナーが熔融して保存性が悪化する温度に関連する。

残留モノマー

高分子の樹脂などを合成する際、化学反応しきれず残留した未反応物。

VOC

Volatile Organic Compounds の略。

印刷動作中にプリンターから排出される揮発性有機化合物のこと。揮発性有機化合物の発生量が規格値より多いとユーザーに健康被害を与える可能性がある。

ダスト

印刷動作中にプリンターから排出される粉塵のこと。

中間転写方式

現像装置から印刷媒体に直接トナーを転写する直接転写方式と異なり、現像装置から一旦、中間転写材と呼ばれるもの(例えば、無縁ベルト、中間転写用感光体)にトナーを転写させ、その中間転写材から印刷媒体にトナーを転写する方式。転写部の曲率半径を小さく設計することが可能なため、高電圧による放電を抑制でき、超厚紙など高抵抗な媒体への印刷が可能になる。

外添剤

帯電性、流動性といった諸特性の調整のために、トナーに添加されるナノメートルオーダーの微粒子のこと。