

# 総説

## FM スクリーン印刷とインキ

### Offset Ink For FM Screening

Hiroyuki YAMAMOTO\*, Noriyuki SAKAI\*

\*Dainippon Ink and Chemicals, Inc.

3-35-8, Sakashita, Itabashi-ku, Tokyo, 174-8520 JAPAN

山本博之\*・阪井則之\*

### 1. はじめに

1983年ドイツのダルムシュタット工科大学のゲルハルト・フィッシャー氏が考案したFMスクリーニングは、網点の大小によって画像の濃淡を表現する従来のAMスクリーニングに対して微細な点の密度により濃淡を表現する新しい画像表現方式であった。

FMスクリーニングは1990年初めから各社より発表されたが、20 $\mu$ m前後の微細な点をコンベンショナルな刷版上、印刷物上で表現するのが非常に難しく、一般には普及しなかった。ところが1990年代後半になりサーマルCTPが普及し、刷版上での微細な点表現が容易になるとFMスクリーニングに再び注目が集まりはじめた。FMスクリーニングの最大の課題点は微小網点をいかに安定的に忠実に再現していくかということであり、今後FMスクリーニングが更に普及していくにはサーマルCTPの普及と同時に印刷全工程の管理向上が必要となる。

ここでは印刷工程中、重要な役割を担うインキの設計について説明する。

### 2. FM スクリーニングの特徴と問題点

FMスクリーニングの特徴として以下の点が上げられる。

- ① 中間調において、彩度が高く鮮やかになり、色域が広がる。
- ② 連続階調のような調子が再現できる。
- ③ 精細で、ディテールの再現性が高まる。

- ④ 低解像度の画像も高精細画像に見える。
- ⑤ モアレ、ロゼッタが発生しない。

Heidelberg社の「ダイヤモンドスクリーン」等の第1世代FMスクリーニングの欠点を補うべく、近年Creo社「Staccato」や大日本スクリーン製造「Fairdot」, 「Randot X」に代表される第2世代FMスクリーニングが開発され、以下の点が改善されている。

- ① 印刷安定性が向上
- ② 粒状性（ざらつき）が軽減される。
- ③ トーンジャンプが軽減される。

1993年京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科修士課程終了。同年、大日本インキ化学工業株式会社入社。現在、東京工場 平版インキ技術1グループにてオフ輪平版インキの開発及び技術サービスを担当。

山本博之



Profile

1982年東海大学工学部工業化学科卒。大日本インキ化学工業株式会社 東京工場 平版インキ技術1グループ。枚葉平版インキの開発及び技術サービスを担当。

阪井則之



Profile

\*大日本インキ化学工業株式会社 平版インキ技術1グループ  
(〒174-8520 東京都板橋区坂下 3-35-58)

このように進化したFMスクリーニングだが、実印刷上、問題点がないわけではない。

図1にAM及びFMスクリーニングの網点を示す。

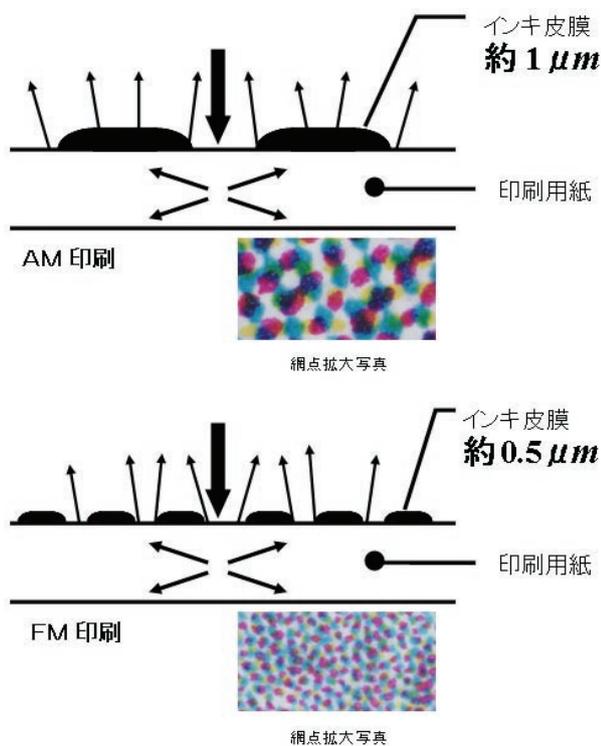


図1 インキ皮膜の比較 AM印刷（上）とFM印刷（下）

AMスクリーニングの網点と比してFMスクリーニングの網点は微小でその周囲長が長いいため光学的ドットゲインの影響を受けやすくなり、この結果、FMスクリーニング上のインキ膜厚はAMの約半分の膜厚ですむと言われている。

実印刷上において、この膜厚の薄さがAMスクリーニング印刷とFMスクリーニング印刷の最も大きな違いで、印刷インキに与える影響も大きいと言える。印刷インキのFMスクリーニング印刷における課題として以下の点が挙げられる。

- ① 極小網点の再現性（ドットゲインの抑制と濃度の維持）
- ② ブランケットパイリング（自胴における非画線残り）の抑制
- ③ 後胴残り、デラミネーションの抑制
- ④ 過乳化に伴うインキローラー溜りの抑制
- ⑤ 機上安定性と乾燥性のバランス

これらの課題点を克服するためのインキ設計ポイントについて述べる。

### 3. インキの組成と性状

表1にヒートセットオフ輪インキ及び枚葉インキの組成と性状値を示す。組成や性状値の違いはそれらの乾燥機構の違いと使用紙で決定される。ヒートセットオフ輪インキの乾燥は主として蒸発乾燥であるため、石油系溶剤の沸点が低く、植物油量が枚葉インキに比べ少なくなっている。一方、枚葉インキの乾燥は主として酸化重合であるため、石油系溶剤の沸点は高く、植物油量も多くなる。溶剤の沸点や植物油量は後述するインキの機上安定性や乾燥性に大きく関係する。

色料である顔料を運ぶ役割を担うワニス（ビヒクル）の骨格となる合成樹脂は、インキの粘弾性や乳化適性を決定する最も重要な要素で、FMスクリーニング印刷の場合、特に網点の再現性、過乳化の防止が重要となり、合成樹脂の設計が重要なポイントとなる。

表1 平版インキの組成と性状

	ヒートセットオフ輪インキ	枚葉インキ
顔料	15—22	15—22
合成樹脂	30—35	25—30
植物油	5—10	10—20
石油系樹脂	30—40	25—35
添加剤	1—5	4—10
合計	100	100
TV(タックバリュー値)	中	高
粘度	中—小	大
機上安定性	枚葉より不安定	安定
皮はり	極めて遅い	早い

### 4. FMスクリーニング対応型インキの設計

#### 4.1 極小網点の再現性と濃度の維持(オフ輪, 枚葉共通)

前項で述べたFMスクリーニング印刷の特長の殆どが点が小さいことにより得られる効果であることから、その特長を充分生かせるインキを考えると少なくとも次の点を満たす必要がある。

◆ 小さな点を綺麗に印刷面に再現し、ドットゲインも低く抑える。

刷版上に形成された画像（網点）は版—ブランケット—印刷用紙と転写されるに従い点が太っていく（ドットゲイン）。FMスクリーニングのように網点の大きさが小さくなると、同じ50%時でもドットゲイン量がAM175線に比べ格段が大きくなっていく。このドットゲイン量に大きく関係しているのがインキの盛り量とインキの粘度で、通常インキの盛りが多くなるとドットゲイン

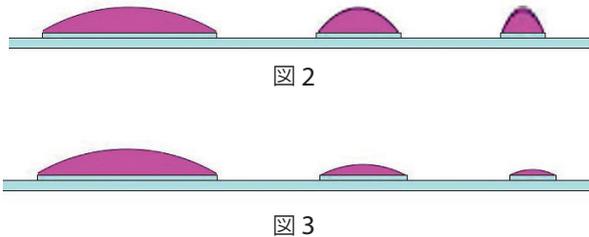
量は増加し、少なくなると減少する。

ところが粘度に関しては少し話が複雑になり、粘度が高くなればドットゲインは低く抑えることが可能だが、用紙への着肉が悪くなり、特にFMスクリーニングのような小さな点を再現するのは難しくなる。逆に粘度を低くすると点の着きはよくなるが、ドットゲイン量が増加し、やはり再現は難しく、この相反する問題をいかに解決するかがインキを設計する上での必要事項になる。

◆ 薄い膜厚でもしっかりと濃度が維持できる。

普通同じインキを使った場合、全ての網点上に同じ膜厚でインキが転移するわけではなく、網点の大きさによりその点の上に転移することのできるインキ量には違いが出てくる。

下の図2のようにはならず図3のようにになる。



AMスクリーニングの場合、網点が小さければ色が薄く、大きければ濃くなるので、このインキ膜厚による濃度の違いも問題にはならないが、全体が小さな網点で構成されるFMスクリーニングの場合にはベタ部と網部分の濃度差が大きくなり、バランスがとり難くなってしまう。特にStaccatoのように途中から網点が繋がった場合、急激に網点の濃度が上がり、滑らかな階調が得られにくくなってしまふ。従って、最小点上に転移できるインキ量で必要な濃度をいかにして出すかということも開発において必要な点になる。

以上の点を克服する対策として当社はインキの高濃度化が必要であると判断し、インキの高濃度化を図った。インキの高濃度化と、より鮮やかな色相の顔料、バランスの取れたワニスの採用により、インキの盛りを抑え、ドットゲインを低く抑えることに成功し、FMスクリーニングのグラデーションも滑らかに再現することが可能となった。

#### 4.2 耐ブランケット性に優れたインキ設計（オフ輪）

いわゆるブラン残り（自胴における非画線残り）の発生原因には様々な要因があり、単一の要因により発生している場合もあれば様々な要因が複合して発生している場合もある。発生メカニズムの一例としてインキ付けローラーと

版或いは水付けローラーと版の間で乳化したインキから水可溶性成分が溶け出し、版上の非画線部に移行し、これら成分が粘着性を帯びて徐々に堆積していく場合を考えた。（図4）

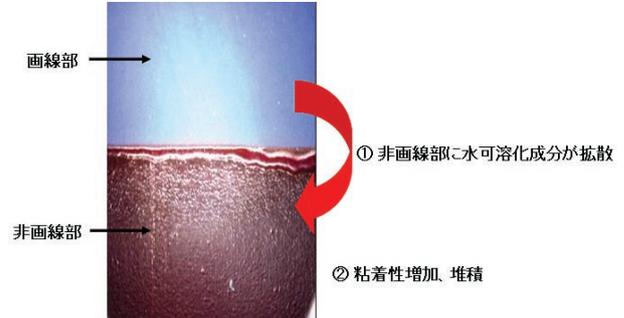


図4 ブランケット上の画線部、非画線部境界

FMスクリーニング印刷の場合、インキローラー上、ブランケット上のインキ膜厚が薄いため、湿し水とインキのバランスが悪い場合、過乳化を起こしやすく、水可溶性成分の溶出が促進されると考えられる。実際、初期のFMスクリーニング印刷のトライアルにおいて、わずか1万部程度でブラン残りが発生したケースもある。

2005年2月、当社が開発したWeb World New ADVANはFMスクリーニング印刷に対応可能な耐ブラン残り性を備えており、そのKey TechnologyはW-CLSメソッド（Web Cross Linking Structure Method）にある。（図5）

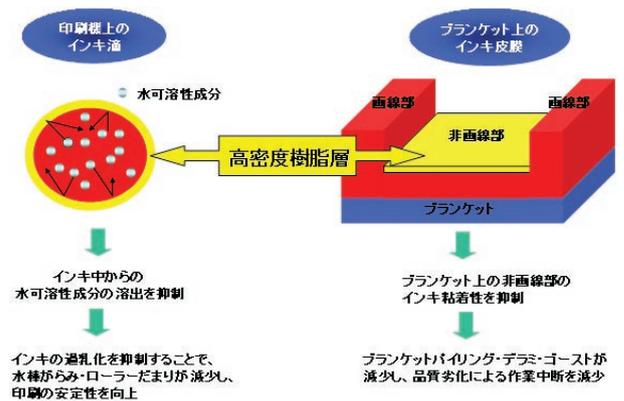


図5 W-CLS Method

W-CLSメソッドとは新規高分岐、低極性樹脂の採用により

- ① ローラー上のインキからの水可溶性成分の溶出を防止（抑制）する。
- ② 非画線に拡散してしまったインキ（可溶化成分）の粘着性を抑制する。

という2つの特徴を持つ。

まず、ローラー上のインキをミクロ的に見た場合、顔料がワニス（ビヒクル）にくるまされた形をしており、このワニス中の高分岐樹脂が架橋密度の高い特殊高密度樹脂層を形成しており、この樹脂層が顔料中の水可溶性成分の溶出を防いでいる。一方、インキ（可溶性成分）が非画線に拡散した場合においても、非画線表面に膜状の特殊高密度樹脂層が形成され、この樹脂層が粘着性増加を抑制する。

このように、水可溶性成分の溶出を防止し、インキの過乳化を抑制すること、非画線上のインキの粘着性増加を抑制することによりブラン残りを抑制することが可能となった。

### 4.3 耐後胴残りに優れたインキ設計（オフ輪、枚葉共通）

後胴残りとは上述した自胴でのブラン残りと異なるメカニズムでブランケットにインキが堆積する現象を言う。すなわち、先刷りのインキが後胴のブランケットに取られ、粘着性が高くなるとブランケットに滞留して後胴の絵柄に影響を及ぼす現象を言う。後胴残りは再生紙、特に古紙比率が高い紙が増加している近年、墨、藍インキに顕著に見られる現象である。一般的に、吸油性が高くセットが早い紙においては、紙面上に転移したインキの粘着性がすばやく増加して後胴のブランケットに滞留しやすくなる。

またインキ膜厚が薄いと印刷機械の潜熱を受けやすく溶剤離脱が促進される等、インキ粘着性の増加が促進される。図6にインキ膜厚とスタビリティ（10分間のTV変化値）の関係を示す。インキ盛り量が少ない（ローラー上のインキ膜厚が薄い）場合、インキ粘着性変化（TV変化）が大きく、インキ盛り量が多い（ローラー上のインキ膜厚が厚い）場合、粘着性変化が少なく、安定であると言える。

FMスクリーニング印刷においては、紙質を考慮した上でインキのセット時間を調整し、機上安定性の高いインキ

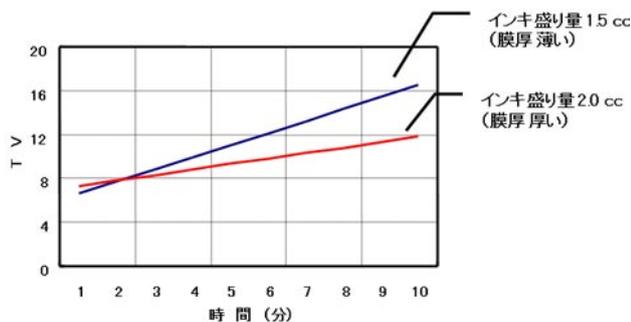


図6 インキ膜厚とスタビリティ

設計が必要になってくる。

また、後胴残りと同様、ブランケット上に粘着性の高いインキが存在すると、ブランケットからの紙離れが悪く、WEBの走行性が悪くなることによりデラミネーションというトラブルが発生する。この場合もインキの機上安定性を向上することによりトラブルを回避できる。

### 4.4 過乳化、インキローラー溜りの少ないインキ設計（オフ輪、枚葉共通）

インキの乳化バランスは印刷適性のほとんど全てに関与している最も重要な特性と言える。ローラー上、版面、ブランケット上でインキがどのような乳化状態であるのかを把握し、予測することが重要になってくる。

FMスクリーニング印刷の場合、特にインキ膜厚が薄いため、版面に供給される水量が多いと過乳化を引き起こしやすく、水/インキのバランスが取りにくいと考えられる。過乳化したインキは粘弾性変化を起こし、流動性が損なわれることによりローラー間転移がスムーズに行かなくなる。その結果、水元、水付けローラー、インキ付けローラーやブランケットの給紙外部などにインキが滞留し、様々なトラブルを引き起こす要因となる。図7に水供給量に伴うローラー上のインキ膜厚の変化を示す。

水供給が過剰になっても膜厚の増加が少なく安定したインキが理想と言える。

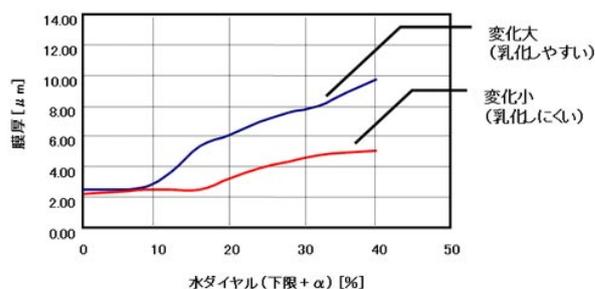


図7 ローラー上のインキ膜厚変化

### 4.5 乾燥性と機上安定性のバランスの良いインキ設計（オフ輪）

FMスクリーニング印刷において機上安定性の向上が非常に重要であることを述べてきたが、溶剤の選択においては低沸点溶剤を用いれば乾燥性は向上し、高沸点溶剤を用いれば乾燥性は低下する。一方、機上安定性の付与には高沸点溶剤の採用が非常に効果的である。乾燥性と機上安定性のバランスを良くするには樹脂と溶剤をバランスよく組み合わせることが重要で、先に述べた W-CLS メソッドも

この手法のひとつである。

## 5. おわりに

サーマルCTPとFMスクリーニングは印刷業界におけるデジタル化の象徴として、今後加速度的に普及していくことが予想される。より一層の飛躍のためには、冒頭に述べたように、印刷全工程の管理向上がキーポイントであり、精度の高い「印刷の標準化」が望まれる。

既にCMS（カラー マネージメント システム）の導入による管理が普及していると考えますが、複合要因の多い印刷工程においては用紙、機械ごとのICCプロファイル作成などまだまだ「標準化」の安定期とは言えない。印刷機械メーカー、印刷材料メーカーの技術向上、相互協力により総合的に印刷の標準化を推進したいと考える。

### 参考文献

- 1) 『実践CMSテクニカルノート』No.1 DIC 印刷材料技術グループ
- 2) 『デジタル時代の新しいスクリーニング技術』DIC インキ機材事業部
- 3) 『オフセット輪転インキの動向』印刷新報