印刷インキ基礎講座 (第XI講)

色材, 70 (11), 751-756 (1997)

孔版印刷インキ

山田 弘道*

1. はじめに

孔版印刷とは画像部に対応する部分の原紙（マスター）に孔を開けて版とし、その穿孔部分をインキが通過することにより、印刷画像を用紙に形成させる印刷である。

孔版印刷は1874年にズッカートの毛筆謄写版（パピログラフ）、1876年T. エジソンのエレクトリックペンと印刷機、1882年のD. ゲステットナーのサイクロスタイルに始まる¹⁾。日本においては1894年の堀井新治郎父子の謄写版の発明が最初で¹⁾、孔版印刷のもつ、簡易性、経済性、迅速性の特徴から、家庭用、事務用、軽印刷用に広く使用されている。

現在までの孔版印刷を製版方式からまとめると表-1になる。製版方式により、開けられる孔の大きさ、形、原紙の素材や厚み、また、使用する印刷機によりインキの特性も各々異なる。

ここでは、その中で、複写機のような簡単な操作で印刷が出来るサーマルヘッド製版のデジタル孔版印刷機とそれに使用されるインキについて説明する。

2. デジタル孔版印刷機の概要

デジタル孔版印刷機は数枚の複写から数千枚以上の枚葉の印刷領域迄のいわゆるショートルランプリントに使用されている。版代が1版24～36円で、印刷速度が毎分60～130枚、機械が軽量で設置面積が小さいことから、学校、オフィス、軽印刷分野で広く使用されている。

2.1 印刷機の構造

印刷機は画像読み取り、製版、印刷を全自動で行う装

置である。概略を図-1に示す。

画像の読み取りでは原稿台①の上に原稿を置き、複写機のようにイメージセンサー②で画像を読み取る。読み取られた画像は、輪郭強調、コントラスト強調、ガンマ補正等の画像処理を行い、2値化処理してサーマルヘッドに信号を送る。また、パソコンなどで作成した原稿データをインターフェイスを介して、印刷することも出来る。

製版はサーマルヘッド③の素子の発熱により、マスター⑦のフィルムを穿孔して行われる。現在用いられているヘッドはラインヘッドで、素子密度は300～600dpiである。サーマルヘッドで穿孔したマスターのSEMの写真を図-2に示す。素子密度が上がると、穿孔サイズが小さく密度が上がり、画質が向上する。

製版したマスターの取り付けは前回の印刷に使用されたマスターを排版ボックス④に排版した後、ドラム⑤の印刷機版胴⑥へ自動的に装着される。

版胴部の構図を図-3に示す。厚さ0.2mmのステンレス板に約0.3mmの孔を20～25%の開孔率で均一に開けたステンレス多孔板⑦の上に120メッシュ内外のポリエステルスクリーン⑧に300メッシュ内外のポリエステルスクリーン⑨を重ねた構成で、インキがマスター面に均一に補給される組み合わせになっている。

インキはインキ容器からポンプで供給され、スキージロール①上に分配される。スキージロールの回転により、ドクターロール②の手前で、インキの流動的性質に

〔氏名〕 やまだ ひろみち

〔現職〕 理想科学工業株式会社
開発技術本部 部長付

〔趣味〕 読書

〔経歴〕 昭和42年東京理科大学大学院
理学研究科修士課程修了、同年
理想科学工業株式会社入社、現在に至る

平成9.9.3受理
Stencil Printing Ink
Hiromichi YAMADA
理想科学工業(株)開発技術本部
茨城県稲敷郡阿見町福田谷の沢127-7 (〒300-11)

表-1 各種孔版印刷

	製版方法	原紙（主原料）	インク	印刷機
ガリ版	ロー原紙に鉄筆とヤスリを用いて手書きし、ヤスリ目状の破壊による穿孔	ロー原紙（和紙、パラフィンロー）	油性インキ	謄写版
タイプ孔版	タイプ活字打刻の衝撃によるコロジオン皮膜の破壊による穿孔	タイプ原紙（和紙、コロジオン、可塑剤）	W/O 型エマルジョンインキ	謄写版 単胴式印刷機 複胴式印刷機
謄写ファックス	画像からの反射光を光電管で受け、電気信号に変換し放電針によるフィルムの放電破壊による穿孔	ビニール原紙（塩化ビニールフィルム、カーボンブラック）	油性インキ、 W/O 型エマルジョンインキ	単胴式印刷機 複胴式印刷機
感熱孔版	①光源（タングステン赤外線ランプ、キセノンフラッシュランプ、フラッシュバルブ）からの光による原稿画像部の発熱により、原稿に密着したマスターのフィルムの熱破壊による穿孔	感熱孔版原紙（塩化ビニリデンフィルム、ポリエステルフィルム、和紙）	W/O 型エマルジョンインキ	単胴式印刷機 複胴式印刷機 スキーロール式単胴印刷機 （商品名 リソグラフ） 押圧式印刷機（商品名、プリントゴッコ）
	②イメージセンサーからの画像読み取り信号やパソコン等からのデータ信号によるサーマルヘッド素子の発熱で、マスターのフィルムを熱破壊穿孔	感熱孔版原紙（ポリエステルフィルム、和紙）	W/O 型エマルジョンインキ	スキーロール式単胴印刷機（商品名 リソグラフ）

図-1 デジタル孔版印刷機略断面図（リソグラフ GR シリーズ）

より、図-3 のように円筒状のインキ渦④が生成される。この円筒状に形成されたインキの太さを検知して、ポンプからインキがスキーロール上に自動供給される。

ドクターロールとスキーロールとの隙間から一定量のインキが版胴に供給され、プレスロール⑤で線圧として 1 cm あたり 1 kg 前後を加えることにより、マスターの穿孔部を通過したインキにより紙に印刷される。

なお、ドラムは取り外しが可能で、違う色のドラムと

交換して色刷りを行うことが可能である。

3. マスターの構成

図-4 にマスターの構成を示す。マスターはフィルムと多孔性支持体を貼り合わせ、サーマルヘッドの熱によるフィルムの融着を防止するため、フィルム上にコート層を設けたものである。フィルムはポリステルフィルムで厚さ 1～2 μm 、融点 170～190℃、約 3 倍に 2 軸延伸されている。多孔性支持体は厚さ 30～45 μm のマニラ麻繊維を主体とする和紙で、坪量は 10g/m² 前後である。また、用途によっては多孔性支持体としてポリエステル等のスクリーンを使用することもある。

4. インクの紙への転移

マスターの穿孔部分からインクが通過して、用紙にインキが転移するが、この時、ベタのように穿孔ドットが密になっている部分では、インクの転移量が多くなり、裏移りが生じる。

400dpi 素子のサーマルヘッドによる製版では、厚さ 15～30 μm のインキが転移される。

図-2 サーマルヘッドで穿孔したマスターのSEM写真
a) 300dpi b) 400dpi c) 600dpi

また、インキの転移が多い印刷部分では、印刷用紙の版離れが悪く、転移量がより増大して裏移りを多くする。

5. インキに必要とされる性質

孔版印刷に求められるインキの性質として次の項目があげられる。

1) 孔版印刷機は専任のオペレーターを必要とせず、誰でも簡単に印刷できることを目的としている。従って、一般の印刷機のように、機械使用後にローラやインキ壺などを洗浄することなく、インキは次回の使用まで印刷機上に放置される。放置されたインキが印刷機上で乾燥して固化すると、版胴に使用されている 300 メッ

図-3 版胴部の模式図

①スキージロール、②ドクターロール、③インキ分配器、④インキ渦、⑤プレスロール、⑥インキ層、⑦ステンレス多孔板、⑧120メッシュスクリーン、⑨305メッシュスクリーン、⑩マスター、⑪印刷用紙

コート層
ポリエステルフィルム
接着剤層
多孔性支持体

図-4 マスターの構成

シュの細かいスクリーンの目詰まりを生じさせることになる。このため、印刷機上での放置安定性が求められる。

2) スキージロール上にインキを自動供給し、円筒状のインキ渦を保つため、スキージロールの横方向への拡がりを持たせる流動性が必要である。

3) 温度管理のない場所でも使用されるので、一定の印刷品質を得るためには粘度の温度依存性の少ないインキであることが必要である。

孔版印刷用インキは後述するように、エマルジョンインキでチキソトロピー性が高く、温度依存性は少ない方であるが、それでも、低温になるとインキの粘度が増大し、転移量が少なくなり印刷濃度が低くなってしまふ。これを補うため、インキが低温になると、インキ温度を検知してプレスロール圧を高くし、印刷濃度を増加させ

図-5 印刷機構部 (リソグラフ SR シリーズ)

る機構²⁾が採用されている機種もある。

4) 画像率が高くなるとインキの転移量が増加することから、ドットゲインを抑え、画像の再現性を上げることが必要である。

5) 印刷用紙の版離れを良くしてインキの転移量を安定化させ裏移りを少なくするため、インキのタックは小さい方がよい。

版離れを良くするため、機械的に版と用紙の間に分離爪や空気を送る機構や図-5のように用紙をシートグリッパ②によってグリッパして搬送する機構が採られ、裏移りを軽減している。

上述した1)～5)の条件を満たしているのが、W/O型(油中水滴型)エマルジョンインキである。W/Oエマルジョンインキにすることにより、次の特徴がある。

1) エマルジョンの水相濃度を高濃度にするにより、インキはチキソトロピー性が大きくなり、降伏価も大きくなる。これにより、インキはプレスロールの圧力が加わる高シエア時に粘性が低下し、マスター穿孔部から容易に通過し、紙に転移する。プレスロールによる外力がなくなると、インキは粘性復帰してドットゲインを小さくする。これにより、インキ転移量が多い孔版印刷において、画像の鮮明性が保たれる。図-6はデジタル孔版印刷機に用いられるインキのフローカーブの1例で、擬塑性流動を示し、力が加わると急激に粘度が低下する事が分かる。

2) エマルジョンの水相濃度を50～70%にしておくことにより、紙に転移したインキは水の蒸発で、1/2～1/3になり、乾燥性が上がる。

図-6 孔版印刷インキのフローカーブ

3) エマルジョンインキが紙に浸透すると、乳化のバランスが崩れ、粘度が下がり、水や油の蒸発や浸透がしやすくなり、乾燥性が良い。

4) 高濃度のエマルジョンにすることにより、インキのタックが小さくなり用紙の版離れが良い。

なお、インキとしてW/O型のエマルジョンを用いるのは、印刷機上でのインキの変質を少なくするため、外相に揮発性の少ない溶剤を使うことにより、内相の水の蒸発を抑制することができるからである。

6. 孔版印刷インキの構成

孔版印刷インキの構成は印刷のシステムとして機能するための限定があるが、他の一般の油性インキに乳化剤を加えて油相成分とし、50～70%の水相成分を乳化して、W/O型(油中水滴型)のエマルジョンインキにしたものと考えて良い。

主な成分を油相成分と水相成分に分けると次のようになる。

油相	顔料
	樹脂
	溶剤、油脂
	ゲル化剤
	乳化剤
	その他の添加剤(酸化防止剤、裏移り防止剤等)
水相	水
	水溶性樹脂
	無機塩
	蒸発防止剤
	防腐防霉剤
	その他の添加剤

6.1 顔料

孔版印刷インキに使用される顔料は、それに使用されている乳化剤、溶剤、水の影響で、顔料のブリードが起る可能性がある。レーキ系顔料等を使用するときには注意が必要である。

また、顔料の表面の性質により、エマルジョンインキの保存安定性や流動性に影響する。このことは顔料が油相中に分散していると同時に、エマルジョンの水と油の界面に吸着し、乳化剤的な効果を発揮するためである³⁾。

色インキ用の顔料は、一般のインキに使用される油分散性の顔料が用いられる。色顔料は通常ワニスへの分散性を良くするため、表面処理が行われているので、同じ構造を持つ顔料でも品番により、油と水に対する濡れの性質が変わり、保存安定性に影響を与えることがある。

顔料はマスター穿孔部を通過できる大きさに分散されることが要求される。特にマスターに使用されている支持体の和紙の繊維の目の細かい部分に詰まらないように分散することが必要である。

6.2 樹脂

樹脂は、インキの紙への転移性や固着性、画像性などの印刷適性を付与するために添加する。また、エマルジョンインキの外相の粘度を上げて内相粒子の衝突による凝集、合一を防ぎ、保存安定性を確保するために入れられる。

用いられる樹脂には、マレイン酸樹脂、ロジン変性フェノール樹脂、石油樹脂、アクリル樹脂などがある。これらの固体樹脂は揮発性の高い溶剤だけを用いると、溶剤が揮発した後、版胴のスクリーンの目詰まりを起こす危険性があるので高沸点溶剤などを併用する必要がある。また、アルキド樹脂は顔料の分散を良好にするために用いられることが多い。

6.3 油脂、溶剤

印刷機の版胴上のスクリーンの目詰まりを避けるため、乾性油などの酸化で固化する油脂は使用できない。そのため、油脂は二重結合が少ない、ヨウ素価の20以下のものが用いられる。また、揮発性の高い溶剤は印刷機上でインキが変化することから使用は避けられる。従って、溶剤として用いられる鉱物油は中沸点から高沸点の溶剤が用いられる。

6.4 ゲル化剤

油相にもチキソトロピー性を持たせ、印刷効果を上げることが目的とすると同時に、添加により外相粘度を高

くすることが出来るので、内相粒子の凝集を防ぎ、保存安定性を高める効果もある⁴⁾。

6.5 乳化剤

エマルジョンインキは水と油の分散系で、元来不安定な系である。インキが生産され印刷機で使用を終える期間、少なくとも、2～3年は変質せずに保存安定性を保つ必要がある。主にこの働きをするのが乳化剤である。

乳化剤は水相と油相の界面張力を減少させ、水粒子を細かく分散し、乳化する役割と、界面に吸着して強い界面膜を形成し、乳化粒子の合一を防止する役割を果たす。

W/O エマルジョンインキの乳化剤は主に非イオン型の界面活性剤で、HLB（親水性親油性バランス）は3から7である。

乳化剤は単独または数種を混合調整して用いられる。

乳化剤を2種以上混合して用いると、その適正な組み合わせにより、界面膜を強固にして保存安定性を向上させることが知られている⁵⁾。

使用される乳化剤にはソルビタン系、ポリグリセリン系、脂肪酸モノグリセリド、脂肪酸の酸化エチレン付加物、高級アルコールの酸化エチレン付加物などがある。

使用する乳化剤の種類、量によってインキの粘度が変わってくる。また、乳化剤を使用するとき、顔料へ吸着されることも考慮して使用量を決定する必要がある。

6.6 水溶性樹脂

水相に水溶性樹脂を添加することにより、インキの保存安定性、インキの固着性、水の蒸発防止の効果が期待できる⁶⁾。

水溶性の樹脂としてはカルボキシメチルセルロース、メチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロースなどの水溶性セルロース、アクリル樹脂、アルギン酸ナトリウム、ポリビニルピロリドン、アラビアゴムなどがある。

6.7 無機塩

W/O 型エマルジョンは、無機塩の添加により保存安定性が向上する⁷⁾。また内相の酸化の影響、微の影響により、水相のpHの変化による乳化バランスの崩れることを抑えるために、緩衝液的に電解質を添加することもある。

6.8 蒸発防止剤

W/O 型エマルジョンの水粒子は連続相の油に覆われているので、水の蒸発はある程度抑えられるが、印刷機上で長く放置すると蒸発してしまう。そのため、印刷機上でのインクの変質を少なくするため、蒸発防止剤とし

て、エチレングリコールやプロピレングリコールなどのグリコール類、グリセリン、ソルビトールなどの多価アルコールやポリエチレングリコールなどが用いられる。使用する蒸発防止剤の量や種類により、エマルションの粘度が変わることがある⁸⁾。

また、蒸発防止剤を入れることにより、印刷機のスクリーンの目詰まりの防止効果があり、さらに、内相の水の凝固点を下げることからインキの低温での保存安定性を高めることができる。

6.9 防腐防黴剤

水相に入れている蒸発防止剤や水溶性高分子などは、細菌などの栄養源になり、その繁殖によりインキが腐敗することがある。防腐防黴剤は、インキの保存中の腐敗を防ぐと同時に、インキが印刷機上に長期間放置されたとき、空気中からの汚染で細菌や黴類が発生することを妨げ、版胴上のスクリーンの目詰まりを防止する。防腐防黴剤は一種だけでなく、数種混合して使用した方が効果が上がる。

7. おわりに

これまで、説明してきたように、インキはエマルシオンタイプにすることにより、孔版印刷適性がでる。しかし、エマルションにすることによる問題もある。例えば、印刷機上でのインキの放置による印刷濃度の変化やエマルションの一部崩壊による印刷むら、エマルションからの水の吸収による用紙の変形などである。これらの問題はインキ面からの改良だけでなく、印刷機やマスターとの総合的なアプローチによって、解決していくで

あろう。

デジタル孔版印刷はショートランプリント分野で、使い勝手の良さ、低コスト、製版・印刷が短時間で出来る点で、他の印刷方式、複写方式にない利点を持っている。これらの利点を生かして、画像処理やサーマルヘッドの高密度化などによる高画質化、版の耐刷枚数の向上などが進み、デジタル孔版印刷システムとして、益々広い分野での使用が期待される。

参 考 文 献

- 1) 田村紀雄, 志村章子: “ガリ版文化史”, p 251, 新宿書房 (1985)
- 2) 特開平 6-155881
- 3) Adamson, A. W.: “Physical Chemistry of Surfaces” p 470, John Wiley & Sons, (1982)
- 4) 特開平 4-233980
特開平 4-372671
特開平 5-117564
特開平 6-33007
- 5) Lissant, K. J.: “Emulsion and Emulsion Technology”, p 76, Marcel Dekker Inc., (1974)
- 6) 特公昭 44-2165
特開昭 6-49401
- 7) Becher, P.: “Emulsions: Theory and Practice”, p 95, Reinhold Publishing Corp. (1957)
鈴木裕二, 塘久夫: 日化誌, 10, 1693 (1989)
特開平 7-150091
- 8) Sherman, P.: “Emulsion Science”, p 297, Academic Press (1968)