

オフセット印刷用コート紙に対応したインクジェットサプライ

Development of Inkjet Supply for Offset Printing

横濱 佑樹* 南場 通彦* 後藤 寛* 小島 真理子* 前川 勉*
Yuuki YOKOHAMA Michihiko NAMBA Hiroshi GOTOH Mariko KOJIMA Tsutomu MAEKAWA

要 旨

インクジェットプリンティングは、バリエブル印刷が可能のため、用途が拡大している。商業印刷では、オフセット印刷用コート紙に高速印刷され、この分野でもインクジェットの利用が期待されるが、現状はインク吸収性のある専用コート紙での印刷に留まっている。

上記の期待に応じてインクジェット水性インクの吸収性が乏しいオフセット印刷用コート紙にインクジェットで印刷できるように、1) アンダーコート液 (UCL)、2) 速乾性インク (QDI)、3) プロテクターコート液 (PCL) と異なる機能を持つ3種のサプライ開発を行った。

1) アンダーコート液 (UCL) は、顔料凝集機能を有するカチオンポリマーを配合している。UCLを塗布した紙にインクを印字すると、電荷中和に基づいてインクが紙面上で凝集し、隣接ドット間合一のない、良好な画像が得られた。

2) 速乾性インク (QDI) は、蒸気圧が高く保湿性を有するアルコールをインク中に配合することにより、画像乾燥性とヘッド吐出信頼性を両立した。

3) プロテクターコート液 (PCL) は、最低造膜温度の低い樹脂および滑剤を配合している。画像上にPCLを印字した際、画像表面で樹脂が速やかに造膜し、また表面摩擦係数を低減することによって、オフセット印刷用コート紙における耐擦過性を向上できた。

ABSTRACT

Ink-jet printing is the fast-growing category for printing on various different materials. In production printing, the print speed is fast on coated paper. The use of ink-jet printing has been expected in this area, but now coated paper with ink absorbing capacity is available. Ink-jet supplies have been developed to print fine images on coated paper for offset printing where it is difficult for the paper to absorb ink-jet ink. Three types of supplies with different functions have been developed as follows.

1) The newly developed under coat liquid (UCL) is composed of a cationic polymer. When the ink reaches the surface of the UCL coated paper, pigments in the ink aggregated on the paper in accordance with charge neutralization, so a good image is obtained without coalescence of adjacent dots.

2) Quick dry ink (QDI) is composed of an alcohol with high vapor pressure and rich moisture. A quick-drying print image can be obtained as well as reliable drop ejection from the print heads.

3) Protector coat liquid (PCL) is composed of a lubricant and a resin whose minimum film forming temperature is low. When PCL is printed on the image, the resin films form quickly and the friction on the print image reduces, so the anti-scratch property of the coated paper can be improved.

* 画像エンジン開発本部 機能材料開発センター
Functional Material Development Center, Imaging Engine Development Division

1. 背景と目的

インクジェットプリンティングは、1部ずつ印刷物の内容を変えるバリエーション印刷が可能であるため、顧客にとってパーソナライズ、ナンバリング、若しくはバージョンングなど、付加価値の高い印刷サービス提供が可能である。また、オフセット印刷と比較して、損紙が少ないこと、製版に関わる環境負荷がないこと、印刷時の湿し水が不要なことなど、環境対応性に優れることも特徴である。さらに、少人数運用が可能である上、それほど高いオペレータースキルを求めないことから、人件費の削減が可能である。以上のような利点から、インクジェットプリンターに対する需要、用途は、急速に拡大している。

リコーでは、2004年2月に、低水系成分でありながら高い浸透性を有するインクを搭載したGELJETプリンターを上市しており、普通紙上でにじみのない高品位な画質を得られるため、ビジネスプリンター分野で一定の評価を受けてきた¹⁾。また、上記の利点に早くから着目し、高付加価値の商業印刷分野に対してオフセットからデジタルへの変換、所謂O to D変換を顧客に訴求・提案しており、ビジネスプリンター市場で培ってきた技術、知見を元に、積極的な関連技術開発を推進している。

O to D変換のための大きな課題や顧客ニーズとしては、オフセット印刷に近い高速印刷性と画質、および多様な印刷メディアへの適合性（種類、形態）などが挙げられる。例えば、連続帳票の高速印刷では、一般的なオフセット印刷用のコート紙をロール形態で使用するケースが多い。コート紙は、水性インクの吸収性に乏しいため、GELJETで培ってきた浸透拡散を用いたインク滴の粘弾性制御技術をそのまま適用した場合、①ビーディング（紙面における隣接ドット間でのインク滴の合一）、②色境界におけるにじみ、③乾燥不良による巻きつきや紙間のインクによる接着、それらによる画像剥離などのトラブルが生じるという不具合があった。

解決手段としては、液体トナーのような溶剤型インクの使用が挙げられるが、環境の観点から好ま

しくない。また、水性インクの吸収性を高めた専用紙を使用することが挙げられるが、用途、コスト、慣例などの観点から、顧客価値の低下につながる。やはり、メディアが何であっても高速・高品位な印刷を可能にするサプライの創出が必要である。しかし、上述の不具合は、個別課題としてではなく、関連している。よって、従来インクで培った技術を活かしながらも、トータルでのインク設計を根本から見直す必要があった。

そこで我々は、本サプライを3層構造とすることに着目し、開発を進めた。第1層目は、アンダーコート層といい、水系インクの受容性を高めること、および着弾インクの粘弾性制御による解像度の向上を目的としている。これにより、メディアを選ばずに水性インクを活用できる。第2層目は所謂インクであるが、水系成分の組成最適化により、乾燥時の蒸散性向上による高速印刷性の確保と常温時の保湿性向上による吐出安定性（粘度、ノズル閉塞防止）の確保という背反特性の両立を図った。

第3層目は、所謂フィニッシングであり、プロテクターコート層と称している。この層では、下層で生じたインク皮膜のムラの解消、均質化と摩擦係数低減による摺動性の向上を目的としており、摩擦と衝撃による画像のダメージを抑制している。

これら全体像を俯瞰しつつ、それぞれに最適な機能性インクを開発し、一部マシンとも連携を図ることで、高速、高画質印刷を実現した製品群の上市につながり、商業印刷分野への進出、即ちO to D変換の実現に向けた橋頭堡を確保することができたので、以下で詳細を説明する。

2. サプライシステム

2-1 アンダーコート液 (UCL)

2-1-1 顔料凝集性ポリマーとアンダーコート液組成

オフセット印刷用コート紙への水性インク対応性向上の目的で、前述した3層構造のうち、第1層目は、

アンダーコート液をコート紙の前処理として付与し、水性インクを受容性を高めること、着弾インクの粘弾性制御により、コート紙上でのビーディング低減、色境界にじみを抑制することを目的としている。目的のためには、インク用の紙への①浸透性を高める、②蒸発、拡散速度を向上させる、③インク中の顔料の凝集を電荷中和により促進させるなどの手段が考えられるが、①、②については、インクの保存信頼性、ヘッドの吐出信頼性に影響を及ぼすことから、③の電荷中和による顔料凝集促進の手法を用いることにした。この手法の実現のためのキー材料として、アンダーコート液中に顔料凝集性ポリマーを含有させた。下記にインク着弾後、紙面上で顔料凝集する様子を図示した。

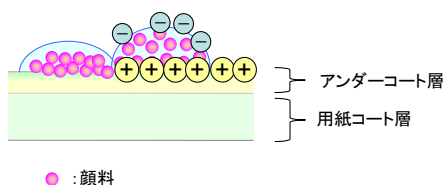


Fig. 1 Scheme of pigment aggregation on coated paper.

2-1-2 顔料凝集メカニズムとオフセットコート紙画像品質

顔料凝集メカニズムは、電荷中和を利用している。具体的には、インク中でマイナスの表面電荷を有している顔料粒子が、アンダーコート液に含有する顔料凝集性ポリマー分子構造内にあるカチオンの電荷により中和されることで、顔料凝集が速やかに促進される。この作用によって、アンダーコート液を付与した場合には、隣接ドット間の合を抑制することにより高品位な画像品質を得ることができる。アンダーコート液のカチオンは水溶性樹脂であることにより、紙に均一に塗布することができ、また紙の風合いを損ねることがない。また、顔料凝集促進のため、種々のカチオンポリマーの凝集性を検討した。Fig. 2に、アンダーコート液のカチオン強度とビーディングの相関およびその相関に対する画像品質結

果を示す。この結果より、アンダーコート液のカチオン強度が画像品質と相関があることが明らかになった。

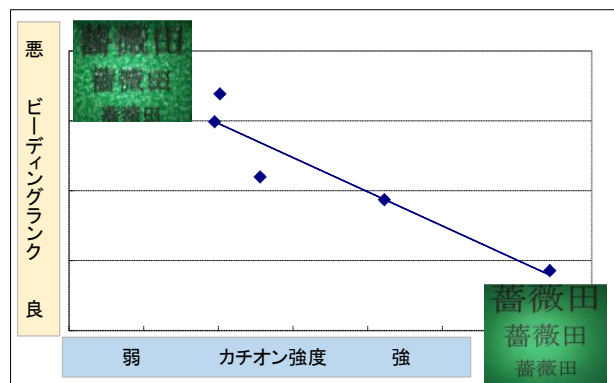


Fig. 2 Relationship of between print quality and undercoat liquid property.

上記のように、カチオン強度の高い顔料凝集性ポリマーを選定することにより、コート紙での画像品質で大きな課題であるビーディングを低減することができた。

2-2 速乾性インク (QDI)

2-2-1 速乾性インク組成

一般的に水性顔料インクは下記に示した成分により構成されている。

- ・ 顔料分散体
- ・ バインダー樹脂
- ・ 保湿剤
- ・ その他

浸透剤, pH調整剤, 防腐防黴剤等

顔料分散体は顔料表面に官能基を修飾することによって、分散剤を用いずに直接分散した自己分散型や、顔料表面を水分散性の樹脂で被覆し、マイクロカプセル化したもの等があり、適宜使用されている²⁾。

バインダー樹脂は紙基材への定着性向上等のためインク中に添加することもある。バインダー樹脂としては、水溶性樹脂 (PVA, PVP, セルロース系)

およびアルカリ可溶性の樹脂（アクリル系樹脂，マレイン酸系樹脂等）が挙げられる。

保湿剤はノズルの目詰まりを防止するため添加されている。一般的には，グリコール類が主に用いられているが，添加量の増大は，ヘッドの目詰まりには有効となる一方，紙での乾燥が遅くなる。保湿剤の種類は下記の点に留意して選択を行う必要がある。

- ・ 保湿性が高い
- ・ 分散性を低下させない
- ・ 水分が蒸発しても粘度の上昇が少ない³⁾

本インクにおいては，オフセット印刷用コート紙での画像乾燥性の確保を目的に，上記の保湿剤の選択による分散性の低下，水分蒸発時の粘度上昇に留意して速乾性インクを開発した。速乾性インクに要求される機能としては，①画像乾燥性，②吐出信頼性が挙げられる。Fig. 3に普通紙と，オフセット印刷用コート紙の画像乾燥の様子を示す。ビジネスプリンターで用いられている普通紙の画像乾燥性は，主にインク成分の紙への浸透が影響している。一方，オフセット印刷用コート紙の画像乾燥性は，インク吸収性能が少ないため，主にインク成分の蒸発が影響している。

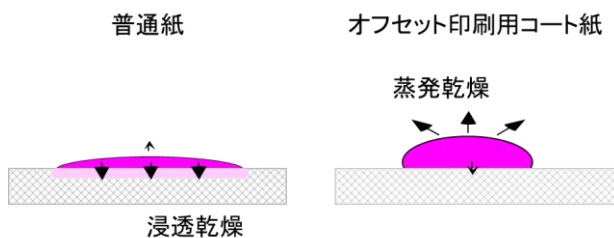


Fig. 3 Scheme of ink drying process on paper.

本インクは従来のGELJETプリンター用インクよりも速乾性にするために，インク保湿剤として蒸気圧の高いアルコールを選定した。これによりインクが乾燥しやすくなり，インク吸収性の少ないオフセット印刷用コート紙に印字した場合でも画像乾燥性が良好になった。

さらに，インクジェットプリンター本体に，印字画像を乾燥する機構を設けることで，乾燥性が不十

分なために発生する画像の剥がれを防止することができる。本インクは蒸気圧の高いアルコールを用いているため，印字画像を高温にすることで，インクの蒸発が促進されて乾燥性を良好にすることができる。

2-2-2 速乾性と吐出信頼性の両立

一般的に画像乾燥性を良好にするために速乾性インクにした場合，ヘッド内部でインクが乾燥して吐出の不具合が発生しやすくなる。

吐出の不具合，主としてノズル目詰まり防止のためには，常温における溶媒成分（水+有機溶剤）の蒸発に伴う粘度上昇やそれに伴う顔料や樹脂成分の凝集，沈降，あるいは固化を抑制する必要がある。このため，水系顔料インクでは一般に，高沸点の溶剤を添加して保湿し，溶媒成分の蒸発が抑制されている。他方，画像乾燥性の観点からは，高沸点溶剤の存在は阻害因子となる。また，対象メディアがコート紙の場合，高速印刷と画質を両立させることは，さらに大きな課題である。

本インクでは蒸気圧の高いアルコールを選定して，インクの乾燥性を高める検討を行った。インクの乾燥速度をFig. 4に示す。インクの乾燥速度は，内径33 mmのシャーレにインクを1g秤量し，23°C 20% RHの環境で静置したときの経過時間に対するインク重量変化として示したものである。

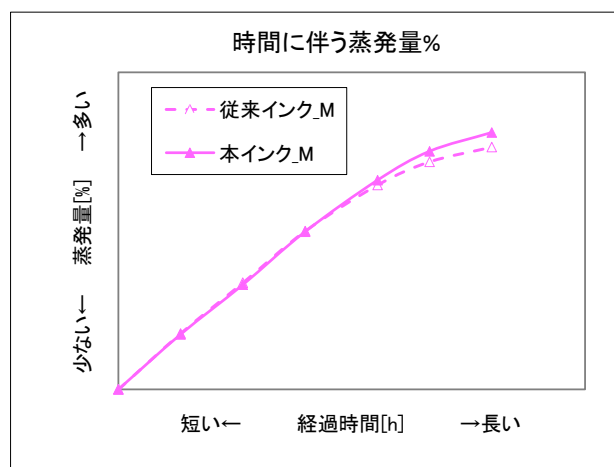


Fig. 4 Ink evaporation amount for the time.

従来インクと比べて本インクは経過時間に対する蒸発量が多く、インクの乾燥性に優れている速乾性インクであった。さらに本インクではアルコール選定において顔料分散性が低下しないものを選定することで、溶媒蒸発したときの増粘凝集を制御し、吐出信頼性を確保できるか検討を行った。本インクの溶媒蒸発時の粘度特性について従来インクとの比較をFig. 5に示す。

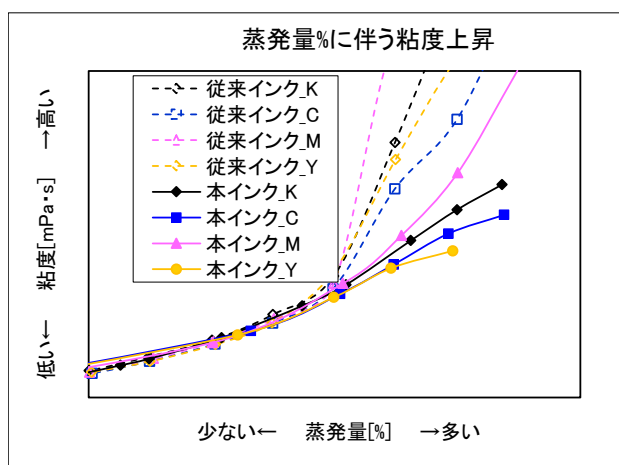


Fig. 5 Viscosity Change with evaporation.

従来インクが急激に粘度上昇するのにに対し、本インクは粘度上昇が緩やかになることが分かった。これにより、ヘッド内部でインクが乾燥したときの粘度上昇が抑制され、ヘッドのメンテナンスで吐出を回復することができ、吐出信頼性が良好になった。

2-3 プロテクターコート液 (PCL)

2-3-1 プロテクターコート液組成

画像耐擦性付与を目的に、新規サプライとしてPCLを開発した。前述したUCLとQDIとを組み合わせたプロセスにおいて、形成された画像は、顔料凝集、ゲル化作用を活用しているため、ドット内の粒子間の接着性は確保されているが、UCLを塗布したコート紙表面とインク層界面の接着強度が低下あるいはムラが存在するリスクを有しているため、特に摩擦係数の高い基材との摺擦が発生するプロセス、

あるいは状況下では、応力集中に伴うメディアからの画像剥離が発生するといった不具合が生じた。そのため、①ムラのない均質な膜を形成して、インク皮膜の強度確保を図ること、②画像表面の表面摩擦係数を下げ、摺動性を高めるという2つの対策を施す必要があり、第3の層形成が必要であり、PCLにより保護層を形成した。なお本層の形成は、印刷画像が均質化する結果、光沢度の向上にも寄与することとなった。膜の均質化のためには、樹脂成分によりドット間の隙間を埋め、ドット間の接合力/結着力を高める必要がある。この手段としては、樹脂エマルジョンの活用が有効であり、インク上に形成される保護層は、耐摩擦および耐衝撃性を有し、PCLが画像着弾後、速やかに造膜することが挙げられるため、造膜に関しては最低造膜温度 (MFT) に着目した樹脂の選定が重要である。またさらに、造膜後に表面エネルギーを低減する滑剤の配合も効果がある。これら2つの材料を用いることにより、耐擦性を向上することができる。

Fig. 6に樹脂造膜過程を図示する。

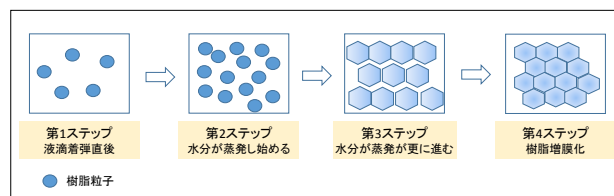


Fig. 6 Film-forming process.

2-3-2 耐擦性向上メカニズム

耐擦性向上のキー材料である樹脂は、画像上に着弾後、速やかに造膜することが必要で、MFTが室温以下の材料を中心に検討した。また、造膜後の膜表面エネルギーを低減させるため、滑剤成分を配合し、表面摩擦係数を下げることがを試みた。Fig. 7に、この概念を示す。

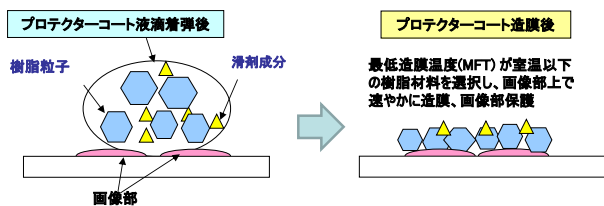


Fig. 7 Concept for reduction of surface friction.

上記のように耐擦性を付与する液特性として2つの特性に着目した。①着弾後造膜，②膜表面エネルギー低減，これらを組み合わせてPCLを作成，画像上に膜を形成し，耐擦性を評価した。

耐擦性はスミア定着性試験で評価した。ここで擦条件はJIS L0849「摩擦に対する染色堅ろう度試験方法」に準じて行った⁴⁾。Fig. 8, Fig. 9に，PCLの有無による試験前後の画像定着性評価結果を示す。

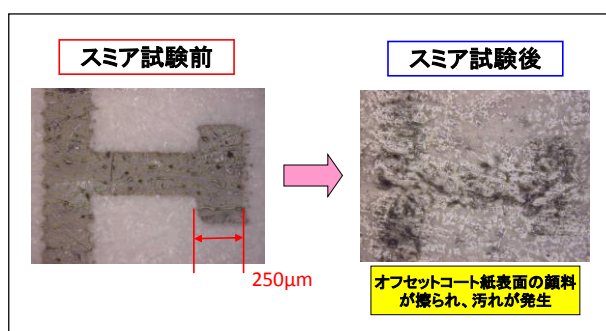


Fig. 8 Smear Test result (No Protector coat applied).

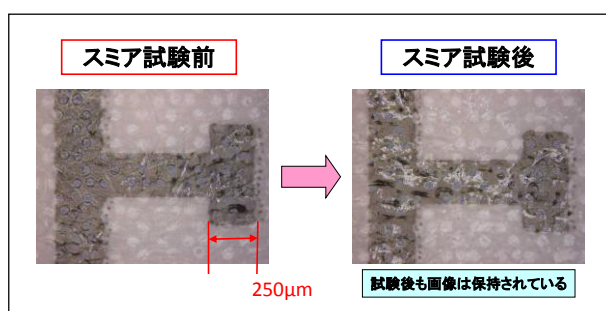


Fig. 9 Smear Test result (Protector coat applied).

上記のように，画像上にプロテクターコートを作ることにより，耐擦性が顕著に向上することが明らかになった。

3. 成果と今後の展開

アンダーコート液 (UCL)，速乾性インク (QDI)，プロテクターコート液 (PCL) の3つのサプライによって，水性インクの吸収性が乏しいオフセット印刷用コート紙であってもビーディングや画像剥がれという不具合のない印刷物を提供することができた。即ち，UCLによって，ビーディングのない良好な画像が得られた。QDIによって，画像乾燥性とヘッド吐出信頼性を両立できた。PCLによって，オフセットコート紙における耐擦性を向上できた。

今後，高速印刷性，印刷メディア対応性をより拡大していくことで，お客様のニーズに応えていく。

参考文献

- 1) 大田善久ほか: GELJETプリンターIPSiO G707/G505, *Ricoh Technical Report*, No. 30, pp. 145-150 (2004).
- 2) 日本画像学会編: デジタルプリンタ技術「インクジェット」, pp. 122-126, 東京電機大学出版 (2008).
- 3) インクジェット記録におけるインク・メディア・プリンターの開発技術, pp. 13-21, 技術情報協会 (2000).
- 4) JIS L0849 摩擦に対する染色堅ろう度試験方法.