

インクジェット耐水化剤“DK シリーズ”について

Inkjet Fixing Agents "DK Series"

星光 P M C 株式会社
製紙用薬品事業部 佐藤 健

1. はじめに

2014 年頃から、経済活動の効率化のため、多くの企業が印刷業務を外部委託するようになり、印刷・封入・発送までを一貫して行う DPS(データプリントサービス)需要が活性化した。DPS では主に個別化された請求書、明細書、通知書およびダイレクトメール等の印刷が行われており、小ロット、多品種、短納期の印刷が求められる。これらの要求に応える手段として、作成に時間とコストのかかる印刷版を使用しないインクジェット印刷が特に適している。そのため、DPS 需要の活性化に伴い、大手印刷会社を筆頭に高速フルカラーインクジェット対応デジタルプリンタの導入が増加した¹⁾。

こうしたインクジェット印刷の需要増加に伴い、関連産業の各メーカーがプリンタやインクの改良を進めてきた。但し、インクジェット印刷適性の向上には、プリンタやインクの改良だけでなく紙等の基材の改良も必要である。従来、水性インクジェット印刷において、発色性やコスト面で利点がある染料インクが主に使用されてきた。染料インクは水で滲みやすいため、当初インクジェット用紙に求められる性能は耐水性がメインであった。インクジェット耐水化剤“DK シリーズ”はこの要求に応えるべく生み出されたものである。

しかし、DPS に求められる基材性能は多色印刷適性、高速インクジェット適性等と多様化してきており、それに伴ってインクジェット耐水化剤に求められる性能も耐水性だけでなく、①印字濃度、②裏抜け抑制、③バーコード適性、④境界滲み抑制、⑤インクセツト性等多岐にわたるようになった。

当社の長年にわたる樹脂開発で蓄積された技術を基礎とし、従来の耐水性の付与だけでなく、印刷適性向上にも寄与できるように、インクジェット耐水化剤“DK シリーズ”の改良を重ねてきた^{2), 3)}。

加えて DK シリーズは、紙だけでなくフィルムや布帛(ふはく)等の基材に対してもインクジェット印刷適性を高めることができる特長がある。本稿では、インクジェット耐水化剤 DK シリーズの特長と各基材(紙、フィルム、布帛)に対する評価結果について紹介する。

2. DK シリーズの特長

当社 DK シリーズは、ポリアミン系樹脂を主成分とした水溶性の高カチオン性樹脂である。プライマー(前処理剤)として、DK シリーズを紙、フィルム、布帛等の基材に塗工することで、水性インクを使用した際のインクジェット印刷適性を高めることができる。

DK シリーズの作用機構を図 1 に示す。インクジェットプリンタから吐出された水性インク滴が基材に着弾後、インクは基材の垂直方向および水平方向に拡散する。カチオン性の DK シリーズはアニオン性のインクとイオン結合する結果、垂直方向へのインクの浸透が抑制され基材表面にインクが多く留まり、印字濃度が向上し、裏抜けが抑制される。また、水平方向のインクの拡散も抑制されるため、バーコード適性が向上し、多色印刷時の境界滲みが抑制される。

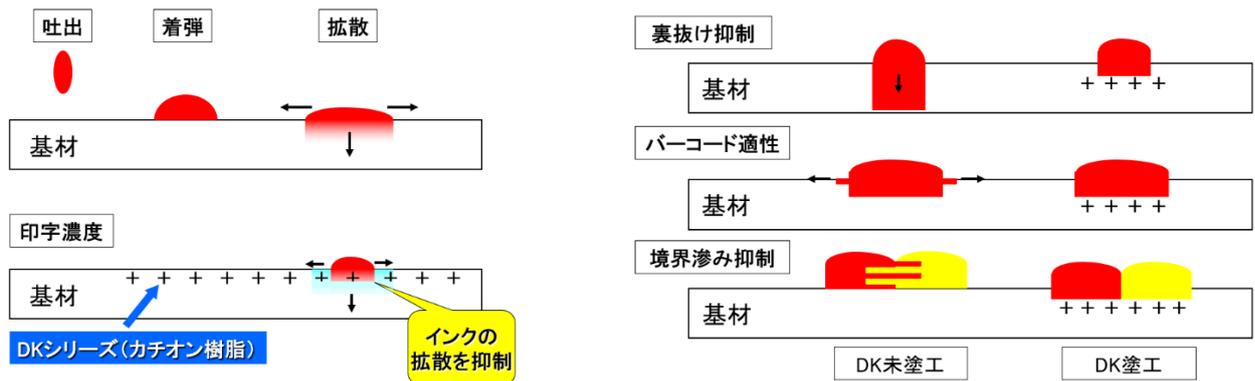


図 1. DK シリーズの作用機構

表 1. 染料インクと顔料インクの特徴

	染料インク	顔料インク
特徴	色材は非常に小さな分子で鮮やかな色彩を表現可能。	色材は粒子状で基材上に留まり文字や線をくっきり印刷可能。
用途	写真印刷	長期保存する文書、ポスター、屋外用印刷物
メリット	発色性に優れる。	耐水性や耐光性に優れる。フェザリングを起こし難い。滲み難い。
デメリット	耐水性や耐光性に劣る。フェザリングを起こしやすい。滲みやすい。	染料インクほどの鮮やかな発色性は得られない。

水性インクジェット印刷で使用されるインクは、染料インクと顔料インクに大別される。各インクの特徴を表 1 に示す。染料インクと顔料インクはどちらもメリット・デメリットを持ち合わせているが、DK シリーズはどちらのデメリットに対しても効果を発揮する。例えば、染料インクは耐水性に劣るため印刷物が水に濡れるとインクが滲んでしまうが、DK シリーズは染料分子とイオンの結合し、染料分子を疎水化・不溶化させることで耐水性を付与する効果がある(図 2)。

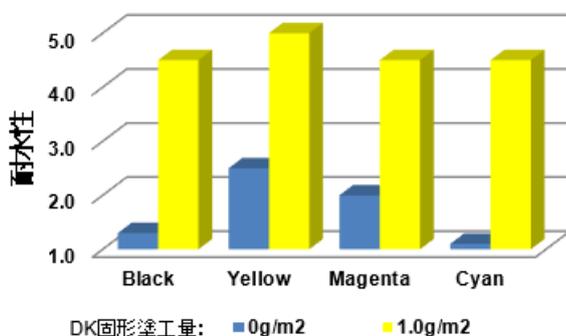


図 2. 染料インクの耐水性評価結果

基材: 中性上質紙、塗工方法: ワイヤーバー
 印刷: EPSON 社製インクジェットプリンタ、インク: 水性染料インク
 耐水性: 印刷物を水に 30 秒浸漬後、インクの滲み具合を目視評価。(優)5⇔1(劣)

また、顔料インクでは染料インクほどの鮮やかな発色性は得られないというデメリットがあるが、DK シリーズは顔料インクを瞬時に凝集させ、基材に定着させる効果がある。そのため、図 3 で示すように印字濃度を高め、発色を良好にできる。

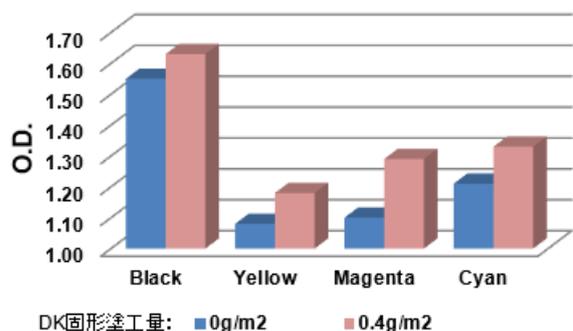


図 3. 顔料インクの印字濃度評価結果

基材: 中性上質紙、塗工方法: ワイヤーバー
 印刷: EPSON 社製インクジェットプリンタ、インク: 水性顔料インク
 O.D.: 分光光度計でベタ印刷部の印字濃度 (Optical Density) を測定。

DK シリーズによる具体的なインクジェット印刷結果を図 4 に示す。各インクのデメリットに対する効果を判断するため、染料インクにて耐水性、バーコード適性、境界しみ抑制、セツ性を、顔料インクにて印字濃度、

裏抜け抑制効果を評価した。DK シリーズにより各項目特性が向上することが確認された。DK シリーズによるメリットを以下に示す。

- ・ **耐水性**: 水に濡れた際のインク滲みを抑制できるため、印刷内容が確認しやすくなる。
- ・ **バーコード適性**: インクが繊維に沿って広がる現象(フェザリング)を抑制できるため、バーコードが読み取りやすくなる。
- ・ **境界滲み抑制**: 色境界部のインク滲みを抑制できるため、鮮明な印刷物を得ることができる。
- ・ **セツ性**: インクが基材に固着し、印刷直後のインク擦れを抑制できるため、高速印刷が可能。
- ・ **印字濃度**: 印字濃度を高めることで、発色性に優れた印刷物を得ることができる。
- ・ **裏抜け抑制**: 裏面へのインクの浸透を抑制することで、両面印刷物が見やすくなる。

	DK未塗工	DK塗工
耐水性		
バーコード適性		
境界滲み抑制		
セツ性		
印字濃度		
裏抜け抑制		

図 4. DK シリーズによるインクジェット印刷結果

基材: 中性上質紙、塗工方法: ワイヤーパー、DK 塗工量: 固形 0.4~1.0g/m²

印刷: EPSON 社製インクジェットプリンタ、インク: 水性染料、顔料インク

- ・ 耐水性: 印刷物を水に 30 秒浸漬後、インクの滲み具合を目視評価。
- ・ バーコード適性: インクが繊維に沿って広がる度合いを目視評価。
- ・ 境界滲み抑制: 色境界部のインク滲みを目視評価。
- ・ セツ性: 印刷数秒後の印刷部を一定の力で擦り、擦れ具合を目視評価。
- ・ 印字濃度: 分光光度計でベタ印刷部の印字濃度を測定。
- ・ 裏抜け抑制: 分光光度計でベタ印刷裏面の印字濃度を測定。

DK シリーズの標準的な塗工量は片面で 0.2~1.0g/m²(固形分量)程度であり、DK シリーズの塗工量に比例して耐水性、バーコード適性、境界滲み抑制、裏抜け抑制効果は向上する傾向がある。但し、

印字濃度については、DK シリーズの塗工量が多過ぎると、インクが過度に凝集しドット径が小さくなるため低くなる場合がある。そのため、最適な塗工量を見極める必要がある。

3. 各基材に対する DK シリーズ評価結果

3-1. 紙

インクジェット用紙は紙の表面に薬剤を塗工することで、種々の機能を発現している。原紙に塗工する塗工液の処方によって、その後のインクジェット用紙としての印刷適性が左右される。この塗工液処方により、インクジェット用紙はクリアコート紙とピグメントコート紙に大別される。

クリアコート紙は、澱粉やポリビニルアルコール等の表面紙力剤と DK シリーズのようなカチオン樹脂等からなる塗工液をサイズプレスやロッドメタリングコーター等で原紙に塗工したものである。この場合、インク受理層は紙自身となる。具体的な用途は、請求書、明細書、ダイレクトメール、テキスト教材、書籍用紙、広告、チラシ等と幅広い¹⁾。

ピグメントコート紙は、シリカ、アルミナ等の多孔質ピグメント、バインダー、DK シリーズのようなカチオン樹脂等からなる塗工液をエアナイフコーター等で原紙に塗工したものである。この場合、インク受理層は多孔質ピグメントとなる。多孔質ピグメントを使用しているため、インク吸収性に優れ、高精細な画質・高い発色性を発現できる。具体的な用途として、インクジェット専用紙や葉書等が挙げられる。

最近ではカラー広告の映える紙が求められていることから、オフセット印刷並みの多色印刷を高速インクジェットで実現するために、炭酸カルシウムを使用したピグメントコート紙も上市されている。

ピグメントとして、炭酸カルシウムやクレーを使用した場合、シリカやアルミナより塗工液粘度が低くなるため、塗工液の高濃度化が可能である。その結果、塗工液の乾燥負荷が低減し、塗工液中のバインダーが基材に浸透する現象(マイグレーション)が起こりにくくなる。そのため、インク受理層の塗工ムラが小さく

高精細な画像が得られると共に、インク受理層の表面強度が良好となる。しかし、炭酸カルシウムは通常アニオン性の分散剤を使用して分散させているため、その中にカチオン性のインクジェット耐水化剤を添加すると、炭酸カルシウムが凝集、増粘してしまう場合があり、添加量等に注意が必要である。

このような炭酸カルシウムを使用したpigmentコート紙においても、当社の開発した DK6852 は、その添加部数を調整することで、塗工液粘度を低く抑えつつ、インクジェット印刷適性を高めることが可能である。

炭酸カルシウム、クレーおよびバインダーを含む塗工液に DK6852 を添加した際の塗工液粘度を図 5 に、その塗工液を原紙に塗工しインクジェット印刷した際の評価結果を図 6～図 9 に示す。図 5 より、DK6852 の添加部数が低い場合、塗工液は凝集傾向を示し、塗工液粘度は上昇した。さらに添加部数を高めると塗工液系内がカチオン過剰になり、塗工液は分散傾向を示し、塗工液粘度が下がることが確認された。

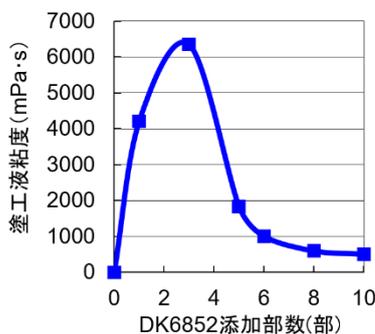


図 5. 塗工液粘度

DK6852 添加部数:ピグメント固形分に対する DK6852 固形分添加部数

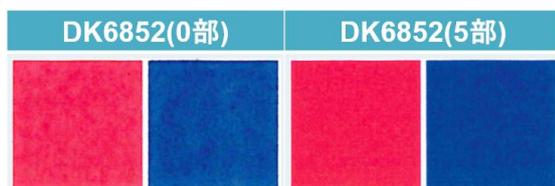


図 6. ベタ印刷部外観

基材: 中性上質紙、塗工方法: ブレードコーター、塗工液塗工量: 固形 6.0g/m²
印刷: EPSON 社製インクジェットプリンタ、インク: 水性顔料インク

ベタ印刷部の外観を図 6 に示す。DK6852 を添加しない場合、ベタ印刷部にムラが確認されたが、

DK6852 を添加することで、ムラが改善され鮮明性が向上した。

バーコード適性と境界しみ抑制の評価結果を図 7 に示す。DK6852 の添加部数に比例して、バーコード適性や境界しみ抑制効果は向上傾向を示した。

印字濃度およびドット観察結果を図 8 および図 9 に示す。印字濃度については最適な添加部数があることが確認された。カチオン性の DK6852 はアニオン性の顔料インクとイオン結合する結果、垂直方向へのインクの浸透が抑制され基材表面にインクが多く留まり、印字濃度を高めることができる。図 9 から DK6852 の添加により、ドット 1 つ 1 つの発色性がより鮮明になっていることが確認された。しかし、DK6852 を 10 部まで添加すると、インクがより凝集しドット径が小さくなる結果、印字濃度は低下した。そのため、印字濃度や塗工液粘度等の結果を総合的に見て、最適な添加部数を見極める必要がある。

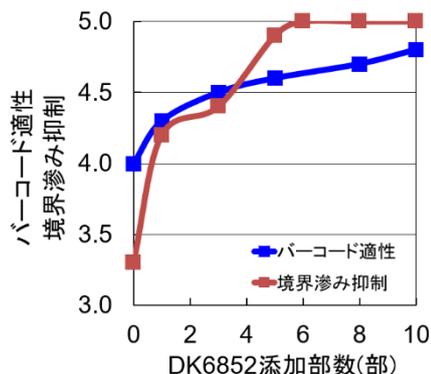


図 7. バーコード適性と境界しみ抑制

バーコード適性: インクが繊維に沿って広がる度合いを目視評価。(優)5⇔1(劣)

境界しみ抑制: 色境界部のインク染みを目視評価。(優)5⇔1(劣)

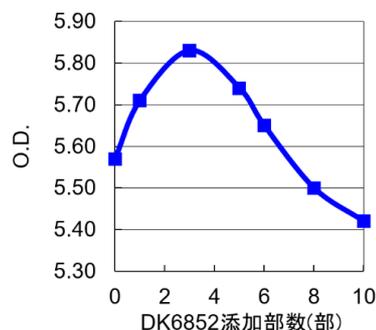


図 8. 印字濃度

(ブラック、イエロー、マゼンタ、シアン)の印字濃度合計値)

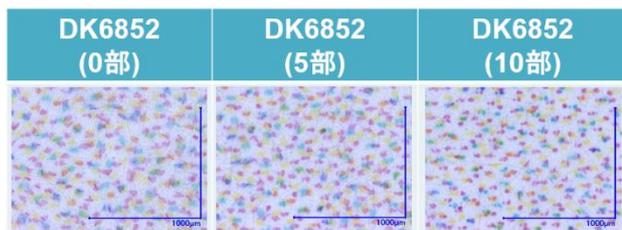


図 9. ドット観察結果

観察方法：印刷物を顕微鏡（200 倍）にてドットを観察。

3-2. フィルム

ポリエチレンテレフタレート（PET）やポリプロピレン（PP）等のフィルムに対する軟包装印刷において、印刷刷柄の出来栄が売上に直結するため、印刷品質が重視される。そのため、美粧印刷が可能なグラビア印刷方式が長年利用されてきた。しかし、最近は下記のような背景から、環境に優しい水性インクを使用したインクジェット印刷が望まれている。

- ・ グラビア印刷は版を使用するため大量生産に適しているが、近年のライフスタイルの変化や消費者ニーズ・販売プロモーション・流通の多様化に伴って、生産の小ロット化・多品種化・短納期化を求める動きが広がっている⁴⁾。
- ・ グラビアインクは油性インクが主流であるが、溶剤を含むため、残留溶剤による臭気が問題になる場合がある。
- ・ インクジェットインクとして UV インクもあるが、未反応のモノマーがインク膜中に残り、印刷物の臭気が問題になる場合がある。

当社の開発した DK6810 は、紙だけでなくフィルムに対しても、水性インクを使用したインクジェット印刷を可能にする。PET フィルムに DK6810 を塗工した際のインクジェット印刷結果を図 10 に示す。DK6810 の塗工により、ベタ印刷部のムラ、バーコード適性、境界しみ抑制等のインクジェット印刷適性が大幅に向上した。

以上より、DK6810 は、小ロット化・多品種化・短納期化のニーズに応えつつ、残留溶剤・モノマーの排除、印刷作業環境の改善、大気汚染の防止、人体への安全性改善等にも貢献できる。



図 10. フィルムに対するインクジェット印刷結果

基材：PET、塗工方法：ワイヤーバー、DK6810 塗工量：固形 0.4g/m²
印刷：EPSON 社製インクジェットプリンタ、インク：水性顔料インク

3-3. 布帛

従来、布帛の捺染（なっせん）方法において、スクリーン印刷が主流であった。しかし、最近では布帛においても小ロット、多品種の需要が高まっており、インクジェットプリンタを用いた布帛の捺染（インクジェット捺染）が増加している。

布帛（ポリエステル）に対し、DK6804 を塗工した際のインクジェット印刷結果を図 11 に示す。DK6804 の塗工により、裏抜けや境界しみが抑制され、鮮明性が向上した。

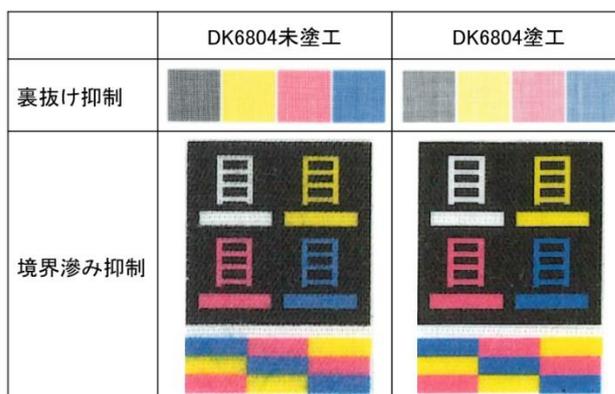


図 11. 布帛に対するインクジェット印刷結果

基材：ポリエステル、塗工方法：ワイヤーバー、DK6804 塗工量：固形 1.0g/m²
印刷：EPSON 社製インクジェットプリンタ、インク：水性顔料インク

4. まとめ

DK シリーズを用いることで、水性インクでインクジェット印刷した際の耐水性、バーコード適性、境界しみ抑制、セツ性、印字濃度、裏抜け抑制等を改善できる。DK シリーズは水性インクとイオン結合しやすいように分子設計されており、カチオン密度や分子量等をコントロールすることで、各種水性インク／塗工液処方／基材に対応できる製品を揃えている(表 2)。DK シリーズを通じて、印刷物の小ロット化・多品種化・短納期化という市場のニーズに適したインクジェット印刷を基材の面から下支えし、経済活動の効率化に貢献していく。また、各種基材への水性インクジェット印刷を可能にすることで、人や地球にやさしい社会づくりに貢献していく所存である。

<参考文献>

- 1) ヤノ・レポート, 2024 年 6 月 10 日号, No.1603, 44-54 頁
- 2) 那須健司, 武田次郎, 紙パルプ技術タイムス, 2002 年 5 月号, 1-4 頁
- 3) 那須健司, 武田次郎, MATERIAL STAGE, Vol.3, No.3, 2003, 65-68 頁
- 4) 佐藤武彦, 日本画像学会誌, 第 55 巻, 第 5 号, 2016, 572-577 頁

表 2. DK シリーズのインク／塗工液処方／基材適性

品番	不揮発分 (%)	水性インク		塗工液処方		基材
		染料	顔料	クリアコート	ピグメントコート	
DK6804	55	△	◎	○		紙、布帛
DK6810	55	○	◎	○		紙、フィルム
DK6850	70	△	○		○	紙、布帛
DK6852	50	○	△		○	紙、フィルム
DK6854	50	◎	△	○		紙
DK6885	70	◎	○	○		紙

研究者プロフィール



星光 PMC 株式会社
 製紙用薬品事業部
 技術統括部
 市原研究所
 主任 佐藤 健
 (Takeshi Sato)