

工業製品へのインクジェット印刷による加飾技術と、 屋外用途向けインクジェットインクに関する 弊社取り組みについて

Decoration Technology by Inkjet Printing on Industrial
Products and our Initiatives about Inkjet Inks
for Outdoor Applications

スペシャルティ事業部門 デジタルコーティング事業部
Speciality Business Div.
Digital Coating Dept.



高岳 駿介
Shunsuke TAKAOKA



南 和男
Kazuo MINAMI

1. はじめに

昨今、様々な素材に塗装、めっき、印刷、着色、フィルム貼合・転写、形状付与といった加工・処理を施す加飾技術によって、高意匠性や高機能性を付与した独自性の高い工業製品の需要が高まっている。本報では、幾多の加飾技術の中でインクジェット印刷を取り上げ、技術解説と直近の屋外用途における弊社の取り組みについて紹介する。

2. インクジェット印刷

インクジェット印刷は、インクを数～数十ピコリットル（ピコ=10⁻¹²、一兆分の一）の微細な液滴にして、被塗物へ吹き付け、小さな点の集まりで文字や図形を描画する印刷技術である。印刷版を必要とせず、デジタルデータからそのまま印刷物を出力できる手軽さもあり、家庭用プリンタの印刷方法としても広く普及している。

既存の有版印刷技術と比較して、インクジェット印刷は、大量生産での生産性やコストでは未だ劣るものの、少量多品種、在庫削減、短納期、作業者の習熟が不要など、近年のものづくり現場の要求に応える点も多い。また、インクジェット印刷は非接触印刷であり、紙やフィ

ルムといった平面媒体だけでなく、数ミリメートル程度の粗さの凹凸面、緩やかな曲面をもつ形状物、比較的単調な円筒物、立面への印刷など、既存の印刷技術では適用できなかった分野へも適用することができるため、様々な工業製品の加飾手法として採用が広がっている。

インクジェットインクの種類としては、溶剤系インク、水系インク、UV硬化系インクの3種類に大別することができ、これらの要素を組み合わせた溶剤UV硬化系インクや水系UV硬化系インクもあり、その他特殊なものとしては固体インクなどがある。

溶剤系インクは、主成分が有機溶剤から成るインクであり、VOC (Volatile Organic Compounds 揮発性有機溶媒) を多く含むものの、画質が良好で、印刷物の耐久性が高い。印刷品質が優先されるサイン&ディスプレイ分野などの商業印刷、いわゆるプロユースの現場での採用が多い。

水系インクは、主成分が水からなるインクであり、安全性の高さから家庭用プリンタ、食品包装などで多く採用されている。

UV硬化系インクは、紫外線 (UV ; ultra violet) を照射することでインクが硬化するタイプであり、UV照射によりインクが瞬間的に硬化するため、生産性が高い。この即時硬化性を利用した塗り重ね (盛り上げ印刷、厚盛り印刷などと呼ばれる) による凹凸表現など、独特の

意匠を付与することもできる。また、UV硬化系インクは、無溶剤（インク組成の全てが膜を形成する成分であり、有機溶媒などを含まない）とすることで、VOC排出量を極めて少量とすることができる。近年では、硬化光源としてLEDタイプのUVランプが多く開発されており、省エネ効果も高くなってきている。弊社でも、これら溶剤系インク、水系インク、UV硬化系インク各種をラインナップしている。特に弊社のデジタルコーティング事業部では、「DNTデジタルコーティングシステム®」として、各種工業製品への加飾について、各分野の塗料ラインナップとUVインクジェット印刷を組み合わせた加飾仕様の提案を行っている。

3. 屋外用途向けの印刷物について

インクジェット印刷の用途の広がりに伴い、印刷物は様々な条件下で使用されている。印刷物を屋外で使用する場合は、印刷物の美観もさることながら、紫外線や風雨に曝される環境に耐えることが要求される。

例えば、広告・宣伝用途などは、印刷物として色彩の鮮やかさや多様なデザインを再現することが重視されるが、使用期間は比較的短期であるため、耐久性の要求としては半年から数年である。

建築物外装分野では、木目や石目など自然色を基調としたデザインが主であり、期待耐久性としては、建物本体と同等の数十年レベルが求められる。

こうした要求に応えるため、用途に合わせたインク設計、特に着色材の適切な選定が重要となる。

4. インクジェットインクの着色剤と耐候性

インクジェットインクの着色材としては、各種染料、顔料が用途に応じて選択される。

染料は、非常に鮮やかな色相が得られるものの、太陽光でも容易に分解され退色する。顔料は、染料に比べて鮮やかさでは劣るものの、太陽光での分解には比

較的強く、長期的に色彩を保持したい場合に使用される。顔料はさらに、有機顔料と無機顔料に大別される。

表1に有機顔料と無機顔料の例を示す。有機顔料は、有機化合物から構成された顔料であり、染料ほどではないものの、色鮮やかに発色するという特長を有する。しかし、紫外線には強くなく、退色しやすい。

表2にそれぞれの特長を示す。無機顔料は鉱物・金属などを主体とする無機物で構成されており、紫外線に強く、耐候性に優れるという特長を有する反面、鮮やかな色相という点では有機顔料に劣っている。

表1 有機顔料と無機顔料の代表例

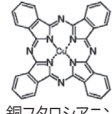
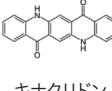
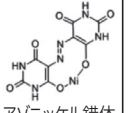
	黒系	青系	赤系	黄系
	P.BI.7	P.B.15-3 / 15-4	P.V.19	P.Y.150
有機顔料	カーボンブラック	 銅フタロシアニン	 キナクリドン	 アゾニッケル錯体
無機顔料	P.BI.7 カーボンブラック	P.B.28 Co, Al 複合酸化物	P.R.101 酸化鉄	P.Y.42 水酸化鉄

表2 無機顔料と有機顔料の特長

	無機顔料	有機顔料
耐候性	○	×
発色性	×	○
用途	外装向け	内装向け

上述の通り、弊社でも特に長期耐久性が要求される建築物外装分野では無機顔料を採用している。しかしながら、再現できる色のバリエーションが少なく、色再現域が狭いのが課題である。

一方で、内装分野や屋根のある条件などの準屋外分野においては、外装ほど紫外線劣化の影響がないため有機顔料が採用されているが、屋内であっても印刷物の退色は免れない。昨今では、内装分野においても耐候性に関する要求が高まりつつある。

このような市場ニーズに対応するべく、我々は、無機顔料含有UV硬化系インクジェットインクの発色性改善に取り組んだので紹介する。

5. 高発色無機顔料含有UV硬化系インクジェットインク

発色性を改善するため、隠ぺい性に着目して開発を行った。従来の無機顔料含有UV硬化系インクジェットインクは顔料の沈降を抑制するため、顔料の粒子径を $0.1\mu\text{m}$ 以下に調整している。そのため、高い透明性が得られているが、隠ぺい性は低下し、さらに顔料濃度を高めても一定以上の発色は望めない点が課題であった。そこで、隠ぺい性が最も得られるとされる $0.2\sim 0.4\mu\text{m}$

表3 UV硬化系インクジェットインクの隠ぺい率

隠ぺい率	青	赤	黄
無機顔料 (粒子径 $0.1\mu\text{m}$ 以下)	17%	35%	26%
高発色無機顔料 (粒子径 $0.2\sim 0.4\mu\text{m}$)	51%	59%	46%

白黒隠ぺい紙上にインクジェット印刷を行った後、測色計にて白地部分(L_w)と黒地部分(L_b)のL値を測定。上記L値の比(L_b/L_w)から隠ぺい率を算出。

μm に顔料の平均粒子径を調整したところ、隠ぺい性の向上が確認できた(表3)。黒色基材上における印刷物外観を図1に示す。最適な顔料濃度の調整と、分散安定化の手法を検討した結果、図2に示すように、無機顔料含有UV硬化系インクジェットインクの発色性を大幅に改善することができた。今後は有機顔料の発色性により近づけることを課題とし、検討を重ねていく所存である。

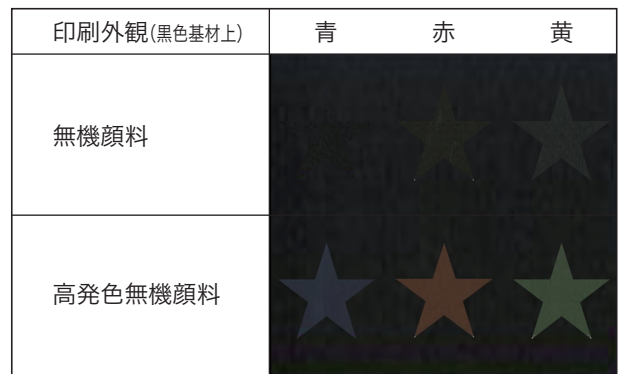


図1 UV硬化系インクジェットインクの隠ぺい性

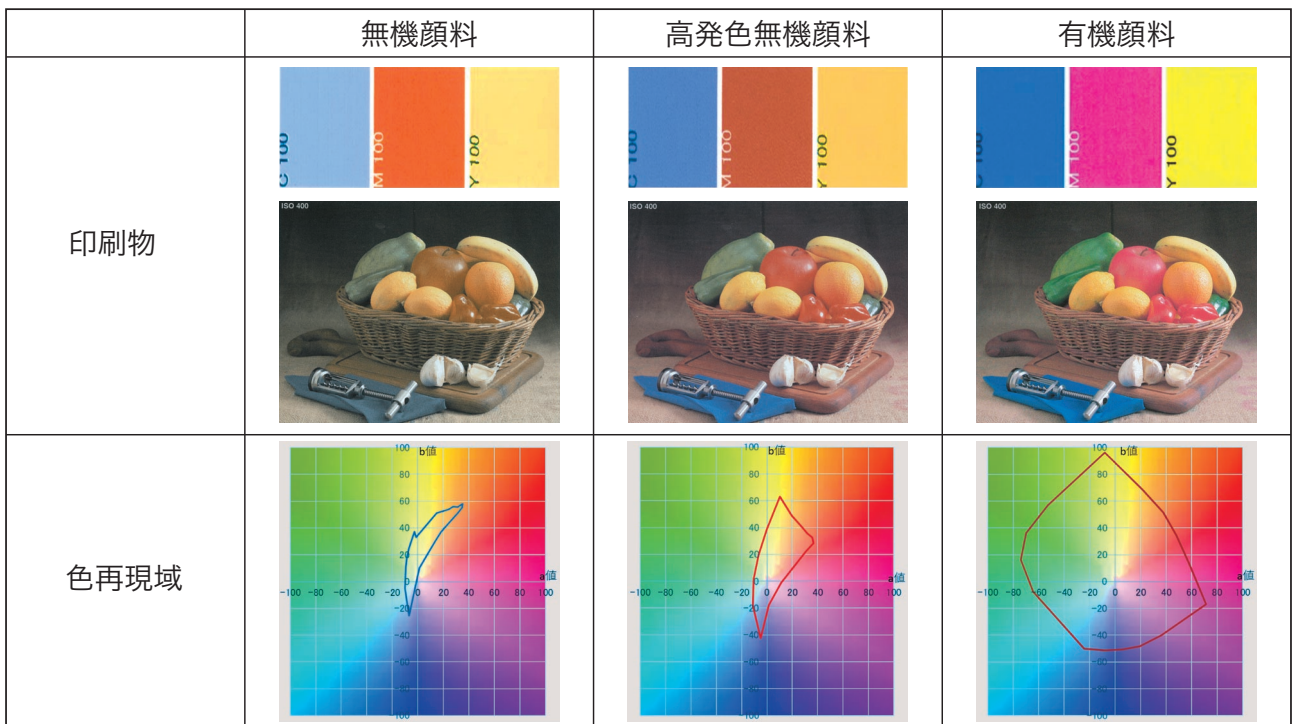


図2 UV硬化系インクジェットインク印刷物の外観と色再現域

6. おわりに

屋外用途におけるインクジェット印刷技術の適用例と、弊社での取り組みについて報告した。

インクジェット印刷は、非接触印刷であることから、紙やフィルムといった平面媒体だけでなく、数ミリメートル程度の凹凸面、緩やかな曲面をもつ形状物、比較的単調な円筒物、立面への印刷など、既存の印刷技術では適用できなかった分野へも採用されている。さらに、昨今では産業用ロボット技術、スキャニングや画像処理技術の発展とともに、より複雑な形状の立体物への印刷も試みられている。また、昨今の世界的な取り組みであるSDGs、とりわけカーボンニュートラル、VOCによる大気汚染の抑制など気候変動への取り組みに関して、大きく貢献できる可能性を秘めた技術であり、益々活用の範囲が広がっていくことが想定される。

我々は、本報に示した高発色無機顔料含有UV硬化系インクジェットインクをはじめ、さらなるインクジェットインクのラインナップ拡充、レベルアップを進め、様々な分野へインクジェット印刷技術の適用範囲を広げることによって、広く社会的課題解決へ貢献していきたいと考えている。
