

高感度インキ対応 UV 照射装置の開発

Development of UV Irradiation System for Highly Sensitive UV Ink

麻 田 隆 志* 西 川 典 秀* 森 茂 行*

Takashi Asada Norihide Nishikawa Shigeyuki Mori

Abstract

For the label printing press has been developed UV irradiation system capable of reducing thermal damages on substrates, electricity consumption, and exhaust air volume. This UV system makes the electricity consumption less than half of previous one while keeping productivity and also enables a duct pipe to be dismantled by the reduction of exhaust air volume. We introduce the UV irradiation system of the energy-saving type for fast curing of printed parts with few ultraviolet rays by using highly sensitive UV ink.

Key words: UV irradiation system; Curing; Printing press; Highly sensitive UV ink

1 はじめに

紫外線（以下 UV と呼ぶ）照射を応用した技術は、様々な用途開発が進んでおり、幅広い分野で使用されている。UV 照射されると瞬時に硬化するインキ、塗料、接着剤など、分野によって有効波長や照射条件が大きく異なるが各分野で応用され、拡大・発展してきた¹。

印刷分野においては、生産性向上を目指しランプ電力の増大に注力していた時代もあったが、環境問題における省エネ要請に直面し、近年では従来に比べ低い電力、排気風量で生産性維持、向上できるシステム開発が業界のトレンドとなってきた。シール・ラベル印刷分野では、より少ない消費電力および UV から放射される熱的ダメージの軽減という市場ニーズから UV インキの高感度化するかわち、より少ない紫外線光量で硬化するインキの開発が進んできた¹。

今回、UV インキ高感度化に対応する UV 照射装置を開発したので報告する。

2 UV 硬化の特長および UV システムに求められるもの

2.1 UV 硬化の特長

UV 硬化の特長は、つぎのとおりである¹。

- (1) UV インキが VOC（揮発性有機化合物）、COC（塩素系有機化合物）を含まないため環境に優しい。
- (2) 熱乾燥、自然乾燥と異なり UV 照射することで瞬時に硬化するため、印刷直後に印刷物を重ねてもインキの裏移りがなく、直後に後工程に回したり梱包・出荷できるため生産のリードタイムが大幅に短縮できる。
- (3) PP、PET などの浸透乾燥が期待できない素材（原反）でもインキの瞬時硬化が可能。
- (4) インキ壺やローラ上で硬化する油性インキとは異

* ライティング事業部 製造部

なり UV が照射されない限りインキが硬化しないため洗浄せず放置できる。

- (5) 塗膜が強靱で傷がつきにくい。

2.2 UV システムに求められるもの

UV インキ高感度化にともなう UV システムに求められる必須事項はつぎのとおりである。

- (1) 原反への熱的ダメージ低減

UV ランプから放射される熱線によって原反がダメージを受ける場合がある。国内では熱に弱いフィルムの需要が増えており、UV ランプから放射される熱線による原反へのダメージ低減が大きな課題となっている。フィルムなどの熱に弱い原反は、冷却ロールに巻き付けた状態で UV 照射する等の熱対策が必須となり装置が高価になる。また熱的ダメージを受けやすい原反については、熱的ダメージを受けないよう、高速の搬送速度でも硬化する UV インキが必須となる。

- (2) 消費電力低減

UV照射装置の稼働には大きな電力が必要となる。UV照射装置の電力低減が工場全体の消費電力低減に大きく影響する。

- (3) 電気・ダクト配管工事簡素化

UV照射装置設置にあたってはダクト配管、電気配線等大がかりな工事をおこなう必要があり、小規模事業者にとっては導入の大きな足かせとなっている。UVランプから放射される熱線によりUVランプ、UV照射器具がダメージを受けないように強制冷却が必須となるが、一般的にUVランプを搭載したUV照射器具からダクト配管をおこない、ブロワによってオゾンを含む熱風を工場外へ強制排気する必要がある。

3 高感度インキ対応 UV 照射装置の構成と特長

今回開発した高感度インキ対応 UV 照射装置の構成と特長はつぎのとおりである。

3.1 シール・ラベル印刷機の構成

一般的なシール・ラベル印刷機の全体構成の主要部分を Fig. 1 に示す。

赤線部分が今回開発した UV 照射装置である。シール・ラベル印刷機では複数の印刷ユニットを搭載して多色刷りをおこなうが、各印刷ユニットの後に UV 照射装置を搭載し、後続の印刷ユニットにおいてインキが剥離しない程度に硬化させておく必要がある。印刷ユニット間に搭載する UV 照射装置を色間用と称する。最終の印刷ユニット後にはすべてのインキを完全硬化させなければならないため色間用より高出力の UV 照射装置を搭載する。これをフィニッシュ用と称する。

3.2 UV ランプの特長

前述した UV システムに求められるものをいかに具体化するか UV ランプ、UV 照射装置両面から検討をおこなった。従来の UV ランプを単に出力を下げて使用すると、UV ランプ（メタルハライドランプ）の分光分布が変化して、インキ硬化速度が低下する欠点があった。そこでつぎのような改善を実施して、少ない入力電力で十分にインキ硬化できるランプを開発した。

- (1) 発光管の細管化などの発光管形状と封入物の最適化により、当社従来品に比べ約 20% 発光効率をアップした（従来品を同負荷で使用した場合との比較）。このランプの波長に対する相対分光エネルギー分布を Fig. 2 に示す。

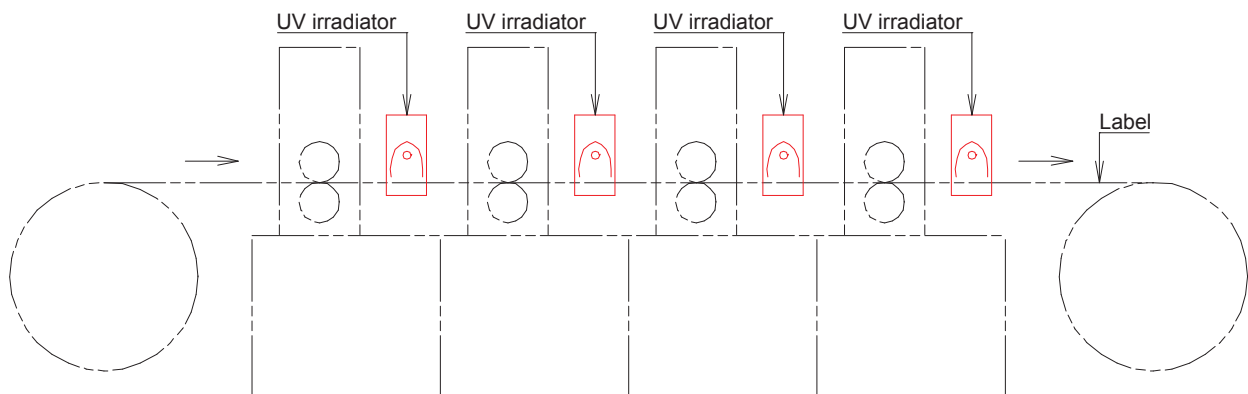


Fig. 1 Schematic setup of UV printing system for newly developed UV irradiation system.

- (2) 電極の形状や小形化を工夫することにより、待機時は50%電力まで減光可能となり、大幅な省エネ化ができた。
- (3) ランプ電圧を極力低く抑えることにより、安定器への負担を軽くし電源装置の小形化に結びつけた。
- (4) オゾンが発生しにくいオゾンレス発光管を採用した。

以上の特長を持ち、かつUV強度が長寿命ランプの目標仕様である2000時間を超えても初期の70%以上を確保できるように工夫してある。ランプのUV強度の時間変化をFig. 3に示す。

3.3 UV照射装置の特長

UVランプの性能を最大限発揮させ、UVシステムに要求されることを具体化させるために、つぎの5点の特長を持ったUV照射装置開発をおこなった。なお下記(4)(5)の点については従来UV照射装置の特長を継承した。

- (1) 従来、別置き冷却ファンで強制排気冷却をおこなっていたが、UVランプの低電力化が可能となったため、UV照射器具に搭載したプロペラファン

での冷却で対応可能となった。そのためにダクト工事が不要である。

なお、排気風にオゾンを含まないようにオゾンフリーランプを採用しているため、周囲に排気しても安全であり、低電力であるために熱排出量も少ない(Fig. 4参照)。その場合、集中排気用アダプタにて外部排気も可能(ただし圧送ブロワが必要)。

- (2) パルス電圧の最適化によるランプ始動性の改善、二次無負荷電圧の最適化による点灯維持の安定性改善、ランプ冷却の最適化などにより、放電が安定しにくい低電力でも始動、点灯維持できる。また待機(シャッター閉)時の50%減光もあわせて省エネルギー運転を可能とし、システム電力は従来比半分以下を実現している。
- (3) 低出力で照射することにより原反の温度上昇を抑えることができ、熱に弱いフィルム系や感熱紙等のワークに低ダメージでの処理が可能である。
- (4) UV照射器具本体にアルミ押出材を採用することによるデザイン性の向上によって、知覚品質を向上させている。溶剤等を含む雰囲気で使用される

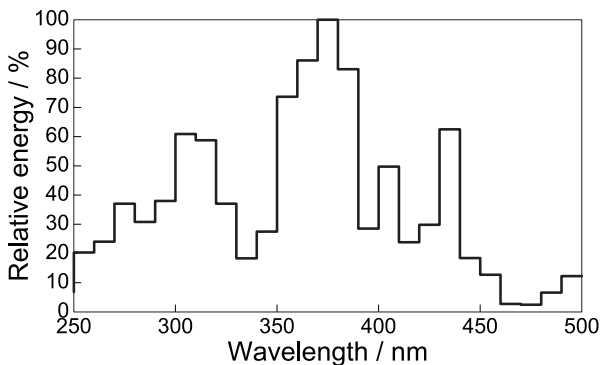


Fig. 2 Relative spectral distribution from 250 to 500 nm for newly adopted UV lamp.

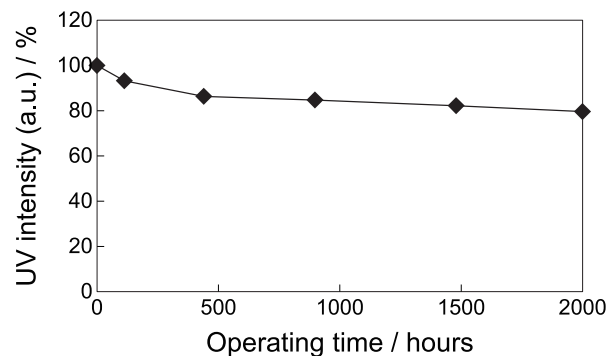


Fig. 3 UV intensity degradation according to operating time for newly adopted UV lamp.

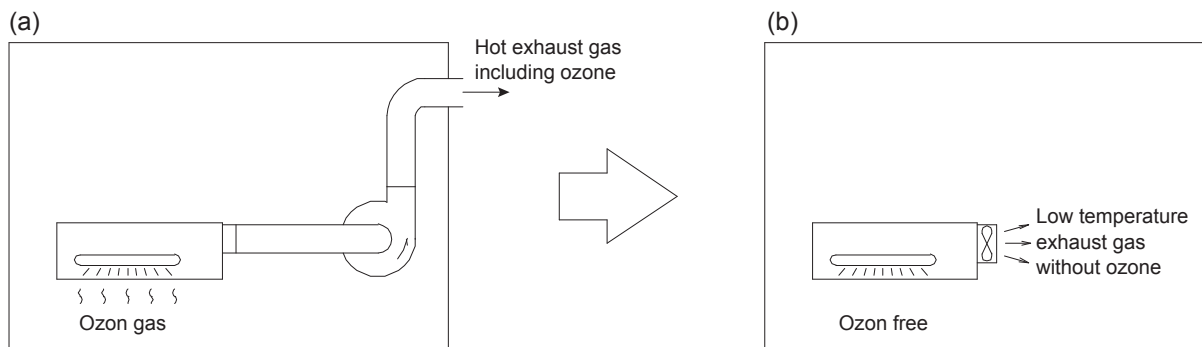


Fig. 4 Difference between two types of exhaust methods for UV irradiation system: Conventional example (a) and System for highly sensitive UV ink (b).

- こともあるため、腐食対策にもなる (Fig. 5 参照).
- (5) 消耗交換部品である UV ランプ, 反射板が簡単に交換できるよう UV ランプ, 反射板を搭載した反射板ユニットを引出し式とし, 照射器具外部へ着脱することで容易なメンテナンスが可能である.

4 インキ硬化性能の評価

高感度インキ対応 UV 照射装置をシール・ラベル印

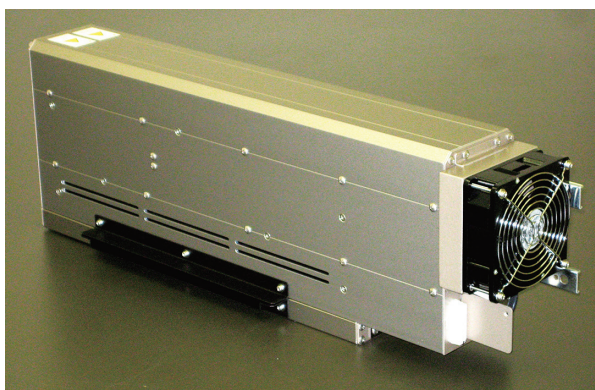


Fig. 5 Appearance of UV irradiator.

刷機に搭載し, 数社の UV インキの硬化性能評価を実施した. 評価についてはフィニッシュ用に本装置を搭載したことを想定し, 硬化条件の厳しい黒インキを使用し, 印刷負荷の大きいベタ印刷を実施した. さらにインキ硬化に影響を与える要因である原反の種類, ラインスピード (L/S), インキの種類をかえて, その性能を比較した. インキ硬化については指摩擦, スクラッチ, テープ剥離でおこない, インキ膜厚は印刷面内のインキ濃度の分布で評価した.

その結果をまとめて Table 1 に示す. 表から, ほとんどの項目で, 評価判定がきわめて良好である (Excellent: 完全硬化・密着) ことがわかる. しかしながら, 擦過 (スクラッチ), 密着 (テープ剥離) の一部の項では, 良 (Good: Excellent 状態の 70% 程度) の判定結果となっているが次工程の印刷ユニットでの印刷時における要求性能はインキ塗膜が剥離しない程度に硬化すればよいため, 色間搭載を想定した場合は全く問題ないと判断できる. したがって, 今回開発した UV 照射装置の性能は, UV インキの高感度化へ充分に対応できるものであるといえる.

Table 1 Evaluation results on UV curing tests for newly developed UV irradiation system under various printing press conditions using different types of black inks.

Types of ink by different makers	Based label materials	Optical density of ink ^a			Line-speed ^b / m min ⁻¹	Evaluation results on mechanical coating properties		
		Left side	Center	Right side		Friction resistance by finger rub off test ^c	Scratch resistance ^d	Adhesion strength by peeling test ^e
Company A's highly sensitive UV ink for paper and film	Coated paper	1.76	1.70	1.90	100		Good ^f	
		1.86	1.52	1.74	80	Excellent	Excellent	Excellent
		1.92	1.43	1.66	40		Excellent	
	Film	1.71	1.74	1.92	120	Excellent	Very good	Excellent
		1.83	1.88	2.05	100		Excellent	
Company B's regular UV ink for paper and film	Coated paper	1.53	1.52	1.79	120		Very good	Good ^f
		1.88	1.83	2.11	100	Excellent	Very good	Good ^f
		1.90	1.90	2.05	80		Excellent	Very good
	Film	1.75	1.81	1.94	120	Excellent	Very good	Excellent
		1.75	1.77	1.92	100		Excellent	
Company B's UV-LED ink for paper and film	Coated paper	1.50	1.67	1.83	120	Excellent	Excellent	Excellent
	Film	1.63	1.74	1.84	120			
Company C's highly sensitive UV ink for paper	Coated paper	1.70	1.66	2.00	100	Excellent	Excellent	Excellent

a. Optical density = $\log 1/T$, where T is transmittance or reflectance. The setting value is 1.8.

b. Maximum printing line speed is 120 m min⁻¹.

c. By curing level determined by pressing thumb finger on the printed ink on label surface.

d. By flaking level after scratching the printed surface of label with finger nail.

e. By flaking level of printed ink after peeling the adhesive tape off the printed surface of label quickly.

f. Criteria of good rank level is ca. 70% of completely cured and adhered states corresponding to the excellent level, resulting in no problem of practical application.

5 おわりに

印刷市場は省エネ、低温化をセールスポイントとした UV-LED の登場によって大きなパラダイムシフトがおこりそうな分野である。現段階では UV-LED は単一スペクトル、高価、ピーク強度を高めるには光学系による絞込みが必要など、UV ランプ搭載の UV 照射装置と比較すると欠点もあり、市場での普及についてはまだ時間がかかりそうである。

今回、従来の UV 照射装置の長所を継承しつつ、市場からの要求を反映させた本 UV 照射システムの商品

化に取り組み、市場投入した。今後も市場からの要求を反映させた商品開発に取り組む予定である。

今後も印刷機械メーカー、インキメーカーと連携を取りながら、市場や時代にマッチしたより質の高い商品開発に取り組んでいきたい。

文 献

1. 麻田隆志, 32 回 UV / EB 表面加工入門講座講演会要旨集 (大阪), ラドテック研究会, p. 49-58 (2012).