水なし平版印刷の特徴について

東洋インキ製造(株)インキ事業部 白井 義之

Characteristics of the Waterless Offset Printing

Yoshiyuki Shirai

Toyo Ink Mfg. Co., Ltd.

On the offset printing the control of fountain solution is very important and difficult. By the progress of technology and electronics, we have been able to solve this problem nearly. As the waterless offset printing doesn't need to use water, this system will set us free from the trouble about it, and may lead us to automation of offset printing in the near future.

This paper describes about the principle of waterless offset printing system and its merits or demerits compared with the conventional wet offset printing system.

1. はじめに

オフセット印刷業界においてもエレクトロニクスをはじめとする科学技術の進歩にともない、製版部門の自動化、省力化が急速に進んでいる。これに対し、合理化の遅れていた印刷現場でも、省力化、省人化のための設備が導入されて来ている。印刷機の精度の向上、連続給水システムの普及、印刷インキの性能向上も加わって、印刷物品質の安定化が図られている。しかしながら、湿し水に起因する複雑な問題は依然として存在しており、更なる効率化のネックになっている。このような状況の中で、水なし平版印刷が再び注目されている。

従来の平版印刷は版面上の同一平面に画線部と非画線部が存在し、これに湿し水とインキを供給することで、画線部にのみインキを付着させて画像を形成する印刷方式である(図1)。

一方、水なし平版印刷では「水なし平版」を使用することにより、湿し水を供給することなく非画線部のインキ反発性だけで選択的に画線部へインキを付着させて印刷する方式である¹⁾(図2)。

平版印刷においては、ほとんどの場合、画像を一度転写胴に移す間接印刷法(オフセット法)が用いられており、水なし平版印刷に関しても、当然刷版を替えるだけで、従来のオフセット印刷機で印刷できることを狙いとしていたのであろう。

10年前に東レ(株)によって「水なし平版」の国内販売

が開始された当初は、印刷現場では技術的な問題も含めて対応しきれずに足踏み状態が続いた。その後、版材、専用インキの数次の改良、またインキングローラーの冷却装置を備えた水なし専用機の普及によりここ数年、枚葉オフセット印刷の新しい印刷方式として完全に定着した感がある。

本稿では、水なし平版印刷の原理について簡単に紹

図1 従来の平版印刷の原理

図2 水なし平版印刷の原理

介するとともに従来のコンベンショナルオフセット（湿し水使用）との比較において、水なし平版印刷の特徴、動向を私見を混じえて述べることにする。

2. 水無し平版印刷の原理

2.1 版の構造

従来の平版印刷では、刷版は親油性の感光性樹脂からなる画線部と親水処理を施した非画線部（通常は基板を兼ねたアルミ）よりなる。この版面に湿し水と油性のインキを供給することで、親水性の非画線部に薄い水の膜を保持させ、水と油が反発する性質を利用して、親油性の画線部にのみインキを付着させることで画像の再現を行っている（図3）。

一方、水なし平版は3M社をはじめとして数社で独自の開発が進められ、その構造の違いによって3つのタイプに分類されている²⁾。すなわち、非画線部であるシリコーンゴム層と画線部層の数により単層、多層型

図3 従来の平版（PS版）の構造

図4 東レ水なし平版の構造

に分けられ、さらに多層型はシリコーンゴム層と画線部との位置関係で、シリコーンゴム上層型と下層型に分けられている。現在、唯一市販されている「東レ水なし平版」は下層型のシリコーンゴム上層型に分類でき、厳密に言えば平凹版の形態をとっている。このシリコーンゴムのインキ反発性によって、湿し水を使用せずにインキのみを供給することで、被印刷体への印刷が可能となったのである（図4）。

2.2 印刷の原理

2.2.1 表面エネルギーモデル

水なし版の構造の説明でも触れたように、その特徴はシリコーンゴムの薄層を非画線部に使用しているところにある。シリコーンやテフロンなどのフッ素樹脂には、ものがつき（ぬれ）にくい性質があり、これらの物質の表面エネルギーは非常に低くなっている。その表面エネルギーを示す値として表面張力 γ があるが、固体表面の γ_s を直接測定することはできない。しかし、それは表面張力の異なる液体について固体表面上の接触角 θ （図5）を測ることで、臨界面張力 γ_c として求めることができる。図6は水なし平版の画線部と非画線部に関して、数種の液体の接触角を測定した結果である。これによると、画線部における γ_c は約34 erg/cm²、また、非画線部の γ_c は約24 erg/cm²となり、その差は10 erg/cm²程度と考えられる。この表面エネルギーの差が、インキの画線部と非画線部への付着力の差として存在し、画像形成を可能にさせている。

図5 接触角

図6 東レ水なし平版の臨界面張力

表面エネルギーモデルは、このように固液間の界面の挙動をもとに固体表面に対する液体の“ぬれ”の違いから、水なし平版印刷のメカニズムを説明しようとするものである。ちなみに、 γ_s , γ_L をそれぞれ固体表面および液体表面の表面張力、 γ_{SL} を固液間の界面張力とすると、3通りの“ぬれ”仕事について次式の関係がなりたつ³⁾。

$$\text{拡張ぬれ} \quad W_s = \gamma_s - \gamma_L - \gamma_{SL}$$

$$\text{浸漬ぬれ} \quad W_i = \gamma_s - \gamma_{SL}$$

$$\text{付着ぬれ} \quad W_a = \gamma_s + \gamma_L - \gamma_{SL}$$

また、前述の接触角 θ との間には Young の式で知られる次の関係がなりたつ。

$$\gamma_s = \gamma_{SL} + \gamma_L \cos \theta$$

以上の式から、各々の“ぬれ”仕事は下式として整理でき、 γ_L , $\cos \theta$ によって表すことができる。

$$W_s = \gamma_L (\cos \theta - 1)$$

$$W_i = \gamma_L \cos \theta$$

$$W_a = \gamma_L (\cos \theta + 1)$$

これらの式は、何れも接触角 θ の大きい方がぬれにくい方向にあることを示していて、インキを液体とみなすと、インキの表面張力を高くするか、または非画線部の表面張力を低くすることがインキの地汚れに有効な手段であると考えられる。しかしながら、これは静的な状態での挙動からの説明であること、さらにインキはある粘度をもった分散流動体であることから、このようなモデルは実際の印刷の場には必ずしも当てはまらない。

2.2.2 WFBL モデル

S.L. Gaudioso⁴⁾ はインキの非画線部表面からの剥離に関して、それは単にインキおよび非画線部の表面エネルギーに支配されるだけではなく、インキビヒクルとして使用する溶剤以外のビヒクル成分とビヒクル中の溶剤、および非画線部表面の相互関係に依存するとし、WFBL (Weak Fluid Boundary Layer) モデルを提唱している。図7に示されるように、インキ層が非画線部の表面に接触するとインキ中の溶剤が拡散、浸透して表面をわずかに膨潤させる。その結果、インキ層と表面の間に溶剤による境界層が形成される。続いて、インキ層を剥がすと境界の液膜層の破壊によりインキは表面から完全に剥離するというものである。この考え方は表面エネルギーモデルに比べ、樹脂、乾性油、溶剤からなるビヒクルに顔料を分散させた不均一系のインキにおいてはより合理的な解釈といえる。

図7 WFBLモデルによる表面からのインキ剥離機構

3. 水なし平版インキ

3.1 地汚れの評価

前節ではモデルとしての水なし平版の非画線部に対する“ぬれ”や、界面での挙動からインキの隔離機構を述べたが、実際の印刷においてはインキ壺からインキングローラーを経て、版、ブランケットを介して被印刷体に転移する、いわば動的な状態にありWFBLモデルでもまだ十分に説明できない点がある。

図8は水ありと水なしの印刷における、印刷枚数と版面温度の関係を調べたものである。水ありの印刷に比べて、水なしの場合は経時による版面温度の上昇の程度が大きくなっており、印刷中に版面温度などの上昇によって、非画線部にインキが付着して地汚れにつながる可能性もある(図9)。しかしながら、ローラーを冷却することでかなり温度上昇を抑えられることが分かる(図8)。

そこで現象面からインキの地汚れ性を定量的に評価する検討が行われており、地汚れの発生する温度を尺度にとり、版面を内部から加熱できるように改造した印刷機を用いて印刷しながら昇温し、版面温度と印刷物の地汚れの関係を調べた結果がある。それは、一定の条件下での地汚れが版面の温度と密接な関係にあることを見出し、地汚れ発生時の版面温度を $\pm 1^\circ\text{C}$ の精度で再現性良く測定できるというものである。この地汚れの発生する版面温度を地汚れ発生指数⁵⁾ (Critical

図 8 版面温度の上昇

図 9 水なし平版での地汚れ発生機構

Toning Index 略して CTI) と呼び、水なし平版インキの耐地汚れ性の尺度としている。

3.2 CTI が変化する因子

水なし印刷にとって最も重要な項目である地汚れの度合いを示す CTI に関して、印刷の諸条件の及ぼす影響が調べられている⁶⁾。この中で、印刷物のインキ濃度、印刷速度などによって CTI は大きく変化することが分かっており、これらについて説明する。

(1) 印刷物のインキ濃度

図 10 のように CTI は印刷物のインキベタ濃度によって変動しており濃度が低い程 CTI は高くなる。これは顔料の種類や顔料濃度の違いによる影響とみることができる。

(2) 印刷速度

印刷速度と CTI との関係を図 11 に示す。いずれのインキも速度が増すと CTI は向上しており、この原因はインキのレオロジー的性質の差によるものと考えられる。

(3) 印刷機のローラー仕立て

つけローラーと版のニップ幅を変化させることによ

図 10 印刷物のベタ濃度と CTI の関係

り CTI は変化し、ローラーのゴム硬度によっても変化する。CTI が最大となるニップ幅が存在するとともに、ゴム硬度の違いによっても最適なニップ幅が異なり、この時ゴム硬度の高い方が CTI に関しては若干有利な結果となっている (図 12)。

図 11 印刷速度と CTI の関係

図 12 CTI におよぼすゴム硬度とニップ幅の関係

3.3 インキ物性

インキ面から地汚れ耐性を考えた場合、前述のようにインキ中の顔料の違いと濃度による影響、およびインキのレオロジー的な性質などが挙げられる。図 13 は粘度と CTI の関係をプロットしたものであり、粘度と CTI の間には高い相関があることが分かる。また、粘性成分と弾性成分に分けた場合のレオロジー的性質を考えると、この両者の大きさを表す量として動的粘性率 η' 、動的弾性率 G' が定義されている。枚葉オフセットインキについてのレオメータでの測定結果を図 14 に示す⁷⁾。ずり速度が大きくなると η' が減少するとともに G' が増加してゆく。低速での印刷では粘性挙動が支配的であるが、高速印刷になると弾性的な性質が大きくなることを示している。このことから、印刷速度が増すと CTI が上昇する原因は、印刷時における弾性的挙動の変化によるものとみられる。すなわち、インキ粘度そのものに CTI は大きく影響を受けると

図 13 粘度と CTI の関係

図 14 印刷インキの動的粘性率●及び動的弾性率○の ω の依存性

もに、インキの粘弾性にも左右されるということが言える。従って一般的に水なし平版インキは、従来の水ありの平版インキより高い粘度を有している。

4. 水なし平版印刷の特徴

4.1 長所と短所

水なし平版印刷と従来の水あり印刷の特徴を比較すると、図 15 のようにまとめることができる。この中で水なし平版印刷の大きな特色について、次のような点が挙げられる。

- ①湿し水を使用しないことでその管理が不要。
- ②それとともない印刷オペレーターの養成容易。
- ③印刷物品質における網点再現性が良好。

反面、湿し水がないことによる短所もみられる。

- ①湿し水による冷却効果が失われるために、印刷中に版面温度が上昇して地汚れにつながる可能性がある。

図 15 印刷方式の違いによる長所と短所

②これを防ぐため高粘度のインキを使用することで、紙面強度が弱い紙の場合、紙ムケを起こすこともありうるためある程度紙幅の制約を受ける。

③湿し水による浄化作用がなくなり、紙粉等の異物によるヒッキーが発生しやすくなる。

これらの問題点については、印刷機のインキングローラーに冷却装置を取り付けて版面温度をコントロールできるような改善がなされている。また、インキに関しても粘弾性面からの地汚れ耐性、および光沢などの性能向上が図られている。

その他、ブランケットや紙といった印刷資材も少なからず水なし印刷をする場合、水あり印刷とは若干異なった適性が要求されると考えるが、現状では特に水なし専用のものは使われていない。

4.2 特徴を活かす

前項で水なし平版印刷の特徴を示したが、湿し水を使用しないための長所と短所とがある。これらの点を十分に考慮し、それぞれの印刷会社の状況や環境に応じて、水なし印刷を導入することで、そのメリットを享受できるものとする。

5. 水なし平版印刷の動向

枚葉オフセット印刷に関しては、国内オフセット印刷物に占める割合はまだ数%程度といわれているが、全面的に水なし印刷を行っている印刷会社は少なく、通常の水あり印刷と並行してかたちで数台の印刷機が稼動している場合が多い。このため水なし印刷を導入している印刷会社数について言えばかなりの割合を占めると思われる。

近年、水なし専用の印刷機も普及してきており、専用インキの性能向上ともあいまって、技術的な諸問題はほぼ解決されたとみてよい。枚葉印刷については、水なし化への障害はそれ程大きいものではなく、その特徴を自動化、省力化へ向けて活用することが十分に可能である。

今後、すでに水なし印刷を導入している印刷会社において枚葉機の新台を入れる場合は水なしの専用機とする可能性も大きく、水なし印刷の伸びる余地はかなりのあると考えることができる。

一方、オフ輪印刷では数社で実用化された段階であり、その日もまだ浅いが、水なし印刷システムにとってオフ輪への展開は重要な課題である。オフ輪印刷の

場合、枚葉印刷に比べて3~5倍程度の速度で印刷されることから、水なし化によるブランパナレや用紙幅の問題が枚葉以上に重要なものになると予想される。幸い印刷速度は速い方が汚れにとっては有利であるが、最終胴の後ろにはオープンを負っているという不利な条件も見逃せない⁸⁾。

このような状況から、オフ輪機においては枚葉機以上に運転に伴う発熱量は大きなものとなり、インキングローラー、版面といった温度コントロールに関して高い精度が要求されるであろう⁹⁾。インキ面では地汚れ耐性の維持、向上を図りながらインキ粘度の低下、低タック化といった努力が今後とも払われてゆくことになる。また印刷用紙やブランケットに関しても、紙面強度が高く、紙粉も発生しにくい用紙やブランパナレの良好なブランケットの開発を期待したい。

6. おわりに

日本の経済基盤の拡大および産業構造の変化に伴って、オフセット印刷業界においても印刷現場の人材の確保と育成が重要課題となりつつある。また印刷品質に関しても他社との差別化による業績向上を求める動きも根強い。

このような背景から、水なし平版印刷は枚葉の場合については印刷のFA化とともに、印刷物品質における管理レベルおよび質的向上の目玉であり、時代の流れに沿ったシステムとして今後の発展が期待される。

オフ輪印刷では㈱ケーピーコスモにおいて本稼働がスタートして一年余り経過した。季節変動による環境

の変化を一通り経験し、ノウハウも蓄積されたものと考えられる。得られた知見を今後の水なしオフ輪印刷の技術革新に結びつけることができれば、枚葉印刷よりもまして合理化、FA化に寄与することが期待できる。

以上、「水なし平版印刷」に関して、その概要をインキを作る立場から記述した。水なし印刷はインキの他に「水なし版」を中心に印刷機、印刷用紙といった種々の印刷機材の総合的な働きによって成り立っており“水”が除かれた分だけ、それぞれの役割の重さが増したと考えて良いであろう。紙に対する知識が充分でないため、紙に関して当たり前と思われることしか述べられなかったが参考にして頂ければ幸甚である。

参考文献

- 1) 山岡：表面，17，153，(1979)
- 2) 堀：紙バ技協誌，40，1002 (1986)
- 3) 北原：日本印刷学会論文集，20，33，(1981)
- 4) S.L. Gaudioso, J.H. Becker, D.S. Sypula ; 1975 TAGA Proceedings. 195
- 5) 池田，森：日本印刷学会論文集，21，77，(1983)
- 6) 池田：色材協会主催「印刷インキアドバンス講座」テキスト (1990)
- 7) 高山：日本印刷学会誌，26，114，(1989)
- 8) 鴨井：印刷雑誌，72，3，(1989)
- 9) 鈴木：印刷学会主催「印刷技術分科会研究会」テキスト (1989)

Coffee break を設けました。ご愛読下さい。

本コラムをご担当される山田卓良さんをご紹介します。昭和3年 松江市に生まれ、京城帝国大学在学時終戦を迎える。昭和24年 佐賀高等学校(旧制)，昭和27年 大阪大学工学部冶金学科卒業。

石川島播磨重工業㈱製紙機械設計部長，開発部長を経て石川島産業機械㈱取締役技術部長を歴任，この間山田さんの優れた文才にふれられた製紙メーカーの方も大勢おられることであろう。平成2年に退職され引き続き同社の嘱託として御活躍中である。

ご趣味は読書，ジョギング，お住いは千葉市。