



印刷業界の環境ニーズに対応した 感光性水現像フレキソ版「AquaGreen®」

Eco-Friendly Photosensitive Water Wash Flexo Plate “AquaGreen™”

所 圭輔*
Keisuke Tokoro

朝日 茂樹
Shigeki Asahi

古川 雅紀
Masanori Furukawa

松岡 甲樹
Koki Matsuoka

井上 大輔
Daisuke Inoue

現在印刷市場は、大変重要な転換期を迎えている。市場全体予測として年率3%前後の規模で縮小が見込まれる中、印刷関連メーカーによる新市場拡大に向けた取り組みが行われている。その中で重要視されているのは、環境対応である。従来の印刷工程では大量の有機溶剤を使用していたことから、一般社団法人日本印刷産業連合会にて2001年に各印刷法に合わせたグリーン基準の制定が始まり、VOC排出抑制に業界を挙げて取り組んでいる。こういった中、住友理工は、無溶剤インキでの印刷に適したフレキソ印刷用の凸版として、2009年から環境に優しい水現像フレキソ版を欧米で販売展開してきた。その後、高画質印刷向けに改良を加え、水現像フレキソ版「AquaGreen®」として昨年、廃液レスシステムと共に国内販売を開始した。本商品は、現在主流の溶剤製版に対し水現像製版であるため、全印刷工程でのVOC抑制が可能である。

The printing market is dramatically changing. It is estimated to shrink by about 3% per year. Thus printing and related manufacturers are working on the expansion of their market. In this effort, an idea “Be Environmentally friendly” is regarded as an important subject. Until now, a large quantity of organic solvents has been used in the conventional printing process. In view of such a situation, since 2001, the Japan Federation of Printing Industries has been establishing voluntary regulations under the name of the “Green Standard,” which refer to each printing way. Together with the Federation, the printing industry is working on reduction of volatile organic compound (VOC) emissions.

In such a market trend, since 2009, Sumitomo Riko Company Limited has been selling environmentally friendly water-wash flexo plate, which is suitable for solvent-free ink printing in Europe and the US.

Afterwards we improved on the high quality printing and began to sell “AquaGreen™” as water-wash flexo plate and waste water recycling system for customers in Japan. This water-wash system enables us to reduce VOC emissions during the whole process of printing.

キーワード：フレキソ印刷、水現像、網点、環境対応、廃液レスシステム

1. 緒言

当社がフレキソ版開発に着手した2004年当時、日本の印刷市場でフレキソ印刷は狭い市場であった。その状況下、当社がフレキソ市場への参入を決断したのは、世界的な環境対応への流れが各業界で主流となる中、印刷現場では溶剤インキや製版時に使用した有機溶剤の廃液等、溶剤臭や廃液処理に苦勞する実態を知り、この状況を変えたいと考えたからである。

フレキソ印刷は使用する版の材質の特性上、水性インキやUVインキといった無溶剤インキが使用可能である。一方、製版工程では、インキ塗着面に感光性ゴムを用いUV照射にて凸部のみ架橋させて硬化し、その後、有機溶剤が配合された現像液に浸して現像する方法が主流であった。そこで当社は、独自の高分子配合・加工技術を活用して水系溶液で現像できる水現像版の開発に着手し、2009年に欧米で上市した。その後、改良を重ね高画質印刷対応を実現させ、オフセット印刷やグラビア印刷の画質に負けない高精細な画像を実現するフレキソ版AquaGreen®の開発に成功した。更

に、AquaGreen®製版時に使用した水性現像液の廃液レスシステムも自社開発した。これらAquaGreen®と廃液レスシステムに関し、以下に報告する。

2. 各種印刷方式の比較

印刷方式には、平板印刷（オフセット印刷）、凹版印刷（グラビア印刷）、凸版印刷（フレキソ印刷）、孔版印刷（スクリーン印刷）、電子写真印刷の5種類がある。ここでは、インキを使用した印刷で高画質系のオフセット印刷、グラビア印刷、フレキソ印刷について説明する（表1）。

ここで、フレキソ版を例とし、製版工程を簡単に説明する（図1）。印刷版の代表的な構成は、ネガフィルム、感光層、基材となっている。ネガフィルムは予め、文字や画像部がくり抜かれたブラックフィルムとなっている。最初に露光工程として、ネガフィルム側からUV照射により凸版部を硬化させる。次に、「現像工程」として、版を現像液中へ浸し、ブラッシングにより未硬化の非画像部を掻き出して凹凸を造

表1 印刷方式一覧表

《 現在は、下表に対しいずれの印刷法も環境対応が進んでいる 》

印刷方式	主な商品	印刷版の層構成	現像／文字、画の成形			印刷
			印刷部	非印刷部洗浄(除去)	廃液	
オフセット印刷 (平版印刷)	書籍 新聞	ネガフィルム 感光層 基材	UV硬化 非画像部親水性	強アルカリ溶液 画像部疎水性	強アルカリ溶液 版材カス 《廃液処理必要》	インキ種／「インキ転移法」 印刷物 《廃液処理必要》 溶剤インキ 湿し水 「化学的:撥水撥油作用」
グラビア印刷 (凹版印刷)	雑誌 軟包装	ネガフィルム 感光層 シリンダー (レーザー彫刻式)	UV硬化	弱アルカリ溶液 重金属溶液 クロムメッキ	弱アルカリ液 重金属溶液 版材カス 《廃液処理必要》	印刷物 溶剤インキ 「物理的:凹部」
フレキソ印刷 (凸版印刷)	紙製品	ネガフィルム 感光層 基材	UV硬化	有機溶剤	有機溶剤 版材カス 《廃液処理必要》	印刷物 水性インキ UVインキ 溶剤インキ
水現像 フレキソ印刷 住友理工開発品	パッケージング	ネガフィルム 感光層 基材	UV硬化	水道水	水道水 界面活性剤 版材カス 【廃液レス】 (独自システム)	印刷物 「化学的+物理的:凸部」

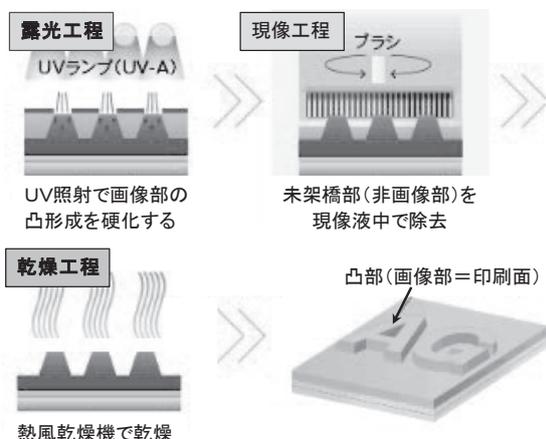


図1 水現像フレキソ版の製版工程

る。最後に、版に付着した現像液を乾燥して印刷版を完成させる。

2-1 オフセット印刷

現在の一般印刷における代表的な印刷方法である。印刷物としては、書籍や新聞、DM、チラシといった商業用印刷物が多く、高速印刷に適した印刷法である。版としては、アルミニウムの基材に感光性樹脂層がコーティングされ、その上にネガフィルムが構成されている。製版工程では、露光工程で硬化させて疎水部^{*1}を形成する。次に現像工程では、強ア

ルカリ溶液で現像し、わずかに凹んだ親水性部^{*2}を形成させる。印刷法としては、版を版胴(ロール)へ装着し、先に湿し水^{*3}を版へ塗布することで非画像部に水を含ませる。次に溶剤(油性)インキを塗布して画像部へインキを乗せ、印刷物へ印刷する方式である。環境対応性としては、現像時に出る廃液として、強アルカリ溶液と未硬化感光層のカスが混ざった液が発生し、廃棄法に則った処理が必要な産業廃棄物が出る。更に、印刷時に使用する湿し水は、残インキと一緒に回収されるため、同様に産廃処理が必要となる。また、インキは溶剤インキが使用される。

2-2 グラビア印刷

高画質印刷に適した印刷法である。特徴としては、凹版を活かすことでインキ量の調節がしやすく、高精細な写真画像を安定して印刷できる。印刷物としては、雑誌やカタログなどが多く、感光層が処理された銅製シリンダーロールそのものを使って製版するため、シームレス版となり大物印刷やエンドレス印刷が可能である。版としては、上述のロール形態となっている。製版としては、紫外線レーザー照射した部分が非画像部となり、現像工程で弱アルカリ溶液により未露光の感光層を除去し銅シリンダー面を出す。次に、むき出しとなった銅シリンダーの表面をエッチングにより画像部となる凹部を形成し、クロムメッキ処理にて完成させる。印刷法としては、シリンダーロールに形成した凹部へインキを挿入し、印刷物を版へ押し付けることで印刷を行う方式である。環境対応性としては、製版時に弱アルカリ溶液と重金属溶

液、版材カスが混ざった廃液が発生し、産廃処理液が必要である。また、インキは溶剤インキが使用される。

2-3 フレキシ印刷／溶剤現像

柔軟な凸版を利用し幅広い印刷物への印刷が可能である。印刷物としては、欧米で盛んなパッケージング印刷など高画質が要求される軟包装印刷から、日本で主流の紙製品への印刷など幅広く対応している。版としては、PET等の樹脂基材へ柔軟な感光層とネガフィルムを積層している。製版は、先述の通りである。この中の現像工程において、有機溶剤が配合された現像液を使用している。印刷法としては、凸部へインキを乗せ、版を印刷物へ押し付けることで印刷する。他の印刷法と比べ、印刷圧が低いことが特徴であり通称キスタッチと呼ばれている。環境対応性としては、製版時に有機溶剤と版材カスが混ざった廃液が発生し、産廃処理液が必要である。インキに関しては、キスタッチの効果で他の印刷法よりもインキ使用量が少なく、乾燥時間が短時間化できるため、水性インキが使用できる。最近ではUVインキも使用されるようになってきた。また、溶剤インキも使用可能ではあるが、感光層の処方材が溶剤抽出され凸版部のサイズが変化するため、印刷画質に制約が出る場合がある。

2-4 フレキシ印刷／水現像

ここでは溶剤現像版と異なる部分のみ記載する。大きく異なるのは現像工程において、有機溶剤ではなく水道水を使用する点である。詳細を述べると現像工程では、未硬化部の感光層をブラッシングで物理的に取り除く際に使用する現像液として、界面活性剤を1%程度添加した40~50℃の水道水を使用する。これにより、製版工程でのVOCレスを実現し、作業現場の溶剤臭改善も可能となる。更に、印刷時に水性インキやUVインキを使用することで、環境対応性の高い工程とすることができる。

3. AquaGreen®と廃液レスシステムの開発

3-1 感光性水現像フレキシ版

感光性水現像フレキシ版は、当社版以外にも上市されている。ここで、2タイプの現像方式を持つフレキシ版の現像メカニズムの違いについて述べておく。この違いは、材料設計面における感光層の配合・加工技術にある。溶剤現像は、露光後に未硬化の感光層を溶剤で溶解しながらブラッシングにて掻き出す設計となっている。一方、水現像は感光層用の材料として、フレキシの名前の由来でもある柔軟（フレキシブル）な弾性を持つゴムまたは樹脂（疎水性ポリマー）とUV硬化系材料、そして親水性ポリマーが配合されている。現像液を水系にできる仕組みは、配合された親水性ポリマーの吸水がポイントである。即ち現像工程において、水系現像液へ版を水没させた際に、親水性ポリマーを伝って未硬化の感光層部へ現像液が浸透させ柔軟化させる。そして現像液中の界面活性剤とブラッシングの効果により未硬化部の除去を可能にしている。

3-2 AquaGreen®の特徴

続いて、当社開発品であるAquaGreen®の特徴を、機能面と生産性の面に分けて説明する。

(1) 高画質対応性

当社は、フレキシ印刷市場での高画質化要求に対し、高精細画像部の網点*4を印刷する凸版部、特にハイライト画像部（明るい部分）の超微細形状の成形を実現させた（図2）。更に、この超微細な凸版部先端を平らにしたフラットトップドット形状も実現させ、インキ量の制御性を広げ、階調性を高めることで安定した高画質印刷を可能にした。

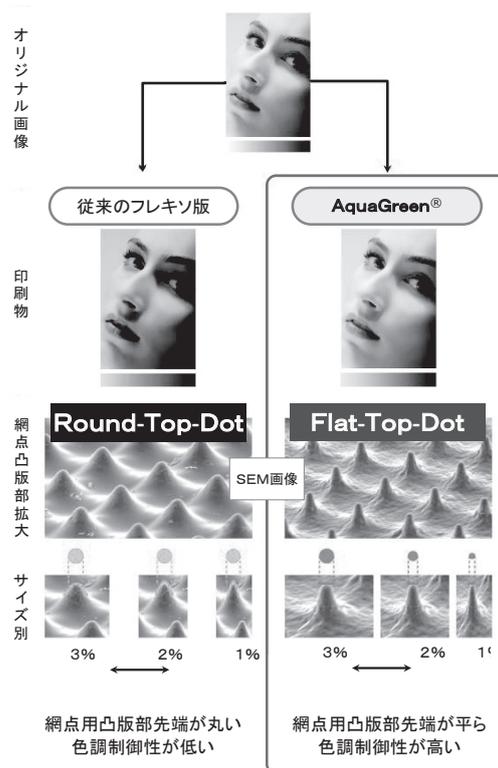


図2 AquaGreen® 高画質対応性

ハイライト網点部の具体的な出来栄としては、印刷業界用語の「175lpi/1%を再現」*5しており、先端径のサイズがφ16μmでのフラットトップドットを実現している（図3）。この超微細な網点形状は、露光工程で形成される。一般的にUV露光（硬化）は、酸素阻害を受けることが解っている。この酸素阻害の影響は、微細な形状形成部ほど悪影響を受け易い。他の印刷版に比べフレキシ版は、しっかりした凸形状を形成する必要があり、理想的なハイライト網点の再現性が材料設計の差別化ポイントと言える。酸素阻害に対する当社版の設計ポイントとしては、当社独自の配合設計に加え、配合材の高分散加工技術がキーとなっている。

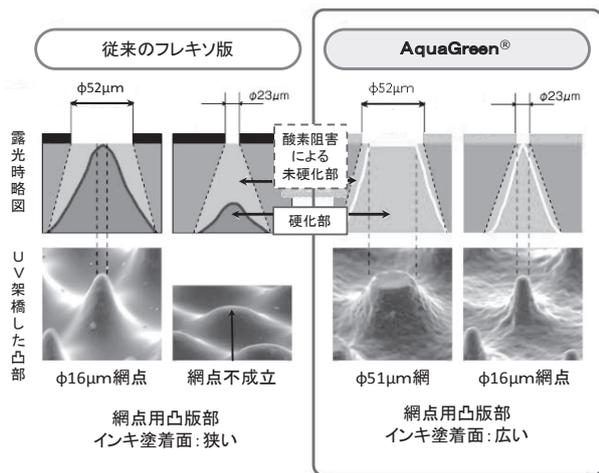


図3 AquaGreen® フラットトップドットの実現

(2) 高生産性

生産性に関しては、当社水現像フレキシ版とフレキシ市場で主流の溶剤現像フレキシ版の製版工程を比較する。両製版で大きく異なる部分は現像液の材質であり、この材質の影響でブラッシング後の乾燥時間に大きな差が生まれている (図4)。

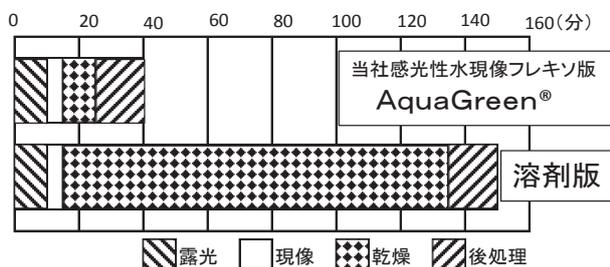


図4 製版工程の時間配分

乾燥工程では版に浸み込んだ現像液を乾燥しており、乾燥時間の長さは、感光層に配合しているポリマーと現像液の相溶性が影響している。両フレキシ版には弾性を持つゴムまたは樹脂が使われており、有機溶剤とは相溶性が高い。従って、溶剤現像では現像工程のブラッシング中に、硬化した凸版部の感光層内部へ有機溶剤が浸透する。特に微細な網点を形成する際は、ブラッシングで微細な凸版部を破壊せぬようブラシ圧を下げ、時間をかけて洗浄するため、感光層の深くまで溶剤が浸透する。現像液の配合としては、各社種々の設計となっているが、配合している有機溶剤の沸点は概ね150℃以上が多い。感光層に含浸した有機溶剤を速く乾燥させるには、溶剤の沸点以上での加熱が望ましい。しかし実情

としては、版を構成する各層の物性を劣化させぬよう100℃以下で時間をかけて乾燥を行っている。

これに対し水現像フレキシ版は、配合しているゴムまたは樹脂が疎水性であるため、現像液に使用する水道水の浸透が起こらない。配合材の親水性ポリマーは凸版形成部にも存在しているが、硬化した疎水性の感光層が内部までの浸透をブロックしている。これにより、溶剤現像に対し、製版工程の圧倒的な短時間化を実現している。

3-3 廃液レスシステム

当社は、水現像フレキシ製版システムの一つとして、AquaGreen®発表と同時に、廃液レスシステムも上市した (図5)。

印刷業界ではVOC抑制をメインとし、インキ組成の溶剤減仕様や製版工程での溶剤レスに取り組んでいる。しかし、作業現場では、現像工程に使用する現像液に版材カスが混入し汚泥化した廃液が発生しており、廃棄処理に多額の処理費が必要となっている。たとえ水現像製版システムを導入したとしても、製版後の廃液は、大量の産業廃棄物液体となるのが実情である。

上述の廃液処理の打開策として、当社は廃液レスシステムの開発に着手した。開発システムのコンセプトは、分別とリユースである。図5を元に仕様を説明する。

製版中の現像工程では、ブラッシングする現像槽と簡易フィルター間で現像液を循環しながら使用する。現像液が蓄積した版材カスによって汚泥化した時点で、使用済み現像液として一旦回収槽へ送る。回収された汚泥状の使用済み現像液へ当社独自の凝集剤を添加し、版材カスを100%凝集させる。その後、不織布等のフィルターで濾過を行い、版材カスと使用済み現像液を完全に分離する。ここで分離された使用済み現像液には、フレキシ版の各構成層から抽出物が混入しており、見た目透明で綺麗な溶液になってはいるが、現像液としてまだリユースはできない。次にこの分離した液をリユース工程へ送り、特殊活性炭槽で濾過することで不純物を除去し、リユース可能な現像液を回収することができる。

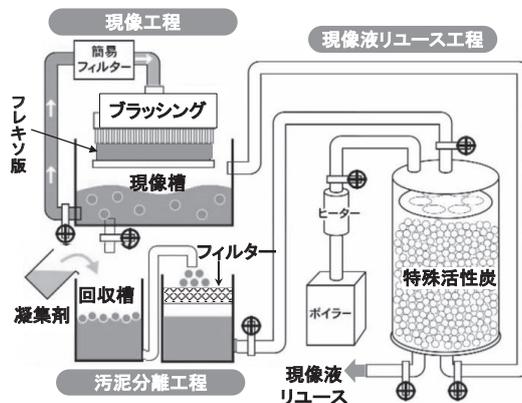


図5 住友理工製廃液レスシステム

また、現像液リユース工程に配備した特殊活性炭のメンテナンスは、付属のボイラーとヒーターにより300℃以上に加熱した過熱水蒸気を流し、活性炭を洗浄して機能復帰させることができるメンテナンスフリーを実現している。

このシステムにより汚泥化した産廃廃液は、リユースできる現像液と版材カスのみに分別することができる。版材カスは、環境負荷の少ない素材を使用しているため、サーマルリサイクルすることも可能である。

4. 結 言

感光性水現像フレキソ版AquaGreen®を開発したことは、印刷業界におけるVOC抑制と作業現場の環境改善に微力ながら貢献できると考えている。また、フレキソ印刷の高画質化においても「175lpi/1%を再現」できたことで、オフセット印刷やグラビア印刷と見劣りしないレベルまで来たと思われる。そして、廃液レスシステムにおいては、製版現場の生の声を元に開発着手し確立することができた。これにより、フレキソ印刷システムの環境対応力を上げることができると考える。

用語集

※1 疎水性

水と混ざりにくい性質。

※2 親水性

水と混ざりやすい性質。

※3 湿し水

平板印刷の版の非画像部へ塗布し湿らせる水である。画像部へ溶剤インキ（油性）を塗布する前に湿らせ、非画像部の印刷汚れを防止するのが目的である。

※4 網点

印刷物の画像部をルーペなどで拡大すると網点のように微細な点の集合体が印刷されているのが確認できる。この点のサイズや量で画像の濃淡を表現している。

※5 175lpi/1%を再現

- ・ 175lpi：1インチ縦横に175本線を引き、その交点位置に網点を作っていることを意味する。
- ・ lpi：「Line per inch」の略
- ・ 1%：1インチ中に引いた縦横175本の線の交点に作られる微細凸版形状の先端径を意味する。

「1インチの面積×1%」＝「175個×先端径面積」

従って、lpiの数値が大きく、パーセンテージが小さいほど微細径となる。

参 考 文 献

- (1) 一般社団法人 日本印刷産業連合会、日印産連グリーン基準制度

執 筆 者

所 主輔*：住友理工(株) 材料技術研究所
主任研究員



朝日 茂樹：住友理工(株) フレキソ事業室長



古川 雅紀：住友理工(株) フレキソ事業室
営業 担当次長



松岡 甲樹：住友理工(株) フレキソ事業室
技術 担当課長



井上 大輔：住友理工(株) 材料技術研究所



*主執筆者