

PA01：樹脂スリーブにレーザー彫刻製版した「樹脂凹版」と水性インキ適応

西山 聡

株式会社プリントプロ

〒577-0033 大阪府東大阪市御厨東1丁目4-36

info@pripro.jp

The resin intaglio and the aqueous ink adaptation which made plate of a laser sculpture in a resin sleeve

Satoru Nishiyama

Print Pro. Co., Ltd.

1-4-36, Mikuriya-Higashiosaka-city, Osaka 577-0033 Japan

概要

樹脂組成物の高精度シート化技術により、樹脂スリーブを作成し、これにレーザー彫刻した「樹脂凹版」の適応を報告する。これまで有機溶剤を配合したグラビアインキ・金属ペーストによる版の適応を報告してきた。今回、水系・アルコールを配合したグラビアインキや導電性インキの印刷要求により、これらに適応可能な樹脂凹版を作成した。版材料は水・アルコール系に耐性のある樹脂組成物であり、版は同様にレーザー彫刻により製版し、印刷方式は同様にダイレクトグラビア印刷にて行った。印刷結果は、グラビアインキではセルがはっきり再現でき、導電性インキについては導通する結果が得られたため、今後の開発計画も含め報告する。

Abstract

A resin sleeve was made by highly precise seat manufacturing technology for resin composition. We carved by a laser in the resin sleeve and made plate of a new resin intaglio. Therefore we'll report adaptation of print. Last time reported the applicability to which a resin intaglio for the gravure ink which blended an organic solvent and metallic paste relates. The resin intaglio tolerant of these ink solvent has been developed by a print request of the gravure ink and the organic conducting ink by which water and alcohol were blended. A print result of the aquatic gravure ink could reproduce the dot clearly. An electric current floated down the conductivity ink film applied between the LED and the battery. It'll be reported including future's development project as well as these results.

1. はじめに

樹脂凹版は、感光性樹脂組成物をシート化し、これを強化プラスチックコアに巻き付け、レーザー彫刻した印刷版である。金属シリンダーによるグラビアシリンダーと比較して、軽量であり、取扱い、保存が容易である。版材が樹脂素材であるために、ガラス基板などの易破壊材料に印刷できることから、プリント基板やタッチパネルなどの電気産業への用途も期待できる。

今回、グラビア印刷の市場でも水性インキ対応の要求が高まってきているところから、水性インキ対応の材料を開発したため、その特性と印刷結果を報告するとともに、水系導電性インキの印刷も行ったため、その結果を報告する。

2. 樹脂凹版の製造と特性

樹脂凹版の外観は、Fig1. のように、スリーブ状になっている。強化プラスチックコア上に感光性樹脂組成物のシートを巻き付け、印刷面はレーザー彫刻して凹凸を形成している。スリーブ形状になっているため、エアシリンダーに容易にはめ込み使用できる (Fig1. 参照)。版材の感光性樹脂組成物は、粘性液状であり、通常の液状感光性樹脂製版と同じように、面内厚みを精度良く (1/100mm 程度) シート化できる。この高精度シートをコアに巻き付け印刷版に使用する。



Fig1. 樹脂凹版の外観(左)、樹脂凹版の使用状況(右)

版材の溶剤特性は樹脂組成により、比較的多くの溶剤に対応可能である。Table1.には、当社の一般的な凹版印刷向け版材料とその溶剤対応を記載した。金属ペーストなど溶剤比率が50%以下の場合には、Table1.注釈にある重量変化率が5%未満であれば印刷可能であると判断しているが、一般印刷向けインキのように、溶剤比率が大きい場合には、一溶剤につき5%付近の膨潤率では、短時間の印刷には使用できるが、長時間の印刷には周囲の湿度(水)の影響や、混合溶剤などの複合的影響により、版として耐えられない場合が発生する。

溶剤分類	溶剤名	ESシリーズ	WAシリーズ	SSシリーズ
炭化水素系	トルエン	○	○	—
	メチルシクロヘキサン	◎		
ケトン系	シクロヘキサン	○		—
	1-プロキシ-2-プロパノール	○		
グリコールエーテル系	1-メキシプロピル-2-アセテート	○	○	×
	ジエチレングリコールモノブチルエーテルアセテート	◎	◎	
	3-メキシプロピルアセテート	○		
	ジエチレングリコールモノブチルエーテル	○	○	○
セロソルブ系	酢酸2-エトキシエチル	○		×
酢酸エステル系	酢酸エチル	△		×
	水	△	◎	◎
水・アルコール系	エタノール	△	×	○
	特殊溶剤	N-メチルピロリドン	×	×(△)

【注釈】
 分類方法：24時間浸漬前後(25℃環境)の重量変化率
 ◎：0～3%、○：3～10%、△：10～15%、×：15%以上、—：不適合、空欄：未測定、()：使用環境による

Table1. 樹脂凹版材料の溶剤に対する適合

本問題点は今後の改善課題とするが、直近の開発データでは、24時間後の重量変化率を耐水、耐溶剤性ともに5%未満に抑えた樹脂を作成した。その結果をFig2.に示した。ただし本材料については、開発品であるために現時点では印刷試験は未試験である。進展により別途報告する。

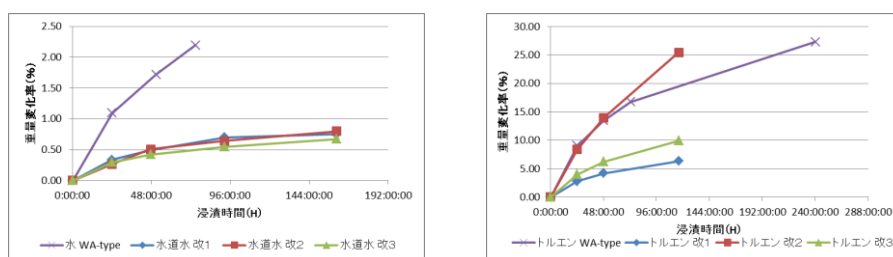


Fig2. 改良樹脂の特性 (左：水道水、右：トルエン)

パターン形成については、製版用CO2レーザー彫刻機を用いて彫刻している。レーザー彫刻の精度について、例えば50μm線幅を彫刻する場合、彫刻の繰返し精度は(同一箇所)に彫刻するばらつき)概ね±3μm以下であり、位置精度は最高±5μm以下(平均±8μm)であった。Fig3.には繰返し彫刻した際の外観写真を添付し、Fig4.には位置精度を検証したデータの抜粋を示した。

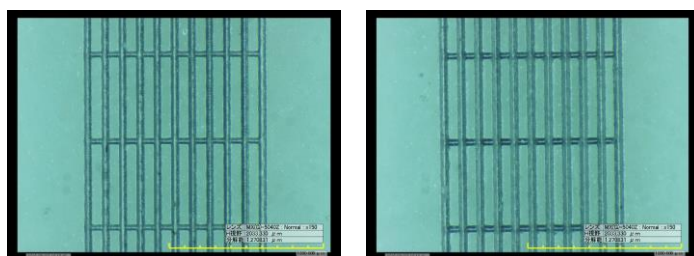


Fig3. 繰返し精度例 (線幅50μm。左：1度彫刻、中：3度彫刻)

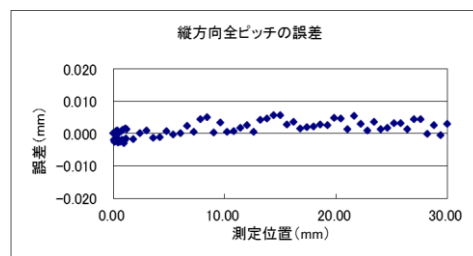


Fig4. 位置精度例 (直径50μm ドット位置)

これら彫刻精度のデータは、一部であり、これらの精度を維持するためには、総合的な要素技術の合わせこみが重要である。つまり、レーザーと材料の相性、彫刻機の精度、シートの厚み精度、彫刻データの設計技術などである。これらのひとつひとつを組み合わせ、高精度な結果に合わせこんでいく必要がある。これらの技術が当社の強みである。

前述した版材料の技術、高精度彫刻技術を踏まえて、水性グラビアインキによる印刷試験を行った。そして同様に水溶性導電性インキを用いて印刷試験を行った。グラビアインキについては、従来の溶剤型グラビアインキに対する環境配慮への動き¹⁾から、樹脂凹版適応の対応を始めた。またフレキシブル基板やディスプレイの市場の開発増加に伴い、有機溶剤のみによる機能性材料の開発では基材の溶解、乾燥の影響、機能性インキを積層する際の界面融合²⁾、またヘルスセンサーなどの人体への影響から、水系導電性インキの開発もなされている。今回は、PEDOTやカーボン電極層の印刷を試みたため、その動向を報告する。

3. 印刷試験

【グラビアインキの印刷】

- ・印刷版：耐水性に優れている版材 WA-type を用いた。スリーブ規格は、円筒性 $\pm 15\mu\text{m}$ 、繰返し周長 630mm。画像規格は、グラビア網 300 線、角度 75° 、彫刻深度（平均） $20\mu\text{m}$ 。取扱いに関して、インキの洗浄は水道水あるいはアルカリ性合成洗剤（住宅用で可）を使用した。
- ・インキ：大阪印刷インキ製、EXP18021、フレクソ水性、DAN-TEC、EXP21040 を使用した。また遅乾剤として、EXP18021、遅乾剤（GC）、エチレングリコール、プロピレングリコールモノメチルエーテル、ブチルカルビトールなどを適宜使用した。
- ・印刷条件：当社所有の複合型印刷機（VFX-300D、ペクサンセルテック社製）のロールツーロールユニットを使用し、320mm 幅コート紙（ユトリロコート、王子製紙製）を使用した。Table3. には、大まかな試験概要を示した。

印刷速度		15~30m/min	
ドクター	材質	スチール(PET、セラミック可)	
	角度	30~50度	
印刷形式		ロールツーロール	枚葉
基材		コート紙、レーヨン紙	PET、ガラス

Table2. 印刷条件例

【導電性インキの印刷】

- ・印刷版：耐溶剤性に優れている ES-type、耐水性に優れている WA-type を適宜使用した。
- ・インキ：PEDOT については、アグフアマテリアルズ製、オルガコン EL-P5010 を使用した。また、カーボンインキについては、日本黒鉛製、バニーハイトを使用した。
- ・印刷条件：前述した水性グラビアインキの印刷を参考に設定し、320mm 幅ラミ付レーヨン紙を使用した。

4. 結果と考察

【グラビアインキの印刷】

Fig5. は、樹脂凹版で印刷した外観を示した。溶剤型グラビアインキの印刷結果とともに示したが、水系・溶剤系どちらのインキでも、版材を合わせこめば印刷可能であると判断した。Fig6. は、代表的な水性インキ（配合による）による印刷結果の拡大図を示した。



Fig5. 印刷結果外観（左：溶剤系インキ、右：水系インキ、長さ 630mm、幅 320mm）

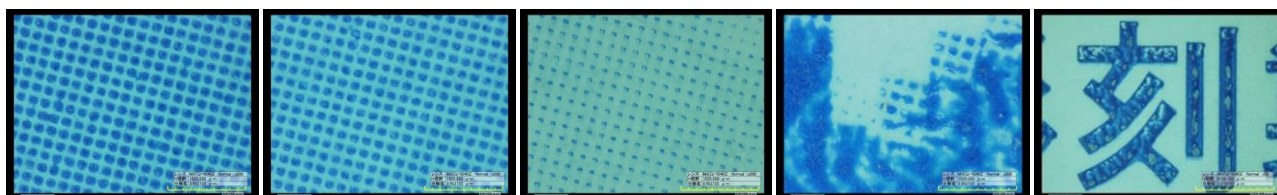


Fig6. 印刷結果拡大（左から中間色 1・2、ハイライト、シャドウ、文字）

○ 版材硬度に対する印刷条件

水性グラビアインキに適応する版材は、溶剤型グラビアインキに適応する版材よりゴム硬度が高い。その結果、通常使用している圧胴は鉄芯にクロムメッキしたものを使用しているが、ゴム硬度が高い版を使用すると、パターン後方部からインキが漏れる。これに対応するために、ゴムシートを巻き付けた圧胴を使用することでインキが漏れずに印刷することができた。

○ 版材表面とインキ条件

版材表面は液状感光性樹脂の製版方法にてシート化されているため、その表面は一定の表面粗さを持ったフィルムの平滑性が転写されている。したがって、Ra は 1 ミクロン以下（平均 $0.2\mu\text{m}$ ）であり、版材が耐水性、そして表面形状が平滑面であると、撥水性が高められインキの受理がされにくく、かぶりの可能性が高い。そのため、水系インキでは、主溶媒に水を適応するよりはアルコールなどの水系溶媒を添加し、状況に応じて遅乾剤を添加することで、撥水性、かぶりなどの現象を抑えた。

水系溶媒や遅乾剤の添加によるデメリットとして、水系インキの粘度が変化するため、高粘度になった場合、ドクター切れが悪くなり、中間色部分の網点が連結傾向になった。遅乾剤を添加するメリットとして、ハイライトの再現は良くなった。これらのことから、既存のインキに添加する条件としては、各溶剤の粘度や沸点を考慮し、トータルバランスをとらなければならない。

○ 印刷条件

ドクターブレードの選択について、標準でスチール製のドクター（富士商興製、R-1380、厚み 0.2mm）を使用している。これは、もともと高粘度の金属ペーストを印刷していた際の選択であり、低粘度のインキについては、さらに薄い 0.15mm のドクターでも印刷できた。またドクター先端の形状についても順次確認中であり、インキ性状によって都度最適なドクターを選択し印刷できる。角度調整は、ドクターユニットが版と刃先の接点を支点にして角度変更できる機能を有しているため、適宜変更しながら試験できる。

印刷速度について当社所有の印刷機は主に検証機能が主な目的であることから、印刷速度が最大 30m/min である。この間で印刷仕上りを確認しながら、速度傾向を見ている。

寿命について、参考に各印刷ポイントでの版面の写真を Fig6. に示した。コート紙 1000m 時点（約 1600 ショット）での版表面は、版の損傷は、一部認められているものの概ね少なく印刷できており、2500m（約 3200 ショット）時点では、傷はやや発生している。これらの状況から、樹脂凹版のグラビアインキへの適応については、小ロット程度の印刷は十分可能であると判断した。

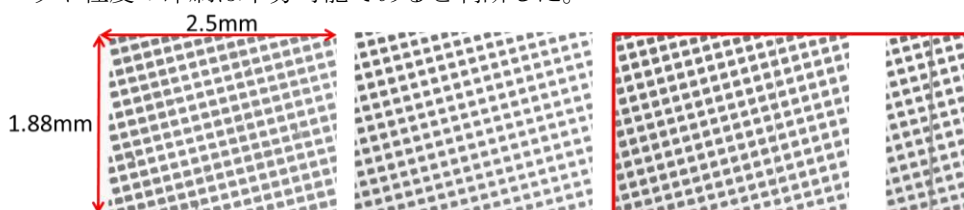


Fig7. 各ショットでの版表面（一部抜粋。左：彫刻後、中：1000M 印刷後、右：2500M 印刷後）

【導電性インキの印刷】

○ 版材の選択について、今回は簡単な導電性シートを作成するため、PEDOT を用いて PET 上に導電性膜を作成した。PRDOT は数%の有効成分でそれ以外は水分である。これに対する版材は WA-type を使用した。有効成分が少ないため、200 線程度のグラビア網を作成し、彫刻深さは 30 μ m 程度であった。

○ 印刷条件について、所定のインキをそのまま使用し、枚葉印刷モードで厚み 0.18mm の PET 上に印刷した。版パターン形状通りに印刷でき、導通もしていた。同様作業で、カーボンインキに切替え、ロールツーロールでラミ付レーヨン紙に印刷した。パターンの形状もあって、エンドレス印刷が可能であった。また、導通もしていた。

以上の印刷結果について、工作キットにあるような LED 素子を接触してみたが、きちんと点灯した。



Fig8. 各インキ塗布後の導電性確認（左：PEDOT、右：カーボン）

5. 今後の展開

今回の報告は、水性インキに対する樹脂凹版版材の開発とその印刷試験を報告した。溶剤型インキの樹脂凹版印刷と同様に、様々な技術を組み合わせた結果、グラビア印刷、導電性膜の印刷ができた。グラビア印刷については、版の耐刷性向上に加え、さらにインキ調整を進めて樹脂凹版専用のインキとともに市場に展開したい。また導電性膜については、シート化したものを試作用、研究用導電性シートとして展開すべく、さらに性能を確立していきたい。

参考文献

- 1) 全国グラビア共同組合連合会：“第7回地球温暖化防止実行委員会セミナー報告(3)”，GP JAPAN, 2, 31-41, 2013.
- 2) N. Aizawa et al.：“Solution-processed multilayer small-molecule light-emitting devices with high-efficiency white-light emission”，Nature Communications, DOI: 10.1038/ncomms6756, 2014.