

第1章 無色透明な紫外線硬化樹脂を用いた 触知図・点字の新規製作システム

- 1.1 はじめに
- 1.2 紫外線硬化樹脂インク
- 1.3 スクリーン印刷
- 1.4 触知図・点字の新規製作システム
- 1.5 点と線の仕上がりのモニター評価
- 1.6 小括

1.1 はじめに

本研究では、アクセシブルデザインを目指した触知図・点字の新規製作法を開発することを目的とする。ここでは、スクリーン印刷法に変わる触知図・点字の製作方式を提案するために、無色透明な紫外線硬化樹脂インクを用いた触知図・点字の製作システムを開発し、スクリーン印刷方式に対する点や線図の仕上がりの改善の可能性を検討した。

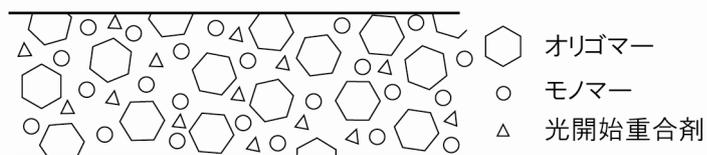
1.2 紫外線硬化樹脂インク

スクリーン印刷方式の点字の印刷には、通常の墨字用インクの代わりに紫外線硬化樹脂インクを用いる。紫外線硬化樹脂インクは紫外線によって硬化するインクである。紫外線硬化樹脂インクは、義肢ソケット製作⁽¹⁾にも使用され、様々な用途で利用されようとしている。紫外線硬化樹脂インクは通常の樹脂インクと異なり、ベース樹脂の中に光開始重合剤が添加されている。

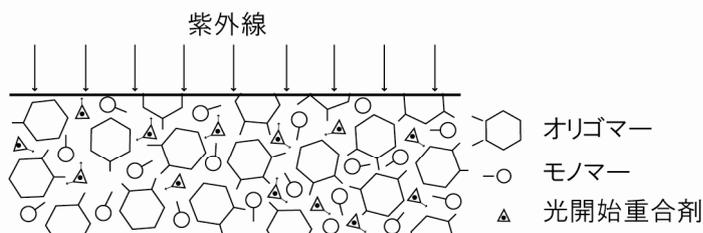
紫外線硬化樹脂インクの反応機構は、図 1-1 の通りである。紫外線硬化樹脂インクの成分は、樹脂の基本成分であるオリゴマー・モノマーと光開始重合剤から構成されており(図 1-1 (1))、紫外線のエネルギーを吸収して遊離基(フリーラジカル)を生成して、これがオリゴマーやモノマーの反応基に作用して重合が開始する(図 1-1 (2))。その後、成長反応や連鎖移動反応を連鎖的に繰り返し三次元網目構造の硬化皮膜を形成して反応を終える(図 1-1 (3))。

上記の反応機構からも明らかであるが、紫外線硬化樹脂インクは通常の蒸発乾燥型インクと異なり蒸発させる乾燥時間を必要とせず短時間で硬化乾燥し、有機溶剤ガスを含まないことから環境衛生面で優れているところに特長がある。

(1) 紫外線硬化樹脂塗布直後



(2) 紫外線照射



(3) 紫外線硬化後

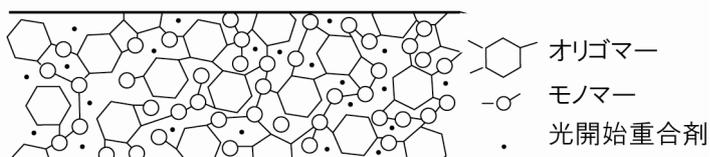


図1-1 紫外線硬化メカニズム

1.3 スクリーン印刷

1.3.1 スクリーン印刷の歴史

スクリーン印刷のルーツは、明治時代末期、日本の友禅の型染めであると言われている⁽²⁾。現在のようなスクリーン印刷技術は、サムエル・シモン（イギリス）が日本の友禅型染めにヒントを得て 1905 年にアメリカで特許を取得したことによりアメリカ全土に普及しはじめた。日本では、大正時代に万石和喜政がアメリカから同技術法を持ち帰り、第 2 次世界大戦後アメリカから持ち込まれた製版材料・印刷機械により国産品が登場した。その後、昭和 20 年代後半から製版技術が急速に進歩し、精密な画像のスクリーン印刷が可能となった。更に昭和 50 年代には水性インク・紫外線硬化樹脂インクなどのインク技術の進歩によりアクリル・塩化ビニル・各種金属などの素材の生活汎用品に印刷され、現在では紫外線硬化樹脂インクが点字や触知図等の用途に利用されている。

1.3.2 スクリーン印刷の原理

スクリーン印刷法とは、ポリエステルやナイロンの繊維（スクリーン）でできている版面に開けられた微小な孔（あな）よりインクを通す印刷方式である。UV 印刷では、インクは前述の通り、紫外線硬化樹脂インク（1.2 で既述）を用いる。図 1-2 にスクリーン印刷のプロセス⁽³⁾を示す。

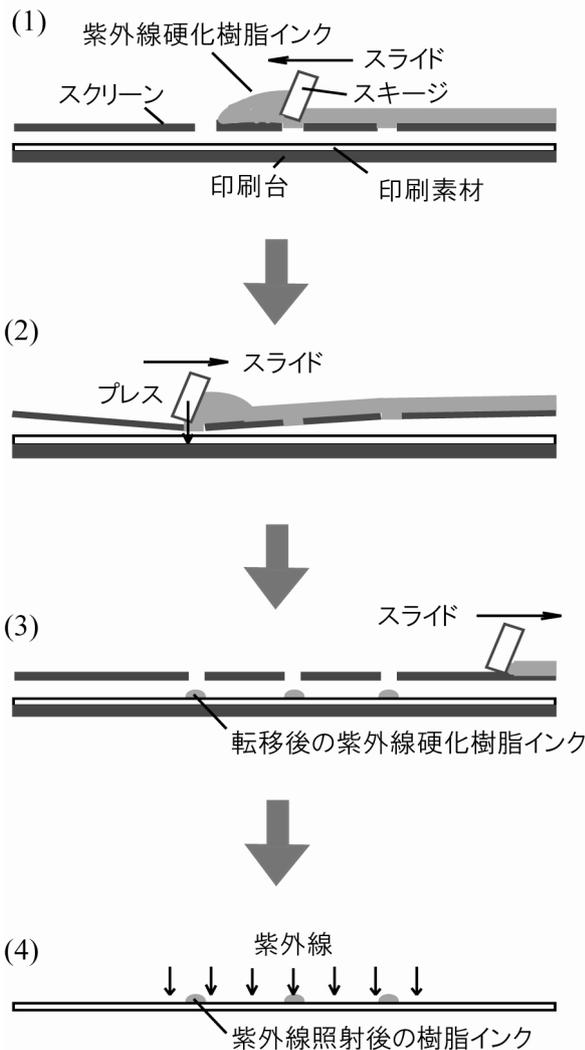


図1-2 スクリーン印刷のプロセス

(1) 版の上に紫外線硬化樹脂インクを塗布し、スキージを摺動し、インクを版の穴に詰める（図 1-2(1)）。

(2) スキージで版をプレスした状態で、スキージを摺動する（図 1-2(2)）。

(3) スキージを摺動することにより版の穴に詰めたインクを印刷素材に転移させる（図 1-2(3)）。

(4) 紫外線光を照射して、インクを硬化させる（図 1-2(4)）。

1.3.3 スクリーン印刷の現状と問題点

前述の通り、紫外線硬化樹脂を用いたスクリーン印刷技術は、点字や点・線を用いた触知図を容易に印刷でき、バリアフリー新法の施行などによって公共施設等の案内図やパンフレットに広く普及している。また、視覚障害の有無に関わらず同じ印刷物を共用できるという特長を備えている。しかし、印刷方式の特性上、細かい図の表現ができないことや

インクの盛り上がりが必ずしも十分ではなく、触読し難い触知図等が見られるため、改善の必要性が指摘されている。加えて、スクリーン製版の工程があるため、一人一人の子どもニーズに合わせて少量の教材を作成する際に、製版のコストに見合わないという課題も含んでいる。そこで、次節では、スクリーン印刷方式に代わる触知図・点字の新規製作システムについて述べる。

1.4 触知図・点字の新規製作システム

1.4.1 システム構成

ここでは、スクリーン印刷方式に代わる紫外線硬化樹脂を用いた触知図・点字の新規製作システムについて述べる。具体的には、空気圧によって無色透明な紫外線硬化樹脂インクを詰めたノズルからインクを塗布する方式を採用する。ノズルの移動は、X-Y 平面を自由に移動できるようにリニアガイドを設置し、ステッピングモータで駆動する装置を製作した。これにより、XY 座標面の任意の場所にノズルを移動することが可能となった。また、Z 軸方向にも同様にステッピングモータを取り付け、塗布対象面とのクリアランスを任意に調節できるようにし、塗布する点や線の高さを自由に調節可能にした。なお、ノズルの X, Y, Z の 3 次元位置のコントロールは位置制御用のコンピュータにより行った。また、周囲の温度変化によって紫外線硬化樹脂インクの粘度が変化しないよう、温度調節が可能なペルチェ素子を備えたヒートコントロール制御装置を取り付けた (図 1-3)。

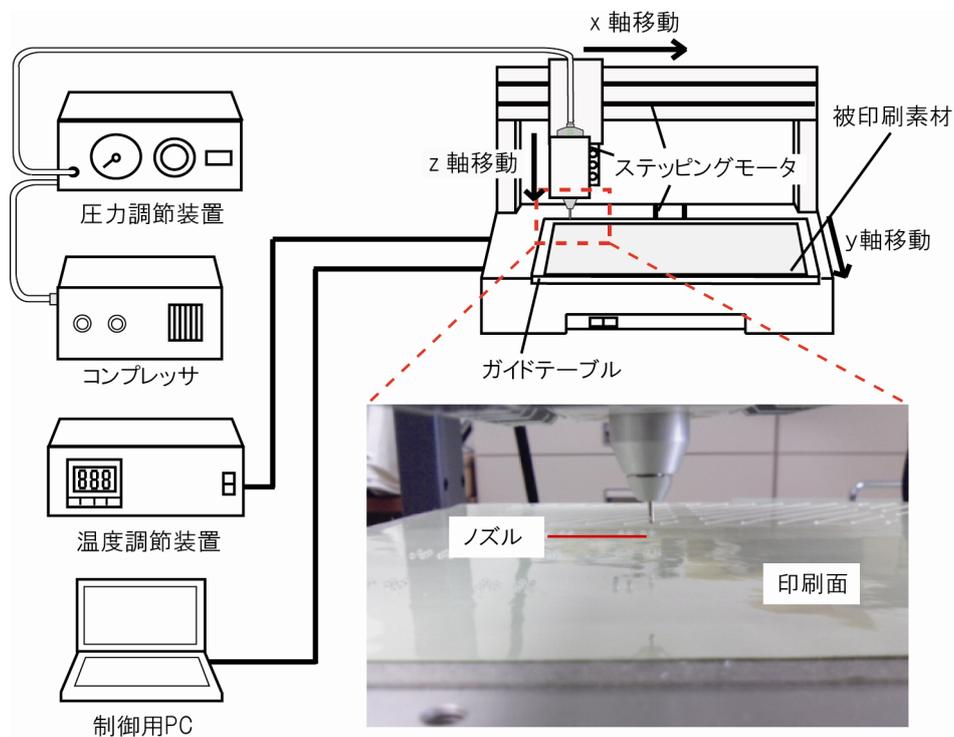
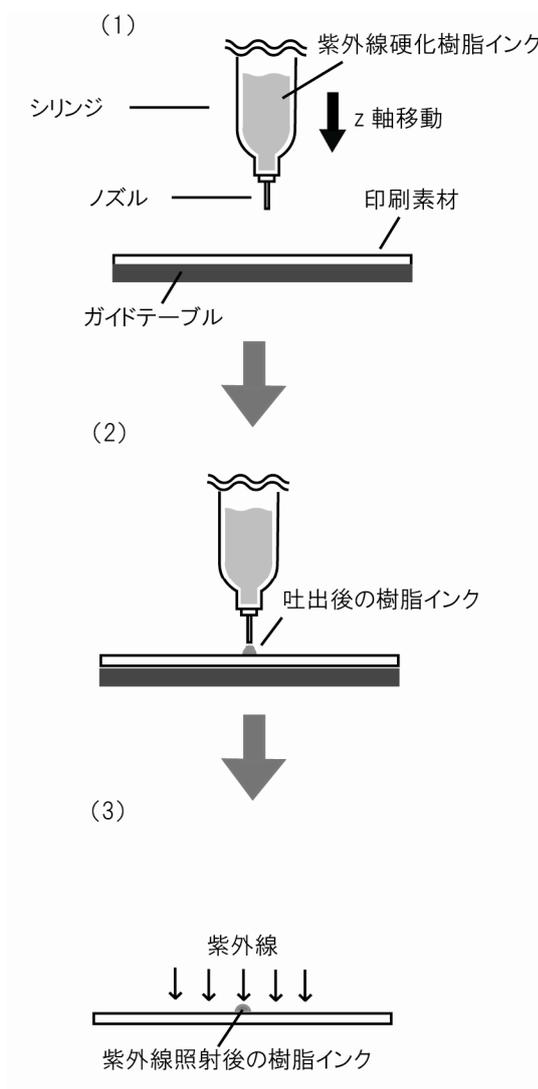


図 1-3 紫外線硬化樹脂の新規印刷装置概念図

1.4.2 点・線の打ち出し

本研究で用いる新規製作システムは、紫外線硬化樹脂インクを入れたシリンジをステップモータで移動させ、ノズルからインクを塗布する方式である。なお、点や線の大きさや高さは、インクの塗布時間、塗布対象面とのクリアランスを変更することにより調節が可能であり、線の太さや高さは、ステップモータの移動速度、印刷面とのクリアランスを調節することにより任意に調整が可能である。新規製作システムを用いた点の塗布プロセスを図 1-4、線の塗布プロセスを図 1-5 に示す。また、インクを硬化させる際は、紫外線強度が十分な UV ランプ（セン特殊光源社製 HLR1000F-29）を用い、硬化不良を起こさないように十分な露光量を確保した。

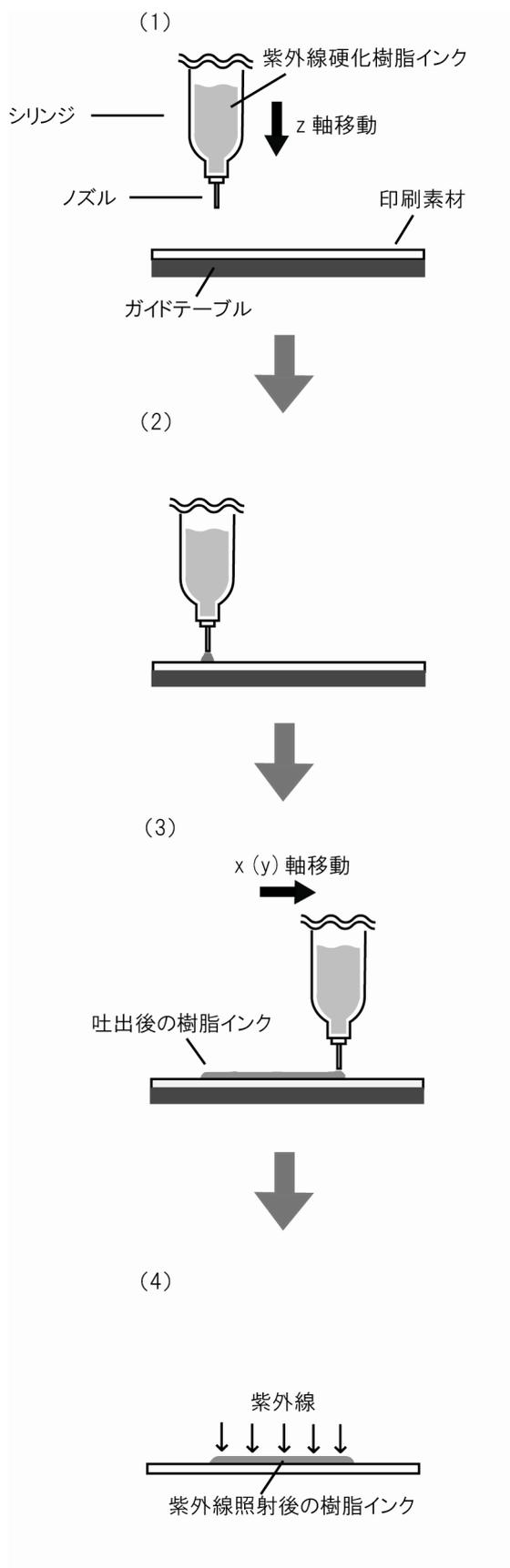


(1) 塗布する任意の XY 座標にシリンジを移動させる (図 1-4(1)).

(2) 任意のクリアランス地点 (Z 座標) にノズルを移動させ、インクを吐出する (図 1-4(2)).

(3) 紫外線光を照射して、インクを硬化させる (図 1-4(3)).

図 1-4 紫外線硬化樹脂の点の塗布プロセス



(1) 塗布する任意の XY 座標にシリンジを移動させる (図 1-5(1)).

(2) 任意のクリアランス地点 (Z 座標) に移動させ、インクを吐出する (図 1-5(2)).

(3) 吐出をさせた状態で XY 座標をスライドさせ、吐出を終了する (図 1-5(3)).

(4) 紫外線光を照射して、インクを硬化させる (図 1-5(4)).

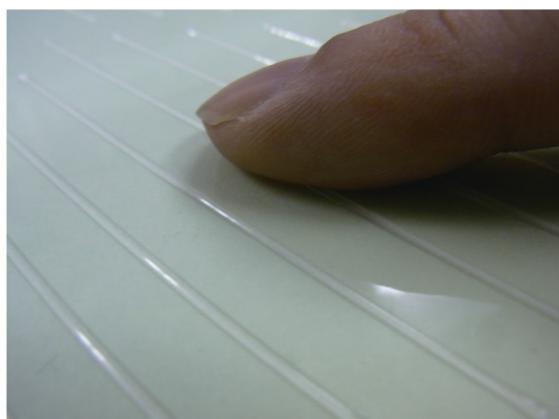
図 1-5 紫外線硬化樹脂の線の塗布プロセス

1.5 点と線の仕上がりのモニター評価

作製した点と線の評価用のサンプルを、普段触知図を利用している視覚障害児 2 名、視覚障害者 2 名を対象として触っていただいたところ (図 1-6)、スクリーン印刷方式で印刷された紫外線硬化樹脂の点字や触知図の中で用いられている線などとは比べ、触り心地が良くインクの滲みもなく明瞭な点や線で、極めて仕上がりが良いと高い評価を得た。なお、晴眼者 10 名にも目視で仕上がりを確認してもらったところ、スクリーン印刷方式に比べてインクの滲みもなく仕上がりが良いと、モニター全員から高い評価を得た。また、日常的に点字や触知図を校正している日本点字図書館点字製作課課長の和田勉氏に作製した点・線の確認をいただいたところ、触読性も触り心地も良いと高い評価を得ることができた。



(a) 作製した点



(b) 作製した線

図 1-6 新規製作システムで製作した点と線の評価の様子

1.6 小括

本章では、スクリーン印刷方式の原理と問題点を踏まえた上、スクリーン印刷に代わる触知図・点字の新規製作システムを紹介し、それをを用いて製作した点と線の仕上がりを確認した。その結果、従来のスクリーン印刷ではうまく表現が出来なかった点や線は、本製作システムを用いることにより、明瞭で触り心地が良い点や線を作製できることが明らかになった。次章では、この製作システムを用いて製作した触知図・点字付パンフレットを紹介する。

引用文献

- (1) 能登廣道：スクリーンと精度，セリグラフ社，1975
- (2) 土井幸輝，小田原利江，林美恵子，藤本浩志：UV点字パターンの識別容易性評価に関する研究，日本機械学会論文集C編，70(699)，300-305，2004
- (3) 清水誠司，阿部正人，平川寛之，河野裕，樋泉光紀，鈴木芳夫：義肢製作支援システムの開発-光造形装置の大型化・高速化に関する研究-，山梨県工業技術センター研究報告，110-111，1997