

紫外線(UV)硬化スクリーンインキ(解説書)

1. UVスクリーン印刷の背景

紫外線(Ultra Violet Ray : UV)を乾燥エネルギーとして利用するシステムは、1960年代に木工塗料分野で実用され、その後急速に印刷関係に浸透してきた技術である。オフセット印刷、コーティング分野で特にUV化が進展しているが、スクリーン印刷も、最も理想的な印刷-乾燥システムとして実用域が拡大しつつある。

従来の溶剤型スクリーン印刷とUVスクリーンインキが基本的に異なる点は、乾燥エネルギーが「熱」か「光」かであるが、インキ組成、乾燥メカニズム、取扱条件等も異なるため、長所、短所を見分ける必要がある。

本インフォメーションは、UVスクリーン印刷をすすめるに当たってのポイントを概説する。

2. UVスクリーン印刷の特徴

2-1. 利点

(1)乾燥時間の短縮

通常数秒～数十秒で硬化するため、乾燥設備の縮小化が可能。

(2)機上安定性の向上

UVインキは揮発性の有機溶剤を含まず、UV光が当たらない限りその組成は変化せず、版上での粘度変化、目詰まり等がなく一定の印刷条件を設定すれば、均質な印刷効果が長時間安定して得られる。

印刷停止時でも、版の洗浄不要で印刷再開でき、残肉インキロスも少ない。

(3)省力化＝自動化

多色刷オーバーコーティング、箔押し、打抜き等の工程をライン化することができる。

(4)印刷作業環境の改善

有機溶剤を含まないため、溶剤蒸気排出のための大きな排気装置は必要なく、より限定された排気装置でよい。また、火災の危険性も大幅に低減できる。

(5)皮膜物性

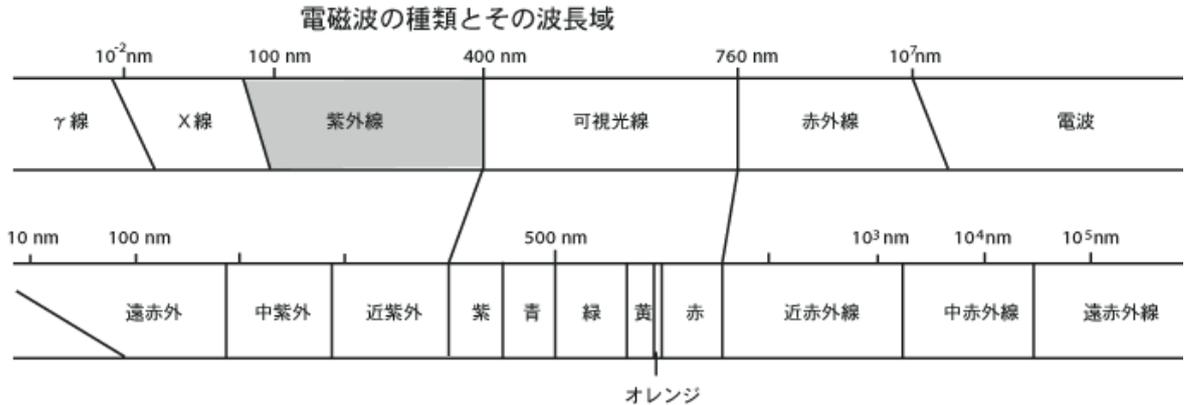
溶剤に溶けない硬化皮膜であるため、耐熱、耐ブロッキング、耐摩擦、耐薬品性等の物性に優れている。

2-2. 問題点

上記の利点を持ちながら、UV硬化システムの持つ固有の問題点や、いまだ解決されていない技術的な問題点を包含していることを十分に認識しておくことが、失敗のないUV印刷システムの実用化のための最も肝要な点である。

(1) 高濃度印刷への制約

UV光は一般に波長の長さ200～400nm の範囲の光をさす。下図にその波長を示す。



インキ中の顔料は、UV光を吸収または散乱し、インキ皮膜内部への光の透過を妨げる作用があり、極度に高濃度のインキや過剰の皮膜厚の場合、UV光がインキ最深部まで透過せず硬化しなくなる。光の透過は皮膜の厚さに著しく影響を受けるため、濃度～膜厚～硬化(乾燥)の関係を念頭に置くことが大切である。UV硬化と光の特性との関係は、後述する。

3. UVスクリーンインキについて

3-1. UVスクリーンインキの組成

溶剤型インキのベヒクル(高分子樹脂/有機溶剤)に対し、UVインキはプレポリマー/モノマーをベヒクルしている。

プレポリマーは、樹脂に相当する皮膜の主体をなし、タツク成分である。モノマーは溶剤に相当し、粘度の低下作用をもつと共に蒸発せずプレポリマーと架橋反応し、固化皮膜の一成分となる反応性希釈剤である。光開始剤はUV光を吸収し、瞬間的に多量の反応開始種(ラジカル)を生成し、プレポリマーとモノマーの反応の触媒となる成分であり、インキ中に通常混入され一液化されている。

次表に、UVインキと溶剤タイプの組成対比を示す。これらの組成によって、多様なUVスクリーンインキが製品化されている。

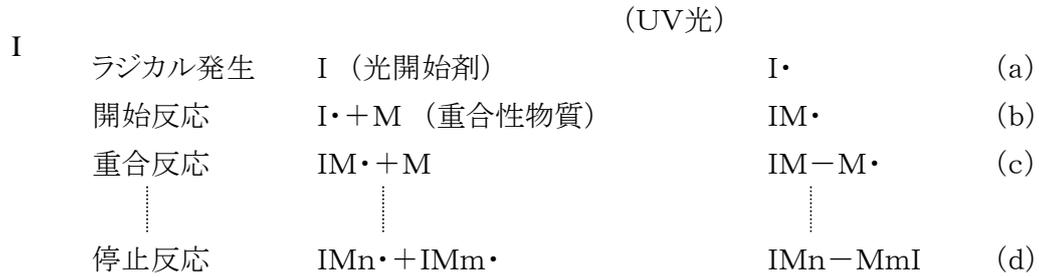
UVインキと溶剤型インキの組成対比

	溶剤型スクリーンインキ	UVスクリーンインキ
着色剤	有機及び無機顔料	有機及び無機顔料
樹脂	高分子樹脂(分子量1万～数10万)ただし二液反応型(フェノール、メラミン、エポキシ)では300～4000	二重結合を有するプレポリマー(分子量500～5000)
希釈剤	有機溶剤(沸点120～220℃)	二重結合を有するモノマー(沸点は減圧下)架橋剤の働きも有
硬化剤	触媒(熱硬化型の場合)	光開始剤(増感剤)
補助剤	消泡剤、ワックス、レベリング、滑剤、チキソロピー化剤、安定剤	消泡剤、ワックス、レベリング、滑剤、チキソロピー化剤、安定剤

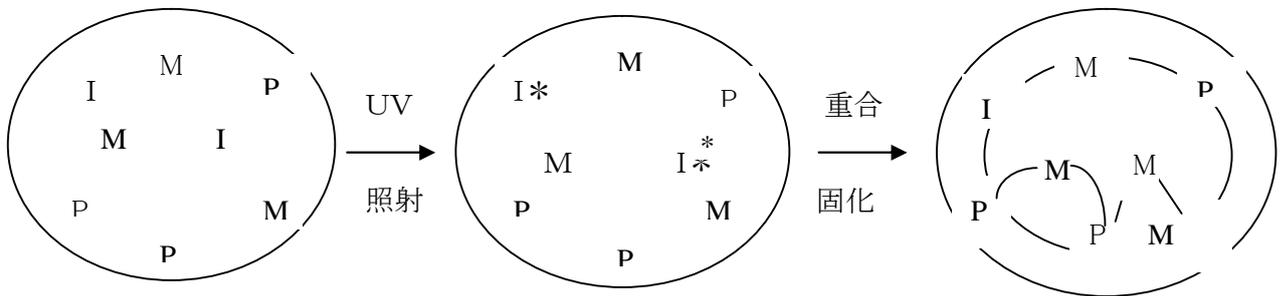
3-2. UVスクリーンインキの硬化乾燥

UVインキの硬化様式図を次に示す。この反応は、連鎖的に進み極めて短時間で終了する。

UVによるラジカル重合反応工程



UV硬化様式図



- I : 光開始剤 (I* は励起状態を示す)
- M : 重合性モノマー
- P : 重合性プレポリマー

3-3. UVスクリーンインキの硬化特性

前述のように、UV光のインキ皮膜内部への浸透を保持し、インキ表面と同様、内部への硬化を同時に進める条件を設定することが肝要である。一般にUV光の硬化への影響は次のとおりである。特に被印刷体の着色度合いの要因は厚膜で高濃度を要求されるスクリーンインキでは、注意を要する点である。

硬化に影響する要素

要素	硬化速度		UV光の作用
	速い ←	遅い →	
皮膜厚	薄層 ←	厚層 →	透過
濃度	薄い ←	濃い →	透過
隠蔽度	低い ←	高い →	透過
下地の着色度	透明 ←	濃色 →	下地の反射
印刷面積	小さい ←	大きい →	サイドの入射、下地の反射

(1) 皮膜厚

スクリーン印刷の皮膜厚は、ステンシルのメッシュによってコントロールされる。ステンシル材質としては、溶剤タイプと同様ポリエステル、ナイロン、ステンレス製のモノフィラメント平織布が用いられる。

ステンシルの規格中、オープニングエリア(%)×厚さ(μ)で着肉量は基本的に決まるが、メッシュ数(一糸の数/インチ)が低いほどフィラメントの径が大きくなり、厚さ(\leq 糸径の2倍)も大きくオープニング面積も大きくなるため、着肉量が増加する。

高メッシュとなるほど、逆に着肉量が低下する。UVスクリーンインキの場合、着肉量のバラツキが大きすぎると硬化ムラを生ずるため、一般に溶剤タイプの場合(通常205~300メッシュ)より高メッシュ側の300~380メッシュ程度とし、薄く均一に印刷するように条件設定する。

(2) 濃度及び隠蔽度

同一皮膜厚でも、着色剤濃度が高すぎると硬化不良を生ずるため、エクステンダー等で濃度調節し、光の内部透過を確保する。特に白ベース及び墨ベースの調色の場合、光の透過が激減するため、濃度調節は必須条件となる。

(3) 下地の着色度

下地が透明基材の場合、基材中へ光が反射、屈折しながら基材/インキ面へ副次的に当たり、硬化と助ける作用がある。下地が隠蔽性で濃色であるほどその作用がないため、硬化しにくくなる。

4. UVスクリーン印刷の設備

印刷工程は、インキ・印刷機材(版、スキージー等)・UV照射装置から構成される。

4-1. 印刷機材

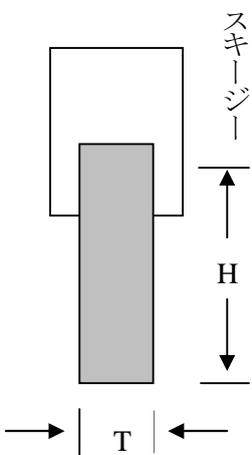
(1) スキージー

UVインキは、溶剤タイプと若干異なった溶解・膨潤性を示すが、一般にウレタンゴム製がよい。スキージーの形状、設定もまた着肉量を左右する一要因であり、UVスクリーンインキの場合、着肉量を均一に保つ上で、その設定には十分な配慮を要する。

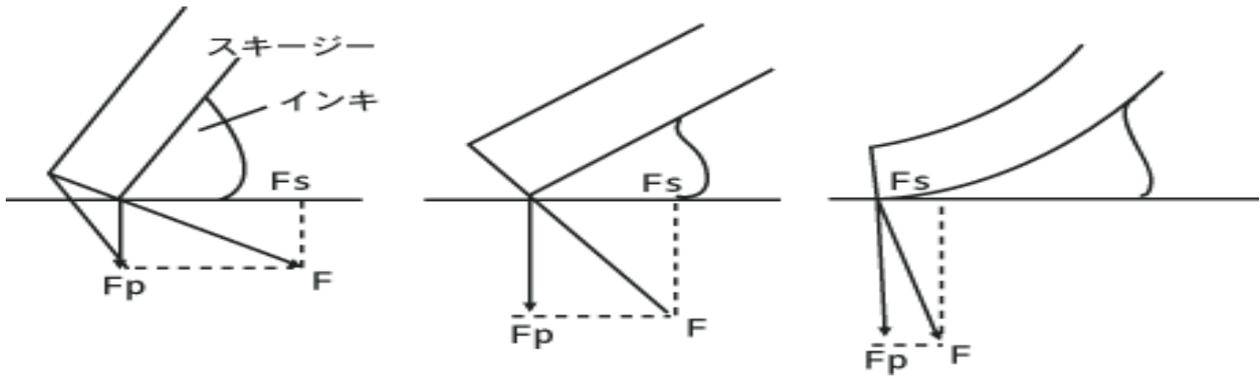
硬度としては、硬目70~85ショアA硬度のものがよい。スキージーの機能を次にまとめた。

機能 パラメーター	インキ充填	かきとり	被印刷面への 密着
高さ(H)	++	+	±
厚さ(T)及び形状	+	+	+
硬 度	+	+	++
エッジの鋭さ	±	++	+
ベクトル	F_p	F_s	F_p

++:1次硬化 +:2次硬化 ±:直接的に効果ない



スキージーセッティングとベクトル力の作用



(2) 洗浄

版の洗浄は、アルコール系以外の有機溶剤がそのまま使用できる。短時間の停止(例えば昼休み等)では洗浄する必要はないが、1日作業の終了時には、乳剤への損傷を防ぐため、版洗浄をしておくほうがよい。

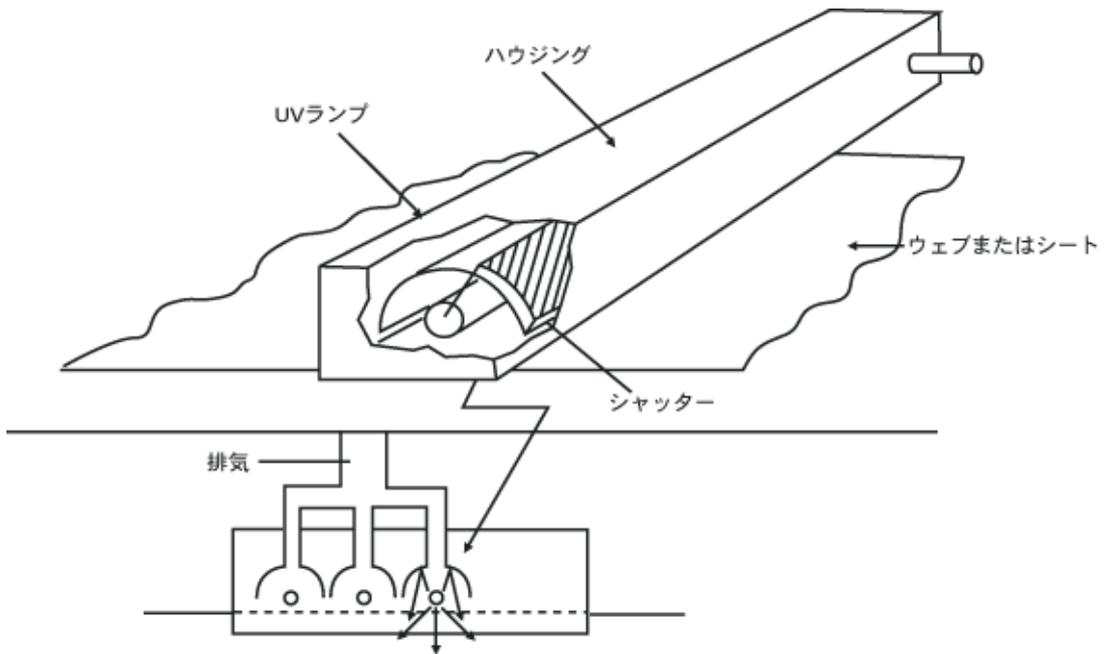
4-2. UV洗浄装置

UV光源は、石英管中に水銀を封入した放電管で、いわゆる水銀ランプとよばれる。UV乾燥には、高出力の高圧水銀ランプが一般に用いられ、ランプの表面温度を800℃程度に維持するため、空冷機能及びUV光を効率よく反射し、照射するためのAl製の反射鏡が一体となった照射装置に組み込まれる。

高圧水銀ランプの構造



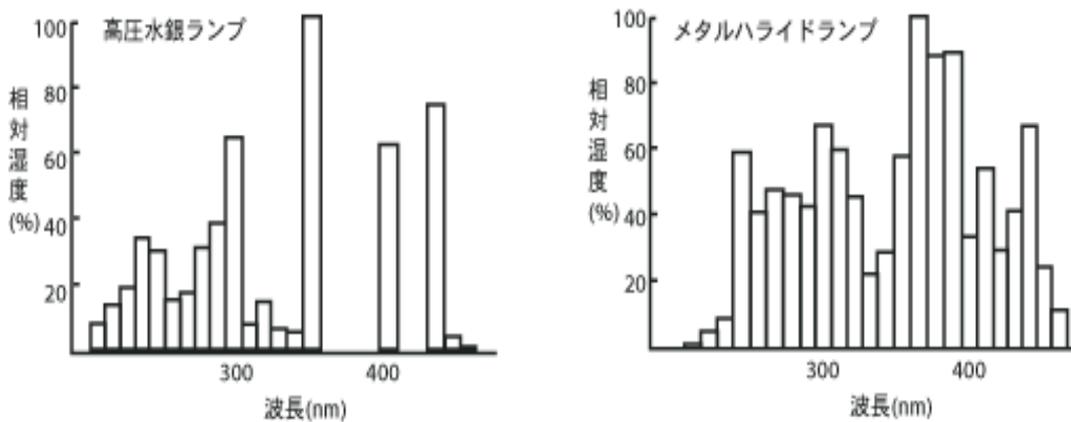
UV 照射装置の構成例



水銀ランプからの発生エネルギーを下図に示すが、通常365nmに強い発光がある。また、可視光400～760nmおよび760nm以上の赤外線(熱線)も大量に発生している点は注意する必要がある。

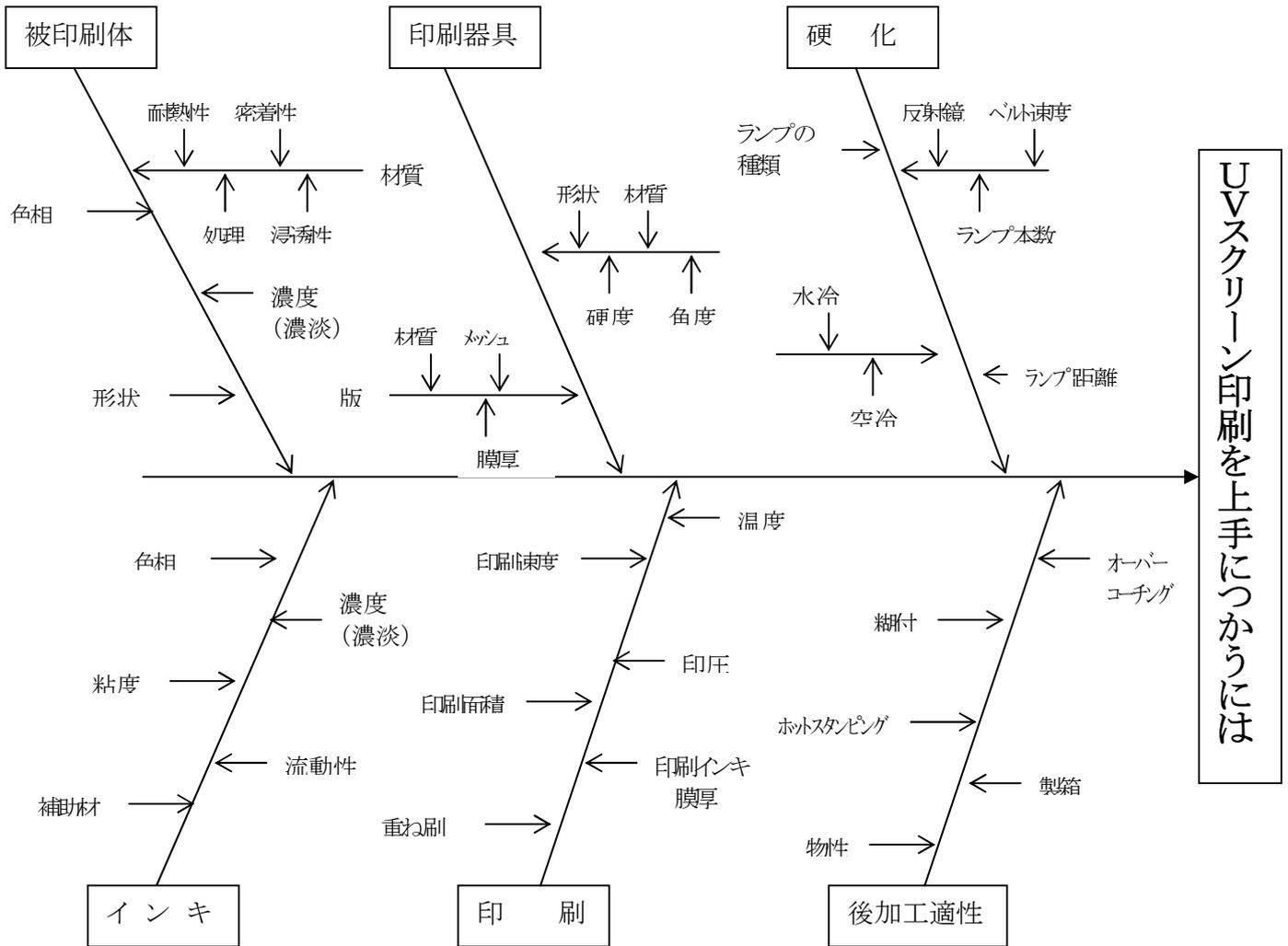
紫外線の発生効率は約20～25%であり、赤外線を同時に発生しているため、被印刷体によっては収縮、変形を生ずる。冷却方式として、二重管水冷式コールドシラー方式等もある。また、スクリーンインキでは厚膜、高濃度に対応できる意味で、水銀ランプ中に「メタルハライド」を封入した「メタルハライドランプ」(波長の長いUV光を多量に発生し、これがインキ内部への透過性が良い特徴をもつ)が好適である。

分光分布図



5. UVスクリーン印刷のチェックリストを行う場合、留意すべき点を次に示した。

UVスクリーン印刷の要因図



印刷適性・効果・性能に対し、インキの選定・調整・ステンシルの選定・製版・印刷工程UV照射工程等多くの要因が相互に影響し合っていることを認識し、安定した条件設定を行うことによって、UVスクリーンのメリットを活かせる考える。

6. UVスクリーン印刷の取扱

(1) 危険物区分

消防法上、危険物第4類第3石油類に該当する。

(2) 取扱

UV スクリーンインキは、当社自主規制に基づいた原材料で構成し製造しているが、新しい原材料であり、体質によってはインキなどが皮膚等に付着した場合、炎傷を生ずる場合があるた

め、一般的な取扱上の注意として、インキはできるだけ皮膚等に触れないようにし、ゴム手袋などを着用して作業すること。また、皮膚・作業服等に付着した場合、溶剤でふいたままにせず、すぐ石鹼で充分水洗いしておくように徹底することが必要である。

(3)保存安定性

製品によっては、保存時ゲル化による変質を生ずるものがあるため、できるだけ低温(15℃以下が好ましい)で保存することがすすめられる。

-以 上-