

## UV 硬化の経済的な要因<sup>1)</sup>

ヘレウスノーブルライトアメリカ LLC、R.W. Stowe

### 要約

加飾、仕上げ、接合技術に用いられる UV 硬化は、他の手法以上に多くの経済的な利点がある。あるアプリケーションの経済的な費用対効果の分析は、他のものと比較すると大幅に異なることがある。コスト削減は、スペースの有効利用、仕掛品の削減、生産性の向上、エネルギーの節減、製造歩留まり、VOC 処理の低減または除去、製品品質や性能などの要因からできることがある。UV 硬化型接着剤、インキ、コーティングで現在達成できている驚くほど広範囲の用途では、単一の経済モデルは一概には適用されないであろう。印刷、コーティング、組立てにおけるさまざまな用途が、それぞれの具体的な経済的考察と交え議論されている。ある程度これらの費用対効果の要因を適応させて、新しいが類似するアプリケーションを評価することができる。

### はじめに

UV 硬化は一般的に、従来のまたは溶剤系材料の利用に対して利点や有利な点があることが分かっている。これらの利点の中には、コストに直接関係するものもあれば、目に見えないものもある。また、製品の性能、品質、耐久性、安全性に関係するものもある。目に見えるものと見えないものの要因は用途によって異なり、UV 硬化型材料の使用にもよる。ある用途における利点は、他のものとは大幅に異なることがある。これは、UV 硬化の利点に関する一般論のみを認める傾向がある。また曖昧になる傾向もある。一般論の根底には、非常に現実的な特別な利点がある。

本稿の議論は、さまざまな用途で UV 硬化を使用する経済的な利点の一部を明確にし、機能的利益の一部を認識するための試みである。この議論では、懸念事項と目的の優先度がさまざまな製品、プロセス、ビジネスで異なることが明らかになった。例えば、設備投資と運用コストの削減のトレードオフは、場合によって異なる。環境面、健康面、安全面の要因を考慮する必要があり、多くの場合、最も重要になる。

以下の資料は、さまざまな UV アプリケーションの経済的利益の要因を集めたものである。それは UV を使用することを一般的に正当化することが目的ではなく、むしろ役に立つガイドを目的としたものである。これらの例が、経済的影響によって UV を利用する、または UV への変更を決定する要因になるという、分析する際の利点に対する見方を広げることが期待される。そのような影響は多くの産業から得られているので、すべてに一律に適用できるわけではないが、有益であろう。

## 概要

全体的な経済分析をする際に、考慮できる比較と費用対効果がいくつかある。

- プロセスの稼働時間
- エネルギー消費量
- 処理能力または生産率
- 仕掛品の削減
- 材料費
  - インキ、コーティング、または接着剤
  - 設備の再利用の可否
- 設備機器コスト
- 運転費
- VOC 処理
  - 焼却または回収
- メンテナンス費
- 歩留まり
- スクラップ
- 廃棄物の処理
- 溶剤回収と処理
- スペースの利用
- 保険

目に見えない利点は、前述のように、原動力としてさらに説得力があるが、分析および定量化することはより困難である。

- 健康と安全
- 品質
- サイクル時間の短縮
- 能力増強
- 他の方法では達成できないプロセス

プロセスで UV を使用するか、既存のプロセスを UV に適応させるか、あるいは変更するかの決定は、通常、費用対効果の分析が行われる前に、機能的な利点を明確にすることに依存するのは明らかである。言い換えれば、「投資する前にうまくいくことを証明する」ことである。非常に多くの UV の新しい用途では、機能的な利点は UV を選択するための「理由」であったが、後になって費用対効果を「正当化」するものであることが示された。

## **「目に見えない」利点**

目に見えない利点は、主に UV コーティング、インキ、接着剤を使用することを決定する際に検討されることが多いため、最初に説明する。

## **品質**

UV を考慮する理由は、通常、光沢、耐傷付性、耐摩耗性、耐薬品性の向上、「ひび割れ」に対する耐性、硬度、弾性、密着性、接着強度など、多くの性能特性が含まれている。これらの技術的特徴は正確に測定することができるが、実際の経済的価値ははっきりしない。

優れた製品性能は、市場シェアの拡大や売上増加により付与される可能性がある。これが収益または利益で評価できる場合は、明確である。

## **健康と安全**

従業員の健康と福祉を検討する際、多くの製造業者は、最優先課題の 1 つとして、「従業員の溶剤への暴露をなくすこと」を含めている。このため、代替の方法を探ることになる。

光ディスク用クリアハードコート of の少なくとも 1 ユーザーは、主に従業員の健康と安全のために、コーティングとプロセスを溶剤系から UV 硬化型のものに変更した。溶剤系はコストと性能の要因においては魅力的であったが、UV 硬化型の方が優先された。

UV 硬化型材料を使用する際の安全性のレベル（例えば、ドレイズ値で示される）は、一般的に、置き換える材料中に含まれる溶媒よりも優れていると考えられている。

## **サイクルタイムの短縮**

「サイクルタイム」は現代の製造業におけるキーワードとなっている。これは、製品がプロセス段階を経るのに必要な時間、またはタスクが完了するのに必要な経過時間に関係する。サイクルタイムの短縮は、ジャストインタイム製造を成功させるための基本要素の 1 つである。

溶剤コーティングが乾燥するまでにかかる時間、二液型接着剤の硬化するまでにかかる時間、または複雑な印刷の全体的な実行時間は、UV 硬化を取り入れることによってサイクル時間を短縮できるほんの数例である。

サイクル時間の短縮は、具体的で明確なコスト削減で評価することができるが（後に説明）、製品の納期や応答時間を改善するという重要な目に見えない競争上の利点もある。

やや極端な例では、小型の温風炉では不可能であったが、スクリーン印刷機に変えたことで、夜通しの作業で大型サインの印刷を完成させることができた。納期が短縮したことで、UV印刷機代が賄えたというものがある。

## 生産能力の向上

より狭いスペースに設置でき、より速い生産速度を可能にし、より少ない生産労働力で賄えるプロセスは、それらの設備および資源をより高い生産能力を上げることを可能にする。ダウンタイムの短縮と処理能力の向上は、機械の稼働率を高め、設備能力に直接影響を及ぼす。一般に、UV硬化によって、生産性が向上し、工場と装置をより良く利用することができる。

## 他の方法では達成できないプロセス

UV硬化の技術的な利点によって、他の手段では困難であろうプロセスが可能になったものがある。これらは、ほぼ瞬間的な反応と最近の「高強度」UVランプの開発のため非常に高速なプロセスが含まれる。

薄膜プラスチックなどの製品（「基板」）が熱に耐えることができないプロセス、または電子部品アセンブリなどの高エネルギー照射によって損傷を受ける可能性があるプロセスは、UVプロセスのまたとない機会となる。熱に弱い材料の場合、もともと低熱プロセスの熱影響をさらに減らすために、多くの技術的改善策を利用することができる。

## 「目に見える」利点

### プロセス稼働時間

タグプリンタとラベル印刷業者は、UV硬化インキとUV硬化ニスを使用すると、UV硬化型材料がプレス機内で硬化することはないため、清掃時間とセットアップ時間が短縮される、と報告している。省力できるのは、1時間の清掃と111時間以上のセットアップです。凸版印刷機の機械コストは1時間あたり約\$100（約10,800円）、6色印刷機は1時間あたり約\$200（約21,600円）、専門印刷機は1時間あたり\$1,000（約108,000円）ほどの費用を削減することができる。

単一操業は三交代制よりも稼働率が大幅に向上し、ジョブ実行時間の合計は、UVで達成される利益に影響する。24時間運転しても、スクリーン印刷業者は、前の従来のインキで70%の効率であったのに対し、UVインキでは80%の効率（稼働時間）になった、と報告している。

#### プレスセットアップ / 清掃時間の費用

UV硬化材料：

1時間 / 日 @ \$500 / 時間 = \$500 / 日  
(約 54,000 円)

溶剤または水性材料：

2 ½ 時間 / 日 @ \$500 / 時間 = \$1,500  
(約 162,000 円) / 日

プレス機の数と種類、ジョブの種類と複雑さ、連続稼働時間はすべて動作稼働時間に影響する。UVで必要とされるセットアップと清掃時間の短縮は、UVに関連する最もよく認識されている運用コスト上の利点である。

## エネルギー消費<sup>2)</sup>

大型のガス乾燥機（「オープン」）は、合計 82kW しか必要としない UV 硬化装置で達成されるのと同じ生産能力に、1 時間あたり 1.10MBTU（英熱量）を消費する（かつ、大型送風機を必要とする）。

### エネルギー消費

熱硬化 - ガス代：

1.10 MBTU / 時 x \$ 4.05 / MBTU	=	\$ 4.46 / 時	(約 482 円)
送風機：56 kW x 0.07 ドル / kW 時	=	\$ 3.92 / 時	(約 423 円)
340 日 / 年 x 24 / 日 x 8.38 ドル	=	\$68,381 / 年	(約 739 万円)

UV - 電気代：

82 kW x 0.07 ドル / kW 時	=	\$5.74 / 時	(約 620 円)
340 日 / 年 x 24 / 日 x 5.74 ドル	=	\$36,838 / 年	(約 398 万円)

## 仕掛品の削減

この要因は、製造サイクルタイムの短縮に対し、および品質コストへの直接的な影響がある、最も影響力のあるコスト要因の 1 つである。

複雑な電気光学装置メーカーは、組立時に約 \$50,000 ドル（約 540 万円）の価値の在庫を持ち、月に 50 個のアセンブリ製品を製造する。室温硬化とエポキシの両方をこれらの接着剤に使用する場合、それぞれの接着剤または封止剤には、試験前に 2～3 日かけて接着剤を硬化させ、組み立てる必要があった。製品の総サイクル時間は 4 ヶ月であった。

UV 硬化型接着剤を使用すると、部分組立品のサイクルタイムは 2 時間に短縮され、製品の総サイクルタイムは 4 日に短縮された。4 ヶ月であった仕掛品の製品価値（定額付加価値を仮定）は以下の値のように計算される。

仕掛品	
二液型接着剤を使用する場合： \$ 50,000 / 個 x 50 / 月 x 4 か月 2 (50%の G.P.) x 2 (平均)	= \$2,500,000 (約 2 億 7000 万円)
UV 接着剤を使用する場合： \$ 50,000 / 個 x 50 / 月 x 0.03 か月 2 (50%の G.P.) x 2 (平均)	= \$18,750 (約 203 万円)

この例では、最終製品の値（価格）の半分が想定コストとして使用され、製品コストは製品サイクル全体にわたりゼロから全コストまで徐々に増加するという点で単純化されている。この例の重要性は、仕掛品に関連する巨額な資産にある。

サイクルタイムを短縮したこの同じ例では、さらに直接的な削減も達成された。二液型接着剤を使用していた以前の接着では、それらが不良である場合には再加工することができず、その結果、部分組立品が廃棄された。その一方で、UV 硬化型接着の不具合は修正でき、スクラップが減少し、歩留まりが向上した。

さらに、不良を検出するための時間は 2～3 日であり、その間にもこの不良にかかわる他のプロセスが継続すること

があった。UV 硬化型接着を用いると検出は即座に行われ、品質関連コストをさらに削減した。

### インキ、コーティング、接着剤のコスト

#### インキ

UV 材料に関する最初のかつ最も一般的な見解の 1 つは、「より高価である」ということである。

一般的に、スクリーンインキ、金属加飾用リソインキ、凸版印刷インキは、UV 硬化型および溶剤系の塗布ベースでコストが比較できる。単位体積あたりのコストの主な違いは、購入時の固形分の割合に関係する。コストの変動は、色や顔料の使用量にも起因する。従って、単位面積当たりまたは乾燥フィルムの製品単位当たりのコストを重量または塗布率で比較することは、より意味のある比較となる。

例えば、従来の高濃度のパッド印刷インキは 1 リットル当たり \$45 から \$60 (約 4,860 ~ 6,500 円) で購入することができ、それにシンナー、遅延剤などが追加される。労力と損失を合わせると、正味の費用が増加する。インキへの留意点と印刷中の再調整があると、その用途での有効原価が増加する。これらのコストを考慮する際、調整や安定化が不要で、注意をほとんど必要とせず、より高い固形分である、1 リットルあたり \$120 (約 13,000 円) の UV 硬化型インキと比較できる。

プラスチック向け加飾用スクリーンインキは、1 ガロン (約 3.79 リットル) あたり \$80 ~ \$100 (約 8,600 ~ 10,800 円) で、UV または従来のどちらでも使用でき、同等の適用範囲がある。

最終製品ベースでのインキのドルコスト平均の重要性は用途によって大きく異なる。例えば、インクジェット印刷やパッド印刷では、インキの使用は少量であり、直接的なインキコストの差はそれほど重要ではない傾向がある。大量に使用する際には、単位あたりのコストにおけるわずかな違いにより敏感になる。

インキの直接コストは、コストと歩留まりが評価されるときに、あらゆるアプリケーションと生産量に対して簡単に計算される。このコストが高い場合には、純利益を得るためにプロセス内の他の部分で節約することで相殺する必要がある。

#### コーティング

印刷ニス、光学クリアコート、プラスチック部品のコーティング、さらには電子部品用のコンフォーマルコーティングでも、同様にコストを評価できる。

金属加飾のコーティングの例は非常に有用な模範となる：

- UV ワニス、100%固形分、9.4 lbs/gallon: \$37.50/gallon (4.3kg/4.5L : \$37.50 (約 4,050 円) /4.5L)
- 高固形分水性コーティング、48%固形分、8.75 lbs/gallon: \$8.25/gallon (4kg/4.5L : \$8.25 (約 890 円) /4.5L)

単位当たりのコスト生産：

$$\frac{\$/gal}{lbs/gal} \times \frac{\text{単位あたりのウェットコート重量}}{\text{固形分\%}} = \text{単位当たりのコーティング費}$$

UV硬化型ワニス：

$$\frac{\$37.5}{9.4} \times \frac{0.10 \text{ g/unit}}{1.00} \times (2.2 \times 10^3 \frac{lb}{g}) = \frac{\$0.88}{thousand} \text{ units}$$

高固形水性ワニス：

$$\frac{\$8.25}{8.75} \times \frac{0.16 \text{ g/unit}}{.48} \times (2.2 \times 10^3 \frac{lb}{g}) = \frac{\$0.69}{thousand} \text{ units}$$

コスト差に生産率を掛けて月ごとまたは年ごとのコストに範囲を拡張することができる。上記の例で重要となる点は、体積あたりのコストに大きな差であっても、固形分と被覆率を考慮に入れると、わずかな差にまで減少することである。355%の見かけの差は、実際には26%の差となるのである。この例では、プロセスの他の節約でこの赤字を克服することがさらに必要になる。

カリフォルニア州南部の厳しい排出基準を遵守するために、電子機器メーカーは、コンフォーマルコーティングを水性ウレタンニスに切り替えた。2年後、さらに2つの理由を挙げ、UVに切り替えた。その理由は、(1) コーティング費用の低減、(2) 主にスプレー装置の洗浄要件を減らしたことによるメンテナンス費の削減である。次の分析は比較的単純なモデルである：

<b>実際の費用</b>		
水性コーティング費	\$13,600	(約 147 万円)
UV コーティング費	- \$5,700	(約 62 万円)
年間節約、材料	\$7,900	(約 85 万円)
年間メンテナンス費節約	+ \$4,800	(約 52 万円)
年間貯蓄	\$12,700	(約 137 万円)
UV 装置費	\$21,700	(約 234 万円)
回収：\$21,700		
\$12,700/年	= 1.7 年 =	21 か月

同じメーカーがさらなる削減を報告した：

改善されたプロセスフローと処理による間接的なコスト削減、年間：\$5,000 (約 54 万円)

## 接着剤

一般的なアセンブリ接着剤には、一液型 UV 硬化剤を使用した場合の \$53.00 (約 5,700 円) と比較して、1 リットルあたり \$32.00 (触媒を含まない、約 3,500 円) の費用がかかる可能性がある。1 回の接着で、UV 硬化性材料に \$0.15 (約 16 円) かかるのに対し、一液型は \$0.10 (約 11 円) がかかる。これに全接着回数を掛けて、コスト差を簡単に計算することができる。興味深いことに、最も劇的な節約の一部は、直接材料費の差を完全に目立たなくするプロセス関連のコストであった。

## 工具

再利用可能な、および再利用できない工具には、印刷版、パッド印刷パッド、スクリーン印刷用スクリーンなどの品目が含まれる。ここでの差は小さいようである。より長い稼働のためには、UV 硬化型材料に耐えることのできるプレートまたはパッドを使用することが望ましいかもしれない。

スクリーンなどの再利用可能な工具は、UV インキが乾燥したり、スクリーンの中で皮張りしたりすることがないため、UV 材料をこすり落とす必要がなくて済むという事実から、ある程度使用寿命が長い。

## 資本設備コスト

熱硬化システムおよび UV システムの資本コストの比較は、どちらもそのメーカーが十分に伝えているように、非常に直接的な比較である。設置費用は容易に算出できる。

但し、生産量と用途に応じて機器のサイズが広範囲に及ぶため、ここでは一般論が必要である。小型印刷機のような小型の熱硬化装置は、UV 装置とほぼ同じ約 \$10,000 (約 108 万円) がかかる。システムが大きいくほど、資本コストの差が大きくなる；UV は、大型熱硬化システムの 50% の範囲で、その差が小さい。

### 資本設備コスト

ワイドウェブ：

UV 硬化： \$72,000<sup>3)</sup> (約 778 万円)

熱硬化： \$212,500 (約 2,300 万円)

## 排出量 (VOC) 処理

溶剤系材料を使用しつつかなり現実的な代替方法は、排気から VOC (揮発性有機化合物) を除去することである。これを達成するシステムは非常に効率的で効果的である。単純な再燃焼装置による焼却からエネルギー回収熱交換器、高効率の二次熱回収システムまで、さまざまな方法がある。熱交換器および熱回収システムは、溶媒蒸気焼却から発生する熱エネルギーを補うために利用する。または非常に効率的なシステムでは乾燥プロセスのために熱を供給するために利用する。排気中の溶剤含有量は、必要とされる正味のエネルギー量に影響を与えるだろう。

このようなさまざまなシステムの資本コストと運用コストは、原則として、2、3 台のプレス機で 1 つのシフトを実行している小さな工場での単純化された例に示すように「トレードオフ」になる。



装置	資本コスト	年間運用コスト
単純な再燃焼装置	\$50,000 (約 540 万円)	\$200,000 (約 2,160 万円)
一次熱交換器付き燃焼装置	\$200,000 (約 2,160 万円)	\$75,000 (約 810 万円)
高温回収システム	\$350,000 (約 3,780 万円)	\$25,000 (約 270 万円)

UV へ変更した場合の資本コストと運用コストは、焼却と熱回収の資本コストと運用コストと比較する必要がある。

### メンテナンス費

すべての種類のシステムとプロセスには、独自のメンテナンスプロファイルがある。設備に起因するダウンタイムを短縮またはなくすためのすべての努力もある。計画的および保全メンテナンスサイクルは、不具合に関連する損失を減らすための最も一般的な手法である。大型システムでは、突然のシャットダウンよりも、メンテナンスの管理コストを考慮しておくことが推奨されている。いずれの場合も、交換に要する時間とメンテナンスのためのダウンタイムが重要である。

熱乾燥炉を通過するコンベヤシステムは、それ自体が損傷や磨耗の影響を受ける。例えば、潤滑剤は急速に劣化し、ベアリングとガイドが過剰に磨耗する。

以下は、金属加飾の熱硬化システムと UV システムのコンベアチェーンの比較である。コンベヤの長さも以下に多大な影響を及ぼすことに注意すべきである：

#### 熱硬化

##### コンベヤチェーンの交換費：

約 91m、0.3m 当たり \$15 (約 1,620 円)、1 年当たり 6 回の変更 = 年 \$27,000 (約 292 万円)

#### UV

##### コンベヤチェーンの交換費：

約 30.48m、0.3m 当たり \$15 (約 1,620 円)、1 年当たり 4 回の変更 = 年 \$6,000 (約 65 万円)

交換費用：

メンテナンスコストの比較の他の要素は、(1) 交換のための直接労働、(2) メンテナンスを完了するためのクールダウンおよび起動時間を含むサイクルタイムである。

この同じシステムには、一部相殺される費用がある。

**熱硬化システム：**

制御装置、オペレータ、ガスプラントなどの交換	\$5,400/年	(約 58 万円)
<b>UV システム：</b>		
バルブやリフレクターなどの交換	\$19,200/年	(約 207 万円)
純節約額 (UV)：	\$7,200/年	(約 78 万円)

## 歩留まり

歩留まりは、手直しや廃棄をすることなく生産された製品数である。歩留まりは、プロセス内の任意の時点で評価することも、プロセス全体の品質を測定することもできる。

防水ガス圧封止を必要とする、極度に危険な環境で使用する機器のメーカーは、封止用の UV 硬化型材料への切り替え後、封止剤の歩留まりが 2 倍増加した。削減できたのは、そのプロセス段階において 15 ~ 20% を示していた手直しが削減したことが主な原因である。

## 廃棄

歩留まりに関連するが、これはセットアップや交換の間に材料が流れ出るなどの「必要な」損失を含まなければならないため、わずかに異なる。便利な製品には代えられない材料である。

印刷業者は、セットアップが完了し、良品が印刷される前にすでに「約 305 メートル」印刷されることがよくあると報告している。例えば、印刷用粘着シートの平均コストは、MSI (千平方インチ = 0.64516 平方呎) あたり \$0.35 (約 38 円) です。このレートでは、7 インチワイドラベルウェブのセットアップの在庫コストは以下のようになる。

セットアップスクラップ

(約 305m) x (約 17.8cm) x (100cm/m) x (\$0.35) = \$ 84.00 (約 9,000 円)

これは作業ごとに、そして店ごとに異なるが、それはコストになる。一般的に、セットアップ時間が短く、インクの色と粘度を「調整」する必要性が低いため、UV はここでの廃棄を約 50% 減らすことができる。廃棄に加えて、回収不能の機械の稼働時間はセットアップ中のコストに寄与する。

印刷における損失またはスクラップの他の原因は、色ずれである。印刷中にインキを調整する必要がないので、この要因は UV インキで大幅に減少または解消されるようである。

印刷業者によると、溶剤系インキやニスでは、廃棄と損失が最大 40% に達する可能性があるという。彼らは、UV 硬化型の同等品を用いれば 5% にまで減少すると主張している。これらの見積もりは極端かもしれないが、より控えめに見積もったとしても、比較すべき重要な原価要素である。

廃棄に関する別の比較では、二液硬化型インキを使用したことのあるパッド印刷機によって示された。このインキの寿命は 8 ～ 10 時間であったため、インキの 30 ～ 40% を廃棄する必要があった。UV 硬化型インキを使用すると、これが「ほぼゼロ」になった。

## 溶剤の回収と処理

あらゆるプロセスからの廃棄物の処理はコスト要因となる可能性があり、最近ではより多くの注目を集めている。液体の「有害廃棄物」は通常、吸収体と混合され、約 208 リットルのドラム缶に封入され、認可された場所で、焼却または処分のため認定業者によって運搬される。この処理の一般的な直接費はドラム当たり \$400 から \$600 (約 44,000 円から約 66,000 円) である。

溶剤と廃棄インキは「有害廃棄物」として処理する必要がある。吸収体を詰め込む必要があるため、廃棄物を入れた各ドラム缶は 3 つに増え、廃棄物のドラム缶あたりコストは \$1,200 から \$1,800 (約 133,000 円から約 199,000 円) に増加する。溶剤系材料のユーザーは、蒸留装置に投資することが多い。適度な量の回収にはさらに \$10,000 (約 110 万円) がかかる。これによって、廃棄を減らし、(通常) 使用できる溶剤を工程に戻す。

溶媒を含まない材料は、「危険物」として処分するか、単に反応させてそれを「非危険物」にし、ほとんどの管轄区域において通常の固形廃棄物として処分することができる。

## スペース利用

従来のウェブコーティングライン用の乾燥オープンは、約 15m から約 30m に及ぶことがあり、空間消費は約 46 から 93 平方メートルである。一か月たった \$0.50/ft<sup>2</sup> (約 0.09 平方メートル当たり約 54 円) の床面積コストが年間にすると \$3,000~6,000 (約 32 万円から約 65 万円) がかかる。同等の UV 「硬化装置」は約 46 から 93 平方メートルを必要とする。床面積に保険料がかかる場合、間接運用コストの合計が、この要素に大きく左右される可能性がある。

さらに重要なのは、同じスペースを利用できることである。ワンパスのボトルスクリーン印刷用の熱乾燥機の長さは約 12 メートルだが、各カラーステーションで UV 硬化を行う 3 色印刷機全体の長さはわずか約 4 メートルである。

二液型接着剤または RTV タイプの化合物を使用した接着剤およびポッティング用途では、通常は日数オーダーの硬化時間になるはずである。これは、サイクルタイムと固定された仕掛品の在庫という点で最もコストがかかるが、部品数が多いと、床面積の消費量が大きくなる可能性がある。

## 保険

UV または溶剤系のシステムの比較に関する具体的な情報や例はないが、危険性を考慮すると UV プロセスが有利であると考えられている。

## 結論

現在 UV 硬化技術を使用している用途の数と種類は非常に多い。どの用途においても、UV を使用する理由、または UV に変更する理由は、次のものとは大きく異なる。

多くの場合、最終製品によって求められる要求特性、安全上の問題、または大気放出に関連する規制上の圧力などの性能要因は、プロセスの代替法として、UV を考えさせる。そのような場合、経済的利益の多くは後になって初めて分かる。

本稿で示した利点は、個々のユーザーやアプリケーションの種類ではなく、特徴と利点にまとめられた経済情報を検討しようと試みた。紹介されたアプリケーションは例である。この方法では、それは有用な「チェックリスト」であり、そこから適用できると考えられる利点だけを抽出することができる。

上記の例を特定の分析に関連づけることで、価値は大きく異なるかもしれない。しかし「間違っている」という意味ではない。それは重要な経済的特徴の素因となる。

特定のプロセスに対して UV を検討することへの抵抗は、不十分な分析から生じることがある。特定の障害が克服され、投資が必要になることも珍しくない。この障害には、市販されていない高精度な最終特性を発現する材料のフォーミュレーションの必要性、または互換性があると思われるローラーやプレートなどの開発の必要性が含まれる。

プロセス開発に費やされた時間を含むこれらの「投資」はいずれも、それらの「回収」の観点から評価することができる。前述の経済的利点の例は、その考えに基づいている。それぞれが予想されるアプリケーションの分析や正当化にかなりさまざまな貢献をしており、基準内であっても、生産率と生産能力の規模によって異なる。

\*\*\*\*\*

本稿は、もともと 1994 年 5 月に米国フロリダ州オーランドの RadTech '94 North America で発表され Conference Proceedings RadTech International North America の、353 ~359 ページに掲載された。マイナーアップデートでは、現在のエネルギーおよび入手できる他の価格が反映されている。本稿の目的は、UV 硬化による経済的な節約の典型的な有形および無形の点におけるチェックリストとして役立つことであり、読者はここに例で示されたものではなく、彼ら自身の実際のコストを使うべきである。ヘルスノーブルライトでは、お客様の UV 検討時に役立つ装置やプロセスのご相談、ならびにプロセスの確立のための事前の照射試験に応じている。

ヘルス株式会社  
ノーブルライト事業部  
UVソリューション

〒112-0012  
東京都文京区大塚2-9-3  
住友不動産音羽ビル2F  
Tel: (03)6902-6630  
Fax: (03)6902-6625  
uvp.hkk@heraeus.com  
www.heraeus-noblelight.jp

**注記：**本文中の日本円はあくまでも参考として表記しております（1ドル=108円）。

- 1) 本稿は R.W. Stowe による Some Economic Factor of UV Curing を和訳したものです。
- 2) 電気代およびガス代については、原文のままアメリカのものを掲載しております。日本には適用しません。
- 3) UV 硬化装置の資本設備コストについては、本文中の通り、さまざまな装置が存在するため、特定メーカーのものを示したのではなく、あくまでも仮説的な価格例になります。