

有機溶剤系同時重層塗布技術の開発

Development of simultaneous multiple layer coating of organic solvent liquid

青木 圭一*
Aoki, Keiichi

南野 大樹*
Minamino, Daiki

An experimental study of simultaneous multiple layer extrusion coating of organic solvent liquid have been carried out. We found the relationship of bottom and top layer properties for stable wet multi-layer film formation. And it was found that the minimum wet thickness strongly depends on the bottom layer viscosity.

1 はじめに

水系写真感光材料分野では重層構成塗膜が広く実現されてきたが、近年、有機溶剤系感光材料分野においても塗膜の高機能化に伴い、重層構成のニーズが高まっている。生産効率を考えると当然ながら同時重層塗布が好ましい。水系写真乳剤分野においては同時重層塗布方式としてスライド塗布方式が実用化されているが、有機溶剤系同時重層塗布には必ずしも適した塗布方式とは言い難い。また有機溶剤系の場合には特に環境的側面から使用有機溶剤量を低減する薄膜塗布が望まれる。そこで、薄膜塗布に耐えうる高精度な塗布方式として有機溶剤系塗布に広く用いられてきたダイコーターを用いて同時重層塗布について検討した。ここでは比較的粘度の有機溶剤系塗布液を対象に実験的に解析したのでその結果について報告する。

2 実験概要

実験装置概要を Fig. 1 に示す。2つのスリットを有するダイコーターを用い、2層塗布の実験を行った。塗布部を模式的に拡大し、Fig. 2 に示す。尚、実験に用いた塗布液は種々の有機溶剤系ポリマー溶液であり、全て Newton 流体である。使用した塗布液の粘度範囲は 0.6~13mPa・s と比較的粘度領域である。

3 結果

以下では、

- 塗布速度 $U = 10 \text{ m/min}$
- ダイギャップ $H = 0.1 \text{ mm}$

の条件下で行った実験結果を記す。

3.1 重層塗膜安定形成領域

同時重層の実験を重ねていくうちに如何に膜厚などの塗布条件を振っても塗布部にて塗膜が乱れてしまい安定な塗膜が形成できない上下層の組み合わせがあることが判明してきた。これは、ウェット状態において膜状安定

* 感材生産本部 感材開発統括部 生産技術センター

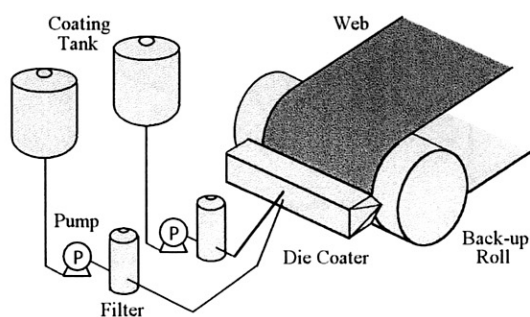


Fig. 1 Experimental apparatus for extrusion coater

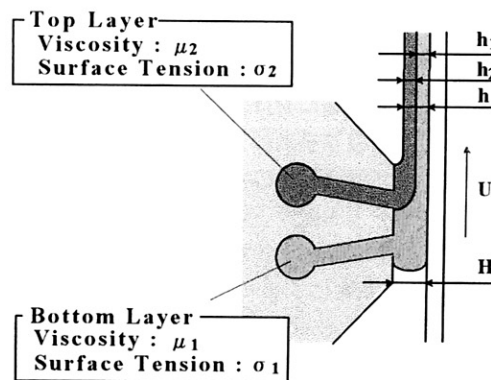


Fig. 2 Multi-layer coating flow

性を支配する上下層の表面張力と流動性を支配する上下層の粘性力の不均衡に起因していると考えられる。そこで、膜厚にこだわらずウェット状態での重層塗膜形成可否を調査し、表面張力と粘性力の比を表す無次元数であるキャピラリー数を用いて整理したのが Fig. 3 である。横軸、縦軸は各々以下の式で表される下層及び上層のキャピラリー数である。

$$Ca_1 = \mu_1 U / \sigma_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$Ca_2 = \mu_2 U / \sigma_2 \dots\dots\dots (2)$$

Fig. 3 から判るように上下層のキャピラリー数の差が大きすぎると重層構成が不可能になる。例えば上層側キャピラリー数 Ca_2 が下層側キャピラリー数 Ca_1 に比べ過大に大きい領域にある場合は、塗膜に斜め縞模様が発生する。また、逆に下層側キャピラリー数 Ca_2 が上層側キャピラリー数 Ca_1 に比べ過大に大きい領域にある場合は、塗膜中にハジキ模様が発生してしまう。

したがって、同時重層塗布を成立させるためには、まずは上下層の液物性バランスを考慮し、この重層塗膜安定形成領域に入れることが前提となる。

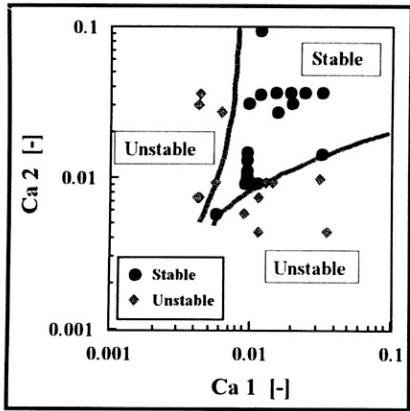


Fig. 3 Stable film formation region for wet double coating layer

の興味の対象となる薄膜塗布については下層を低粘度とすることが有効ということになる。

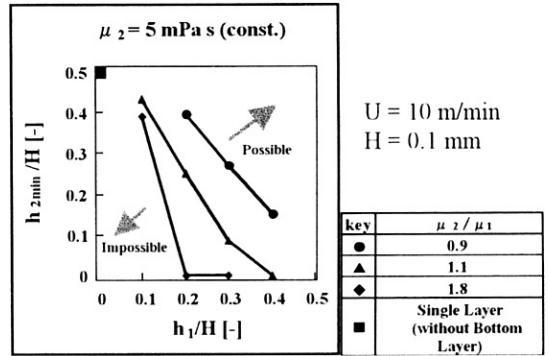


Fig. 4 Effect of the bottom layer viscosity on the minimum wet thickness

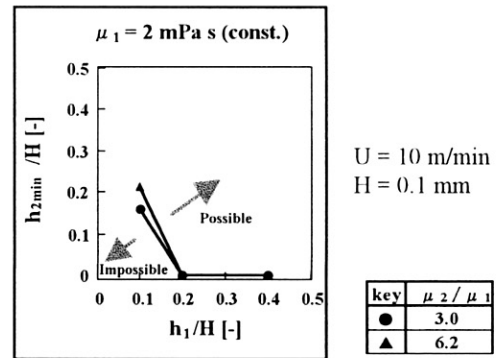


Fig. 5 Effect of the top layer viscosity on the minimum wet thickness

3.2 重層塗布膜厚挙動

前述のウェット状態における重層塗膜安定形成領域を踏襲した上で塗布膜厚挙動について調査した。下層膜厚 h_1 を固定し、上層膜厚を減少させていったときに塗膜形成不可となる値を上層膜厚下限値 h_{2min} として求めた。Fig. 4 は上層塗布液は同一のまま、下層塗布液を各種変更し、下層粘度 μ_1 を変化させたときの膜厚下限値を示している。ここでは無次元の下層膜厚に対する無次元の上層膜厚下限値の変化を表している。尚、各々の膜厚値をダイギャップ H で除して無次元化した。

この図より下層膜厚を厚くすることにより上層膜厚は薄くできることが判る。また、下層粘度を下げることににより上層膜厚下限値は低下し、塗布可能領域が拡大することが判る。

また、Fig. 4 の場合とは逆に下層塗布液は同一のまま、上層塗布液を変更したときの膜厚下限値を Fig. 5 に示す。前述 Fig. 4 にて塗布膜厚下限値が下層粘度に大きく依存するのに対し、Fig. 5 では上層粘度の依存性が極めて小さいことが判る。言い換えれば下層粘度が低ければ上層粘度は高くても膜厚下限値は大きく変わらない。特に我々

4 むすび

ダイコーターによる同時重層塗布について実験的に検討し、安定な重層塗膜を得るための上下層の液物性バランスを明らかにした。さらに、その塗布膜厚下限について調査したところ下層粘度の影響が大きく、薄膜塗布に対しては下層を低粘度とする方向性を示した。

本検討では主に塗布自体の可否を調査してきた。しかし、重層塗膜については、仮に塗布が可能でもその後の乾燥課程において上下層の混合が起こってしまう可能性がある。機能を分離した層を重ねた重層塗膜実現のために、今後はこの層間混合の観点を含めた検討が必要と考える。

●参考文献

- 1) Lee, K. Y., Liu, L. D. and Liu, T. J., Minimum wet thickness in extrusion slot coating, Chem. Engng. Sci., Vol. 47, No. 7, pp1703 (1992)