

液晶インクの印刷特性

小林 孝紀, 田谷 嘉浩, 高村 巧

Printing Properties of Liquid-Crystalline Ink

Takanori Kobayashi, Yoshihiro Taya
and Takumi Takamura

要 旨

液晶物質の液晶性は、圧力、電気、温度などの外部刺激で発現し、利用用途によって、液晶の様々な特性を引き出すことが可能である。また液晶マイクロカプセルインク (LC) を繊維プリントに応用するためには、マイクロカプセルを加熱で破壊することなく乾燥させる技術の確立が必要不可欠となる。そこで、既存のインクに適用されている熱風乾燥ではなく、液晶インク独自の乾燥技術の開発を試み、あわせて液晶マイクロカプセルの繊維用プリントインクとしての特性も評価した。そして、LCと各種バインダとの混合比を変えた混合インクを用いてシルクスクリーン印刷を行い、その乾燥特性、液晶性を調べた。LCへの水溶性バインダ (WV) の混合インクではLCがバインダ内で破壊される傾向が見られた。各混合比でシルクスクリーン印刷を行い乾燥条件について検討した結果、一般的な水溶性ラバーインク (WR) の乾燥温度条件では、LCがその加熱により破壊され、液晶としての色変化を示さなかった。それに対し、乾燥温度をLCの耐熱温度より低温側で減圧乾燥を行うことにより、印刷されたインクの十分な乾燥が可能で、液晶の色変化も保持した。LCとWRの混合インクでは、重量混合比がLC:WR=90:10よりもLCの添加割合が多い場合に液晶特有の色変化を確認でき、LCの割合が増加するに従い、色変化も顕著に発現した。

液晶は固体の分子配列を有する液体で、液体と固体両方の特性を兼ね備えた材料であり、その分子配向に由来する様々な性質が知られている¹⁾。液晶物質の液晶性は、圧力、電気、温度などの外部刺激で発現し、利用用途によって、液晶の様々な特性を引き出すことが可能である。例えば、液晶は電気刺激を利用してディスプレイや携帯電話などの表示素子としてすでに実用化されている。また液晶は、周囲の温度でその分子配列を変化させ、光を複屈折させる性質を有しており、この特性を利用して様々な用途展開が検討されている。例えば、液晶をマイクロカプセルに封入し、用途展開する試みも検討されており、最近では、この液晶マイクロカプセルを利用して安全性の高い温度計などへの用途が広がりつつある。しかし、こ

の液晶の温度特性を利用した用途展開は、液晶マイクロカプセル自身が水分を嫌う、あるいは乾燥時におけるマイクロカプセルの耐熱性などの問題を抱えている。現段階ではポリマーフィルムによるラミネート構造での印刷以外の製品化が困難であり、液晶マイクロカプセルインクの応用製品展開を妨げる大きな要因の一つとなっている。従って、この液晶マイクロカプセルインクの用途展開を拡大するためには、これらの問題を解決するとともに、ラミネート以外の簡便な印刷技術を確立することが求められている。

一方、衣類などのテキスタイルの分野では、オリジナルデザインプリントなど個性を重視したニーズが多い。そのため、通常のインクはもちろん、最近では蓄光、反射、発泡など、使用するインク

自体の特殊性も要求されるようになってきている。このようなニーズの中、この分野への液晶の利用は、温度によって色が変化するという特徴が目され、近年盛んに研究されている。例えば、繊維に液晶を直接混練した素材の開発や、液晶を用いたプリント用インクの開発などがこれに挙げられる。製品化を考えた場合、デザインTシャツ等に液晶を使って繊維の色を温度によって変化させるという機能を簡単に持たせるためには、液晶マイクロカプセルインクが必要不可欠となる。しかしこの場合、マイクロカプセルに封入された液晶インクを汎用の繊維プリント用インクと同様の条件で加熱乾燥処理すると、マイクロカプセルの耐熱性が低くカプセルが破壊することで、液晶インク特有の色変化が見られなくなる現象が起こるため、実用化には至っていない。従って液晶インクを繊維プリントに応用するためには、マイクロカプセルを破壊することなく乾燥させる技術の確立が必要不可欠となる。

そこで、本研究では液晶マイクロカプセルインクの繊維印刷分野への利用を考え、この液晶マイクロカプセルインクのシルクスクリーン印刷技術を確認する目的で、マイクロカプセルを破壊することなく乾燥させ、液晶マイクロカプセルインクを繊維に接着させる技術を確認する。同時に既存のインクに適用されている熱風乾燥ではなく、液晶インク独自の乾燥技術の開発を試み、あわせて液晶マイクロカプセルの繊維用プリントインクとしての特性も評価した。

原料は液晶マイクロカプセルインク（日本マイクロカプセルプロダクツ(株)、以後LCと略す）、およびバインダとして水性バインダ（大日精化工業(株)、以降WVと略す）、と水性ラバーインク（大日精化工業(株)、以降WRと略す）を用いた。LCと各種バインダとの混合比を変えた混合インクを用いてシルクスクリーン印刷を行い、その乾燥特性、液晶性を調べた。シルクスクリーン印刷によりLCを繊維上にのせるためには、WVやWRなどのバインダ類との混合条件の検討が必要不可欠となる。ここでのバインダ類の役割とは、LCを繊維へ印刷するときの接着剤としての効果と、マイクロカプセルをバインダ類でコーティングすることによりLC自身の耐水性を向上させる効果である。

LC, WV, WRの最適乾燥条件を求めめるため熱重量分析を行った。その結果、LCは100℃付近に乾燥による大きな重量変化が見られ、これより高温域ではLCの熱分解が確認された。一方、WV, WRは共に室温から乾燥が始まるが130℃までその重量減少が続き、LCより高温での乾燥が必要なことがわかる（図1）。さらに乾燥条件を

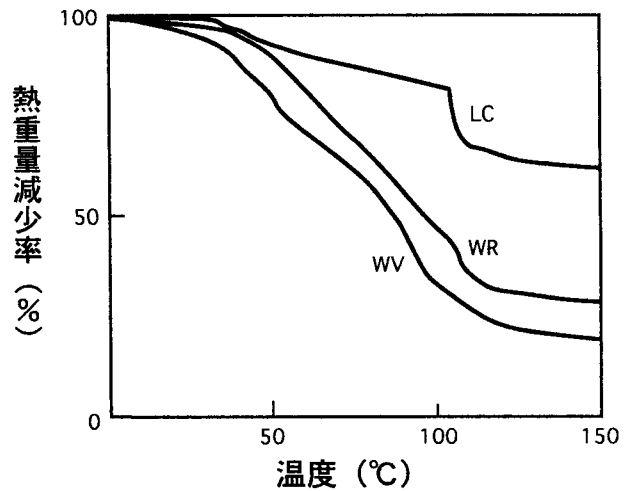


図1 各種インクの熱重量分析結果

求めるため図2の装置を用いて蒸気圧測定を行った。その結果を図3に示す。いずれのインクも水とほぼ同じ蒸気圧挙動を示していることがわかる。これらのことから、乾燥条件としては、熱分解のない乾燥を行うためにはLCの分解温度域（100℃より高温域）より20℃以上低温域の80℃、0.5気圧での乾燥が妥当であると考えられる。また、WV, WRに関しても、この乾燥条件で十分な時

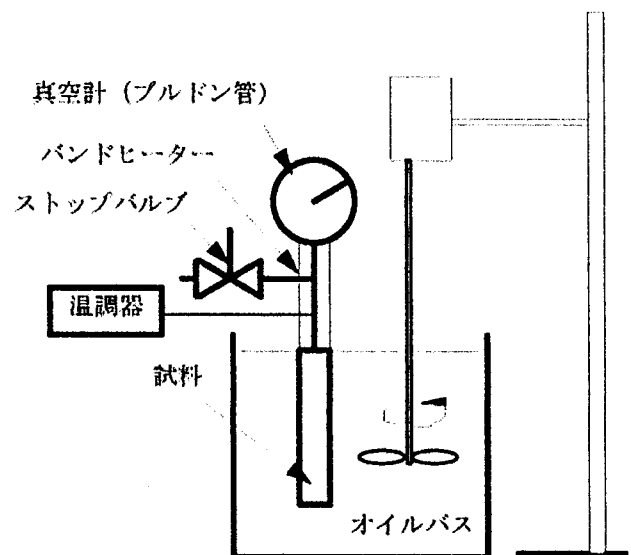


図2 蒸気圧測定装置概略図

間をかけることによって乾燥が行われることもわかった。

次に、LCを市販のWVまたはWRに混合し、液晶の色変化特性について調べた。その結果、WRにLCを混合したインクでは、LCがバインダ内に均一な分散状態を示した。一方、LCとWVとの混合インクではLCがバインダ内で破壊される傾向が見られた。

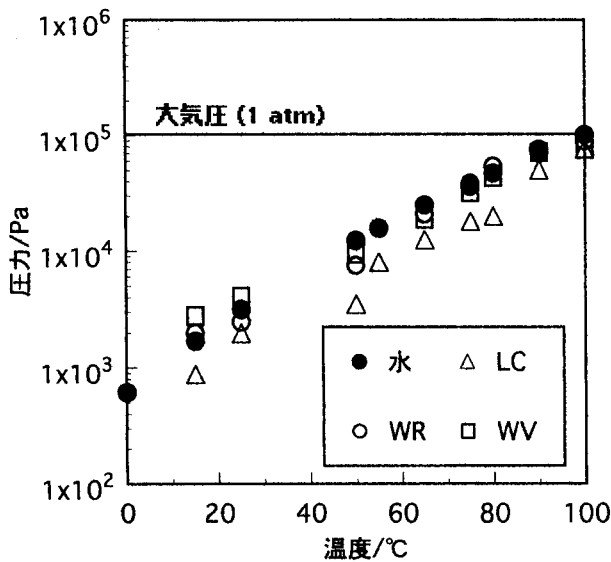


図3 各種インクと水の蒸気圧

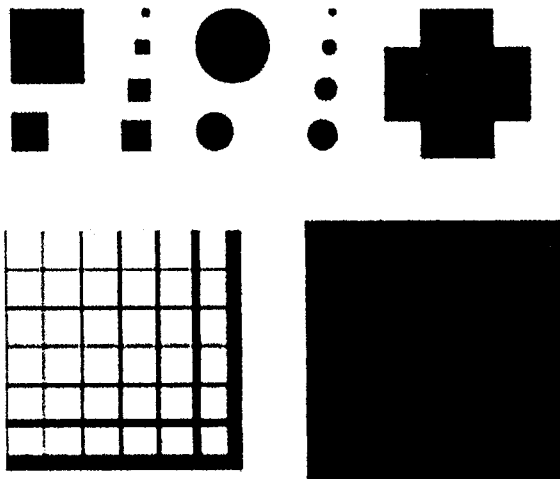


図4 スクリーン印刷テストパターン

シルクスクリーン印刷により図4に示すテストパターンを各混合比のインクで黒布地に印刷し、液晶の特性に及ぼす乾燥の影響について検討した。その結果、一般的なWRの乾燥温度条件では、LCが加熱により破壊され、液晶の色変化を示さなかった。それに対し、乾燥温度をLCの耐熱温度より20°C低温の低真空乾燥を行うことにより、印刷物の十分な乾燥が可能で、しかも液晶の色変化も保持した。従って、この真空下での乾燥方法はバインダを混合したLCの印刷物に有効であることが明らかとなった。

LCとWVとの混合インクでは、いずれの混合比でも液晶の色変化を確認することは出来なかった。一方、LCとWRとの混合インクでは、重量混合比がLC:WR = 90:10よりもLCの添加割合が多い場合に液晶特有の色変化を明確に確認でき、LCの割合が増加するに従い色変化も顕著に発現した。これは、WRを添加することにより、インク全体量に占める液晶マイクロカプセルの割合が減少するだけでなく、WRの添加剤等により、液晶マイクロカプセルの一部が破壊されていることが原因であると考えられる。

以上の結果から、LCはシルクスクリーン印刷が可能で、乾燥方法として減圧乾燥が有効であることが分かった。また、LCに対してWRが水分等の保護剤として働く可能性も示唆された。

参考文献

- 1) 中田一郎, 堀 文一著: 液晶の製法と応用 (幸書房), (1982)