平行二平板間を流れる液晶の可視化

吉田 光佑^{*} (上智大学), 渡邊 和徳 (上智大学), 築地 徹浩 (上智大学)

Flow visualization of liquid crystalline flow between parallel plates

Kohsuke YOSHIDA, Kazunori WATANABE and Tetsuhiro TSUKIJI

ABSTRACT

When low molecular-weight liquid crystal which appears in the nematic phase flows between parallel plates electrodes under the constant flow rate, the pressure drop of the liquid crystalline flow was measured under the electric field. Degree of orientation of the liquid crystal changes under application of electric fields. The electric field intensity changes from 0.0kV/mm to 1.0kV/mm. We investigate the influence of electric fields on the pressure drop and the orientation, and discussed influence of electric fields on the liquid crystalline flow at one time. At the same time, we estimated orientation of the liquid crystal from the brightness of light through the liquid crystal to investigate relationship between pressure drop and orientation variation of the liquid crystal.

Keywords: Liquid crystal, Electric field, Parallel plates electrodes

1. 結 論

電場や磁場などにより流体の性質が変化し何らかの機能を発現する流体を機能性流体という。ここで取り上げる機能性流体の一つである液晶は、誘電率と磁化率の異方性を有するため、電場や磁場を印加することにより、その配向角が変化して特性が変わる。平行平板間流路間を液晶が流れる場合、この配向角変化により流路抵抗が変化する。従来、平行平板間流路間を液晶が流れる場合において、電場を印加した実験的研究¹⁾は行われているが、細かい振る舞いを知ることによって流量や圧力を外部からの電場で直接制御するなどの多くの応用機器の開発に役立つものだと考えられる。このような背景を基に、今回は、低分子のネマティック液晶が平行平板電極間流路を一定流量で流れる場合において、電場を印加し、平行二平板電極にバックライトを当て、通過した光の輝度レベルを測定することによって液晶の配向角を予測した。また、そのときの圧力降下を測定することによって、液晶の配向と圧力降下の関係について考察した。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 平行二平板電極流路

本研究では、メルク (株) より提供されたシアノビフェニル系ネマティック液晶 (K-15) と混合液晶である MLC6650 を使用した。本実験で製作した透明ガラス電極を用いた平行二平板電極流路を図1に示す。透明ガラス電極には、フルウチ化学株式会社製のITOネサガラスを用いた。これは、ソーダガラス表面に酸化錫をドーブした酸化インジウム (Indium Tin Oxide: ITO) を蒸着させ

たものである。二枚の電極間に、厚さ 0.12~0.17mm のカバーガラスを挟み込み、流路長さ 50mm、流路幅 5mm、流路高さ 0.2mm (実際は 0.15~0.2mm であるが、ここでは 0.2mm とする。) の流路を製作した。ガラスを接着するためにエポキシ系の接着剤を使用した。なお、本実験では、電極表面にラビング処理は行っていない。

2.2 実験装置全体図

実験装置全体図を図2に示す。液晶が充填された注射器のピストンをそれに接続されたステッピングモータで制御することにより、一定流量で液晶を流す。電場の印加時および除去時のピストン変位を計測し、変位の変化が直線状であることを確認した。平行平板流路と注射器はガラス管とテフロンチューブで接続されており、電極の下流は大気開放である。電極の上流の圧力を半導体式圧力変換器で計測し、10ms 間隔でパソコンへ入力する。液晶の温度は、25~30℃で行った。

Fig.1 Parallel plates electrodes.

Fig.2 Experimental apparatus.

3. 実験結果及び考察

K15の実験結果の写真を図に Fig. 3 に, K15 の電場を 1kV/mm(200V)まで印加した場合のそれぞれの流量に対する圧力の測定結果とそのときの圧力と輝度レベルの関係を Fig. 4 に示す. また同様に混合液晶である MLC6650 の電場を 1.6kV/mm(320V)まで印加した場合のそれぞれの流量に対する圧力の測定結果とそのときの圧力と輝度レベルの関係を Fig.5 に示す. 全体的に流量が大きい方が差圧も大きく, 電場の増加とともに差圧も増加して, 電場強度がある一定値を過ぎたあたりから圧力が一定になる. 圧力の上昇に伴い液晶を通る光の輝度レベルも上昇していることから, それに伴い液晶分子が配向していることが予想される. 光源の明るさは一定であるにも関わらず輝度レベルの大きさに違いがあるのは, 液晶分子の配向の程度により光の通過度が変わってくるからである. つまり今回の実験で, 電場を印加すると圧力が上昇するのは液晶分子が電場によって配向したからであると推察できる.

(a) $E=0\text{kV/mm}$ (b) $E=1\text{kV/mm}$

Fig.3 Liquid crystalline flow.

($Q=0.003\text{cc/s}$)

Fig.4 Pressure and brightness level for K15.

Fig.5 Pressure and brightness level for MLC6650

4. 結論

電場強度が増加するにつれて平行二平板内の圧力降下が増加し, 電場強度がある一定値を過ぎたあたりから圧力が一定になる. 圧力の上昇に伴い液晶を通る光の輝度レベルも上昇していることから, それに伴い液晶分子が配向していることが予想される.

参考文献

- 1) T. Tsukiji and T. Mitani, Influence of electric fields on pressure drop of liquid crystal mixture, 2002 ASME IMECE2002-32228