ヒドロキシプロピルセルロース液晶相溶液のスリット流路内不安定流れ

Unstable Slit Flows of Liquid Crystalline Solution of hydroxypropylcellulose

○ 正 森 教安 (阪大院) 新堂正忠 (阪大院)
 正 高橋 勉 (長岡技科大) 正 中村喜代次 (阪大院)

Noriyasu MORI, Osaka University, 2-1 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871

Masatada SHINDO, Osaka University

Tsutomu TAKAHASHI, Nagaoka University of Technology, Nagaoka, Niigata 940-2188

Kiyoji NAKAMURA, Osaka University

Key Words: Liquid crystalline polymers, Molecular orientation, Unstable flow, Slit flow, Optical measurement

1. はじめに

高分子液晶は、流動により容易に高い分子配向度を得ることができ、固化までその配向状態を維持するために、高強度、高剛性の成形品を製造することができる。しかし、流動状態によってはタンブラリング挙動などによって複雑なテクスチャー (模様) を生じることが知られている。

本研究では、スリット流路内における波状の不安定流れの発生原因を明らかにすることを目的とし、各種流路を用いた実験により不安定流れに及ぼす流路入口形状、流路厚さおよび流路幅の影響を調べた。さらに、光学測定により流れ中の分子配向分布を検討した。

2. 実験装置および方法

本研究では、高分子液晶の溶液として、ヒドロキシプロピルセルロース (hydroxypropylcellulose, HPC) の 50wt% 水溶液を使用した。

拡大流路として、流路幅 12mm の急拡大流路(GAE12)とテーパ角が 60° のテーパ状拡大流路(GTE12)を用いた。拡大流路では、円管からスリット流路に入ってくる時の流れの影響を消すために、4 : 1 の急縮小部を設けてある。また、平行流路(GP12)も用いた。さらに、拡大流れにおける面外配向が波状テクスチャーの原因であるかどうかを検討するために、流路幅 5mm の急縮小流路(GAC5)と急拡大流路(GAE5)を用意した。なお、流路 GAE12、GTE12、GP12 については、流路厚さ 0.5mm と 1mm の二種類を用いて、厚さの影響を調べた。

スリット流路内の配向状態を観察するため、流路をクロスニコルに配置した二枚の偏光板の間に設置した。さらに、複屈折測定装置により流動中の複屈折と二色性を測定した。

3. 波状テクスチャー

厚さ 0.5mm、流路幅 12mm の急拡大流路とテーパ状拡大流路における実験を行った。拡大部の少し下流から中央部付近に下流に続く細かい波状テクスチャーが発生した。しかし、ずっと下流に行くと、細かい波状模様が消え、流路中央部からピッチの大きな波状テクスチャーが現れた。同様の実験を流路幅 5mm の流路においても行ったが、ほぼ同様の波状テクスチャーを得た。したがって、波状テクスチャーの発生には流路幅は関係がないことが明らかとなった。

つぎに、急縮小流路において観察例を図 1 に示す。上図は流路の上流側の、下図は下流側の写真である。下流域において、波状テクスチャーが発生している。上流部のスリット入口部において特別な模様は見られず、暗部となっていること

より、分子は流れ方向に配向していると思われる。これらのことより、スリット流路における波状テクスチャーの発生は、Bedford らの報告¹⁾にある拡大流れにおける面外分子配向が主たる原因ではないことが明らかとなった。

(b) $V=1.10$ mm/s

Fig.1 Wavy texture pattern in the abrupt contraction flow cell GAC5 ($\delta=0.5$ mm).

つぎにスリット流路で発生する波状テクスチャーの波長を測定した。その結果、どの流路においても、流速が大きくなると、波長は小さくなったが、流路厚さが 0.5mm の流路では、波長は流路幅や流路入口形状にほとんど依存していなかった。しかし、流路厚さが 1mm の平行流路では、流路幅 0.5mm の流路における波長の約 2 倍となった。

最後に、光学測定により流路内の分子配向分布に対しての検討を行った。

本実験で得られた結果より、スリット流路における不安定流れの発生には、高分子液晶のタンブラリング挙動と弾性特性 (長距離秩序効果) の両方が深く関与していることが示唆された。

引用文献

- (1) B. D. Bedford, et al., Rheol. Acta, 36 (1997), 384.