

変形に伴う配向液晶エラストマーの力学挙動解析

Deformation Analysis of Aligned Liquid Crystal Elastomers

東工大化生研¹, JST さきがけ² °藤澤愛樹¹, 久野恭平¹, 赤松範久¹, 矢野厚^{1,2}

Lab. for Chem. & Life Sci., Tokyo Tech.¹, PRESTO, JST²,

°Aki Fujisawa¹, Kyohei Hisano¹, Norihisa Akamatsu¹, Atsushi Shishido^{1,2}

E-mail: ashishid@res.titech.ac.jp

[緒言] ソフトロボティクスやウェアラブルデバイスなどの次世代機能材料において、柔軟かつ耐久性に優れた高機能フレキシブル材料の開発が求められている¹。既に高分子フィルム基板上に半導体などの電子部品を積層することで様々なフレキシブルデバイスの創製が試みられているが、変形に伴う性能劣化は課題である。既往の研究では高伸縮性導電材料を利用することでフレキシブルデバイスの高耐久化に成功しているが、導電材料の選択肢が大きく制限されてしまう。一方、性能劣化の原因である変形に伴う材料のひずみを軽減するアプローチも検討されている。特に、液晶エラストマー (**LCE**) は配向方向への応力印加に対しては比較的高い弾性率を示すが垂直方向へは柔軟に伸長する性質を有するため^{2,3}、配向制御によりひずみを抑制できると考えた。本研究では、配向性 **LCE** が配向方向により異なる弾性率を示すことに着目し、**LCE** フィルムの力学挙動を調べた。

[実験] カチオン重合性オキセタン液晶モノマーと架橋剤を 80 : 20 (mol%) で混合した後、光酸発生剤 CPI-210S を 1 wt% 添加し重合用試料とした。ラビング処理を施したポリイミド配向膜ガラス基板を二枚貼り合わせ、一軸配向およびツイストネマチック配向のガラスセル (厚さ: 100 μm) を作製した。重合用試料を 120 $^{\circ}\text{C}$ でセルへ封入した後、UV-LED (波長: 365 nm) を用いて光強度 90 mW/cm^2 で 10 min 全面照射し重合した。得られたフィルムをガラス基板から剥離した。10 mm x 15 mm に切り出したフィルムを用いて、引張試験などの力学試験により力学挙動を解析した。

[結果] 得られたフィルムの偏光顕微鏡観察を行ったところ、一軸配向処理を施したフィルムは回転に伴い周期的な明暗を示した一方、ツイストネマチック配向処理を施したフィルムは常に明視野となった。偏光紫外可視吸収スペクトル測定結果からポーラープロットを作成したところ、前者のフィルムはラビング方向と平行方向の吸光度が最も高い値を示し、一軸配向性を有することがわかった。また、後者では入射した偏光方向に関わらずほぼ等しい吸光度となったため、ツイストネマチック配向であることがわかった。フィルムの引張試験を行うと、分子配向方向に依存して応力-ひずみ曲線の形状に著しい差異が生じた。これは、引張応力により分子配向変化が生じたためであると考えている。

(1) N. Akamatsu, W. Tashiro, K. Saito, J.-I. Mamiya, M. Kinoshita, T. Ikeda, J. Takeya, S. Fujikawa, A. Priimagi, and A. Shishido, *Sci. Rep.* **2014**, 4, 5377. (2) B. A. Kowalski, T. C. Guin, A. D. Augustine, N. P. Godman, and T. J. White *ACS Macro Lett.* **2017**, 6, 436. (3) K. Urayama, *Polym Int.* **2017**, 66, 195.