

選択反射を示すコレステリック液晶を利用した 湾曲シリコーンエラストマー内部の面外ひずみ解析

Quantitation of Inner Strain in Bent Silicone Elastomers

by Cholesteric Liquid Crystal Sensor

東工大化生研¹, 立命館大院生命² ◯岸野 真之¹, 久野 恭平², 堤 治², 赤松 範久¹, 宍戸 厚¹

Lab. for Chem. & Life Sci., Tokyo Tech¹, Grad. Sch. Life Sci., Ritsumeikan Univ.², ◯Masayuki

Kishino¹, Kyohei Hisano², Osamu Tsutsumi², Norihisa Akamatsu¹, Atsushi Shishido¹

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

【緒言】近年、従来の硬い金属や無機材料に加えて、高分子材料やエラストマーなどのソフトマテリアルが注目を集めている。ソフトマテリアルで構成されたフレキシブルデバイスやソフトロボットの研究開発が活発に行われているが、繰り返しの大きな湾曲に対応できず性能が劣化してしまう。この課題を解決するためには、ソフトマテリアルの変形メカニズムの理解に基づく材料設計が鍵となる。しかしながら、湾曲変形挙動を定量的に解析した研究例は少ない。このような背景のもと、われわれはソフトマテリアル表面の湾曲ひずみを微視的に定量解析することに成功している¹⁻³。さらなる湾曲メカニズムの理解には、材料内部のひずみを定量解析することが必要である。

そこで本研究では、高伸縮なコレステリック液晶 (CLC) センサーを用いて、代表的なソフトマテリアルであるポリジメチルシロキサン (PDMS) 内部の湾曲ひずみを解析した。CLC は、液晶分子が形成するらせん構造のピッチに応じて特定の波長の光を反射する、選択反射という性質を有している⁴。この性質を利用して、PDMS フィルムの湾曲に伴う CLC センサーの選択反射波長の変化からひずみを定量解析した。

【実験・結果】ホスト液晶、アクリレートモノマー、架橋剤、カイラル剤および光重合開始剤を混合し、光重合することで厚さ約 10 μm の CLC センサーを作製した。局所的なひずみを測定するため、作製した CLC センサーを PDMS フィルム内部の様々な位置に導入した。このフィルムを両端から押し込むことで精密に湾曲を制御しながら反射スペクトルを測定し、ひずみを算出した。

CLC センサーを導入した PDMS フィルムの反射スペクトルを測定すると、導入した位置に応じて選択反射波長のシフト量が異なった。この波長シフトから局所的な湾曲ひずみを算出すると、湾曲外面と内面のひずみは非対称であることがわかった。さらに、ひずみの生じない中立面が存在するとされている膜厚中間部においても、大きな湾曲ではひずみが生じることを明らかにした。

1) N. Akamatsu, W. Tashiro, K. Saito, J. Mamiya, M. Kinoshita, T. Ikeda, J. Takeya, S. Fujikawa,

A. Priimagi, A. Shishido, *Sci. Rep.* **2014**, *4*, 5377.

2) N. Akamatsu, M. Fukuhara, S. Fujikawa, A. Shishido, *J. Photopolym. Sci. Technol.* **2018**, *31*, 523.

3) N. Akamatsu, K. Hisano, R. Tatsumi, M. Aizawa, C. J. Barrett, A. Shishido, *Soft Matter* **2017**, *13*, 7486.

4) N. Tamaoki, *Adv. Mater.* **2001**, *13*, 1135.