

機械学習を利用した繰り返し湾曲による高分子フィルムの疲労寿命予測

Fatigue life prediction of cyclic bending in polymer films by machine learning

東工大化生研 ○岸野 真之, 田口 諒, 赤松 範久, 矢野 厚

Lab. for Chem. & Life Sci., Tokyo Tech ○Masayuki Kishino, Ryo Taguchi, Norihisa Akamatsu,

Atsushi Shishido

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

【緒言】 高分子フィルムは軽量かつ優れた加工性や柔軟性を有することから、フレキシブルデバイスの基板として多く利用されている。基板には透明性や寸法安定性に加えて、繰り返し湾曲に対する機械的耐久性が求められる¹⁾。デバイスの用途に適合した基板を適切に選定するためには、破壊に至る湾曲回数で表される疲労寿命を的確に把握することが欠かせない。

高分子は結晶性、分子鎖の絡み合い、配向等の高次構造を有するため、金属や無機材料と比べて複雑な疲労現象を示す²⁾。疲労寿命の予測には、応力振幅と破壊までの繰り返し回数の関係を表す SN 曲線が広く用いられている³⁾。しかしながら、SN 曲線により疲労寿命を高精度に予測するためには、膨大な実験が必要である。また、高分子の疲労寿命予測は、材料の断面積に対して均一な応力が生じる引張変形を主対象としており、不均一な応力が生じる湾曲変形を対象とした研究は少ない。

繰り返し湾曲による高分子フィルムの疲労寿命を高効率かつ高精度で予測することができれば、基板選定における指標となり、フレキシブルデバイスの研究開発が加速する。そこで本研究では、フレキシブル基板として多用される様々な高分子フィルムの湾曲疲労寿命を機械学習により予測した。

【実験・結果】 測定対象の高分子フィルムとして、結晶性高分子のポリエチレンテレフタレートや非晶性高分子のシクロオレフィンポリマー等を用いた。各高分子フィルムの疲労寿命は繰り返し湾曲試験により測定した。機械学習では破断ひずみや破断応力等の基礎力学物性、湾曲角度や変形速度等の試験条件を説明変数として、目的変数である疲労寿命を予測した。得られたデータを用いて機械学習モデルを構築したところ、高い予測精度が得られた。本機械学習モデルにより、非常に長い時間を要する疲労試験を必要とせず、高分子の基礎力学物性や試験条件のみで疲労寿命を予測できることがわかった。

【参考文献】

- 1) B. Yao, J. Zhang, T. Kou, Y. Song, T. Liu, Y. Li, *Adv. Sci.* **2017**, *4*, 1700107.
- 2) J. A. Sauer, G. C. Richardson, *Int. J. Fract.* **1980**, *16*, 499.
- 3) Z. Qi, N. Hu, Z. Li, D. Zeng, X. Su, *Int. J. Fatigue* **2019**, *119*, 281.