

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Fatigue Analysis and Internal Strain Measurement in Bending Polymer Films
著者(和文)	岸野真之
Author(English)	Masayuki Kishino
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12416号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:穴戸 厚,原 正彦,大塚 英幸,中嶋 健,久保 祥一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12416号, Conferred date:2023/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第 号			学位申請者氏名		岸野 真之	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	宍戸 厚	教授	審査員	久保 祥一	准教授	
	審査員	原 正彦	教授				
		大塚 英幸	教授				
		中嶋 健	教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「Fatigue Analysis and Internal Strain Measurement in Bending Polymer Films（湾曲高分子フィルムの疲労挙動解析と内部ひずみ計測）」と題して、高分子フィルムの湾曲挙動に関する研究成果が英文で記されており、全7章より構成されている。

第1章「General Introduction（序論）」では、高分子フィルムの変形挙動と既存の湾曲解析手法について説明するとともに、本研究の意義と目的を述べている。

第2章「Fatigue Analysis of Various Polymer Films Subjected to Cyclic Bending（様々な高分子フィルムの繰り返し湾曲に伴う疲労挙動解析）」では、繰り返し湾曲による疲労試験中に曲率半径や発熱をリアルタイムで測定可能な装置を開発し、様々な高分子フィルムの湾曲疲労挙動を多面的に解析している。湾曲疲労寿命の高分子構造依存性は靱性と破壊モードで説明できることを明らかにしている。さらに、高分子の粘弾性に起因する湾曲疲労寿命の速度依存性については、降伏応力の変化や繰り返し湾曲に伴う発熱が影響を及ぼすと考察している。

第3章「Machine Learning Approach to Fatigue Life Prediction of Bending Polymer Films（機械学習による高分子フィルムの湾曲疲労寿命予測）」では、第2章における解析結果に基づき、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することを検討している。説明変数の選定や機械学習モデルの構築により、高分子フィルムの湾曲疲労寿命を高精度かつ効率的に予測することに成功している。

第4章「Internal Strain Measurement of Polydimethylsiloxane Film using Cholesteric Liquid Crystal Elastomer Sensor（コレステリック液晶エラストマーひずみセンサーを用いたポリジメチルシロキサンフィルムの内部ひずみ解析）」では、フレキシブルデバイスの基板として用いられるポリジメチルシロキサンフィルムの湾曲に伴う内部ひずみ分布をコレステリック液晶エラストマーの選択反射を利用して測定し、湾曲挙動を解析している。内部ひずみ分布の測定により、ひずみの生じない中立面が湾曲に伴い湾曲内面側へ可逆的に移動することを明らかにしている。さらに、定量化した中立面移動を考慮することで、湾曲耐久性の高い電子デバイスの設計にも成功している。

第5章「Out-of-plane Strain Analysis in Bending and Stretching Polydimethylsiloxane Films（湾曲または引張に伴うポリジメチルシロキサンフィルムの面外ひずみ解析）」では、第4章で作製したひずみセンサーを用いて、湾曲と引張における面外ひずみを測定し、その相違点について議論している。湾曲では、引張よりもはるかに小さい力学的エネルギーで面外ひずみを誘起できることを実験的、理論的に明らかにした。さらに、湾曲に伴い生じる面外ひずみを、フィルムの寸法を設計することで簡便に制御することにも成功している。

第6章「Modulating Selective Reflection of Cholesteric Liquid Crystal Elastomer by Bending Strain（湾曲ひずみを利用したコレステリック液晶エラストマーの選択反射制御）」では、第4章、第5章で得た湾曲ひずみの知見を利用して、コレステリック液晶エラストマーの選択反射を多彩な制御を検討している。湾曲ひずみの空間分布を利用することで、選択反射を短波長、長波長シフト、さらに分割、広帯域化することに成功している。加えて、これらの湾曲ひずみによる選択反射の制御が様々な光学応用に有用であることを実証している。

第7章「Summary（総括）」では、本論文で得られた研究成果を総括するとともに、今後の課題と研究展望を述べている。

以上を要するに本論文では、疲労過程に曲率半径や発熱をリアルタイムで測定可能な装置や内部ひずみを測定可能なひずみセンサーを開発し、高分子フィルムの湾曲挙動を解明した成果について述べている。さらに、解析から得た湾曲挙動の知見を活かし、フレキシブルデバイスの高耐久化や力学応答性光学材料の設計に成功している。高分子フィルムの湾曲挙動に基づいて、高機能なフレキシブルデバイスの設計も可能であることから、工学上貢献するところが大きい。したがって本論文は、博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。