

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	ガラスレンズとPDMS間の接触における凝着ヒステリシスのメカニズムに関する考察
Title(English)	
著者(和文)	白斗永
Author(English)	Dooyoung Baek
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10490号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高橋 邦夫,京極 啓史,秋田 大輔,佐藤 千明,齋藤 滋規
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10490号, Conferred date:2017/3/26, 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

## 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	白 斗永		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	高橋邦夫	教授	審査員	齊藤滋規	准教授
	審査員	京極啓史	教授			
		秋田大輔	准教授			
佐藤千明		准教授				

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「ガラスレンズと PDMS 間の接触における凝着ヒステリシスのメカニズムに関する考察」と題し全 6 章より構成されている。

第 1 章「序論」では、まず、凝着現象を利用したデバイスが注目される背景とそのデバイスの設計には凝着ヒステリシスを含むフォースカーブの予測が必須であることを述べ、その予測のためにはメカニズムの理解が重要であるものの、理論的な検討がなされていない現状を指摘している。そして、本研究の目的が、凝着ヒステリシスのメカニズムの解明を念頭において、弾性体と近似できる polydimethylsiloxane (PDMS) と剛体と近似できるガラスレンズの界面で観察されるヒステリシス現象を理論的に解釈する試みにあると述べ、本論文の構成を説明している。

第 2 章「凝着ヒステリシスを評価するための弾性接触理論」では、凝着ヒステリシスのメカニズムを明らかにするために最も重要となる散逸エネルギーを実験的に求めるための理論を説明している。回転対称な放物面を持つ弾性体を剛体平面に押しつけ引き離す接触過程を想定し、エネルギー平衡状態が達成されていない状況で、押しつけと引き離しが行われると仮定している。この仮定により散逸エネルギーの発生要因が接触界面における現象に限定され、この仮定から導かれる力の関係を実験的に確認しつつ測定結果を解釈することで、散逸エネルギーを実験的に評価できることを説明している。

第 3 章「凝着仕事と弾性率の推定方法の提案」では、実際の接触過程においてエネルギー平衡が達成されているとは限らないが、接触径が増加から減少に転じる瞬間、状態がエネルギー平衡状態を通過することを指摘し、エネルギー平衡状態を通過する瞬間は接触径が最大になるため、その瞬間の接触系、変位、および力より凝着仕事を推定できると述べている。そして、実際の接触過程においてそれらの変化を同時計測し、モデルにフィッティングすることで凝着仕事と弾性率を推定する方法を提案している。さらに、ガラスレンズと PDMS 間の接触過程において凝着仕事と弾性率を推定し、従来の推定方法よりも精度良くかつ矛盾無く凝着過程を推定できることを示している。

第 4 章「エネルギー散逸の評価」では、接触過程において外部から与えられた仕事が弾性体の歪エネルギー、計測系の剛性に起因する弾性エネルギー、および凝着仕事に起因する内部エネルギーの間で分配され、各エネルギー間でエネルギーの授受が行われながら接触過程が進行する様子を説明している。さらに、散逸エネルギーの変化が接触半径に常に比例する特性を発見し、その比例係数が力の次元をもつことから散逸力と名付けている。

第 5 章「凝着プロセスの予測可能性」では、非平衡状態から平衡状態への自発的エネルギー緩和過程において、接触系を増加させながら緩和する過程 (advancing contact 過程) と減少させながら緩和する過程 (receding contact 過程) で散逸力が異なることを述べている。advancing contact 過程における散逸力はほぼ一定であるが、receding contact 過程における散逸力は最大押し込み量に依存することを説明し、散逸力のみを導入でヒステリシスを含むフォースカーブが予測できることを示している。さらに、散逸力が凝着ヒステリシスのメカニズム解明につながる鍵であることを示唆し、散逸力の導入による凝着過程の予測手法が梁構造の凝着デバイスの設計にも有用であることを示している。

第 6 章「結論」では、各章で得られた結論を総括している。

以上を要するに、本研究では、ヒステリシスを含む凝着現象を予測する手法を確立し、そのメカニズムの解明に大きく寄与貢献したもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (工学) 学位論文として十分価値があるものと認められる。