

研究助成 研究成果報告書

平成29年 9月 29日

公益財団法人 江野科学振興財団
理事長 江野真一郎 殿

貴財団より助成のありました研究の成果について、下記のとおり報告します。

申請者名

犬東 学 印

記

1.研究課題名

和文

固体界面へのゴムの粘着現象と分子鎖凝集状態

英文

Aggregation states of rubbery polymers adsorbed on solid surfaces

2.申請者名(代表研究者)

氏名 犬東 学	ローマ字表記 Manabu INUTSUKA
所属大学・機関名 九州大学 大学院工学研究院	英訳表記 Faculty of Engineering, Kyushu University
学部・部課名 応用化学部門	英訳表記 Department of Applied Chemistry
役職名 特任助教	英訳表記 Research Assistant Professor

3.共同研究者 (下段 英訳表記)

氏名	所属機関名・学部名・役職
(氏名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)
(氏名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)
(氏名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)
(氏名) ----- (英訳表記)	----- (英訳表記)

4.英文抄録（300 語以内）

Although adhesion phenomena of sticky materials on solid surfaces has attracted much interest from both industrial and academic fields, the detail of the adhesion mechanism is far from clear for a moment. This should be because the adhesion phenomenon is related to the structures in wide range of size scale, from mm to nm. The analytical methods for the adhesion interface, i.e., the “buried interface” between adhesives and adhered solid interface, are also limited.

In this study, macroscopic adhesion behavior of rubbery materials was examined and discussed on the basis of the microscopic adsorbed polymer chain. Films of cross-linked poly(dimethyl siloxane) (PDMS), silicone rubber sheets, were prepared and adhered on glass substrates. The time-dependence of the peeling strength of the cross-linked PDMS sheets from the glass substrates were evaluated and compared with that of the amount of the adhesion deposit layer and residue layer of non-cross-linked PDMS after rinse with good solvent. We revealed that the time-evolution behavior of peel strength is quite similar to that of adhesive deposit layer. This result suggests that the formation of adsorbed layer plays an important role for the adhesion behavior of rubbery materials.

5.研究目的

粘着テープや液晶ディスプレイの保護フィルム、家具の下に敷く耐震ゴムシート等、粘着材料は身の回りにおいて様々な用途で使用されている。しかしながら、粘着現象にはミリメートルから分子スケールまで様々なサイズスケールの構造が階層的に影響しており、また固体/高分子界面を非破壊的に観測する手法も限定されることから、その理解はいまだ研究の途上である。

申請者はこれまでに、ポリスチレン等のガラス状高分子およびポリイソプレン等のゴム状高分子が無機固体と接した場合、無機固体界面に強く吸着した鎖からなる界面層を形成することを報告した。これらの吸着鎖は、バルク中の鎖と比較して熱運動性が非常に抑制されており、また良溶媒中で洗浄しても基板表面から取り除くことができないなど、界面の拘束効果に基づく興味深い物性を示すことが明らかとなりつつある。

これらの高分子吸着層の形成は、粘着剤の剥離強度や高分子/無機固体複合材料の力学物性などの巨視的な材料物性にも大きく寄与していると考えられる。すなわち、粘着材料をガラス等の無機固体に接触させた際も、界面に形成される吸着鎖の層が粘着特性に大きく影響すると予想される。本研究では、ゴム状高分子の架橋膜をガラス基板に接触させた際の界面における分子鎖凝集状態に着目し、微視的な高分子吸着鎖の形成が巨視的なゴムの粘着特性にどのように影響するかについて検討した。具体的には、ポリジメチルシロキサンの架橋膜を調製し、これをガラス基板に貼り付けた際の剥離強度の時間依存性と、一定時間粘着させた後に良溶媒で洗浄した際の吸着層の量、および剥離後に基板上に残存した糊残り量との関係を調べた。

6.研究内容及び成果の本文

別紙に作成添付してください。(図や数式がある場合は 10 個程度にしてください)

7.今後の研究の見通し

本研究の結果から、固体界面に形成されるナノスケールの吸着高分子鎖層の形成が、マクロスコピックな粘着現象に影響していることを示した。また、粘着強度の時間依存性が、高分子鎖の吸着層形成で説明できることを明らかとした。これらの知見は、日常生活でもよく目にするような粘着現象の本質的な理解につながるだけでなく、粘着力や剥離性およびそれらの時間依存性まで精密に設計した、よりスマートなナノ粘着材料の開発を可能にするという点で、工業的にも大いに役立つものである。このような新奇粘着材料は、金属・セラミックス・高分子等の複数の材料を複合したコンポジット材料や、様々な製品の製造ラインにおいて、組立工程の大幅な簡略化を可能にするなど、単なる粘着材料の品質向上にとどまらず、広く産業および社会全体に資することが期待される。

しかしながら、粘着現象の完全な理解には程遠いのが現状である。粘着に際しては、表面の凹凸やアンカー効果、剥離時のキャビティの発生、剥離時に大変形した粘着剤の非線形力学物性、界面における高分子の結晶化、界面偏析、さらには粘着剤と被着体との物理的・化学的な結合や相互作用等、様々なサイズスケールにおける要因が影響しており、しかもそれぞれが階層的に関係していることが、その大きな理由である。また、粘着は粘着剤と被着体との間の“埋もれた”界面で起こる現象であり、非破壊的な構造解析手法が限られていることも、粘着現象の理解が困難である大きな原因である。

本研究は、粘着に寄与する様々な要因の中で、これまで考慮されていなかった高分子鎖の吸着層形成の寄与の一端を明らかにしたに過ぎない。今後は、和周波発生分光法や中性子反射率等の界面解析手法を活用して粘着現象の本質に迫る他、粘着体中への界面活性剤の添加によって粘着強度とその時間依存性がどのようにコントロールできるかといった点について、さらに検討を進める。

8.本助成金による主な発表論文、著書名

投稿準備中

[注 1] 本報告書は、助成金を受けた翌年 9 月末までに必ず提出してください。

[注 2] (お願い)印刷物の郵送と電子媒体の添付ご提供をお願いします。インターネットメールでの送付を歓迎します。< E-Mail: enozaidan@kokoku-intech.com >

[注 3] この報告書を当財団のホームページに掲載させていただきますので、予めご了承ください。