

原子間力顕微鏡を用いたナノ力学物性解析と そのゴムナノコンポジットへの応用

Nanomechanical Properties Analysis Based on Atomic Force Microscopy and Its Application to Rubber Nanocomposite

中嶋 健、伊藤万喜子、梁 曉斌

Abstract

Nanomechanical analysis based on atomic force microscopy (AFM) was reviewed together with the brief introduction of contact mechanics, especially JKR two-point method, necessary for the analysis. The method is standardized at International Organization for Standardization (ISO). The study on hydrogenated nitrile butadiene rubber composite with carbon nanotube (CNT) is also reported as one of the application examples of the nanomechanical analysis. It is well known that the reinforcement by one-dimensional fillers, such as CNT, dramatically improve the mechanical properties of rubbery materials, which is called as a “cellulation” effect. The method is used to elucidate the reinforcement mechanism by CNT and to compare the result with macroscopic tensile properties.

キーワード：原子間力顕微鏡、ナノ力学物性解析、接触力学、カーボンナノチューブ、水素化ニトリルゴム、セルレーション

Keywords: Atomic force microscopy, Nanomechanical analysis, Contact mechanics, Carbon nanotube, Hydrogenated nitrile butadiene rubber, Cellulation

1. はじめに

本稿では原子間力顕微鏡 (AFM) と呼ばれる顕微鏡を用いて、高分子材料のナノスケール力学物性解析を行う手法について解説する。またその事例紹介としてカーボンナノチューブ (CNT) をフィラーとして充填したゴムナノコンポジットを対象に行った研究について述べる。AFM は1986年に G. Binnig らによって開発された比較的新しい「顕微鏡」¹⁾ であるが、

レンズを使って結像させる通常の顕微鏡とは異なり、先端の鋭い探針で測定対象の表面をなぞることで、表面の凹凸像を得る、いわゆる触針式表面形状測定器の一種である。ただ探針先端の鋭さがナノメートルオーダーに達し、時には原子分解能を有する画像を得ることもできるために「顕微鏡」としてカテゴライズされているのである。一方、探針を表面に沿ってなぞるのではなく、表面に対して押し付け、変形させることでその部分の硬さなどの力学的情報を得るために AFM を用いることもできる。こちらもいわゆる硬度計、インデントーや接着・粘着業界であればプローブタック試験のプローブだと思っただけであれば想像しやすいのではないだ

2020年10月16日受付
NAKAJIMA Ken, ITO Makiko, LIANG Xiaobin
東京工業大学 物質理工学院