

2次元ソフト微粒子配列体の応力変形および数値解析

(大阪工大)○藤井秀司・原松栄次・中村吉伸
(産総研)森田裕史

<緒言>

ナノからミクロンメートルサイズの粒子径を有する単分散微粒子が周期的に配列した構造は、コロイド結晶と呼ばれる。これまでに、特に我が国が先頭に立って、コロイド結晶の基礎研究（発現機構、結晶成長速度論、構造、光学特性など）を進めてきている。演者らは、気液界面において高分子微粒子のコロイド結晶の作製が可能であることを見出し、さらに、そのコロイド結晶を固定化することにも成功している²⁾。これまでに、コロイド結晶を変形させることで粒子間距離を変化させ、光学特性に与えられる影響について検討を行った研究は多数あるが、コロイド結晶の変形によりコロイド粒子自身の形状変化まで考慮に入れて検討を行った研究例は、演者の知る限り存在しない。

本研究では、真球形状を有する高分子微粒子の2次元(2D)コロイド結晶が固定化された熱可塑性高分子フィルムを応力変形させ、変形条件が、微粒子形状および微粒子配列構造に与える影響を検討した。さらに、数値解析を行うことで、コロイド結晶の変形メカニズムのモデル化を試みた。

<実験方法>

ポリスチレン(PS)粒子(数平均粒子径 2.26 μm)の2D配列体が固定化されたポリビニルアルコール(PVA)フィルムを、120°Cに設定した恒温槽中で、引張速度 5 mm/min で 90 mm 変形するまで引張試験機で引っ張った。引張試験後、室温まで冷却し、PVA成分をイオン交換水で取り除いた。次いで、光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡(SEM)を使用し、2Dコロイド結晶の観察を行い、構造評価を行った。

<結果と考察>

実験 2Dコロイド結晶を含むフィルムに対し引張試験を行った後、PVAを溶解除去することで得られた2D PSコロイド結晶フィルムをSEMで観察したところ、Fig. 1に示すように、大別して、Brick型、Dobber型、Runner beans型の3種類の興味深い構造が確認された。これらの構造の違いは、引張方向に対してPVAフィルム上のコロイド結晶の向きが異なっていたためにうまれたものと考えられる。それぞれのコロイド結晶を形成する粒子の長軸は、予想した値である 7.34 μm に近い値であり、マトリクスであるPVAフィルムの変形とともにPS粒子も変形したと考えられる。

数値解析 六角形状の粒子が最密充填した構造を引っ張った際に得られる変形を数値解析することで、実験結果との相関性を検討した。その結果、実験で確認された変形構造が、伸張により引き起こされる構造でモデル化することが可能であった。特に、引張途中で圧縮がかかる粒子間接触部が存在することが明らかになり、その部分は、実験における変形後の構造で、すべて湾曲することが示された。

<参考文献>

- 1) (a) A. Kose, M. Ozaki, K. Takano, Y. Kobashi, S. Hachisu *J. Colloid Interface Sci.* **44**, 330 (1973); (b) T. Okubo *Acc. Chem. Res.* **21**, 281 (1988)
- 2) S. Fujii, M. Kappl, H.-J. Butt, T. Sugimoto, Y. Nakamura *Angew. Chem. Int. Ed.* **51**, 9809 (2012)

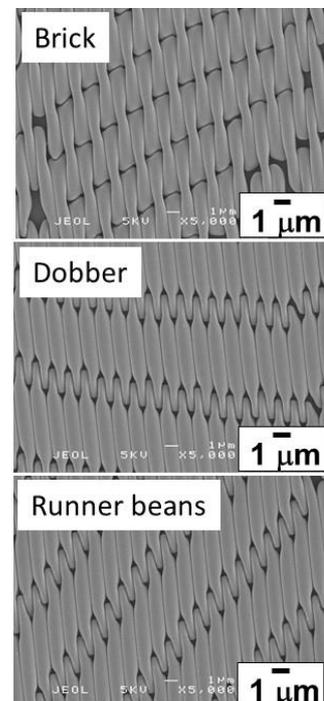


Figure 1 SEM images of 2D colloidal PS particle arrays deformed depending on tensile direction.

Deformation of two dimensional colloidal array and numeric analysis

S. FUJII¹, E. HARAMATSU¹, Y. NAKAMURA¹, H. MORITA² (¹Department of Applied Chemistry, Osaka Institute of Technology., E-mail: s.fujii@chem.oit.ac.jp; ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

Two dimensional colloidal polystyrene particle arrays, which were embedded in poly(vinyl alcohol) film, were deformed by tensile stress above glass transition temperatures of polystyrene and poly(vinyl alcohol). The morphological changes of the polystyrene particles were extensively characterized using scanning electron microscope. After tensile experiments, mainly three types of morphologies of polystyrene particles, namely brick, dobber and runner beans, were observed, while colloidal particle array structures were remained. The morphologies observed were compared with those estimated from numeric calculation.