

## 色の変化で危険を知らせる 構造物の劣化検出センサ

SATテクノロジー・ショーケース2014

### ■ はじめに

我が国の社会インフラの多くは経年劣化が進行しており、メンテナンスの技術開発は重要な課題である。最近では機能材料を用いた ひずみの可視化が国内外で研究されはじめており、構造物への適用も注目されつつある。モルフォチョウやタマムシの発色原理を模倣した機能材料であるオパール薄膜は微小な変形にも応答して色が変化することが知られている。<sup>1,2</sup> 本研究では、オパール薄膜を取り扱いやすいPETシート上に成膜し、ひずみを可視化するシート材料として開発した。市販の接着剤を用いて構造物表面に貼り付けることができ、母材のひずみを色調変化として視覚化する。誰にでも簡便に設置、劣化検出が可能な視覚的な構造物のヘルスマonitoringへと実用展開をすすめている。<sup>3</sup>

### ■ 実験

粒径の揃った一連のポリスチレンの微粒子( $\phi = 144\text{--}258\text{ nm}$ )を黒色PETシート上に自己集積化し、シリコンエラストマーで充填・固定化することで任意の構造色を発生するオパール薄膜を成膜した。微粒子径の選択とシリコンエラストマー膨潤回数による粒子間距離制御をパラメータに、ひずみと構造色変化の関連性を検討した。得られたオパール薄膜を接着剤でアルミ試験片やモルタル試験片に貼り付けて引張試験に供した。上記条件に由来して発色の異なる様々な構造色のオパール薄膜を貼り付けた試験片のひずみ、あるいはひび割れの可視化、ひずみの定量化を試みた。

### ■ 結果と考察

微粒子径と粒子間距離を調整し、一連の構造色を呈するオパール薄膜を作製した(反射ピーク390–780 nm)。条件を最適化することで赤–緑、紫外–可視、あるいは可視–近赤外それぞれを跨ぐような構造色のピークシフトを得られた。例えば粒径200 nmのオパール薄膜では、3回の膨潤処理で鮮やかな赤色を呈した。アルミ試験片に接着して一軸引張試験に供し、分光計を用いて変形前後の反射スペクトルを測定した(Figure 1)。試験片の変形に追従して構造色のピークシフトが始まり、赤色(620 nm)から緑色(580 nm)へのはっきりとした変色が目視された。

既存の歪みゲージとの同時計測の結果、1600  $\mu\text{St}/\text{nm}$ のひずみ感度を有することがわかった。また、コンクリート構造物への適用を想定し、モルタル試験片への設置方法

を精査した。一軸引張試験に供したところ、ひび割れに沿った変色と構造色のピークシフトが目視、分光器によって確認できた。

### ■ 参考文献、特許

- 1 H. Fudouzi, T. Sawada, *Langmuir* **2006**, *22*, 1365.
- 2 不動寺浩, 澤田勉, 物体の歪を検出する方法およびその装置 特許第 5164086
- 3 H. Fudouzi, T. Sawada, T. Hyakutake, I. Nishizaki, Y. Tanaka, I. Ario, *Proc. SPIE* **2012**, *8345*, 1.

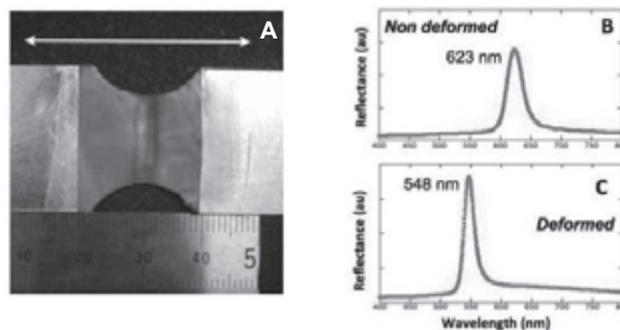


Figure 1 A: アルミのひずみを可視化するオパール薄膜 B: 健全部(赤)の反射スペクトル C: 変形部(緑)の反射スペクトル

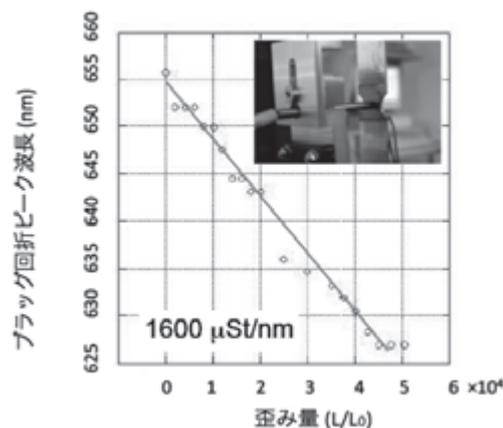


Figure 2 ひずみ量と反射スペクトルのピーク波長の較正

代表発表者 百武 壮(ひやくたけ つよし)  
所 属 (独)土木研究所  
材料資源研究グループ(新材料)  
問合せ先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6  
TEL:029-879-6763 FAX:029-879-6733  
百武 壮 hyakutake@pwri.go.jp

■キーワード: (1)構造物メンテナンス  
(2)ひずみ可視化  
(3)オパール薄膜