

① 広報用タイトル

オパール薄膜の構造色変化を応用した金属の塑性変形の歪み可視化技術

② ポリマー材料フォーラム時のタイトル

「インフラストラクチャーヘルスモニタリングのための構造色歪みゲージ」

③ 著者 (物材機構) ○不動寺浩、澤田勉、(広島大) 田中義和、有尾一郎、(土木研究所) 百武壯、西崎到

④ 発表番号 1PB21

⑤ 取材用 TEL 029-859-24501

⑥ 解説文本文

独立行政法人物質・材料研究機構、国立大学法人広島大学及び独立行政法人土木研究所の共同研究チーム（図 1）は、独立行政法人科学技術振興機構 A-STEP（研究成果最適展開支援プログラム）フィージビリティスタディ探索タイプの委託研究として「金属材料の塑性変形の歪み分布を可視化するスマート光学コーティング」を実施し、下記の成果を得た。

アルミニウム試験片を引張り試験によって塑性変形した領域を色変化として検出し、さらに非接触で歪み量を簡便に測定可能である新技術を開発した。

本技術は歪み可視化のオパール結晶薄膜シート（図 2）、薄膜シートの対象物への実装そして歪みゲージとしての機能検証の 3 つの技術から構成される。今回、変形歪みによって変色するオパール結晶薄膜を黒色 PET シート上に成膜することで、任意の試験片表面に貼り付けることが可能となり、技術開発のブ

レークスルーとなった。図 2A はオパール薄膜を構成する粒子径の揃ったラテックス粒子（粒径 200nm）で 3 次元の規則配列構造を形成している。この周期構造により光のプラグ回折による構造色が発色する。図 2C は粒子間をシリコーン・エラストマーで充填することで、弾性変形によって構造色が変色する機

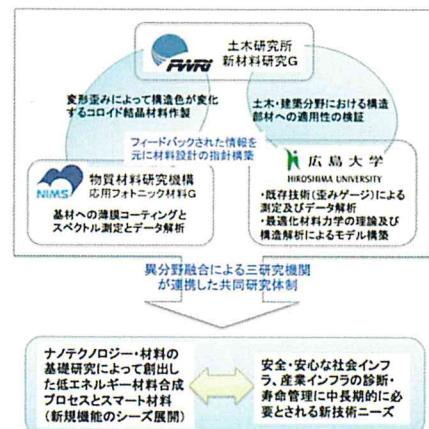


図 1 共同研究チーム

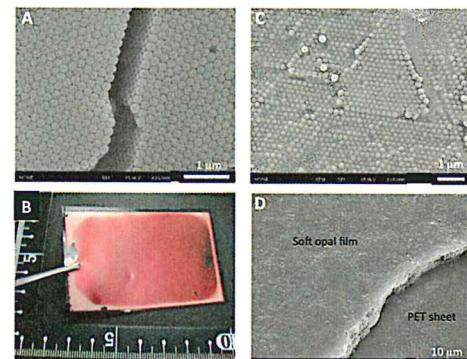


図 2 オパール結晶薄膜シート

能を付与する。このオパール薄膜は膜厚が $10 \mu\text{m}$ 以下で黒色のポリエチレンテレフタレート (PET : 膜厚 $50 \mu\text{m}$) シート上に成膜されている (図 2 B&D)。

この薄膜 PET シートを対象となる試験片 (純アルミ、ダンベル型) に接着し、1 軸方向に引張り試験を行った。ダンベルの縫れ部分に応力が集中し塑性変形を引き起こした。アルミの変形領域は図 3 から明白なように構造色が赤色から緑色へ変色していることが分かる。この新技術では特別な装置も使用することなく目視で歪みを検査することが可能である。また、簡単なハンディタイプのファイバープローブ型分光器で歪み分布を測定できる。図 3 下のグラフは可視光の布拉ッジ回折波長のピーク値を横方向へラインプロフアイルしたものであり、縫れ部を中心とした幅約 4.2mm の範囲にて塑性変形が生じた。また、中心部における歪み変化が最大であることを示している。

また、歪みゲージとしての機能を検証するため、図 4 に示すように布拉ッジ回折ピークと歪みゲージ測定を同時に行い、両者の関係を右のグラフに示す。相関関係が見られ、傾きより回折ピー

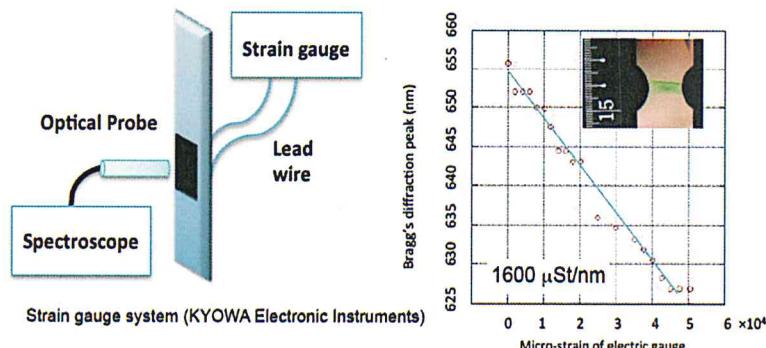


図 3 歪みの可視化

ークから歪み量を測定可能である。オパール薄膜の布拉ッジ回折波長のピーク変化を利用し、新原理の歪みゲージとして機能する。また、配線なしの非接触で歪み分布を同時測定も可能である。

⑦ 適用分野

非破壊検査技術：社会インフラ構造物（鉄橋、タワー、ビル等）、航空機・高速鉄道・自動車・船舶等

材料試験分野：金属材料評価、塑性変形モデル実験、構造用高分子材料・複合材料など塑性変形材料評価、顕微鏡下におけるマイクロ領域の変形試験