



- 研究開発項目 : 構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 構造物の状態を高度可視化するハイブリッド応力発光材料の研究開発
- 研究責任者 : 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 徐 超男

# 研究開発の目的・内容

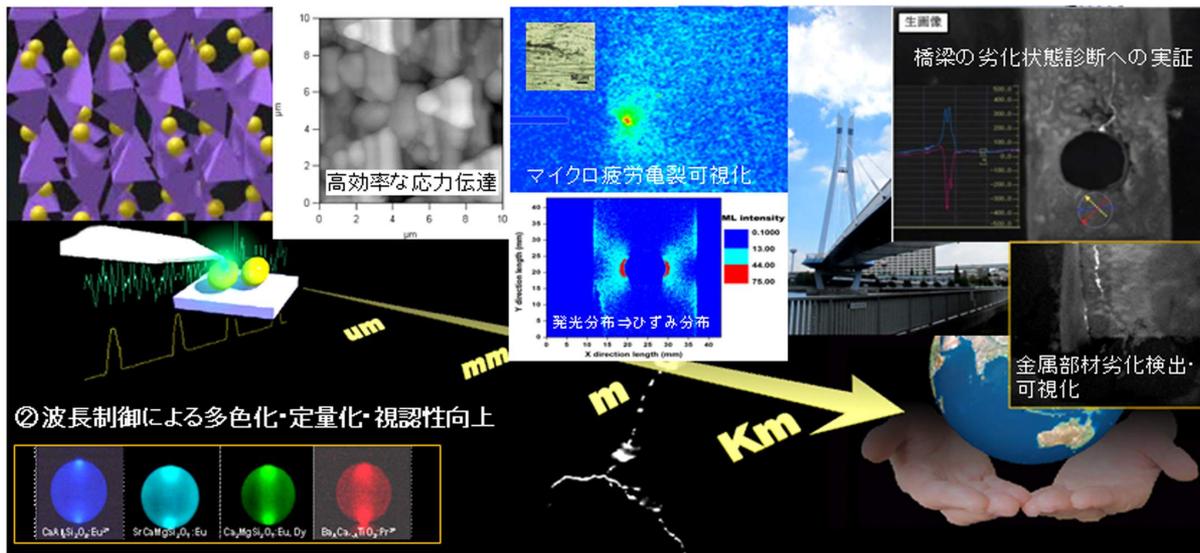
## 研究開発の目的

- 鋼橋の疲労き裂などの損傷を非破壊で検出・可視化する新機能材料として、応力発光材料を提供する。本材料の特性である、ひずみと発光強度の相関を利用して定量的な損傷レベルの判定を行い、効果的点検・補修に貢献する。
- 塗装の上から構造体の劣化検出可能な高感度な材料を開発し、溶接部等の微小き裂・劣化検出調査を可能とする。疲労き裂が微小であれば、その場補修して完了確認することで、予防保全による維持管理が可能となる。

## 研究開発の内容

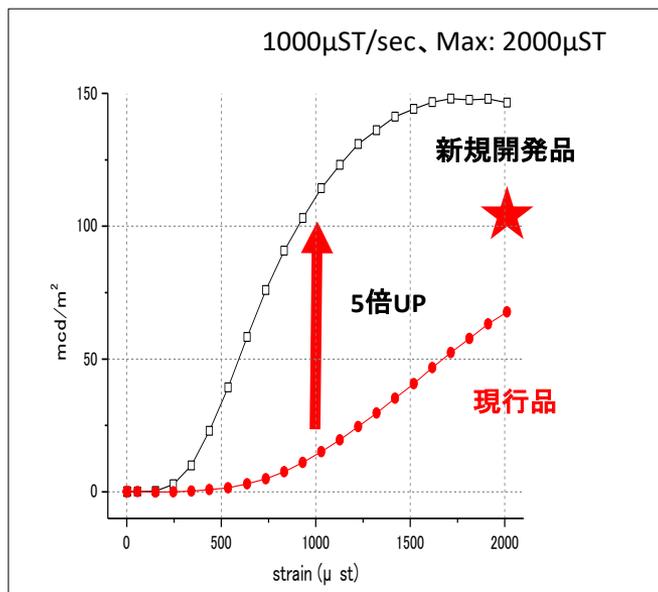
- 構造物の劣化(ひずみ、ひび割れ)を検出・可視化する高感度応力発光材料
- 劣化レベルの定量解析を可能とするハイブリッド材料
- 高速道路等での実証試験を重ね、開発した技術をインフラ定期点検に実装

- ①結晶制御による高感度化
- ②波長制御による多色化・定量化・視認性向上
- ③ハイブリッドによる高効率化・多機能化
- ④他分野連携による劣化検出・診断の実証



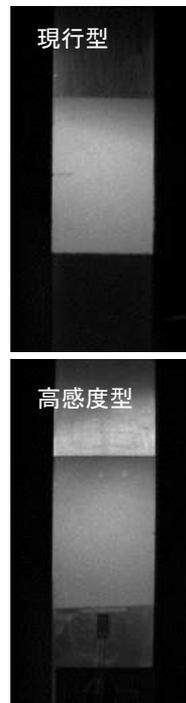
## SIP新規開発の高感度型応力発光材料で目視不能な微小疲労き裂を可視化

- マイクロき裂が十分可視化できる、0.1%ひずみに対して100mcd/m<sup>2</sup>以上の発光強度が得られる材料を開発した。
- 同一実験条件において、これまでの発光材料体(現行型)の発光強度より5倍以上の強度向上を実現できた。



- これまで発光させることができなかったき裂も明確に観察できた。

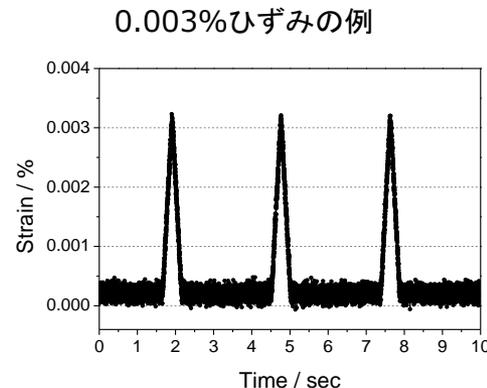
(A)



(C)



(B)



- (A) 現行型(上)、およびSIP新規開発の高感度型(下)の応力発光材料を塗装した金属試験片。
- (B) 高速道路の車両通行を模擬し、最大0.003%のひずみを印加。ひずみ値はき裂部位から離れた箇所にて計測。
- (C) 目視困難なマイクロ疲労き裂可視化の結果。現行型ではき裂の発光が観察できなかったが、高感度型の応力発光材料では、き裂部位に発光が確認できた。

## SIP開発新材料による点検の省力・短時間・低コスト化を実証

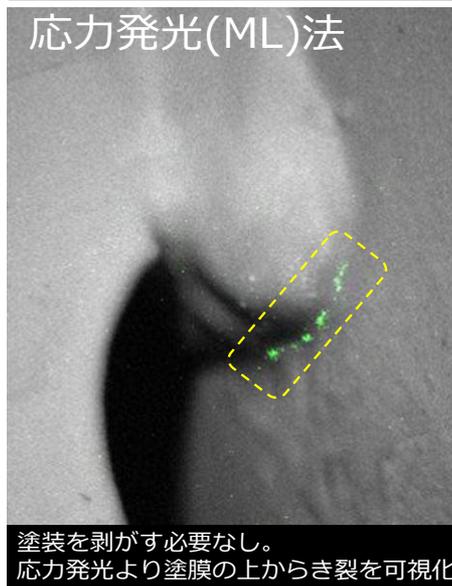
- 高速道路の鋼材の防食塗装の割れ(塗膜割れ)発生箇所を対象に、応力発光試験を実施し、防錆塗料の上から鋼製部材における疲労き裂の有無を判定した。
- 検査実務において、塗膜割れが生じた箇所については疲労き裂が実際に発生しているか検査する必要がある。そのため、磁粉探傷検査法(MT)が用いられるが、検査対象となる塗膜割れの箇所周辺の塗膜を全て除去しなければならず、時間的、経済的なコストが大きい。またMTした箇所でき裂が検出される確率は1割以下である。
- SIPで新規開発した高感度型応力発光検査法(ML法)では、塗膜を除去しないでも防食塗膜下部の疲労き裂や応力集中を可視化できた。
- 実験に立ち会った維持管理の専門家からは、鋼橋における塗膜上からの疲労き裂の検出、微小き裂の補修効果の確認、応力集中の評価に用いる上で実用レベルに達しており、有用な技術と判断されるとの評価。作業量の軽減、コスト削減面でもメリットが大きい。

### 塗膜の上から疲労き裂検出・可視化



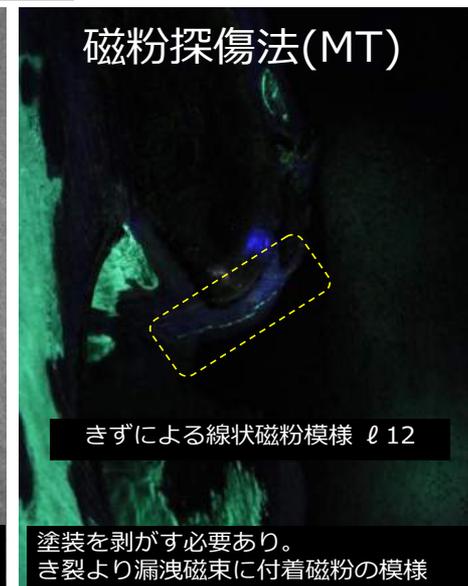
実証現場：  
福岡都市高速道路

#### 応力発光(ML)法



塗装を剥がす必要なし。  
応力発光より塗膜の上からき裂を可視化

#### 磁粉探傷法(MT)



きずによる線状磁粉模様 l 12

塗装を剥がす必要あり。  
き裂より漏洩磁束に付着磁粉の様

応力発光法で検出した疲労き裂を磁粉探傷法で確認

## 開発の最終数値目標

- 応力発光性能  
応力集中が定量化できる、0.01%ひずみの可視化
- き裂の検出感度  
深さ1mm以下の微小き裂検出(幅 $\mu$  mオーダー)

## 社会実装に向けて

- 鋼橋の疲労き裂の可視化、微小き裂補修効果の確認、応力集中の評価による補修の要否判定等について、ビジネス化に向け環境を構築中

### 世界初の応力発光検査技術

応力発光材料の  
・高感度化  
・定量化  
・実務最適化  
・高耐久性

現場実証試験の累積による信頼性確保

標準化  
指針、手引き類の作成

技術の普及

インフラ構造物の効果的維持管理に貢献

技術の実証・普及のため、産総研に「応力発光技術コンソーシアム」を設立。問い合わせ先: [mltc-s-ml@aist.go.jp](mailto:mltc-s-ml@aist.go.jp)

## インフラ点検の実務利用イメージ

