

画素超空間軌跡に基づく時系列応力発光画像解析

Analysis of Time Series Mechanoluminescent Images Based on Trajectory in Pixel Super Space

佐賀大理工¹, 産総研², 九州大総理工³ ○上野 直広¹, (M1)藤嶋 花織¹, 徐 超男^{2,3}

Saga Univ.¹, AIST.², Kyushu Univ.³, °Naohiro Ueno¹, Kaori Fujishima¹, Chao-Nan Xu^{2,3}

E-mail: uenona@cc.saga-u.ac.jp

緒言: 応力発光体は産総研の徐らにより開発されたユニークな新機能的発光材料^[1]であり, 材料の弾性変形領域内における動的変形により光放出する. 応力発光体の微粒子をバインダとなる塗料に混合し, 構造物の表面に塗布すると動的な応力分布を発光強度分布として画像化することができるが, イメージセンサで観測された発光画像はノイズを含むものとなり, 発光強度の時間変化の計算などに悪影響を与える. 本報告では応力発光画像内の発光強度変化を画素超空間内での軌道として捉え, 主成分分析を用いた低次元化でノイズを効果的に除去できることを示す.

基本原理: 応力発光体の発光強度は観測された発光画像の画素値として与えられる. 突発的な破壊現象と異なり, 塑性変形あるいは弾性変形現象下では, 応力発光の原因となる応力の空間的・時間的な分布は滑らかなものとなる. したがって, 一枚の応力発光画像を画素超空間内の1点としてプロットすると, 時間的な発光強度変化に伴って滑らかな軌跡を描く. ただし, 実際の観測画像はセンサのノイズを含むため, 本来の軌跡の周りに雲を成すように分布する. これらの点分布に対して主成分分析を行うと, 分布の拡がりの方向が順次直交する主成分軸として計算される. 各点の主成分軸方向成分を計算し, 成分値の小さな主成分軸を削除することにより超空間内の点分布を低次元空間内の分布に射影することができる. イメージセンサのノイズレベルが応力発光強度変化を下回ると仮定すれば, ノイズ成分は低次元空間への射影によって除去される.

実験: 鋼製圧力容器の外面に応力発光体を塗布し, 内部に圧力を印加した際の応力発光時系列画像の解析例を示す. Fig.1 は第1から第3主成分軸成分の時間変化をプロットしたものであり, そのエネルギーがほぼ第1および第2主成分に集中していることがわかる. Fig.2 上図は応力発光元画像, 下図は第1および第2主成分によって再構成されたイメージである. S/N比が向上していることがわかる.

結言: 主成分分析による軌跡の低次元空間射影を用いた応力発光時系列画像の解析について述べ, ノイズ低減の例を示した.

<参考文献>

[1] C. N. Xu, T. Watanabe, M. Akiyama and X. G. Zheng, "Direct view of stress distribution in solid by mechanoluminescence", Appl. Phys. Lett., Vol.74, No.17, pp.2414-2416 (1999).

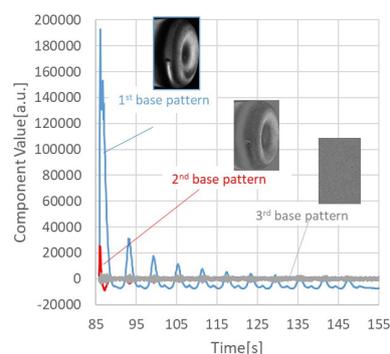


Fig.1 Component values

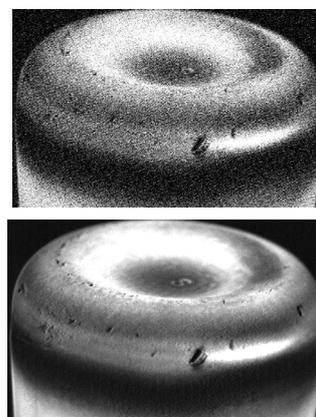


Fig.2 ML Images