

■ はじめに

近年インフラの腐食問題が深刻化する中、安全性を確保する技術が求められている。構造物の破損・破壊の大半は、き裂や減肉に生じる応力集中に起因している。したがって、き裂を早期検出し、その進展の予測ができれば、大きな事故につながる破損・破壊を未然に防ぐことができる。

現場で頻繁に応力測定に利用されている有効な方法として、ひずみゲージとクラックゲージによる計測法や光ファイバーによる計測法が挙げられる。これらの方法は点または線的な情報しか計測できない。き裂と荷重方向が既知のときには有効ではあるが、欠陥の個所が未知の場合では、大きな構造物を診断するために、膨大な数のセンサや計測装置が必要となる。したがって、き裂の検出およびその進展に伴う破壊予知を同時にできる、簡易かつ正確な計測方法が求められている。

ここで、応力発光体(Mechanoluminescence : ML)は、力学的エネルギーの強さに関連したルミネセンスを示す材料であり、新たなセンシング材料として大きな注目を集めている。Figure 1は、応力発光体により、ノッチが試験片に及ぼす影響を可視化したものである^[1, 2]。このように、応力発光体を塗布することにより、試験片に加わる力学的エネルギーをダイレクトに確認することができ、材料の評価が可能となる。

本稿では、応力発光センサの技術を用いたノッチ入り試験片の強度評価を行った。

■ 活動内容

1. 応力発光体の塗布

ノッチ入りの基板(SUS631)に応力発光体($\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$)を塗布した。この時、応力集中の影響を受けるノッチ付近にひずみゲージを基板に接着させた。

2. 引張試験

ノッチ入りの基板(SUS631)にMTSを用いて引張試験を行った。この際、応力発光体を用いて最適に計測するため、引張荷重によって誘発されたMLをCCDカメラを含む独自に構築された応力発光システムを用いて評価した。ここで、引張応力をy軸方向へ加えた時に基板に発生するひずみは、応力発光体とひずみゲージで観測し、それを実測値とした。

3. ANSYSによる解析値の算出

ひずみの解析は、ANSYSを用いて有限要素解析(以下FEM解析)を行い、それを解析値とした。

■ 結果および考察

Figure 2は、ML法とFEM解析を用いて得られた応力発光体によるノッチ入り試験片のひずみ分布を示す。この結果から、ML法によって算出された実測値と、FEM解析によって算出された解析値は同様のひずみ分布を示すことが確認された。したがって、ノッチ入り試験片に対しても応力発光体による強度評価が可能であることが示唆される。

今後、応力発光体に適した複雑な構造体の強度評価を行う。

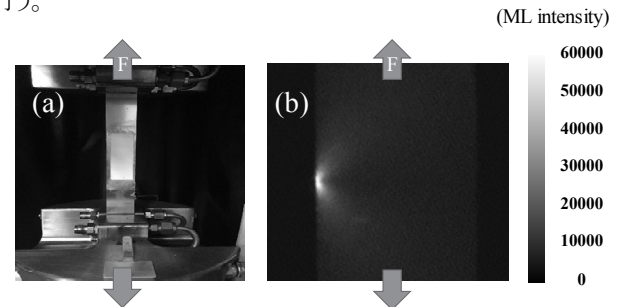


Fig. 1 Direct view of strain distribution by ML. (a) Setup image, (b) ML image.

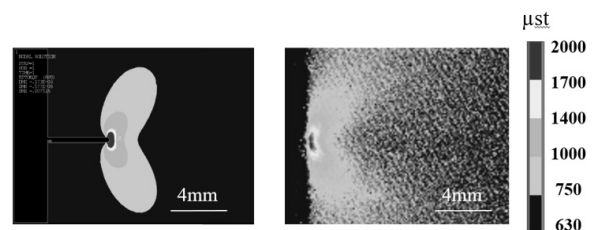


Fig. 2 Strain distribution images (a) by Finite Element Method. (b) by ML method.

【参考文献】

[1] C. N. Xu, X. G. Zheng, M. Akiyama, K. Nonaka, and T. Watanabe, *Appl. Phys. Lett.*, **1999**, 76, 2414.

[2] 汪文学：応力発光による構造物診断技術，NTS出版，185-192, 2012.

代表発表者 石井 孝治(いしい よしはる)
 所属 九州大学大学院 総合理工学府
 産業技術研究所 製造技術開発部門
 問合せ先 〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町 807-1
 TEL: 0942-81-3666
 E-mail cn-xu@aist.go.jp

■キーワード: (1) 応力発光体
 (2) 応力集中
 (3) 強度評価
 ■共同研究者: 上野直広(産業総合研究所) (佐賀大学)
 徐超男(産業総合研究所) (九州大学)