

応力発光塗料を用いたラティス構造物への適用

当センターではデジタルものづくりを推進させるため、CAEの妥当性を確認するための手法を検討しています。今回は近年、注目されているラティス構造に応力発光塗料を塗布し、荷重条件をかけた時の発光状態からひずみの分布を検証しました。

はじめに

近年、自動車やロボットなどの様々な分野で軽量化に対する要望が高まっており、ものづくり企業では材料や部品の見直しが行われています。そのような中、形状に関する技術では、構造最適化やラティス構造、ジェネレーティブデザインといった技術が注目されており、またこれまで加工の制限で実現できなかった形状も3DプリンタといったAM技術の普及により、自由度の高い設計ができるようになってきました。ラティス(格子)構造は枝状に分かれた部材が周期的に配置された形状で、様々なパターンがあり主に強度が中・低程度の場所に使用されています。しかしその形状の複雑さからひずみゲージなどによる評価が難しいため、今回、応力発光塗料を用いて発光状況からラティス構造全体のひずみの傾向を把握することを検証しました。

圧縮試験

実験に使用した試験体はラティス構造の方向を荷重に対して同じ方向と45度方向の2種類を3Dプリンタで製作し、応力発光塗料を浸漬、乾燥させたもので試験を実施しました。(図1)

圧縮試験では万能材料試験を用いて、全体に荷重を加えた時(5mm/min)の様子を撮影しました。

また応力による発光状況を確認するため、撮影した動画をグレースケールにし、その輝度値(256階調)を10階調に等分割し、色による表示(以下、カラー表示)を行い、輝度値が大きくなるほど赤くし小さくなるほど青くなるように処理を行いました。これにより強く発光する箇所をわかりやすくしています。(図2)

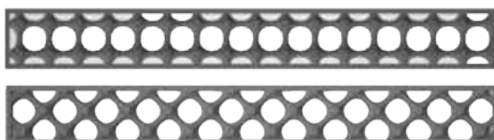


図1 上：圧縮モデル 下：引張モデル

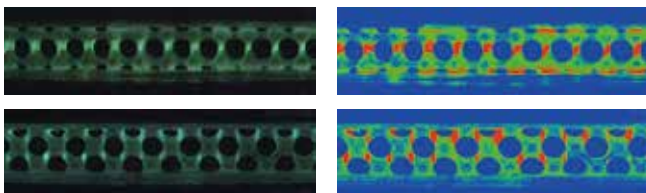


図2 発光状況及びカラー表示(上：0度 下：45度)

発光状況から荷重と同じ方向では軸部分を中心に力が加わり、45度方向のモデルには端部分を中心にせん断の力が加わっている様子がわかります。

一部分の圧縮試験

ラティス構造の一ヶ所からバイスで荷重を加えて、その時の発光状況とFEMによるひずみを図3に示します。発光状況から

荷重点から縦・横に力が伝わっている様子がわかります。またFEMのひずみと同じようになっており、FEMの妥当性の確認にも使用ができます。

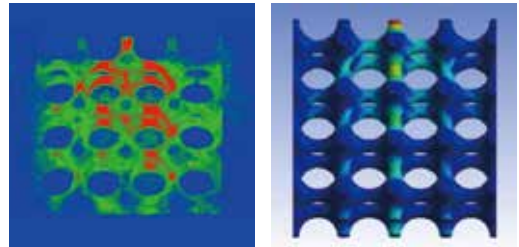


図3 カラー表示及びCAEの結果

衝撃試験

衝撃試験は部材に瞬時的な荷重が加わるため、応力の状態を把握することが困難です。今回の実験では、衝撃モデル(図4)を作成し、中心に100gの錘を取り付け、振動試験機を使用して衝撃試験(試験条件:100G 6msec)を行いました。また発光状況の観察にはハイスピードカメラで1/1000fpsで撮影を行いました。

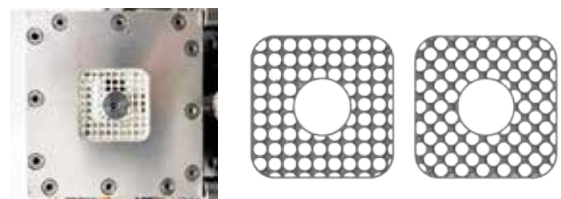


図4 試験治具及び衝撃モデル(左：0度 右：45度)

発光状況(図5)から荷重と構造が同じ方向の場合と45度方向の場合で発光の範囲が異なっており45度方向は衝撃を吸収されたためと考えられます。

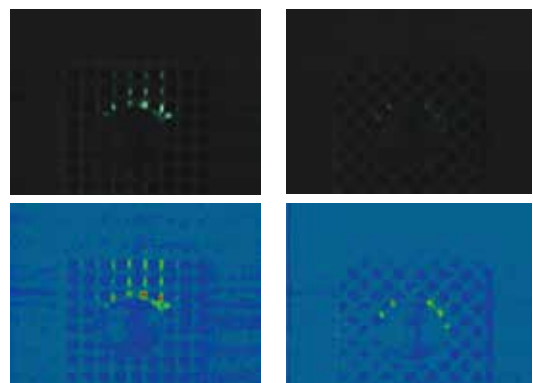


図5 発光状況及びカラー表示(左：0度 右：45度)

まとめ

種々の荷重条件でラティス構造のような複雑な構造を持つ形状においても、ひずみの可視化をすることが出来ました。

全体でどういったひずみが発生しているかを捉えることは非常に有益な情報となります。