



製品の変形等の評価が可能な 撮影画像による非接触3D変形計測

田中 克昌 工学部機械工学科 准教授

キーワード: 非接触計測, 変形・ひずみ, デジタル画像相関法, 高速度撮影, 衝撃, 振動, 品質管理, 強度評価, 安全性評価, 材料モデリング, CAE

概要

構造物および材料に対する信頼性を評価するための計測対象として、変形、応力、振動、腐食量など多岐にわたる。その中でも、変形やひずみの計測は、品質や安全性を確保する上で有効な手段である。現在、一般的に使用されるひずみ計測の代表例として、接触式計測であるひずみゲージ法が挙げられる。ゲージ法は、比較的安価な計測機器を用いて高精度にひずみが計測できることから、幅広く利用されている。一方で、ゲージ法によるひずみ値は、1点1方向の平均ひずみであり、多点計測のためには計測点数だけゲージを設置する必要がある。また、大変形や、脆性材料のように破壊挙動としてき裂が生じたりする場合には、ゲージによる計測が困難となる。

そのため、ゲージ法に代わる方法として、非接触で計測が可能な光学的全視野計測法が開発され、代表的な方法として、モアレ法、レーザホログラフィ干渉法、デジタル画像相関法(Digital Image Correlation Method: DICM)などが挙げられる。DICMはデジタル撮影画像を用いて、計測対象表面のランダムパターンの変化にもとづいて計測対象全体の変位やひずみを算出する手法である(図1)。この有利性から、DICMは大型構造物、電子基板、歯周組織、液体内の物体、数百℃までの温度変化環境下など、さまざまな対象や用途に適用されている。

本技術は、DICMを振動や衝撃などの動的な現象に適用することにより、振動や衝撃を受ける構造物や材料の変形やひずみを定量化し(図2)、品質管理や安全性の観点から評価につなげる。同時に、定量化した動的挙動をもとに、構造物や材料のモデリングを効率よく行い、高精度なCAEを実現することにより、素材に対する機械的特性の評価や製品の開発設計を支援する。

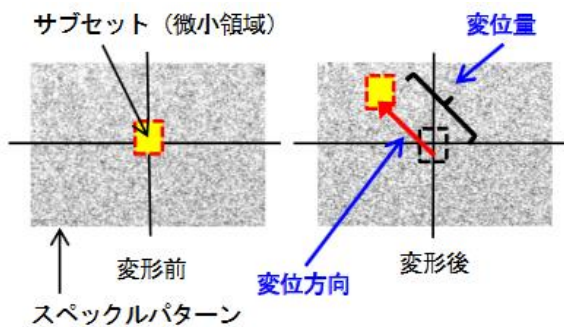


図1 DICMの原理

一般にスペckルパターンと呼ぶ模様を施し、変形前の画像上における任意の点を中心とするサブセット内での輝度分布を求める。変形後の画像から変形前のサブセットの輝度分布と最も高い相関を得るサブセットを探索し、その中心点を着目していた点の変形後の位置とすることにより変位を得る。

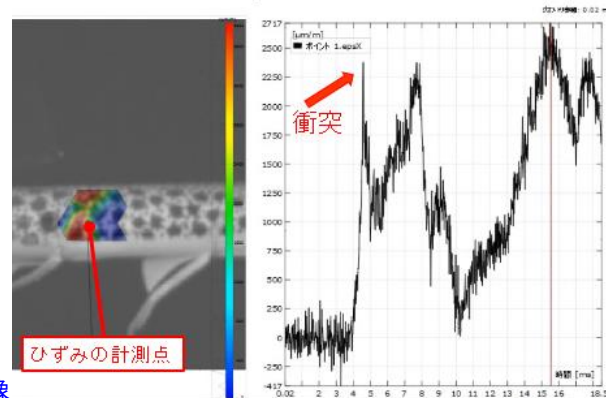


図2 衝撃時におけるひずみ応答の計測事例

計測対象とする領域に対してひずみ分布を定量化し、材質や形状の違いによる評価につなげることができる。

アピール ポイント

- DICMと高速度撮影技術の組み合わせにより、振動や衝撃に対する計測対象物(材料や製品)の動的挙動を定量的に可視化することが可能
- 定量化した計測をもとに、積層と繊維配向を表現するCFRPのモデリングや、材料非線形性を有する樹脂やゴム材料などに対する材料モデリングを行うことが可能
- CAE解析結果との比較により、結果の妥当性検証やモデリングに用いる材料パラメータの同定に活用することが可能

工学院大学 産学連携室

〒163-8677 東京都新宿区西新宿一丁目24番2号 〒192-0015 東京都八王子市中野町2665-1

TEL:03-3340-3440 FAX:03-3342-5304

TEL:042-628-4940 FAX:042-626-6726

E-Mail: sangaku@sc.kogakuin.ac.jp URL: https://www.kogakuin.ac.jp



工学院大学

KOGAKUIN UNIVERSITY

利用・用途
応用分野

- 素材や構造物に対する機械的性質の定量化
- 振動や衝撃などに対して耐久性やエネルギー吸収が要求される製品や素材の評価
- 計測データにもとづく材料モデリングによるCAEへの活用, およびCAEによる開発設計への支援

異なる材質間での衝撃に対するひずみ分布の比較事例

金属製パイプで生じた衝撃に対するひずみ分布を, ひずみゲージとDICMIにより計測し, 異なる材質間での分布を比較した. 両者の方法によるひずみがよく一致しており(図3), DICMIによる最適な計測条件を選定できていることがわかる. また, 材質間でひずみ分布の傾向(図4)が異なっており, ひずみ値が材質Bより小さいAでは, より薄肉構造にできる余地があり, 最適設計のための有用な情報となり得る.

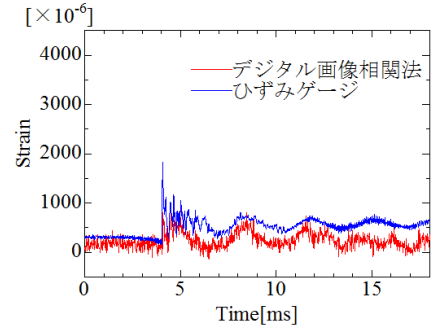


図3 ひずみ応答の比較

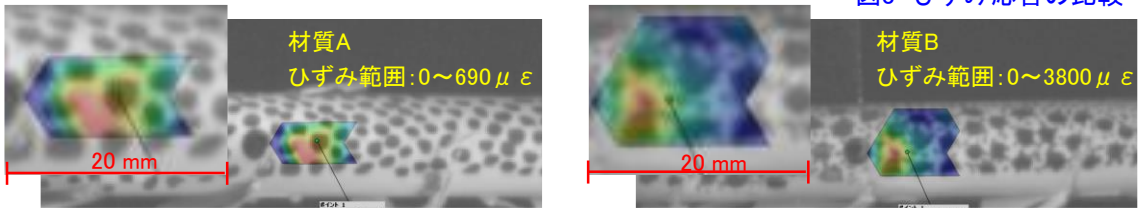


図4 同一形状で材質の異なるパイプ表面におけるひずみ分布

衝撃時のひずみ分布の時間応答にもとづくエネルギー吸収特性の推定事例

板状の樹脂素材が衝撃を受けた際のひずみ分布を可視化するとともに, 素材のエネルギー吸収特性を定量化した. ひずみ分布や大きさに関する時間変化が確認できる(図5). 異なる素材に対する比較から, 衝突条件や素材による衝撃吸収特性を評価でき, 使用環境に適した素材の選定につなげられる.

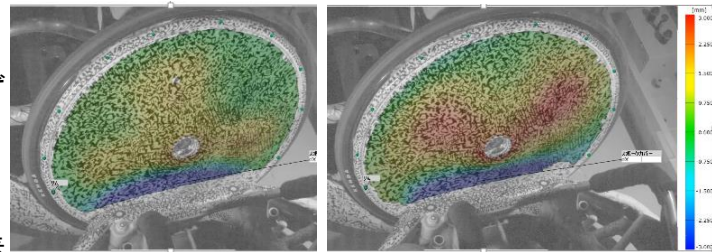


図5 板状構造物に対するひずみ分布の時間変化

計測データを用いた材料モデリングにもとづく動的挙動の推定事例

発泡性高分子材料に対する衝撃試験から荷重および変形(DICMIによる)を取得し, 有限要素法による材料モデリングを行った. 試験結果と解析結果はよく一致しており(図6), 高精度なモデリングにより, 衝突中における構造物の挙動を可視化できる(図7). これにより, 材料の評価に加えて最適な構造を開発設計するための指針の提案に活用できる.

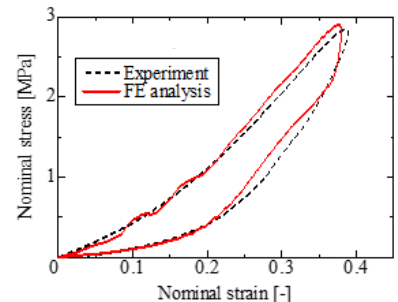


図6 試験結果と解析結果の比較

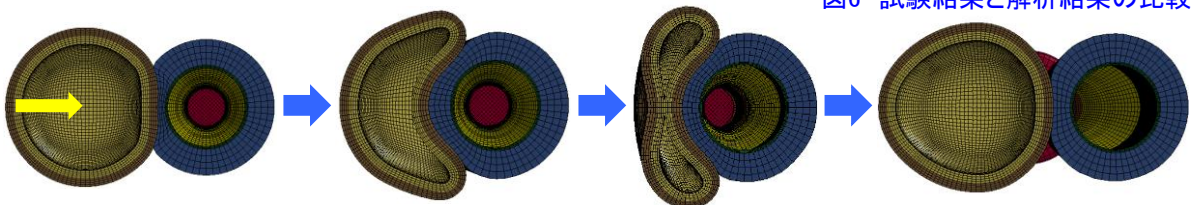


図7 中空構造のゴム素材が発泡性高分子材料に衝突した際の変形挙動の推定(有限要素解析)

関連情報

- 関連論文 = Hiroki Nakayama, H., Hijikata, H., Tanaka, K., Evaluation of energy absorption characteristics for a sports protector based on high-speed imaging, International Conference on Advanced Technology in Experimental Mechanics 2019, (2019)
- 関連 URL = スポーツ材料力学研究室 https://www.kogakuin.ac.jp/faculty/lab/tech_lab61.html