

アノマラス変形体の創成: 負ポアソン比構造体と圧縮ねじれ構造体

工学部 機械システム工学科 清水一郎、中井賢治、内山敬介、宋 嘉慧

Keywords: アノマラス変形、構造体、負ポアソン比、圧縮ねじれ

1. 研究目的

金属やポリマーなどの密な固体材料が外力を受けると、その外力に対応した変形状態となるのが一般的である。例えば、引張りでは負荷方向に伸び変形を生じ、ねじりではモーメントの作用方向にねじり変形が生じる。材料力学などの基礎的な学問は、このような力と変形の基本的な対応に基づいて構築されている。それに対して、固体材料を構造体あるいは複合体として用いると、力と変形方向の基本的な対応関係から外れた変形状態をもたらすことが可能となる。我々のグループでは、このような構造体（複合体）を総称して「アノマラス変形体」と呼んでいる。例として、Lakes*は特殊な泡状構造を持つ構造体に単軸負荷をかけると、ポアソン比が負の値になることを見出した。その後、負のポアソン比を示す構造体については多数の報告がなされている。本研究では、まず Lakes による負ポアソン比構造体の再現を試みた。また、基本的な対応関係から外れた変形状態の他の例として、圧縮ねじれ構造体について検討した。

* Lakes, R. S., Foam structures with a negative Poisson's ratio, *Science*, Vol. 235 (1987), pp.1038-1040.

2. 負ポアソン比構造体と圧縮ねじれ構造体

Lakes らの報告に基づき、ウレタンスポンジを素材とし、金型を用いて所定のひずみ (ϵ_{pre}) だけ予圧縮を加えた状態で熱処理を施すことにより、負ポアソン比構造体試験片の作製を試みた。作製した試験片に対し、図 1 に示す圧縮試験機にて徐々に圧縮を加え、画像処理によってポアソン比の変化を求めた結果を図 2 に示す。圧縮初期ではポアソン比は正であるが、圧縮の進行に伴ってポアソン比は徐々に低下し、予圧縮ひずみが $\epsilon_{pre} = -0.4$ の条件にて負のポアソン比を発現させることができた。続いて、スポンジ素材に金属線材を複合させることによって、圧縮ねじれ構造の作製を試みた。その結果、図 3 に示すように圧縮に伴うねじれ変形の発現が可能となった。



図 1 圧縮試験機

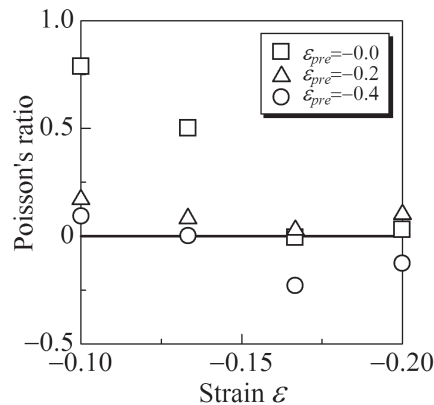


図 2 圧縮に伴うポアソン比変化



図 3 圧縮に伴うねじれ変形

3. 応用先

ここで述べた例は本研究が対象とする変形の一部であり、これら以外にも様々な「アノマラス変形体」が考えられる。今後、特異な変形を発現させるための構造や、その構造体の製造方法等について検討を進める。このような構造体の実現できれば、機械部品では対応できない微小アクチュエータや医用機器、スポーツ分野など、様々な産業への応用が期待できる。

連絡先 TEL: 086-256-9614, FAX: 086-256-9614, E-mail: shimizu@mech.ous.ac.jp