

生体力学シミュレーションに向けたひずみエネルギー関数の提案と検証

静岡県工業技術研究所 船井 孝 鈴木敬明*
理化学研究所 片岡弘之 横田秀夫

Proposal and validation of polyconvex strain-energy function for biological soft tissues

FUNAI Takashi, SUZUKI Taka-aki, KATAOKA Hiroyuki and YOKOTA Hideo

Bio-Medical Materials and Engineering, Vol. 32, No. 3, 131, 144 (2021)

Keywords : Biological tissue, Biomechanical simulation, Finite element method, Hyperelasticity

キーワード : 生体組織、バイオメカニカルシミュレーション、有限要素法、超弾性

ひずみエネルギー関数は、与えられた境界条件に対して唯一の解を持たない場合があり、このことが原因で有限要素法解析が途中で停止する事がある。しかしながら、ひずみエネルギー関数が凸関数である場合、解の唯一性が担保される。そこで本研究では、凸関数となるひずみエネルギー関数を提案した。提案した関数は第一（低減）不変量のみで構成される関数であった。ひずみエネルギー関数が凸である場合、応力とひずみの関係は単調増加傾向となる。多くの生体軟組織は単調増加傾向であるため、提案した関数は生

体軟組織の変形挙動を記述するのに都合が良い。いくつかの生体軟組織に対して、提案した関数によるカーブフィットを試みてその再現性を確認した。他方、第一（低減）不変量のみで構成されるひずみエネルギー関数は、単軸引張試験のみから他の変形モードも概ね表現できることで知られている。この傾向が生体軟組織にも適応できるかを確認したところ、いくつかの組織で単軸引張試験のみから単軸圧縮試験及び等方二軸引張試験結果を概ね再現する事ができた。

* 現 経済産業部 産業革新局