

個別モデルを用いたヒト下顎骨のリモデリング機能に関する考察

○ 小関 道彦^{*1}, 伊能 教夫^{*1}, 榎 宏太郎^{*2}

^{*1} 東京工業大学 大学院理工学研究科 機械制御システム専攻

^{*2} 昭和大学 歯学部 歯科矯正学教室

Study of Remodeling Function of Human Mandible Using Patient-Specific FE Models

Michihiko KOSEKI^{*1}, Norio INOU^{*1} and Koutarou MAKI^{*2}

^{*1} Department of Mechanical and Control Engineering, Tokyo Institute of Technology

^{*2} Department of Orthodontics, Showa University

1. 緒言

生体の支持組織である骨には、力学環境に対して材料強度が適応的に変化するリモデリング機能がある。このメカニズムを解明することを目的として、骨梁構造の有限要素モデルによる構造変化シミュレーションが試みられている。しかし、骨全体のリモデリングについて個別の骨形態や筋力状態に基づいて検討している研究は少ないようである。

筆者らはX線CT画像から個別の有限要素モデルを構築し、筋力や外力などの力学条件を設定することにより生体内における骨体の力学状態について考察している。本研究では、顎変形症患者の下顎骨を対象とし、顎骨全体におけるリモデリング機能について考察を試みる。

2. 手法

今回は骨体のヤング率分布に関して考察することとし、異なる物性値を設定した同一形状の2つのモデルを用いて応力状態の差について検討した。

第1のモデルは、筆者らが提案するX線CT画像に基づくモデリング手法で構築した有限要素モデルである。モデル構築の際、CT値と骨密度には線形の関係があり、ヤング率は骨密度の3乗に比例するものとしてモデル各要素のヤング率を算出した。今回は簡単のため、モデリング対象領域の中で最大のCT値がヤング率16GPa、最小のCT値がヤング率0Paとなるものとし、モデルの各要素に占めるCT値の平均からヤング率を求めた。

第2のモデルは、上記モデルで1GPa以上のヤング率を設定された要素に10GPaを設定し、その他の要素には100MPaを設定することにより、シェル構造を表現したものである。

各モデルに対し、感圧シートにより測定した噛み締め力と、これとバランスする筋力を分散荷重としてモデルに設定し、応力解析を行った。

3. 結果と考察

2つのモデルについて、正規化した相当応力の分布を図1に示す。CT値に基づいてヤング率を算出した個別モデルでは、シェルモデルに比べて応力集中の度合いが少なく、応力が顎骨全体に分布している。

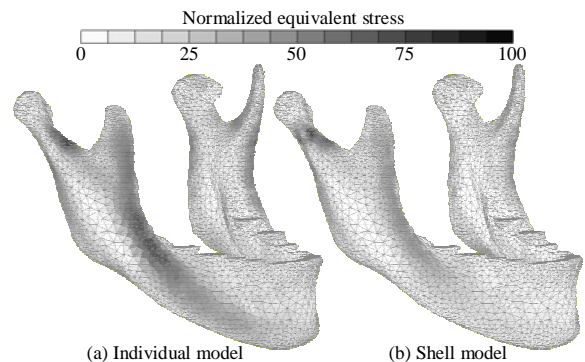


Fig.1. Distributions of normalized equivalent stresses.

この結果は、咀嚼時の極端な応力集中を避けるために、下顎骨各部の材料強度が力学状態に応じて適応していることを示唆している。今回の解析結果をもとに下顎骨のリモデリング機能についてさらに詳しく検討する予定である。