Osaka University Knowledge Archive

Title	骨の再構築と構造形成に関する生体力学的研究
Author(s)	安達, 泰治
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3129217
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【 77 】

氏　　名	安　達　泰　治（あだち たいじ）
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	第　12825　号
学位授与年月日	平成 9 年 2 月 20 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	**骨の再構築と構造形成に関する生体力学的研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授 林　紘三郎 （副査） 教 授 小倉　敬二　教 授 平尾　雅彦　助教授 田中　正夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は，生体組織である骨の再構築による機能的適応現象を，実験・観察に基づく仮説とその数理モデル化に基づく検証のアプローチにより生体力学的観点から明らかにし，そのモデルを用いた力学構造の形成手法についての研究をまとめたものである。

まず，再構築による組織の局所自然状態変化と，構造体としての不静定性に起因する残留応力の配置がもたらす力学的最適性に関する検討を行った。骨の残留応力の存在を，家兎の脛腓骨および牛尾椎体を用いた残留応力解放実験により確認した。また，再構築が等応力状態を目標とするとの仮説の下で，応力調整過程としての骨の力学的再構築の考え方を提案し，シミュレーションを通じて骨の力学的適応の規範としての等応力状態の可能性とそこでの残留応力の重要性を示した。

次に，骨梁構造を有する海綿骨の力学モデルとして格子連続体モデルを提案し，先の力学的再構築の基本的考え方を導入した再構築モデルを提案した。これに基づき，牛尾椎海綿骨骨梁構造の特徴量を参照した格子連続体としての椎体モデルを用いて，再構築シミュレーションを行った。また，実際の椎体で観察された体積分率および残留応力解放実験より観察されたひずみとの比較により，提案した再構築モデルの妥当性を確認した。

さらに，再構築にともなう微視的な骨梁形態変化に対して，同様に等応力状態を目標とする再構築の考え方を導入した骨梁表面再構築モデルを提案し，シミュレーションによる検討を行った。その結果，提案した局所再構築則に基づく骨梁形態変化が，実際の骨組織に見られる海綿骨形態を表現し得ることを示した。また，表面応力の等応力化が，力学的再構築を考える上での一つの有用な指針となり得ること，および先に示した格子連続体に基づく再構築則の妥当性を示した。

最後に，海綿骨の構造モデルとして提案した格子連続体に基づく再構築則を用いて，内部構造および残留応力を積極的に利用する力学構造の形成手法について検討した。その結果，陽に構造の最適化を行うわけではないが，再構築により形成された骨の構造に，経験的に見い出される力学的な最適性を認めることにより，同じ考え方で力学的な環境に適合した構造が本手法で形成されることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

生体組織は，常に成長・吸収の過程にあり，力学的環境の変化に対して機能的に適応する能力を有する。本論文は，代表的な生体硬組織である骨を対象に，再構築による機能的適応能力を力学的な観点から解析するとともに，その考え方を力学構造の設計手法へと応用するものである。

まず，生体組織の力学的最適性を考える上で重要性が指摘されている残留応力が，骨にも存在することを実験的に確認している。また，これを考慮した等応力仮説の下で，骨の力学的再構築の考え方を提出し，シミュレーションを通じて，応力調整過程における残留応力の重要性を明らかにしている。次に，骨梁構造を有する海綿骨の格子連続体モデルに基づいて，等応力状態を目指す再構築モデルを提案している。さらに，再構築にともなう微視的な骨梁形態変化に対しても，同じ考え方に基づく骨梁表面再構築モデルを提案している。これらのスケールが異なるモデルに基づくシミュレーションと実験との比較により，提案した等応力仮説の考え方が，力学的再構築現象を特徴付ける指針となることを明らかにするとともに，階層構造を有する骨の空間的スケールに応じて，これらのモデルを使い分けることが可能であり，且つこれが有効であることを示している。最後に，格子連続体としての海綿骨の再構築モデルを用い，内部構造および残留応力を積極的に利用する力学構造の設計手法としての可能性について言及し，ケーススタディを通じて，力学的な環境に適合した構造が本手法で設計できることを明らかにしている。

以上のように，本論文は骨の再構築と構造形成に関する生体力学的検討を行い，骨の機能的適応に関する重要な知見を示すとともに，工学的な構造設計手法を提案するものであり，博士（工学）論文として価値あるものと認められる。