

脊柱への負荷を評価するための人体座位モデルの研究

知能機械力学研究室

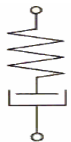
平尾剛章

1. 背景と目的

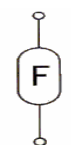
一生のうちに一度は経験すると言われている腰痛。その人口は 1000 万人を超えており、高齢社会である日本では今後も腰痛人口が増加していくことが予想される。また、立位姿勢に比べて座位姿勢では椎間板に加わる負荷が大きいことが明らかとなっている。さらにカイロプラクティックにおいても、脊柱彎曲（背骨の S 字カーブ）における頸椎・腰椎の 12 の椎骨の理想的な位置関係が定義されており、これがずれることが腰痛へ関係していると考えられている。そこで本研究では、理想的な脊柱彎曲が崩れることで神経を圧迫し腰痛になると仮定し座位姿勢のシミュレーションを行った。レントゲン撮影や椎間板への電極挿入と比べて、被験者へ負担をかけずに負荷計測を行うことを可能とする人体座位モデルの構築を行い検討する。

2. シミュレーション方法

腰痛を工学的に解析するために人体のモデリングを行った。筋骨格モデルの構築は骨格系・筋系・質量系の 3 つに分けて行う。はじめに骨格モデルを Pro/ENGINEER を使用して作成した。脊柱彎曲を構成している頸椎・胸椎・腰椎のうち胸椎は肋骨と関節を成す為、一つの質量（マス）として表した。次に筋モデルは、固定する働きをする筋（不随意筋）はバネ・ダンパを直列接続した最も簡単なマクスウェルモデル（図 1-a）、体を動かすための筋（随意筋）はアクチュエータ（図 1-b）として MSC.visualNastran 4D を用いて作成した（図 2）。さらに、椎骨の間に存在する椎間板はクッションの代表的な表し方である、バネとダンパを並列に並べたものとする。最後に人体モデルの質量は、日本人の平均体重である 65kg とし、人体各部位についても日本人の平均を用いてモデリングした。そして相対重量比と重心位置を考慮し分配した（表 1）。また 3 次元動作解析システムを用いて、実際に人の動きのデータを取り、シミュレーションにおいて各脊椎の回転角度のデータを利用することで、より現実に近い動きをすることが可能となっている。



(a) マクスウェルモデル



(b) アクチュエータ

図 1 筋モデル

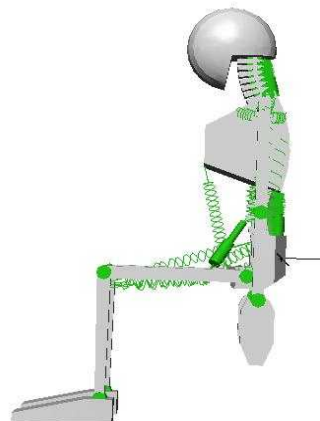


図 2 骨格・筋モデル

表 1 各骨格モデルの質量定義

骨格モデル	質量[kg]
頭部モデル	4.55
胸部モデル	14.95
片腕(上腕・前腕・手)モデル	4.225(2.34・1.43・0.445)
骨盤モデル	13
片脚(大腿・下腿・足)モデル	12.025(7.41・3.445・1.17)

3. 結果および考察

図 3 はシミュレーションでの 5 つの座位姿勢を示している。また図 4 は、シミュレーションにより計算した腰部の椎間板に接続しているバネの伸縮を表している。計測の初期値の値が理想姿勢との考えの下、腰部への最も負荷の大きい姿勢を考察した場合、の「リラックス状態で後屈」が当てはまる。これらから、構築した人体モデルにより負荷測定を行うことができ、新しい腰部負荷計測方法を提案できたと考えられる。

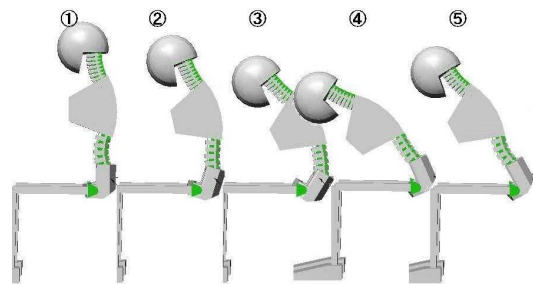


図 3 座位姿勢

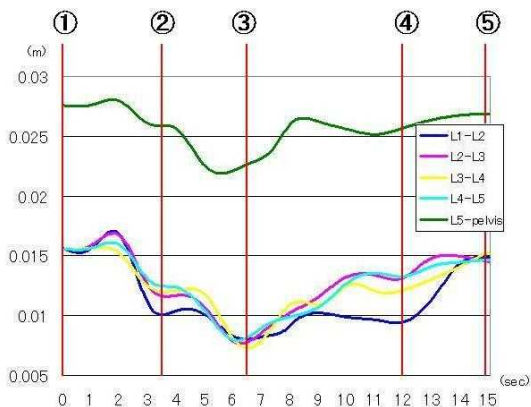


図 4 腰椎部のバネの伸縮

4. 結言

構築した人体座位モデルを用いることで腰への負荷を計測できる見通しを得た。今後、モデルの妥当性を検討し実測値との比較を行う。