

# 脊柱への負荷評価のための座位姿勢シミュレーション

知能機械力学研究室

土居原久志

## 1. 緒言

高齢化社会の進行により、これからもますます腰痛を患う人が多くなると予想される。

腰痛が起こる原因として様々なものがあり、老化や内臓の病気、精神的ストレスなどがあげられる。そして腰痛患者の9割が姿勢の悪さによる筋肉の異常が原因と考えられている。

本研究では、比較的改善が容易と思われる姿勢性腰痛症に注目する。腰にかかる負担は直立姿勢時より座位姿勢時の方が大きい。姿勢の変化（崩れ）は、骨盤の回転とそれに伴う脊柱彎曲の曲率半径の変化であり、理想的配置からずれることで痛みが生じる。そのため脊柱彎曲（背骨のS字カーブ）が大きく影響を及ぼすと考えられる。

そこで、腰痛を工学的に分析するために脊柱彎曲の変化に注目し、座位姿勢のマルチボディモデルを基本機械要素を用いて作成しシミュレーションにより姿勢の変化による脊柱の負荷を推定し検討する。

## 2. マルチボディモデル作成

作成した座位姿勢のモデルを図1に示す。

人体の構成を、骨格系、筋系、その他の内臓などの質量系の3つに分けて考える。ここでは、座位姿勢のため、第一段階として、左右方向やねじれは考えないものとする。

骨格系では、理想姿勢を保つために重要と考えられる脊柱を詳細にモデリングする。モデルの作成には Pro/ENGINEER を使用した。基本姿勢の脊柱の彎曲率はカイロプラクティックにおいて導出された統計値を基に設定する。頸椎と腰椎は前後方向の運動に大きく影響を及ぼすと考えられるため、椎骨のひとつひとつをモデル化して連結する。胸椎は肋骨と関節をなすためほとんど前後方向の運動に関わらないと考えられるため、簡易モデルで表すことにする。

内臓分を含む質量系では、一般的に知られている各部位の相対重量比と重心位置より、日本人男性の平均体重を 65kg として定義した。

筋系は、実測したデータを基にして椎骨間の回転モータを使用し動作を表すことにした。

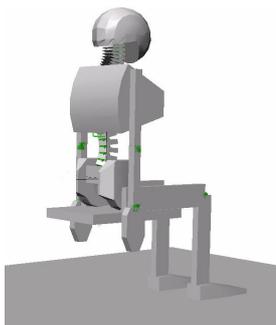


図1 人体モデル

## 3. シミュレーション方法

作成したモデルを使用し、MSC.visualNastran4D で前後方向の姿勢の変化のシミュレーションを行う。モデルには椎骨間に回転モータを配置し、3次元動作解析装置により得た回転角度データ（実測値）を入力することで腰椎にかかる負荷測定を試みる。

## 4. シミュレーション結果と考察

図2は座位の基本姿勢を表し、図3は約3秒後の最大の曲げをとったときの姿勢を表す。図4は座位の基本姿勢から前屈をしたときの腰椎部の各椎骨間の筋モデルの負荷を表したものである。負荷は椎間板に接続しているバネの反力の大きさとして評価した。

図4から、姿勢の変化に伴い、腰椎部の負荷（反力）も変化することがわかる。このとき、姿勢の変化が大きく曲げが最大となるとき（約3秒後）、最大の負荷を出力した。また、前傾姿勢においては、全体を通して、第3腰椎に負荷がかかりやすいと考えられる。

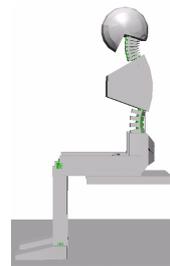


図2 座位姿勢①



図3 座位姿勢②

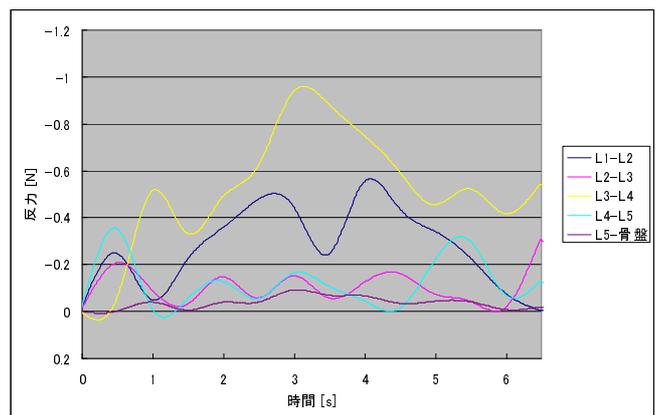


図4 腰椎部の反力

## 5. 結言

基本機械要素を用いて人体の座位モデル作成し、姿勢の変化をシミュレーションすることで、腰椎部にかかる負荷の推定を行うことのできる見通しを得た。今後、負荷を軽減することができる椅子の形状や姿勢の崩れを正すシステムなどを考えていきたい。