織構造を有する生地素材をクッション体とする事務用椅子設計手法に関する研究 The study on designing an office chair which applied cloth to the seat.

○松本 博一（株式会社イトーキクレビオ）、横山 敦士（京都工芸繊維大学大学院）
Hirokazu Matsumoto, Atsushi Yokoyama

1. はじめに

椅子のクッション体に多様されている発泡ウレタン材に代わって、布を枠体にハンモック状に張り付けたものを用いる事例が増えてきている。布は100%ポリエステル等を用いることで環境面での訴求力も高いものに仕上げられるのだが、座り心地の評価を行うと、未だウレタン材の心地レベルに達する事例は数少ない。この原因としては布と言う素材を使って如何なる形状のクッション体に仕上げれば座り心地の良いものとなるのか、その設計手法が確立されていないところにある。しかし数ある設計パラメータを制御しながら試作品を作って座り心地を評価していたのでは大変な時間と労力を費やしてしまう。

本研究は座面と人体の解析モデルをコンピュータ上に構築し椅子の着座感の評価に用いる体圧分布をシミュレーションすることで、バーチャルな環境において座り心地の良いクッション体を容易に設計できるシミュレーション手法を確立させようとするものである。

2. 解析モデル

解析モデルを構築するためには

- 1、布の材料常数
- 2、枠体の形状検討
- 3、人体モデルの形状および材料値

が事前に必要となる。まず布の材料常数についてはFig. 1に示す2軸引張試験機によって測定をおこなった。この測定器では1軸引張試験機と違い、引張時に布特有の横方向収縮が発生しない。Fig. 2に縦横の荷重撓みグラフを示す。布のモデル化には弾性シェル要素を用いて、下記の人体モデルとの接触解析が行えるようにした。

次に枠体の設計であるが、Fig. 3のような平方型のクッション体を用意した。この形状を元にまずは着座シミュレーションを行って数値解析プログラムより出力される人体の圧力分布の等高線図と実際に体圧分布測定器によって得られたデータを比較してシミュレーション結果の整合性を検証する。更にFig. 7のような実際の椅子用クッション体としてデザインした3次元形状のフレームモデルも使って設計パラメータを変化させた場合の体圧分布の挙動についてシミュレーションする。

人体モデルの形状についてはFig. 4のような表皮外側の概観から見た形状に加えて、内部の骨構造を再現することが求められる。しかし忠実な形状で有限要素に分割されたメッシュモデルを作成すると要素数の増大で計算を困難なものにしてしまう。そこで骨構造はFig. 5のようにできるだけ簡素な形状で人体モデルの内部に構築した。有限要素化には肉組織にゴム材などのシミュレーションに用いられる超弾性ソリッド要素を用いて柔らかい挙動を再現する。骨は弾性ソリッド要素を用

Fig.1 2directions plucked examination

Fig.2 Displacement-Load

Fig.3 Test cushion

Fig.4 Human model

Fig.5 Simplified bone

いるが、フレームと同様に撓みは考慮しないため材料値は高い剛性値を仮入力する。肉の材料値はラットのヒラメ筋における弾性係数を参考に入力した。

Fig. 6のような 着座状態を再現できる有限要素モデルを完成させてから人体とクッション体との接触解析を行って、その際に人体側に発生する圧力分布の等高線図をシミュレーションする。

3. 解析結果

Fig. 8に着座シミュレーションで得られた体圧分布の等高線図を示す。坐骨結節部付近をピークに太腿付近へと徐々に圧力が低下してゆく典型的な椅子の等高線図が得られた。次にFig. 9に体圧分布測定器によって得られた実測の体圧分布の等高線図を示す。測定器は感圧シートによって圧力の発生した個所から等高線を作成するため、シミュレーション図とは若干異なったイメージになるが、ピーク付近からの分布パターンについては両者とも同様の傾向を示している。ピーク値もほぼ同様の値を示しており、実測値に近い解析結果を得ることができた。

更にFig. 7の椅子用3次元フレームを用いたクッションでフレームの寸法値、布の材料値を変化させて同様の着座シミュレーションを行う。

3-1 フレーム設計シミュレーション

Fig. 7のフレームの設計寸法を1と仮定し横方向、続いて縦方向の寸法を縮小して体圧分布の変化の検証を行った。表1の結果から分かることは横方向の寸法値を小さくすることで体圧のピーク値の減少が認められる。これはクッション面積の減少で人体が布ではなくフレームによって直接支持される割合が増加するためと推測される。次に縦方向も小さくしてみたが同様にピーク値が減少するものの横方向ほどの大きな変化は認められなかった。

3-2 布の材料値を変えたシミュレーション

特に布の異方性挙動と体圧分布への影響を探索するため、今回の布の異方性の材料値と縦方向の材料値を単純に等方性とした布のモデルでシミュレーションを行い、解析結果の比較検討を行った。異方性のデータと二つの等方性のデータを比較すると2者とも分布のパターンについては酷使したものとなっている。圧力値についても大きな変化はなかった。表2にその結果を示す。

4. 結言

人体モデルおよびクッション体の有限要素モデルによる接触解析を行うことで、体圧分布のピーク値が実験値と比較的一致した結果を得ることができた。また体圧分布の等高線パターンについても基本的には実測データと似た傾向を示しており、シミュレーションによって等高線の大まかな予測も可能であることが分かった。またクッション設計において要となるフレーム寸法値と布の材料値を変えたシミュレーションでも、後の設計に応用が可能であることが分かった。

今回の検証ではクッションの設計において僅か2項目のシミュレーションを試みたが、今後は数ある他の設計パラメータも含めて座り心地との相関を取りながらシミュレーション手法を確立させて行きたい。

Fig. 6 Seating position

Fig. 7 Flame

Fig. 8 Simulation result

Fig. 9 Measurement result

Table,1 Flame design

Flame design scale		Peak pressure (Mpa)
Vertical direction	Side direction	
1	1	0.030
1	0.9	0.023
0.9	0.9	0.019

Table,2 Fablic design

Youngs modulus (N/mm ²)		Peak pressure (Mpa)
Vertical direction	Side direction	
61 30	15 20	0.030
61 30	61 30	0.030