

1. 緒言

人が衣服を着用すると、人の皮膚と衣服の間に隙間が形成され、その隙間の温度、湿度、気流を総称して衣服内気候と呼ばれている。この衣服内気候により、服を着たときの快適性は変化してくる。衣服内気候へ影響を与える要因として、人体からの発熱や発汗、外気条件などに加え、皮膚と衣服の間の隙間の大きさが挙げられる。しかしながら、隙間の大きさを実際に計測することは困難である。そこで本研究では、人が衣服を着用した状態における、衣服と皮膚の隙間の大きさを予測することを目的とし、布の変形挙動の数値シミュレーションを行った。

2. 解析方法

解析対象となる布は寸法(40cm×30cm)、重さ 24g である。図 1 に解析対象を示す。ここでは、両端を水平に保持した布の左端を固定し、右端を解放して自重により落下する過程における布の変形挙動を解析する。解析において図 2 に示すように解析対象とする布を質点とばねに離散化し、質点にかかる力は引っ張り回復力と重力であるとする。引っ張り回復力  $F_{tensil}$  は式(1)により表わされる。

$$F_{tensil} = T \left( \frac{l - l_0}{l_0} \right) l_0 \quad (1)$$

ここで  $l_0$  は質点間の初期長、 $l$  は各時刻での質点間の長さ、 $T$  は伸び率  $\epsilon$  の関数であり本研究では図 3 に示す曲線を 4 次関数で近似したものを用いる。

式(2)に質点  $i$  に対する運動方程式を示す

$$\begin{aligned} m \frac{d^2 x_i}{dt^2} &= F_{i,i-1}^x + F_{i,i+1}^x \\ m \frac{d^2 y_i}{dt^2} &= F_{i,i-1}^y + F_{i,i+1}^y + m_i g \end{aligned} \quad (2)$$

ここで  $m_i$  は質量  $i$ 、 $x_i, y_i$  は座標、 $F^x, F^y$  はそれぞれ質点  $i$  にかかる力の  $x, y$  方向成分、 $g$  は重力加速度である。

解析では布を 20 分割に離散化する。式(2)をオイラー法を用いて数値積分し、各質点の速度と座標を求めることにより布の変形挙動を計算する。ここで、時間刻みは  $1.0 \times 10^{-3}$  s とした。

4. 結果と考察

図 4 に解析結果を示す。各時刻における布の落下挙動を概ね解析することができたものの時間が進むにつれて布が縮れるという実際には起こり得ない結果となった。これは実際に布が落下するときに今回解析に用いた引っ張り回復力と重力以外に、布の柔軟な性質上、曲げ回復力が作用すると考えられる。

以上より、布に作用する力を引っ張り回復力と重力とし布挙動のシミュレーションを行ったが、精度の高い解析結果は得られなかった。今後、今回の解析方法に曲げ回復力を加え、より精度の高いシミュレーションを行っていく。

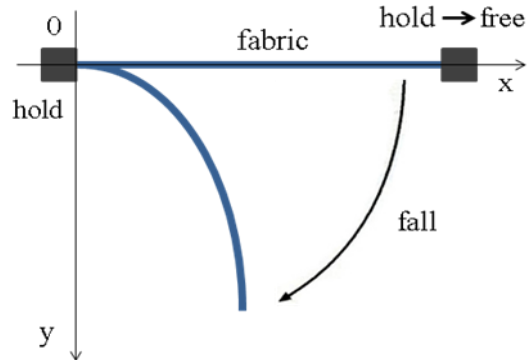


図 1 解析対象

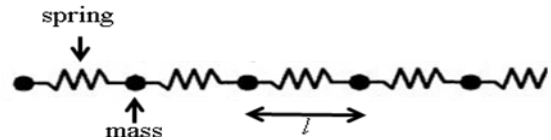


図 2 解析モデル

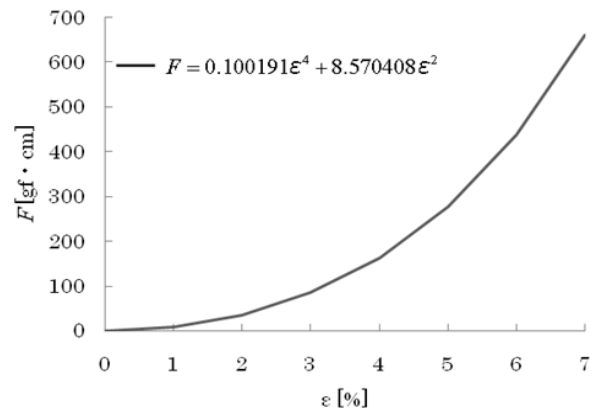


図 3 引っ張り特性

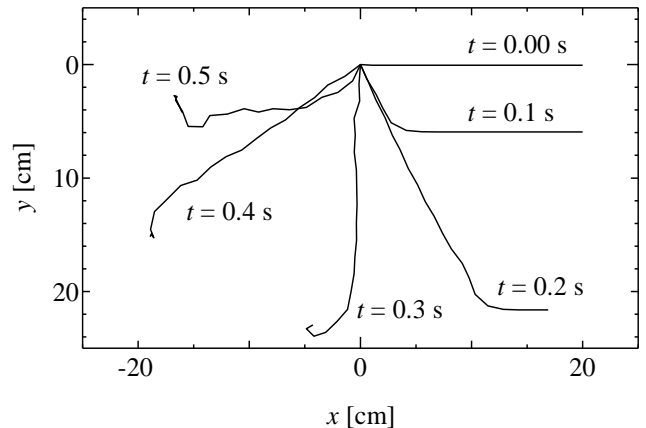


図 4 解析結果