

体型再現可能な寸法可変ボディの開発

生活科学課 上野 実、浦上 晃

1. 諸言

スポーツウェアやサポータ、コルセットなど機能性衣料や装具などにおいては、身体の活動(運動性)や快適性を損なわない「ゆとり」と「フィット性」の両立が求められている。従来は、身体に対する衣服のゆとり量と生地伸縮性により、これらの両立が図られてきたが、近年、運動機能の向上や、疲労軽減のため身体への部分的な加圧力や伸縮性の抑制など着圧負荷が積極的に利用されている。しかし、着用者の体型は個人により異なるほか、運動姿勢や動作により体型が常に変化するため、フィット性や着用性を客観的に評価するのは困難である。また、衣服設計や立裁断には一般的な体型を再現したボディ(トルソー)が用いられるが、アスリート等の特異な体型でなくとも、個々の体型と全く同じボディを用意することは不可能である。

一方、3D スキャナ等の普及により、個人の体型をCAD上に再現し衣服設計に反映できるようになってきている。しかし、試作品や製品の着用時における加圧力や着圧負荷の状況や、運動や姿勢変化による体型寸法の変動については、被験者等による着用によるしかないが、再現性が低く、客観的な測定が困難であるという問題がある。

このため、本研究では個々の体型や呼吸、運動動作を想定した体型の形状変化を含め、フィット性や着圧力の変化の測定を可能とするために、任意の体型・寸法を再現可能な寸法可変ボディの開発を行った。

2. ボディの形状の試作

モデルとするボディについては、昨年度使用した男性標準体型のマネキン腹部を引き続き採用した。腹部の周囲体表面すべてを可動できることが理想的であるが、腹部中央に比べ背中や横腹は姿勢による寸法変化が小さいこと、体表面のパーツを細分化すると駆動機構がボディ内部に組み込めないことから、呼吸や体幹の屈曲等により体型変化の大きい腹部中央において可動機構の試作と検証を行った。

腹部の外形(外見上の体表面形状)は、骨格や内臓、腹横筋や内腹斜筋、外腹斜筋、腹直筋及び皮膚脂肪により形作られるが、アスリート体型においては、最外層にある腹直筋の状態によって大きく

左右される。このためマネキンの腹部の腹直筋の形状を採寸し、左右及び上下3分割し、3Dプリンターで腹直筋に近似した6つの皮下組織形状パーツにより再現している。一方、上記パーツ周辺の部位となる、胸部、横腹部分については、マネキンの形状をスチロール樹脂で型取りし、体幹形状を整えた。

3. 可動機構ユニットの設計・試作

作製した皮下組織形状パーツは、ガイドポストにより体表面に対し垂直に可動させる構造を採用した。体皮の柔らかさだけでなく体幹部分の変形を再現するためガイドポストにスプリングを組込み、後述するワイヤリンクによる皮下組織形状パーツの可動・変形時でも、パーツを押すと、へこむ構造としてある。

駆動用アクチュエータからボディへの駆動・伝達方法については、駆動ユニットとボディの配置の自由度の確保や、駆動パーツが増えた際にボディ内への接続部が限られることから、ボディ内部に組み込んだリンク機構をワイヤを介して、アクチュエータで駆動するワイヤリンク構造を選択した。外部駆動ユニットを図1に示す。画面左側のコイルスプリングを引っ張ると中央のガイドで固定したシリンダが移動し、シリンダに接続されたワイヤに張力が掛かり、ワイヤの移動量に応じてボディ内部のリンクを駆動し皮下組織形状パーツが出入りする構造となっている。

ここで、各シリンダを個別にアクチュエータで駆動すれば、任意の体型を再現しやすいが、アクチュエータの台数を皮下組織形状パーツ分用意するのは、コスト的な問題や、アクチュエータの設置の問題が生じる。一方一つのアクチュエータで複数の皮下組織形状パーツを駆動した場合、変形量が同じとなり、任意の体型を再現することができない。このため図2に示すシリンダの移動量

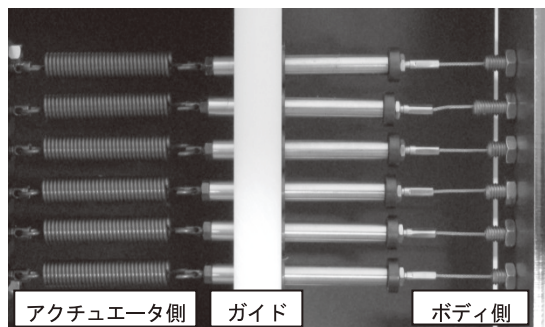


図1 外部駆動ユニット

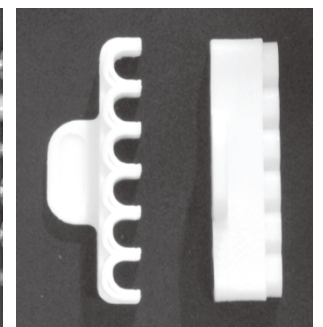


図2 寸法指定ゲージ

を制限する寸法指定ゲージを作成し、動作確認を行った。

実際に駆動した時のシリンダの動きと皮下組織形状パーツの状態を図3に示す。シリンダを引いていない状態(a)では、ボディの皮下組織形状パーツは収納した状態となる。一方、シリンダをフルストローク引いた状態では、(b)のように皮下組織形状パーツがボディから飛び出した状態となっている。アクチュエータの移動量は一定のまま、シリンダ部に寸法指定ゲージを挿入すると、ゲージの厚みに応じた皮下組織形状パーツの出し入れが可能となり(c)、部位ごとにゲージの厚みを変更することにより、腹部上部のみぞおちが拡張した体型(d)や、下腹部の拡張した体型(e)など、任意の体型を簡単な操作で再現することが可能となった。

上記のボディに皮膚に相当する $t=5\text{mm}$ のウレタンゲルシートを張り付け、体表面の形状を再現したものを図4に示す。表皮を貼り付けることにより、皮下組織形状パーツ同士の段差が目立たなくなり、滑らかな体表面の形状を再現できた。

4. 結言

本研究では、複数の皮下組織形状パーツを一つのアクチュエータで駆動し、寸法指定ゲージを挿入するという簡単な操作で任意の体型・寸法を再現可能できる寸法可変ボディの開発を行った。現状ではユニットサイズや駆動力の制限から、再現できるパーツの個数が限られるた

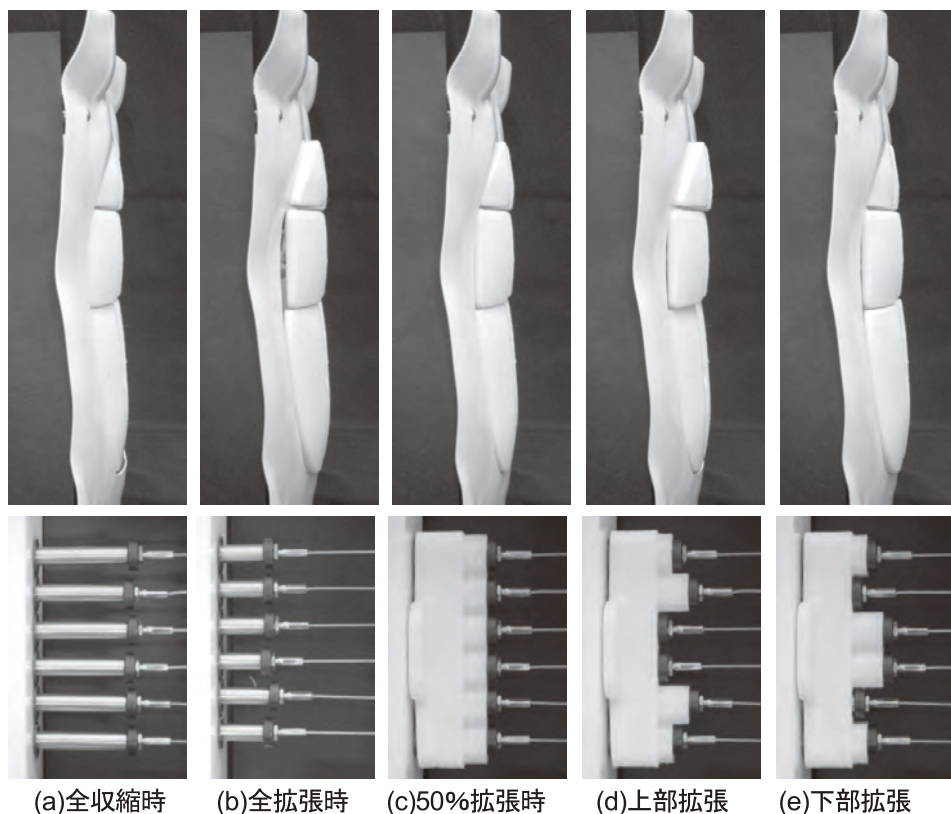


図3 皮下組織形状パーツ寸法指定ゲージの状態

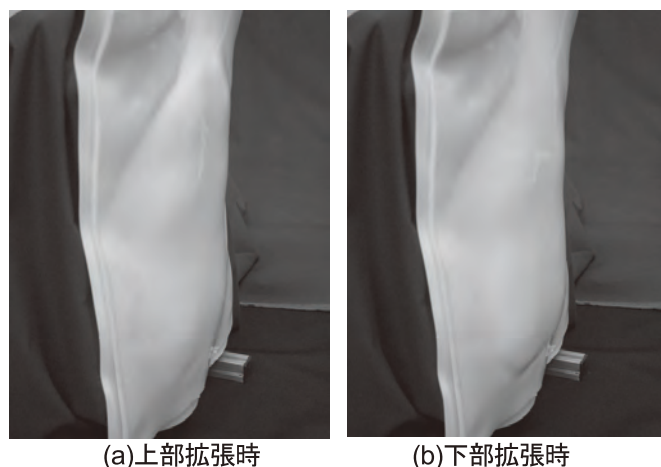


図4 体型再現例

め、さらなる可動機構部の小型化と動作の滑らかさの改良が必要である。

キーワード：体型、寸法、変形、ゆとり、フィット性

Development of Movable Body Reproduced Body Shape

Human Engineering Section; Minoru UENO and Akira URAKAMI

In order to objectively evaluate the comfort and fit when wearing clothes, we have developed a body that can be made variable in size by being composed of divided parts of the shape of the body surface. We adopted a method to drive multiple parts simultaneously with one actuator. It has become possible to easily reproduce it simply by inserting the gauges for various body types.