

空気圧ゴム人工筋を用いたパワーアシストウェア

則次俊郎(津山工業高等専門学校 元岡山大学)

1. はじめに

急速な少子高齢化が進み、我が国においても 2030 年には総人口の約 3 割が 65 歳以上の高齢世代になると推計されている。また、医療福祉分野における若年労働者が減少しつつある。このような中で高齢者や障害者およびその家族がともに安心して暮らせるためには、高齢者や障害者の自立した日常生活やそれらの介護を支援する装置の開発が急務である。筆者らは、アクチュエータを装着して身体動作を支援することによりこれらの目的を達成する装置を開発している。その特徴は、外骨格を有しない軽量・柔軟な衣服状アシスト装置（パワーアシストウェアと呼ぶ）であり、アクチュエータとして空気圧ゴム人工筋を用いる。本稿では、筆者らが開発した空気圧ゴム人工筋と、これらを用いて試作されたパワーアシストウェアについて紹介する。

2. 空気圧ゴム人工筋

空気圧ゴム人工筋は図 1 に示すマッキベン型ゴム人工筋が代表的である。ゴムチューブを編んだスリーブで覆ったものであり、ゴムチューブを加圧することにより半径方向に膨張するとともに軸方向に収縮する。軸方向に大きな収縮力が発生することが特徴である。市販のゴムチューブとポリエステル系繊維を編んだ配線保護チューブなどを用いて安価に製作できる。筆者らは、これをベースにして動作の異なるいくつかの空気圧ゴム人工筋を開発している。図 2 はゴムチューブの加圧により軸方向に伸長する人工筋であり、片側の伸びを抑制することにより湾曲動作を行う。また、ゴムチューブの上下をシートで挟み、上下のシートの弾性に差を設けること（シート枚数に差を持たせるなど）によりゴムチューブ加圧時に湾曲動作を行う人工筋、斜めの繊維強化により、ゴムチューブ加圧時に捻り動作を行う人工筋などを開発している[1]。

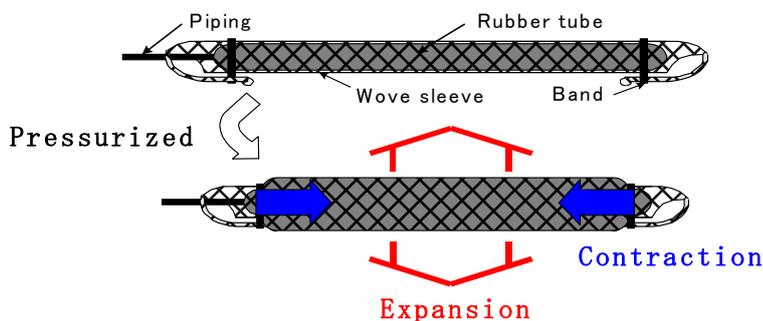


図 1 マッキベン型空気圧ゴム人工筋



図 2 湾曲型空気圧ゴム人工筋

3. パワーアシストウェア

高齢者や身障者の日常生活や社会活動を支援するためには、長時間にわたりアシスト装置を装着できることが望ましい。筆者らは、外骨格を使用せず、ゴムや布などの軽量・柔軟な素材のみで構成される衣服状の身体装着型パワーアシスト装置を開発し、これらをパワーアシストウェアと呼んでいる[2]。以下では、いくつかのパワーアシストウェアを紹介する。

3.1 パワーアシストグローブ

図 2 に示す湾曲型空気圧ゴム人工筋を手袋の指背の部分に取り付けたものである。図 3 に示すように、人工筋内部のゴムチューブを加圧することにより握り動作やつまみ動作の支援が可能である。図 3 (b) は人工筋を指先部と根元部に分けて 2 関節構造としたものであり、握り動作時には両者の人工筋を加圧し、つまみ動作時には根元部の人工筋のみを加圧する。これにより PIP 関節の屈曲がないためつまみ動作が容易となる[3]。

装着者の意図を反映した制御手法などの基礎研究と並行して、産学連携によるパワーアシストグローブの実用化を進めている。図 4 は商品化したパワーアシストグローブを示す。筆者らの湾曲型空気圧ゴム人工筋の技術と連携先企業の縫製技術の融合により、軽量、コンパクトで柔軟なパワーアシストグローブが実現さ

れている。指の握り動作やつまみ動作を支援するものである (<http://www.daiyak.co.jp/product/detail/280>)。

エネルギー源に CO₂ ボンベを使用し携帯可能としている。98cc ボンベを使用した場合、総重量は約 700g、使用可能回数は約 200 回である。手指の筋力が低下した高齢者や身障者の日常生活動作やリハビリテーションなどへの利用が可能である。ゴム人工筋の屈曲方向を逆により手指の伸展動作の支援も可能であり、手指の拘縮緩和訓練などへの応用も期待される。現在、国内外の展示会への出展や医療機関への紹介などによる普及活動を展開している。



(a) 基本構造



(b) 2 関節構造

図 3 パワーアシストグローブ



図 4 商品化した
パワーアシストグローブ

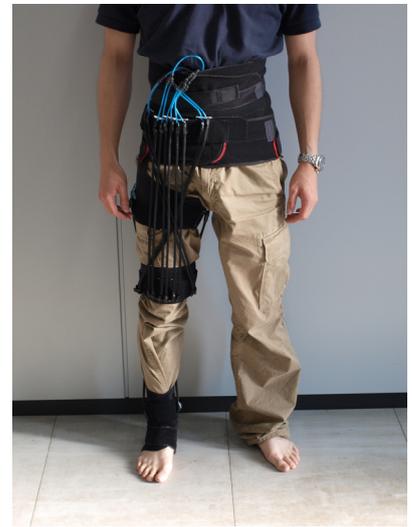


図 5 下肢用パワーアシストウェア

3.2 下肢用パワーアシストウェア

下肢片麻痺患者のぶん回し歩行を改善するための装着型歩行支援装置の開発を目的として、図 5 に示すようなアシストウェアを開発している。外骨格を用いない柔軟で軽量の装置とするため、アクチュエータに図 1 に示すマッキベン型空気圧ゴム人工筋を用いる。人工筋の発生力を効率良く身体に伝えるためにサポータを使用し、これに必要数の人工筋を取り付ける。股関節と膝関節の屈曲動作を支援することにより適切な遊脚動作を実現する。合計 12 本の人工筋を用い、装置の総重量は約 700g である。現在、産学医連携により、リハビリ現場におけるモニタリングなどを通して実用化への活動を進めている。

4. おわりに

外骨格を用いない衣服状の身体装着型パワーアシスト装置（パワーアシストウェア）の開発状況について述べた。パワーアシストウェアの第一の特長は、軽くて柔らかいことであり、空気圧ゴム人工筋ならではの形態である。日常生活における QOL 向上、リハビリテーション支援、各種の作業支援などにおいて手軽で簡便なパワーアシスト装置として利用できる。

圧縮空気の供給源としてコンプレッサが必要であるが、病院、施設、工場などの空気源がインフラとして整備されている環境では問題ない。また、小型で低騒音のコンプレッサが容易に入手でき、家庭や農作業場などでの使用は問題ない。エネルギー源の携帯が必要な用途に対応するためには、CO₂ ボンベなど他のエネルギー源の利用や携帯可能なコンプレッサの開発が課題である。

参考文献

- [1] 則次俊郎：空気圧ゴム人工筋を用いた身体動作支援装置の最新動向、計測と制御、Vol. 50、No. 1、pp. 30-35 (2011)
- [2] 則次俊郎：空気圧ゴム人工筋を用いたパワーアシストウェア、機械の研究、Vol. 65、No. 5、pp. 373-380 (2013)
- [3] Toshiro Noritsugu et al.: Development of Power Assist Wear Using Pneumatic Rubber Artificial Muscles、Journal of Robotics and Mechatronics、Vol.21、No.5、pp.607-613 (2009)