

面圧発生用空気圧アクチュエータの開発

Development of pneumatic flexible actuator to support object in contact with its surface

○ 中村 幸平(芝浦工業大学) 松本 亮(芝浦工業大学)

小堀 祥平(芝浦工業大学) 川上 幸男(芝浦工業大学)

Kohei NAKAMURA, Ryo MATUMOTO

Syohei KOBORI, Yukio KAWAKAMI

Abstract: This paper reports the development of a pneumatic flexible actuator to assist bending and extending motions of the joint in contact with the surface of the human body and examination of its characteristics. The objective of this actuator is to reduce the care worker's burden and to enable people who need nursing care to assist such motions by themselves. First we manufactured artificial muscle to generate the bending motion by improving a McKibben actuator. Then our pneumatic flexible actuator has been composed of the multiple artificial muscles. Parts of the actuator were soft materials. The actuator is mounted in close contact with the surface of the body and it assists the motion of the body with the force distributed in the surface. The goal for the development is to achieve flexible and thin artificial muscle that covers around the human joint.

Key Words: McKibben actuator, Pneumatic flexible actuator, Bend type artificial muscle

1. 諸言

近年日本では、少子高齢化による要介護者の増加や介護者の減少により、介護やリハビリテーションの分野における労働力の低下が問題となっている。この問題を解決するために、介護者の労力軽減や要介護者の自立をサポートする装置の研究が盛んに行われている。

このような支援装置は、軽量かつ薄型であることが望ましい[1]。この視点で研究されている装置は、パワーアシストウェア[2]、パワーアシストグローブ[3]などがある。これらは、空気圧アクチュエータである空気圧ゴム人工筋を用いており、空気圧により柔軟な動作が可能である。

本研究では、空気圧式ゴム人工筋の一つであるマッキベン型人工筋の構造を改良した、湾曲人工筋を使用する。そして、湾曲人工筋を応用し、体の間接を覆うように装着して用いる、面圧発生用空気圧アクチュエータの開発を行う。

面圧とは湾曲人工筋を並列に並べ連結することで、装着部位と接触する面を広く設け、人体の関節を覆うように押し上げサポートする形状の事である。

従来のマッキベン型人工筋を用いたアシストスーツとは異なり線で引く動作や、フレームによる動作方向の変換を必要としないため、軽量かつ薄型を実現できる。そのために、本研究で製作するアクチュエータは金属や樹脂等のフレームは使用せず人工筋と布素材のみで構成する。

この形状により、装着者の負担を少ない、日常生活の中で使用しても目立たないような薄型で軽量のアクチュエータの実現を目指す。

まず、面圧発生用空気圧アクチュエータに使用する湾曲人工筋から製作を行う。そして、湾曲人工筋を並列に連結し、面圧発生用空気圧アクチュエータを製作した結果について報告する。

2. 湾曲人工筋

2-1 構成材料

今回作成した湾曲人工筋は、網目チューブ(SFチューブ、ゴムチューブ(アメゴムチューブ)、ビニールシート)を使用し、ゴムチューブの両端を栓の役割としてゴム栓とステンレスバンドを組み合わせて構成する。

2-2 構造

湾曲人工筋は、マッキベン型人工筋の構造を改良した物である。マッキベン型人工筋のゴムチューブを覆う網目状のスリーブ(SFチューブ)と、内部にあるゴムチューブの片側の隙間に細いビニールシートを挿入した構造となっている。(Fig.1)

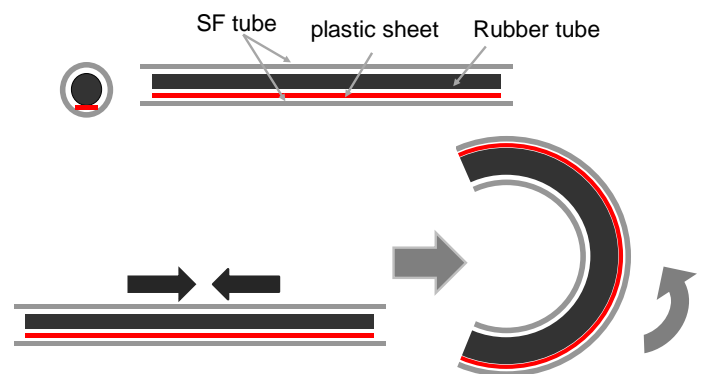


Fig.1 Structure of bend type artificial muscle actuator

圧縮空気を流入させ、内部のゴムチューブが膨む横方向の力を網目チューブの網構造により、人工筋の収縮動作へと変換する。この時、ビニールシートが挿入されている片側の収縮が阻害される。それに伴い、収縮が阻害されない面のみが動作をすることで、人工筋全体が湾曲する動作を行う。今回、この人工筋を利用し連結することで、面圧発生用空気圧アクチュエータを構成する。

3. 面圧発生用空気圧アクチュエータ

3-1 構造

湾曲人工筋とマッキベン型人工筋を組み合わせることで、屈曲と進展の双方向動作の実現を目指す。湾曲側の人工筋と通常のマッキベン型人工筋を並列に縫合し連結する。人工筋を上下に分けて配置することで、それぞれが動作の妨げになるのを防止する。(Fig.2)

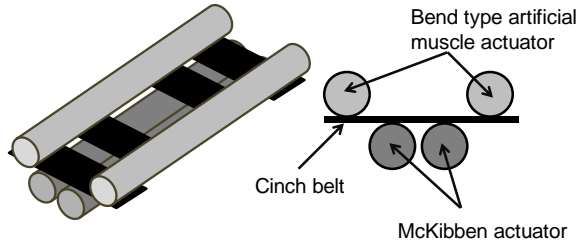


Fig.2 Structure of pneumatic flexible actuator

外側の2本が屈曲動作を行い、内側の2本が伸展動作を行う。縫合するに際し、間接部に取り付けるベルト、および人工筋を固定するベルトは布製のベルトを使用する。また、人工筋同士が動きを阻害しないよう、人工筋全体を完全に縫合はせず、隙間を設けるように連結を行った。

3-2 動作システム構成

人工筋への圧縮空気の供給は、電空レギュレータ(減圧弁)を用いて行う。電空レギュレータはマイクロコンピュータ(H8/3052F)を利用し、D/A変換によりアナログ電圧を入力する。特性計測に用いる空気圧力センサ等からの値はデータレコーダを用いて記録する。なお、湾曲人工筋の湾曲量を検出するためにひずみゲージ式の曲げセンサを使用した。曲げセンサを湾曲人工筋に装着する事で、人工筋自体の湾曲量を検出する事ができるようになる。

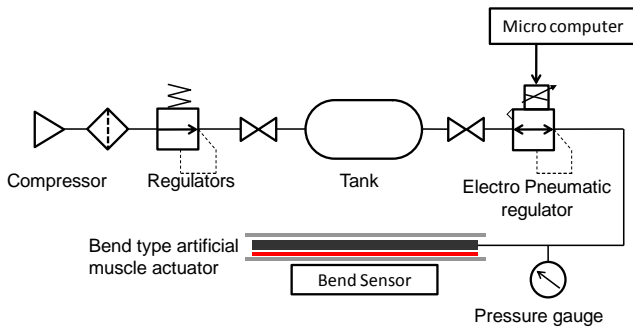


Fig.3 System configuration

4. 基本動作実験

4-1.湾曲人工筋の動作実験

はじめに製作した湾曲人工筋に 0~300[kPa]で圧縮空気を流入させ、湾曲動作実験を行った。(Fig.4)

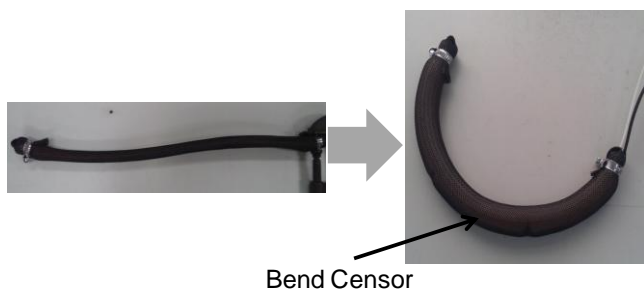


Fig.4 Motion of bend type artificial muscle actuator

湾曲人工筋の非収縮面に曲げセンサを配置し、動作させることで、入力圧力に対する湾曲動作量を計測した(Fig.5)。なお、曲げセンサの値は電圧で出力され、約 2.7[V]~4[V]の範囲で出力される。

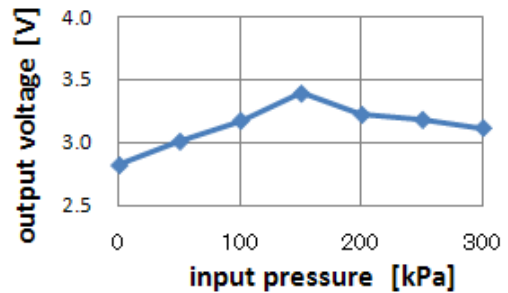


Fig.5 Experimental result: Bend Sensor Output

0[kPa]から 50[kPa]の間隔で動作量を計測したところ150[kPa]付近で最大の湾曲量が検出された。しかし、200[kPa]を超えた所から、動作量が緩やかに減少する結果となった。

4-2 面圧発生用空気圧アクチュエータの動作実験

製作した湾曲人工筋を使用し、Fig.2のように並列に連結した、面圧発生用アクチュエータの動作実験を行った。こちらも同様に0~300kPaの圧縮空気を流入させ、動作量を観察した。(Fig.6)

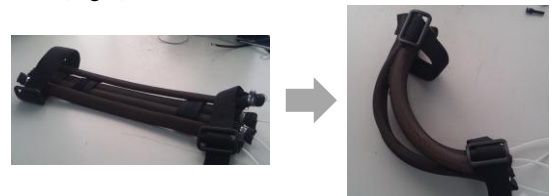


Fig.6 Motion of pneumatic flexible actuator

並列に連結した状態においても、湾曲量の特性は同様であった。この実験では、並列に縫合しても複数の人工筋同士が動作を阻害することなく動作できることを確認した。

5. 結言

湾曲人工筋を縫合した状態であっても、湾曲量に影響はなく動作できると確認する事が出来た。しかし、今回行った実験により、一定の圧力を越えた時に湾曲動作が弱くなるという問題が発生した。原因として考えられる事は、網チューブとゴムチューブによって押し広げられ、一定以上の圧力が流入された場合に、網の角度が予期しない変化をした可能性がある。これは、湾曲人工筋を製作する際、網チューブの繊維の動きをより強く制限することで改善できると考えている。また、使用するゴムチューブの材質に対する特性の変化を調査し、最適な材料の検討を行う。

参考文献

- (1) 山田: “ウェアラブルロボットの可能性”, 日本ロボット学会誌, vol.20, no.8, pp.780-782, 2002.
- (2) 荒金, 則次, 高岩, 佐々木, 猶本, “シート状湾曲型空気圧ゴム人工筋の開発と肘部パワーアシストウェアへの応用”, 日本ロボット学会誌 Vol.26 No.6, pp.674~682, 2008
- (3) 則次, 間嶋, 森本, 佐々木, 高岩 “シート状湾曲型空気圧ゴム人工筋を用いたパワーアシストグローブの開発”, 日本機械学会2008年度次大会講演文集(7)