

研究の課題名

空気圧駆動型人工筋アクチュエータの開発と その伸縮制御

秋田県立大学システム科学技術学部 助教授

報告者 嵯峨 宣彦

報告日 2003年(平成15年)10月30日

1. 本研究の意義、特色

介護・福祉用アクチュエータとして、従来型と異なる強化繊維を直線的に配した人工筋アクチュエータを試作した。水道水の利用を想定した水圧駆動や人間の筋肉の補完を想定した生体筋特性に基づく評価結果、制御による応答性改善が確認され実用化可能であることが明らかとなった。

2. 実施した研究の具体的内容、結果

1. はじめに

人との接触が多く、安全性及び柔軟性が要求される介護・福祉用ロボットは、動作環境から、軽量で柔らかいアクチュエータの開発が急がれており、その一つとして、人工筋アクチュエータが研究されてきた。我々は、従来のマッキベン型の欠点の改良を目的に、ヒステリシスの小さな新しい人工筋アクチュエータを提案し、これまでに、試作したアクチュエータの収縮特性、負荷特性について報告している。本研究では、家庭用駆動源に水道水圧の利用を想定した駆動における評価結果と、新しく天然ゴムと弾性のある風糸で試作した人工筋アクチュエータの実際の利用を想定した人間の筋としての特性評価結果および、フィードバック制御による応答性改善について報告する。

2. 人工筋アクチュエータの構成

我々が提案する人工筋アクチュエータの構成をFig.1に示す。

a) シリコンゴム製人工筋アクチュエータ

シリコンゴム（東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社製SE1120U）をベースにし、ケブラー繊維（東レ・デュボン(社)製Kevlar29）を長手方向に直線的にチューブ内挿して構成。

b) 天然ゴム製人工筋アクチュエータ

天然ゴムをベースに、長手方向に8本のたこ糸を内挿して構成。内径は7mm。

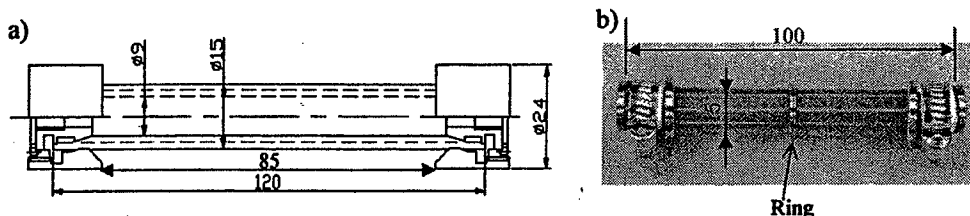


Fig. 1 Composition of Artificial Muscle Actuator

3. 人工筋アクチュエータの実験装置

この試験機は、人工筋アクチュエータの伸縮に合わせて片側の治具が左右する構成とし、この自由な治具の取り付けられた軸に重りを取り付けられるようにした。

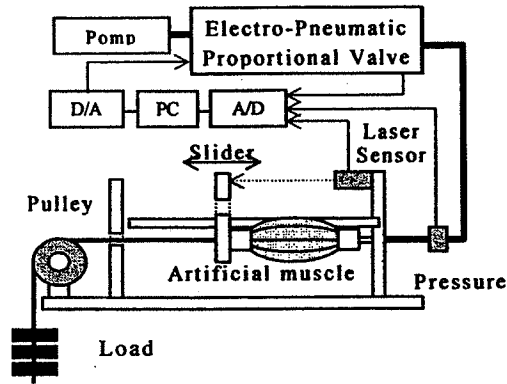


Fig. 2 Experimental Setup

4. シリコンゴム製人工筋アクチュエータの水圧駆動試験

水道水圧を約0.20MPaと仮定した。水圧駆動させた場合の波形をFig. 3に示す。

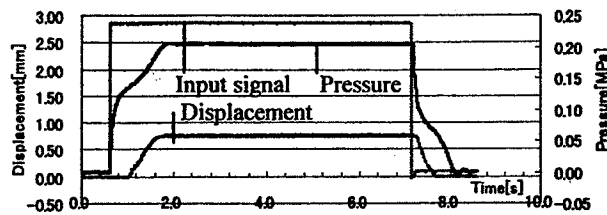


Fig. 3 Response Characteristic

空気圧駆動との比較では、水圧駆動の立ち上がりが悪いが、これは実験装置流用によって、水圧駆動では水の粘性の影響を受け、空気圧の時には問題とならなかった配管の管径・長さによる管路抵抗増大による圧力への影響が原因である。

これより、水道水圧による動作は応答性に影響がでるものの、粘性抵抗を考慮した配管を試験機に組み込めば問題ないことを確認することが出来た、

5. 天然ゴム製人工筋アクチュエータの特性試験

5.1 収縮特性

Fig. 4は製作した人工筋の収縮特性に関する実験結果である。チューブ外周にリングを1個装着するとバランスが取れ、おり圧力の立ち上がりに関してリング-0に劣るものの収縮率は38%という大きい値を示した。

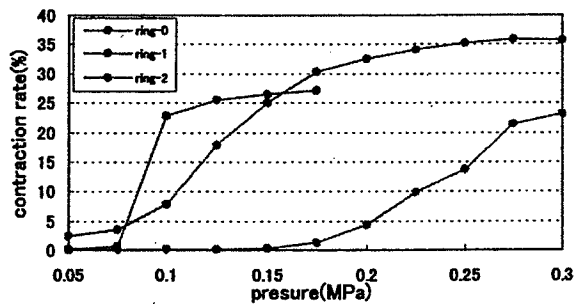


Fig. 4 Relationship between contraction rate and pressure

5.2 Hillモデルに基づいた等張性収縮

生体力学的な筋の機械的等価モデルであるHillモデルに基づき、人工筋アクチュエータの等長性収縮および等尺性収縮についてリング1個の場合について計測した結果を示す。

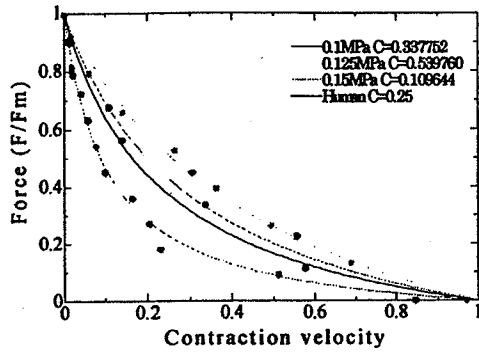


Fig. 5 Force vs contraction velocity based on Hill-model

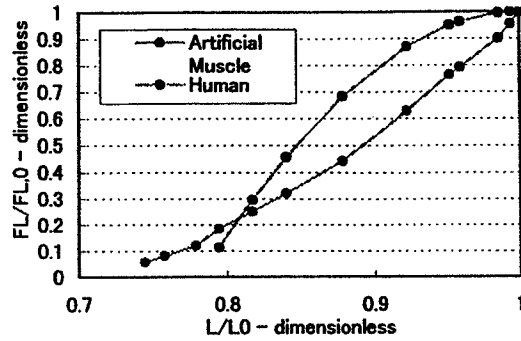


Fig. 6 Force vs length under isometric conditions at maximal activation

等長性収縮について、Fig.5より人工筋に加える圧力を変化させることで、人間やその他の動物の筋特性に近づけていくことが可能であることが明らかになった。また、等尺性収縮について、Fig.6より、直線的な人間の筋に対し下に凸の曲線となったが、自然長のときに最大収縮力を発生するという点は生体筋と同様の特性と言える。

6. 天然ゴム製人工筋アクチュエータの制御

フィードバック制御により、応答特性が改善されることが確認された。

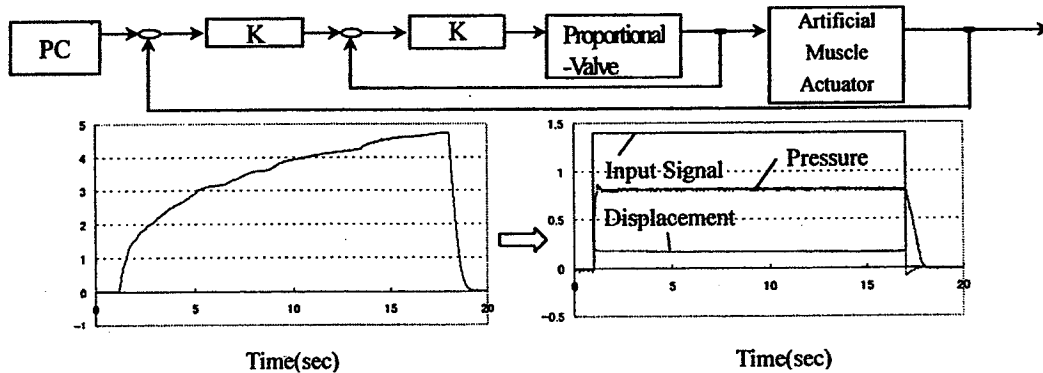


Fig. 7 Feedback control

7. まとめ

介護・福祉用アクチュエータとして、従来型と異なる強化繊維を直線的に配した人工筋アクチュエータを試作した。水道水の利用を想定した水圧駆動や人間の筋肉の補完を想定した生体筋特性に基づく評価結果、制御による応答性改善が確認され実用化可能であることが明らかとなった。

3. 本研究を実施したグループに属するおもな研究者の氏名・役職名

なし

4. 研究実施時期

平成14年4月1日から15年9月30日まで

5. 本研究に関連して発表した主な論文等

- (1) 「ケブラー繊維強化型人工筋アクチュエータの開発」日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2003 p.p. 2A1-2F-E3(1)-(2)、2003. 5 ※
- (2) 「軸方向に繊維強化された人工筋の生物学的特性に関する検討」計測自動制御学会システムインテグレーション部門大会講演論文集 p.p.872-873 ※
- (3) 「Development of Pneumatic Artificial Muscle based on Biomechanical Characteristics」IEEE International Conference on Industrial Technology Proceedings (ICIT2003) p.p.729-734 ※

6. 内外における関連研究の状況

- 従来型のマッキベン型人工筋アクチュエータ(市販品)を使った研究が主流。
- マニピュレータや福祉用ウェアブルデバイスなど応用研究もスタートした。

7. 今後の発展に対する希望

線型の特性を有する我々の人工筋アクチュエータを用いて応用研究やアクチュエータ自身に付加機能をつけインテリジェント化を計りたいと考え、継続支援をお願いする。