

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	細径空圧人工筋肉を用いた能動織布およびウェアラブルスーツの試作
Title	Fabrication of active textile woven and wearable suit using thin pneumatic artificial muscle
著者	大野晃寛, 鈴森康一, アイバーク サディチ
Author	Akihiro Ohno, Koichi Suzumori, Sadic Ayberk
掲載誌/書名	ロボティクス・メカトロニクス講演会2015 予稿集, Vol. , No. , pp.
Journal/Book name	Proceedings of the 2015 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Vol. , No. , pp.
発行日 / Issue date	2015, 5
URL	http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。
Note	このファイルは著者（最終）版です。 This file is author (final) version.

細径空圧人工筋肉を用いた 能動織布およびウェアブルスーツの試作

Fabrication of active textile woven and wearable suit using thin pneumatic artificial muscle

○学 大野 晃寛 (東工大) 正 鈴森 康一 (東工大)
学 アイバーク サディチ (東工大, METU)

Akihiro OHNO, Tokyo Institute of Technology, ohno.a.ad@m.titech.ac.jp
Koichi SUZUMORI, Tokyo Institute of Technology
Ayberk SADIC, Tokyo Institute of Technology, Middle East Technical University

Artificial muscles are gathering attention due to its high power ratio per mass and its supreme flexibility compared to conventional system using motors and wires. This study proposes the possibility of very thin artificial muscle to the application of wearable suit. To begin with, we have fabricated the active textile woven and simplified wearable suite prototype. By using the semi-automatic weaving machine we have developed, different textile with different pitch can be manufactured. Applying this textile to the wearable suit, development of cloth-like wearable suit is expected.

Key Words: Wearable suit, McKibben artificial muscle, soft robotics, active textile woven

1. 緒言

昨今、モータ・ワイヤ・プーリなど、従来のロボットに使用されていた機械要素部品の代わりに、人工筋肉を適用しようという試みがある[1]. これには、ヒトや動物の筋肉に近い点、省スペースで大出力を得られる点などを利用して、新たなロボット技術の可能性を追求しようという意図がある. 特に、空気圧駆動型的人工筋肉は、高い受動的柔軟性・軽量といった利点を生かし、医療・福祉・介護・労働支援など、各分野への応用が期待される.

このような状況の中、我々のグループは世界最小径級となる外径 1.8mm の細径空圧人工筋肉を大量に開発することに成功した[2]. 開発した人工筋肉は 1m あたり約 1g と空圧アクチュエータの中でも極めて軽量でしなやかな特徴を有しており、これを用いて全く新しいロボティクスを展開できる可能性がある. 例えば鈴森らは、この筋肉を実際のヒトの筋肉のように集積して筋骨格ロボットに適用し、人間の特徴的な動作である下肢関節の内旋・外旋などの実現に成功した[3]. また、筆者らはこのアクチュエータを布状に集積して能動織布の試作を行った[4]. このような布状のアクチュエータを発展させることにより、衣服と同様の軽くてしなやかな、ウェアラブルスーツを開発できる可能性がある.

そこで本研究では、この人工筋肉の応用例の一つである能動織布を改良し、さらにウェアラブルスーツへの適用を見据えた初歩的段階として簡易的な試作を行った.

2. 細径空圧人工筋肉

本研究で使用した細径空圧人工筋肉は外径 1.3mm-内径 0.9mm, 硬度 40 のシリコンゴムチューブにスリーブとして直径 0.12mm のテロンモノフィラを編みこんだものである. 全体としての外径は 1.8mm であり、編み角は 18deg, 打ち数は 24 である. その拡大写真を Fig.1, 1本あたりの性能曲線を Fig.2 に示す. 本研究では以上のような特性を持つマッキベン型人工筋肉を用いて、能動織布を試作し、ウェアラブルスーツへの適用を見据えた簡易的な試作を行う.

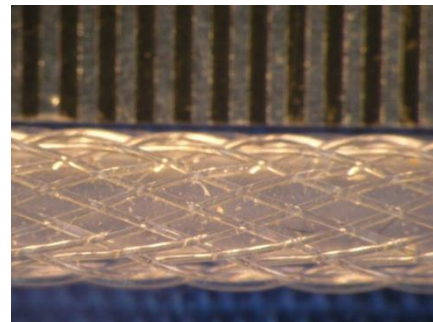


Fig. 1 Specification of thin pneumatic artificial muscle (0.5mm/1 scale)

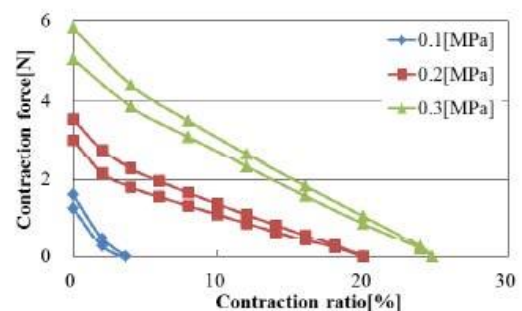


Fig. 2 Force-contraction ratio diagram of muscle

3. 能動織布の試作

3.1 概要

本稿では、人工筋肉を「縦糸」、汎用ウール 100%糸を「横糸」として布状に配置したものを「能動織布」と呼ぶこととする. Fig.3 に製作した能動織布を示す. 上が改良前、下が改良後のものであり、上は Fig.4 に示したように、アルミ板、シリコンゴムで固めた織布ユニット、ポリアセアール製のベース部分からなる. この端の空気流入部は布部分に対して比較的硬い素材で構成されており、織布部が持つ柔軟性や軽量

といった利点に相反するという欠点があった。そこで、下の改良モデルでは、空気流入部をシリコンゴムで成形し、その結果改良前では 108g だった質量を 25g とし、しなやかさも含め大幅な軽量化に成功した。また、改良前の能動織布における、力-収縮率特性曲線を Fig.5 に示す。これは、0.3MPa の圧縮空気印加時の織布と、非織布の性能を比較したものである。ただし、用いた能動織布の横糸の織る間隔 (=ピッチ) は、5~8mm のものを用いた。改良後の布についても同様の性能を示すと考えられる。

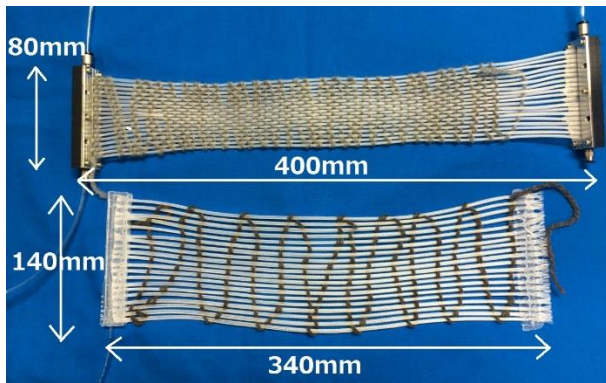


Fig. 3 Comparison between previous ver. and latest ver.



Fig. 4 Specification of each part

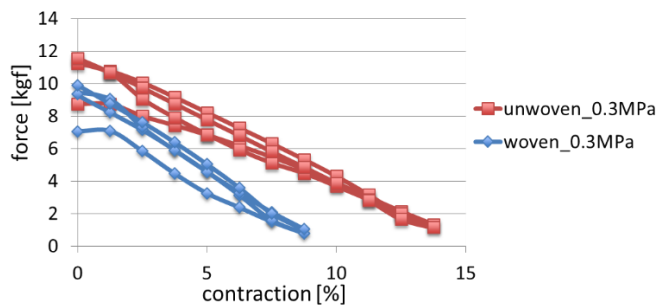


Fig. 5 Force-contraction ratio diagram of active textile woven

3.2 製造装置

Fig.6 に能動織布製作に使用した半自動織機を示す。この装置を使用することで、Fig.7 に示すように、異なるピッチで織

られた能動織布を製作することが可能である。ピッチや横糸の材質を変化させた際の織布は異なる性質を有すると考えられ、今後性能を評価することが期待される。

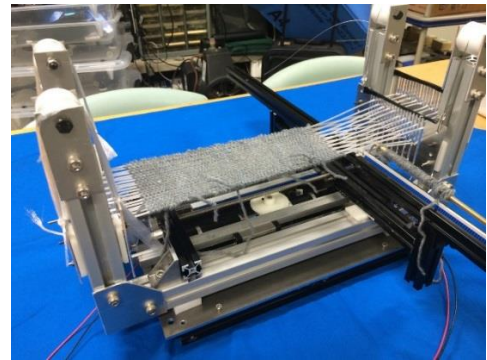


Fig. 6 Semi-automatic weaving machine



Fig. 7 Active textile woven by semi-automatic weaving machine with different pitch

4. ウェアラブルスーツの試作

最後に、試作した能動織布をウェアラブルスーツへと適用するための初歩的段階として、簡易的な試作を行った。この様子を Fig.8 に示した。試作したウェアラブルスーツは肩および背中に固定された上半身部と臀部に固定された下半身部の間を能動織布で繋ぐ構成となっている。このような構成にすることにより、大重量の荷物を持ち上げる際にかかる腰への負担を軽減することができると考えられる。現状では簡易的な試作とするが、これを発展させることにより衣服と同等、あるいは必要最小限の外骨格部をもつウェアラブルスーツへと展開できると考えられる。



Fig. 8 Image of wearable suit

5. 結言

本稿では細径マッキベン型人工筋肉を使用して能動織布を試作し、ウェアラブルスーツへの適用可能性を示した。

謝辞

本研究の一部は内閣府戦略的イノベーション創造プログラム革新的設計生産技術「東工大一大田区協創による喜びを創生する革新的ものづくり環境の構築と快適支援機器の設計製造技術の開発」を受けて実施しました。

文 献

- [1] 中村太郎, “空気圧人工筋肉を用いたバックドライバブルな可変剛性機構とその制御”, 日本ロボット学会誌 31(6), 572-576, 2013
- [2] Masayuki Takaoka, Koichi Suzumori, Shuichi Wakimoto, Kazuo Iijima, Takahiro Tokuyama. "Fabrication of Thin McKibben Artificial Muscles with Various Design Parameters and Their Experimental Evaluations", The 5th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology(IC-MDT2013),pp.82, 2013.
- [3] 鈴森康一, 車谷駿一, 脇元修一: “多繊維構造マッキベン人工筋の開発と筋骨格ロボットへの適用”, 第32回日本ロボット学界学術講演会 RSJ2014AC2D1-06.
- [4] 大野晃寛, 鈴森康一, 脇元修一: “細径空圧人工筋肉を用いた能動織布の試作”, 第15回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 I212-5, 2014.