

複数のゴムチューブから成る空気圧アクチュエータの提案とプロトタイプの試作

Prototyping pneumatic actuators composed of multiple rubber-tubes

升井友洋 平井慎一 (立命館大学)

*Tomohiro Masui and Shinichi Hirai

Ritsumeikan University, Noji-higashi 1-1-1, Kusatsu, Shiga 525-8577

In this paper, we will develop pneumatic actuators composed of multiple rubber-tubes. Actuators composed of single motion tubes have a capability of performing multiple motions by controlling air pressure imposed on individual tubes. First, structure of actuators are proposed. Second, capable motion of the actuators is examined experimentally.

Key Words: actuator, pneumatic, deformation, rubber-tube

1. はじめに

近年、ロボットや機械システムは、多様な運動を実現することが求められている。例えば、生産現場では、部品のハンドリングにおいて、姿勢変化を伴う運動軌道を要求されることが多い。空気圧アクチュエータは、構造や形状を変えることで、機構を介すことなく様々な運動を生成する可能性を持つ。これは、総重量の低減にも繋がる。そこで本研究では、軽量かつ柔軟で、多様な運動を行うことができるアクチュエータの開発を行う。

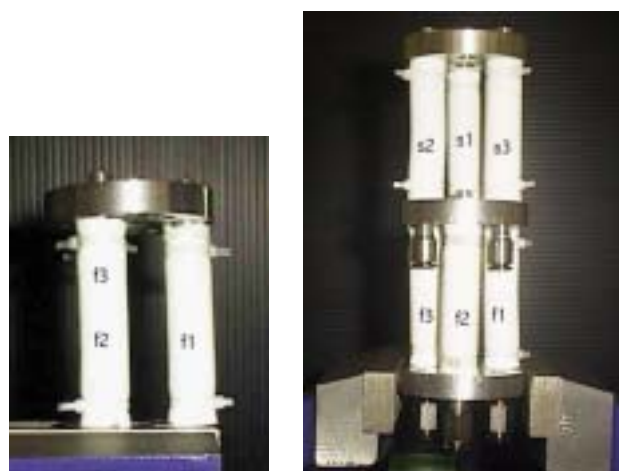
2. 単一運動アクチュエータ

空気圧で膨張する弾性殻(ゴムチューブ)に、線拘束を付加することにより、様々な運動を直接実現するアクチュエータが実現できる。このようなアクチュエータを単一運動アクチュエータと呼ぶ。著者らは、弾性チューブ上の線拘束の配置に応じて、伸縮運動や曲げ運動、ねじり運動の各運動を直接生成できることを示した[1][2][3][4]。

3. 群アクチュエータ

前節で述べた単一運動を行うアクチュエータを組み合わせ、個々のアクチュエータに加える圧力を独立に制御する。このようなアクチュエータを、群アクチュエータと呼ぶ。群アクチュエータは、複数の円柱プレート、ならびにプレートを接続する複数のチューブから構成される。個々のチューブに圧縮空気を加え、チューブに変形が生じることにより、プレート間に相対運動が生じる。群アクチュエータのプロトタイプを Fig.1 に示す。

Fig.1-(a)は、プレート間に3本のプレインチューブを配置してある。プレートの直径は、55mm、全長は、80mmである。Fig.1-(b)は、Fig.1-(a)を2段に重ねたタイプである。Fig.1-(b)の重量は、290gである。プレート間には、拘束なしのプレインチューブ、拘束を有する単一運動チューブのど



(a) Single stage

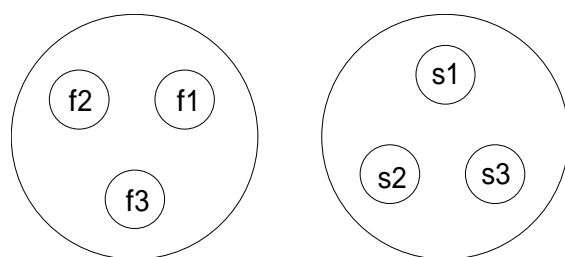
(b) Double stage

Fig. 1 Prototypes of group actuator

ちらでも取り付けることが可能である。個々のチューブに、別々に空気圧を加えることで、様々な運動を生成することができる。これらの特徴は、軽量かつ多様な運動という本研究におけるアクチュエータの開発コンセプトを満たす可能性を持つと考える。

4. 群アクチュエータの運動

群アクチュエータの加圧するチューブを記述するために、Fig.2 に示すように1段目と2段目のチューブに、記号を付ける。この番号は、Fig.1 中の記号に対応する。



(a) tubes in fixed plate

(b) tubes in middle plate

Fig. 2 Tubes symbols

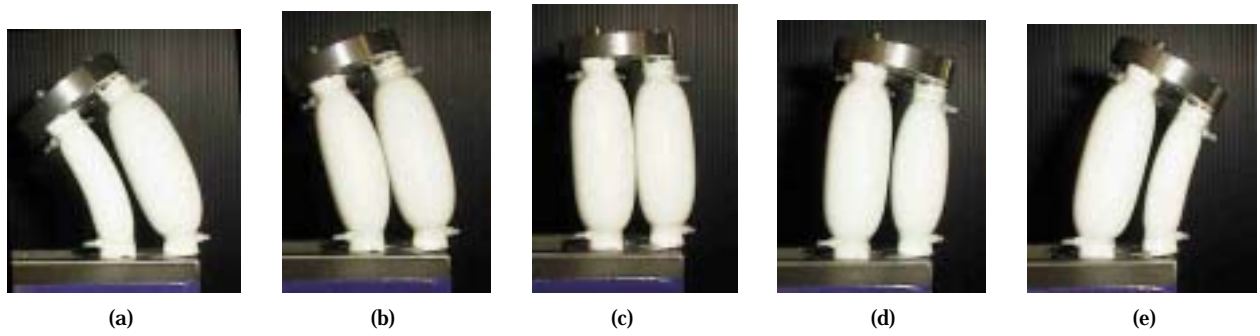


Fig. 3 Behavior of single stage group actuator

Table 1 Air pressure of individual tubes

	f1(MPa)	f2(MPa)	f3(MPa)
(a)	0.09	0.05	0.05
(b)	0.09	0.07	0.07
(c)	0.09	0.09	0.09
(d)	0.07	0.09	0.09
(e)	0.05	0.09	0.09

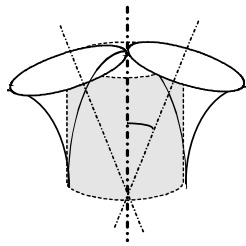


Fig. 4 Inclination of moving plate

群アクチュエータの可能な運動を調べるために、まず、Fig.1-(a)に示すプロトタイプ運動を検証する。この実験において使用したチューブは、径方向にも軸方向にも膨張するプレーンチューブである。チューブ f1,f2,f3 それぞれに、Table1 に示す圧力値で加圧する。Table1 中の(a)~(e)に対応するそれぞれの挙動を、Fig.3 の(a)~(e)に示す。Fig.3 に示すように、上面プレートを中心点がおおよそ同一円弧上を動いていることが確認できる。Fig.4 に示すように、上面プレートの中心軸と下面プレートの中心軸との角度を θ とする。本実験において、 θ の最大値は約 20° である。

Fig.1-(b)に示す群アクチュエータの挙動を調べる。そのために、6本のチューブのうち、数本に0.08Mpaの圧力を与え、他のチューブには与えない。Fig.5 にその結果を示す。Fig.5-(b)はチューブ f2 のみに、Fig.5-(c)はチューブ s2 のみに、それぞれ0.08MPaの圧縮空気を加えている結果を示す。これらの結果に示すように、個々のチューブに加える圧力を制御することで、運動プレートの向きを変化させることができる。Fig.5-(d)は、チューブ f2 と s2 に圧力を与えている。この結果より、運動プレートが並進運動をしていることがわかる。

5. おわりに

本報告では、群アクチュエータの提案及び、そのプロトタイプの試作について述べた。今後、プロトタイプの運動の検

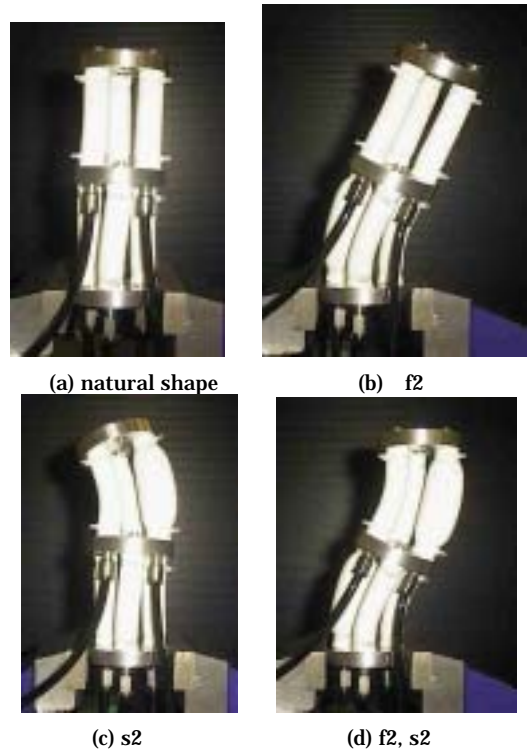


Fig. 5 Behavior of double stage group actuator

証を実験により進めるとともに、アクチュエータに用いる単一運動アクチュエータの種類を変えて、同様の考察を行う予定である。また、比例弁によるアクチュエータの制御も行う。なお、本研究は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業プロジェクト、理工領域「マイクロメカトロニクス・ソフトメカニクス」の一環として実施した。

【参考文献】

- [1] 谷川, 升井, 平井, ゴムチューブ型アクチュエータの設計・製作とその FEM シミュレーション, ロボティクス・メカトロニクス 1999 講演会予稿集 CD-ROM, 1999
- [2] 升井, 谷川, 平井, ゴムチューブ型空気圧アクチュエータにおける運動パターンと形状・拘束に関する研究, 第 17 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 947-948, 1999
- [3] 平井, 升井, 谷川, 拘束位相によるゴムチューブ型空気圧アクチュエータの系統的分類, 計測自動制御学会関西支部シンポジウム, pp. 88-91, 1999
- [4] 升井, 平井, 複数のゴムチューブから成る空気圧アクチュエータの開発, ロボティクス・メカトロニクス 2000 講演会予稿集 CD-ROM, 2000