

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

Development of Pneumatic Actuators Composed of Multiple Rubber Tubes

升井 友洋, 谷川 博紀, 平井 慎一 (立命館大学)

Tomohiro MASUI, Hiroki TANIGAWA, and Shinichi HIRAI

Ritsumeikan Univ., Kusatsu, Shiga 525-8577

In this paper, we will develop pneumatic actuators composed of multiple rubber tubes. Rubber tubes with mechanical constraints have a capability of performing a single various motion while multiple motions cannot be performed. Actuators composed of single motion tubes can realize multiple motions by controlling air pressure imposed on individual tubes. We will present the concept of multi-tube actuators and will show their prototypes.

Key Words: actuator, pneumatic, deformation

1. はじめに

空気圧で膨張する弾性殻に、機械的な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と考えられる。このようなアクチュエータを、変形アクチュエータとよぶ。著者らは、単一の運動を行う変形アクチュエータを提案し、その挙動を解析している^(1, 2)。これらのアクチュエータにおいては、様々な運動を実現することができるが、一つのアクチュエータで複数の運動を実現することはできない。そこで本報告では、単一運動を行うアクチュエータを組み合わせ、複数の運動が可能なアクチュエータを開発する。

2. 単一運動アクチュエータ

変形アクチュエータにおいては、Fig.1に示すように、弾性殻に線拘束を付与する。弾性殻の下面を固定し、弾性殻に空気圧を加えると、弾性殻が変形し、結果として弾性殻の上面に運動が生じる。弾性殻の形状や線拘束の種類、配置に応じて、伸縮運動や曲げ運動、ねじり運動など様々な運動を直接生成することができる。

Fig.2-(a) に示すシリコンゴムチューブには、軸方向に一本のテグスと円周方向に複数本のテグスが埋め込まれている。このような線拘束は、記号 xf-cf で表される⁽³⁾。線拘束 xf-cf を有するシリコンゴムチューブは、Fig.2-(b) に示すように、曲げ運動を生じる。また、Fig.3-(a) に示すシリコンゴムチューブには、らせん状にテグスが埋め込まれている。このような線拘束は、記号 r180xym で表される。線拘束 r180xym を有するシリコンゴムチューブは、Fig.3-(b),(c) に示すように、ねじり運動を生じる。以上のように、弾性チューブに線拘束を埋め込むことにより、様々な単一運動を実現することができる。

3. 群アクチュエータ

弾性殻の形状や線拘束の種類、配置に応じて、様々な運動を実現する変形アクチュエータを設計することができる。しかしながら、線拘束の特性が一定である限り、一

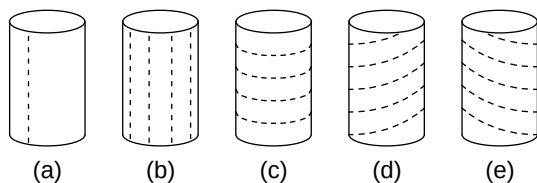


Fig.1 Fiber constraints on elastic shell

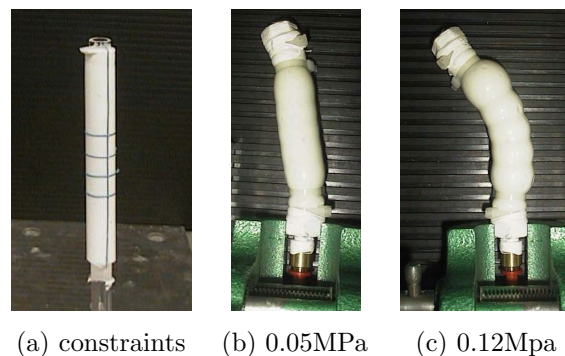


Fig.2 Single motion actuator xf-cf

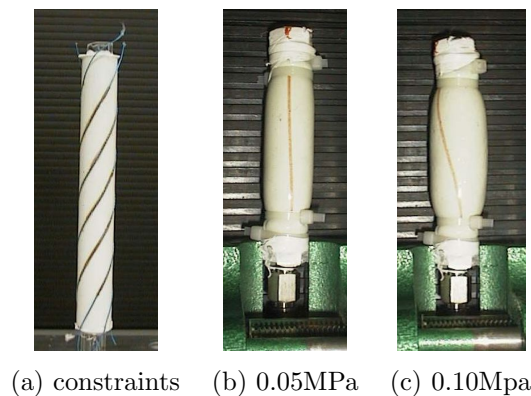


Fig.3 Single motion actuator r180xym

つの変形アクチュエータで、複数の運動を実現することができない。複数の運動が可能なアクチュエータを実現する手法として、単一運動を行う変形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手法が考えられる。このようなアクチュエータを、群アクチュエータとよぶ。

群アクチュエータは、運動プレート、固定プレート、ならびに二つのプレートを接続する複数のチューブから構成される。個々のチューブに空気圧を加え、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.4に示す。このプロトタイプは、中心に1本、周囲に6本のチューブを

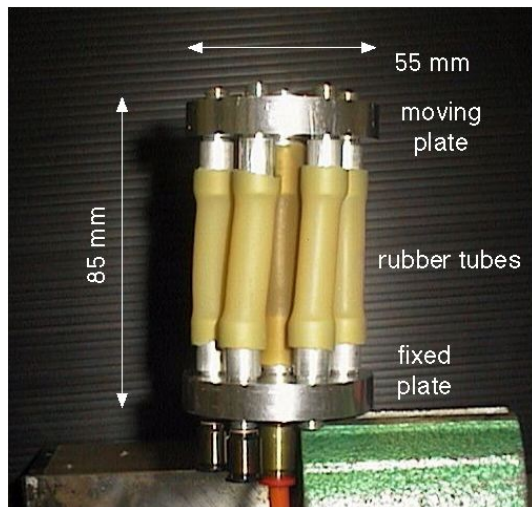


Fig.4 Prototype of group actuator

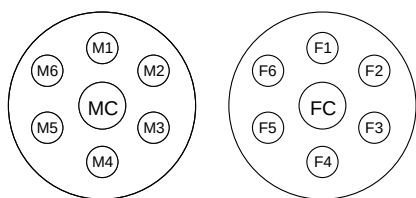


Fig.5 Holes on moving plate and fixed plate

有する。プロトタイプにおけるプレートの直径は55mm、全長は85mm、総重量は200gである。プレート上の中心ホールの直径は12mm、6個の周囲ホールの直径は10mmである。運動プレートと固定プレートの間には、拘束なしのブレインチューブ、拘束を有する単一運動チューブのど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。

群アクチュエータの構造を記述するために、Fig.5に示すように、運動プレートと固定プレート上のホールに、記号を付ける。中心のホールMC, FCには、主要な運動を生成するチューブが配置される。周囲のホールには、運動を制御するチューブが配置される。運動プレートの周辺ホールM1, M2, ..., M6が、固定プレートの周辺ホールF1, F2, ..., F6とどのように接続しているかを記述することにより、群アクチュエータの構造を記述する。

Fig.6は、中心に偏心シリコンチューブを接続した場合の運動を示す。このようなチューブの配置は、記号MC-FCと記述できる。偏心チューブの厚みは、左側で大きく、右

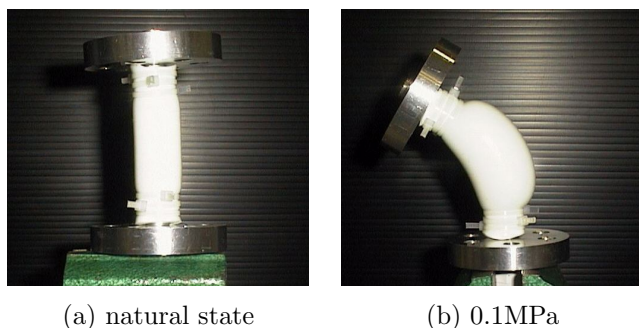
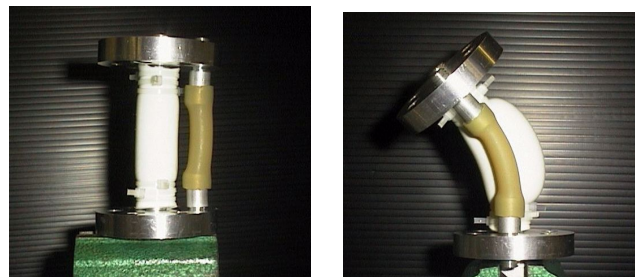


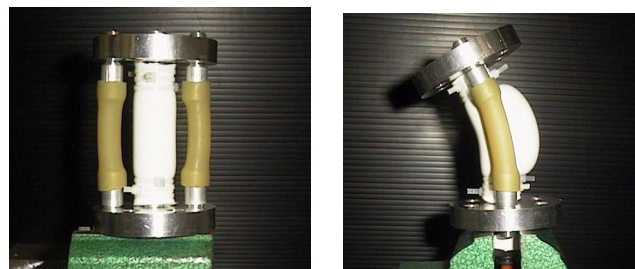
Fig.6 Eccentric rubber tube



(a) natural state

(b) 0.1MPa

Fig.7 Group actuator MC-FC M1-F1



(a) natural state

(b) 0.1MPa

Fig.8 Group actuator MC-FC M1-F1 M4-F4

側で小さい。したがって、Fig.6-(b)に示すように、偏心チューブは左側への曲げ運動を生成する。Fig.7は、中心に偏心シリコンチューブ、ホールM1とF1をブレインチューブを接続した場合の運動を示す。このようなチューブの配置は、記号MC-FC M1-F1と記述できる。Fig.7-(b)に示すように、運動プレートが曲がる向きが、ブレインチューブを配置した手前方向に偏っていることがわかる。Fig.8は、中心に偏心シリコンチューブ、ホールM1とF1の間ならびにホールM4とF4の間をブレインチューブを接続した場合の運動を示す。このようなチューブの配置は、記号MC-FC M1-F1 M4-F4と記述できる。Fig.8-(b)に示すように、運動プレートは、左側に向かって曲がっていることがわかる。

4. おわりに

本報告では、群アクチュエータの概念を示し、そのプロトタイプを製作した。今後、プロトタイプの挙動を確認するとともに、群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、アクチュエータの配置法について、考察を進める。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'99 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