

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・拘束に関する考察

立命館大学 升井 友洋 谷川 博紀 平井 慎一

Qualitative analysis of relationship between motion patterns and constraints in pneumatic actuators

*Tomohiro MASUI ,Hiroki TANIGAWA and Shinichi HIRAI : Ritsumeikan University

Abstract—In this paper, we will perform qualitative analysis of pneumatic rubber actuators. The concept of motion patterns is introduced in order to analyze the relationship between motion patterns and constraints qualitatively. The relationship is investigated for each motion pattern.

Key Words: pneumatic actuator, constraints, qualitative analysis, rubber tube

1. はじめに

近年、ロボットや機械システムは、多様な運動を求められるようになってきている。空気圧アクチュエータは、構造や形状を変えることで、機構を介することなく様々な運動を生成する可能性を持つ。したがって、空気圧アクチュエータは、求められる多様な運動を直接実現できると考えられる。そこで本研究では、ゴムチューブ型空気圧アクチュエータの運動パターンとして、伸縮、膨張、曲がり、ねじりと、それらの組み合わせを考える。そして、それぞれの運動パターンを実現するアクチュエータの形状と拘束方法に関する考察を行う。

2. 空気圧アクチュエータの運動パターン

ゴムチューブ型空気圧アクチュエータのすべての運動パターンは、Fig.1 に示す基本的な4つの運動により構成されると考える。その基本的な運動パターンを以下に示す。

- (a) 軸方向の伸縮
- (b) 径方向の膨張
- (c) 曲がり
- (d) ねじり

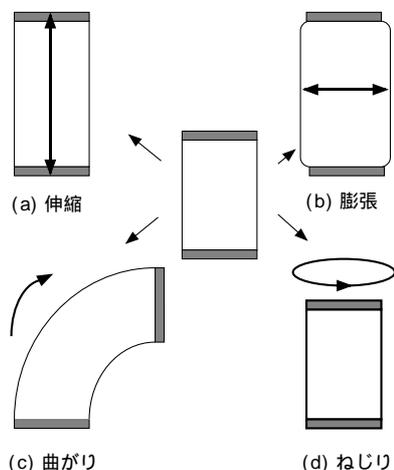


Fig.1 Basic motion

Table 1 Motion patterns

番号	伸縮	膨張	曲がり	ねじり
1			×	×
2		×	×	×
3	×		×	×
4				×
5	×	×		×
6		×		×
7		×	×	
8	×	×	×	
9		×		
10	×	×		
11	×		×	
12	×			×
13	×			
14			×	
15				

あらゆるゴムチューブ型アクチュエータの運動は、これらの組み合わせによって実現されたと考える。基本的な運動の組み合わせは全部で15通りある、Table 1にその組み合わせを示す。例えば、無拘束状態のゴムチューブ型アクチュエータは、Fig.2-(a)に示すように軸方向の伸びおよび径方向への膨張運動を行う。したがって、Table 1におけるパターン1に対応する。ラバチューブ¹⁾の運動は、軸方向への縮みと径方向への膨張により構成される。したがってパターン1に対応する。また、著者の研究における偏心アクチュエータ²⁾の運動は、Fig.2-(b)に示すように伸縮、膨張、曲げの運動を行うのでパターン4に対応する。

Table 2 Relationship between motion patterns and constraints

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
軸方向の拘束	×	×		×		×	×		×					×	×
径方向の拘束	×		×	×							×	×	×	×	×
曲げ運動を実現する拘束	×	×	×				×	×						×	
ねじり運動を実現する拘束	×	×	×	×	×	×						×			

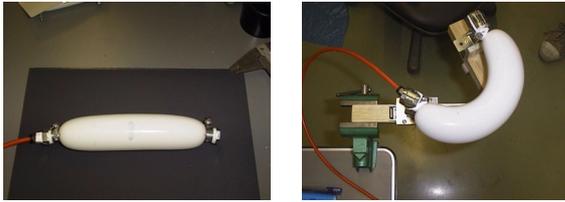


Fig.2 Deformed non-constraint actuators

3. 運動パターンを実現する拘束

本節では、前節で述べた伸縮、膨張、曲げ、ねじりの各運動を実現するために、アクチュエータを拘束する方法について考察する。拘束部材として、ナイロンファイバー、針金、糸、剛性の大きいゴム、バネを用いる。拘束部材を伸縮しない部材（ナイロンファイバー、針金、糸）、伸縮する部材（剛性の大きいゴム、バネ）の2通りに分ける。伸縮しない部材を Fig.3-(a) の記号で、伸縮する部材を Fig.3-(b) に示す記号で表す。これらの部材をゴムの中に埋め込む、もしくは接着することにより、ゴムの変形に対する拘束が実現できる。

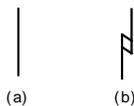


Fig.3 Symbols for two constraints

次に拘束部材をゴムチューブにとりつける方向について述べる。

- 軸方向の拘束
Fig.4-(a) に示すようにゴムチューブの軸に沿って、ゴムに拘束部材を埋め込む。
- 径方向の拘束
Fig.4-(b) に示すようにゴムチューブの径方向に沿って、拘束部材を埋め込む。
- 曲げ運動を実現する拘束方法
ゴムチューブの軸方向の剛性に、変化をつけることで曲げ運動が実現できる。Fig.4-(c) のように、チューブの片側に拘束部材を埋め込む。また Fig.4-(d) のように、チューブを偏心にすることで、軸方向の剛性に変化をつけることができる。
- ねじり運動を実現する拘束方法

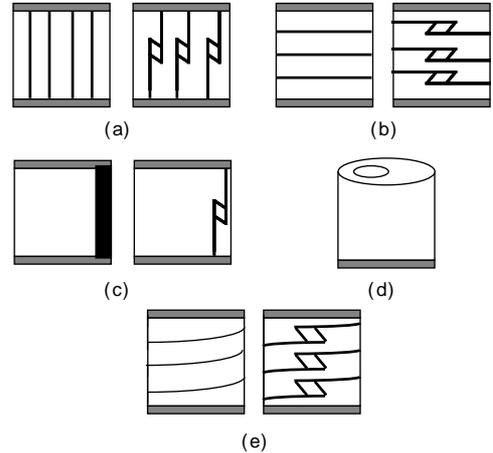


Fig.4 Direction of Constraints

Fig.4-(e) のように、ゴムチューブに拘束部材を、らせん状に埋め込むことにより実現する。

4. 各運動パターンに適する拘束方法

それぞれの運動パターンに適する拘束方法について Table 2 に示す。Table 2 の番号は、Table 1 の番号と対応する。Table 2 に示す番号 2 は、伸縮運動だけを行うアクチュエータであるので、膨張運動を抑えるために径方向の拘束を行う。同様に番号 3 は、膨張運動だけを行うので、伸縮運動を抑えるために軸方向の拘束を行う。番号 5 は、曲がり運動だけを行うので、曲げ方向を実現する拘束と、軸方向と径方向の拘束を行う。番号 8 は、ねじり運動だけを行うので、ねじり運動を実現する拘束と、軸方向と径方向の拘束を行う。このようにして各運動パターンは、4 つの拘束の組み合わせで実現できる。

5. おわりに

ゴムチューブ型空気圧アクチュエータの運動パターンと、それぞれのパターンに適する拘束方法について示した。今後の課題は、各運動を実現するアクチュエータを試作し、本報告の結果を評価することである。

参考文献

- 1) 則次 俊郎: 空気圧アクチュエータ, 日本ロボット学会誌, 15 巻, 6 号, pp.355-359 1997
- 2) 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・メカ'99 講演論文集 CD-ROM, 1p2-46-071 1999