

# 油圧と空気圧と電気駆動

～ 伝送動力の優劣は？ ～

風間俊治\*

## Hydraulics & Pneumatics & Electric Drives

– How Superiority or Inferiority of Transmission Power? –

Toshiharu KAZAMA\*

In order to discuss relative merits of power transmission systems, transmitting power of the transmission elements in fluid power systems and electric drive systems is explored. A simple model of power transmission circuits, which are available in the market, are considered, excluding primary equipment and auxiliary components. The transmission power of hoses in hydraulic systems, the power of tubes in pneumatic systems, and the power of cables in electric drive systems are compared. The outer and inner diameter, the mass per unit length, the maximum working pressure, the mean flow velocity, the rated voltage, and the allowable current are surveyed on the basis of product catalogs from the manufacturers, and then the transmittable maximum power is estimated. The relationships of the power to the size and the mass of each element are shown when and the resistance and loss are negligible, the fittings and terminals are ignored, and the return lines and ground wires are not considered. The transmittable power of the elements can be approximated by the exponential function of mass per length and the outer diameter. The power of the hydraulic hoses is highest; followed by the electric cables, and the pneumatic tubes. In some cases the order of the hoses and the cables can be changed.

**Key Words** : Hydraulics, Pneumatics, Electrics, Piping, Wiring

### 1. はじめに

油圧システムは、空気圧および電気駆動（以下、電動）を主とする他の動力伝達システムに比して、高い動力密度を誇る。各種モータをはじめとするアクチュエータあるいはポンプ類を対象とした調査研究を通して、工学的な側面からエネルギー変換装置の動力密度や加速性能などについて検討されている。そこでは、単体の重量あるいは質量に対する、動力、定格トルク、トルク慣性比、パワーレートなどに対する比較が定量的に示されている。しかしながら、機器のみならずシステムを構成する伝達要素、すなわち、配管や配線もまた無視し得ないと考えられる。なぜならば、建設機械の例をひとつにとると、配管系が一機に占める重量比は1割程度にも達するとのデータが示されているからである。

本発表では、油圧システムや空気圧システムの配管ならびに電動システムの電力配線に注目して、その特長や差異を概観し、特に伝達要素の伝送可能な動力の視点で考察した結果<sup>(1)</sup>の一部を紹介する。

### 2. 油圧, 空気圧, 電動の差異

油圧, 空気圧, 電動のいずれにおいても用途や製品群は無数にあり、規模や構成もまた多岐に亘る。そこで、油圧配管, 空気圧配管, 電力配線について、動力源からアクチュエータ機器までを単純化した回路を想定し、数多ある製品の中から抜粋した数値を用いて大局を眺める。例として、可搬型システムの伝達系を仮定し、一般的に入手可能で可撓性を有する汎用的な製品群を対象とする。なお、補器類や制御系をはじめ、配管には継手やバルブ等が、配線には端子や配電盤等が不可欠となるが、ここでは省略する。また、機器の効率や力率は100%を前提とし、戻り管路やアース線は考えず、流れの抵抗や損失は無視し、管摩擦や電圧降下はないものとする。

油圧システムのエネルギー伝達媒体は作動油であり、この伝達要素は、鋼管とゴムホースで代表される、配管となる。ここでは、油圧ホースメーカー3社の3.5~34.5 MPaの鉱油系作動油用の一般的な油圧ゴムホースを取り上げる。ホースの外径 $D_0$ と伝送動力 $P$ との関係を図1に示す。なお、動力 $P$ を計算する際、管内の作動油の平均流速を6 m/sとし、流体圧力はホースの最高使用圧力を仮定する。図1より、外径 $D_0$ および単位長さ当たりの質量 $m'$ と動力 $P$ との関係は、概ねべき乗則で整理できるこ

\* 室蘭工業大学大学院 もの創造系領域  
(〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1)  
(E-mail: kazama@mmm.muroran-it.ac.jp)

\* Muroran Institute of Technology

とが分かる。なお、油圧システムは閉回路を構成するために戻り管路が必要なことや油圧ホース内の作動油の質量が無視し得ないことを述べておく。

空気圧システムのエネルギー伝達媒体は圧縮空気であり、この伝達要素は金属管や樹脂チューブなどの配管となる。ここでは、ナイロン製とウレタン製のチューブを取り上げ、メーカー3社のデータを整理して図2に示す。動力  $P$  を計算する際には、管内の平均流速  $U = 6 \text{ m/s}$  とし、流体圧力はホースの最高使用圧力を仮定する。データ数がやや少なく、バラツキもやや大きいですが、ナイロンの方がウレタンよりも  $P$  は大きい。油圧ホースと類似の関係が見取れるが、空気圧チューブの  $P$  は油圧ホースに比して約2桁小さい。

電動システムのエネルギー伝達媒体は電気であり、この伝達要素はケーブルとコードに大別される、多彩な電線による配線となる。ここでは一例として、600V用3芯の汎用キャブタイヤケーブルを取り上げ、図3に示す。動力  $P$  の算出には、各電線の定格電圧と許容電流を用いている。油圧ホースや空気

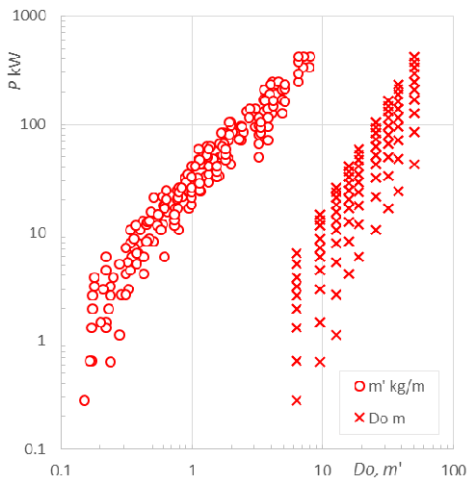


図1 油圧ホースの外径および単位長さ当りの質量と伝送可能動力

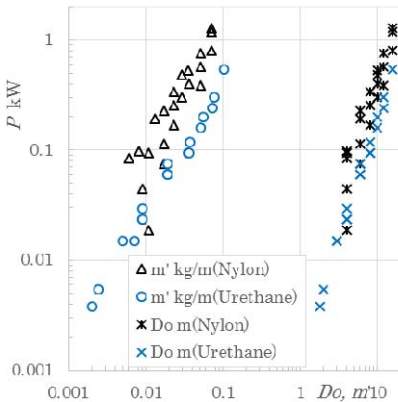


図2 空気圧チューブの単位長さ当りの質量と伝送可能動力

圧チューブの関係に比して、バラツキは小さい。

上記を  $m'$  についてまとめると、図4になる。油圧と空気圧の棲み分けが明瞭である。また、高動力域では油圧が最高伝送動力を示す。ただし、油圧と電動は拮抗しており、条件によっては逆転する。

### 3. むすび

油圧、空気圧、電動の動力伝達要素の伝送可能な最大動力に着目して比較した。データは各社のホームページやカタログ等の公開資料を参考にした。

### 引用文献

- 1) 風間俊治：油圧・空気圧・電気駆動システムにおける動力伝達要素のパワー密度に関する一考察，日本機械学会2016年度年次大会講演論文集，J1110102, (2016).

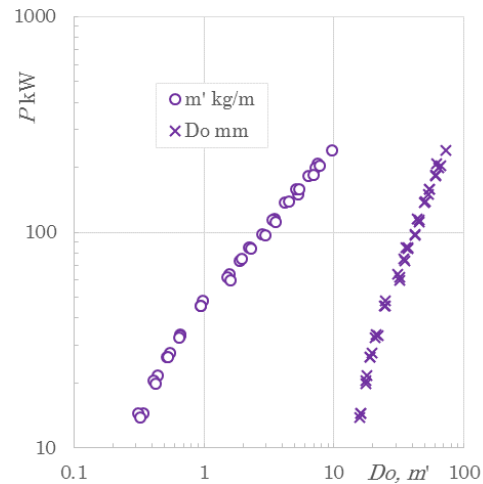


図3 電力ケーブルの外径および単位長さ当りの質量と伝送可能電力

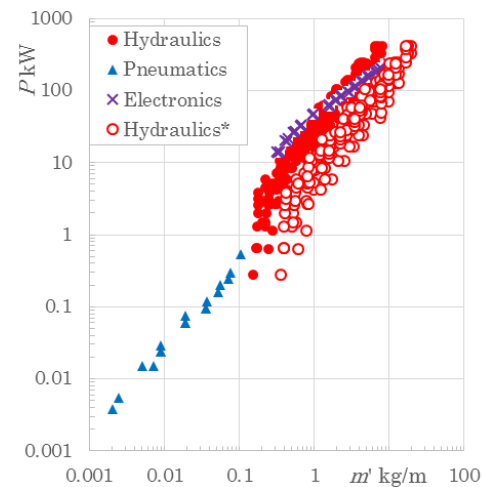


図4 油圧、空気圧、電動の伝送可能動力の比較 (\*は配管内の作動油と戻り回路を考慮)