

# 高速電磁弁を用いた空気圧シリンダのメータアウト駆動

川村 隼人\*, 川上 幸男\*\*

## Meter-out Circuit of Pneumatic Cylinder with High Speed Solenoid Valve

Hayato KAWAMURA\*, Yukio KAWKAMI\*\*

In this study, we first investigate into the static characteristics by flow rate test when the high speed solenoid valve is controlled by PWM. As result, it has been found that the static characteristic of the high speed solenoid valve is linear. Next, the driving experiment of the pneumatic cylinder is carried out using the proposed meter-out circuit. As result, the measured equilibrium velocity became equal to theoretical value. From this, we have found that the meter-out circuit using the high speed solenoid valve proposed by this study is useful for the velocity control of the pneumatic cylinder.

**Key Words** : Pneumatic, High speed solenoid valve, Cylinder, Meter out, Velocity control, PWM control

### 1. はじめに

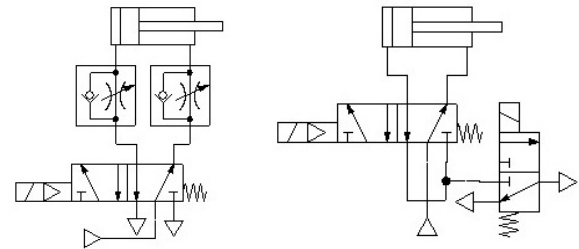
メータアウト回路は空気圧シリンダから排気される空気の流量をスピードコントローラのニードル弁の調整により速度制御を行う駆動方式であり、オープンループ制御で安定した定速駆動を実現できることから、古くから自動化装置の駆動部等に多用されている。しかし、ニードル弁の開度とシリンダの速度との関係に非線形性を有するため、速度の調整が難しいといった問題が存在する。本研究ではスピードコントローラの代用となる機器として、近年、応答時間が数 ms 以下と大幅に短縮された高速電磁弁を用いた PWM 駆動によるメータアウト回路を提案し、その有用性について検討した結果について報告する。

### 2. 高速電磁弁を用いたメータアウト回路

一般的なメータアウト回路の構成は Fig.1 (a) のように空気圧シリンダのヘッド側，ロッド側からの排気を別々しているが，本研究では高速電磁弁を用いて Fig.1 (b) のようにヘッド側，ロッド側からの排気を共通としたメータアウト回路の構成を提案する。この提案するメータアウト回路により，ソフトウェア的に空気圧シリンダの速度制御が可能となることについて以下に解説を加える。

### 3. PWM 駆動時の流量特性

Table 1 は本研究で使用した高速電磁弁（コガネイ社製：K3-100SA-04-R），スピードコントローラ（SMC社製：AS1002F-06）の公称値である。Fig.2 はスピー



(a) Separate exhaust type (b) Common exhaust

Fig.1 Meter-out circuit

ドコントローラのニードル弁回転数と有効断面積の関係を調べた試験結果であり，両者は強い非線形を有していることが確認できる。Fig.3 は高速電磁弁を 10 および 20Hz の周波数で PWM 駆動したときの Duty 比と有効断面積の関係を調べた試験結果である。この結果から，高速電磁弁を用いて PWM 駆動した場合，Duty 比に対して有効断面積を線形的に変化させることが可能であることが判る。

Table 1 Nominal specification of equipment

| Equipment name            | Effective area mm <sup>2</sup> | Response time ms |     | Number of ports |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|-----|-----------------|
|                           |                                | ON               | OFF |                 |
| High speed solenoid valve | 1.0                            | 3.0±1.0          | 2.0 | 3               |
| Speed controller          | 1.5                            |                  |     |                 |

### 4. メータアウト回路による駆動結果

提案する PWM 駆動の高速電磁弁を用いたメータアウト回路による駆動結果を Fig.4 に示す。ピストン変位，速度，シリンダ内圧力の時間応答について，PWM 周波数を 20Hz，Duty 比を 20%，80%とした場合について併記した。さらに，Fig.5 に各 Duty

\* 芝浦工業大学大学院

(〒337-8570 埼玉県さいたま市深作 207)

\*\*芝浦工業大学システム理工学部

(〒337-8570 埼玉県さいたま市深作 207)

(E-mail: kawakami@shibaura-it.ac.jp)

\* Graduate School, Shibaura Institute of Technology

\*\* Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

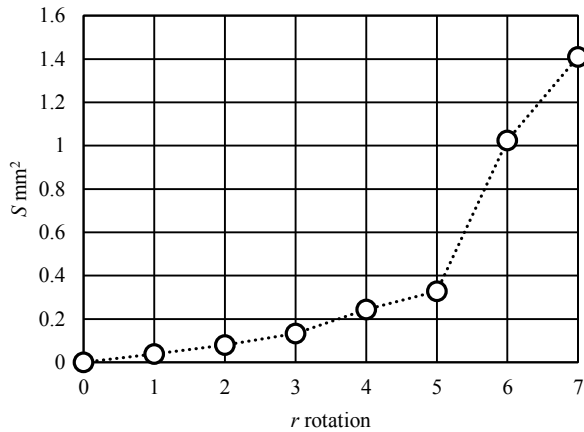


Fig.2 Flow rate characteristics of speed controller

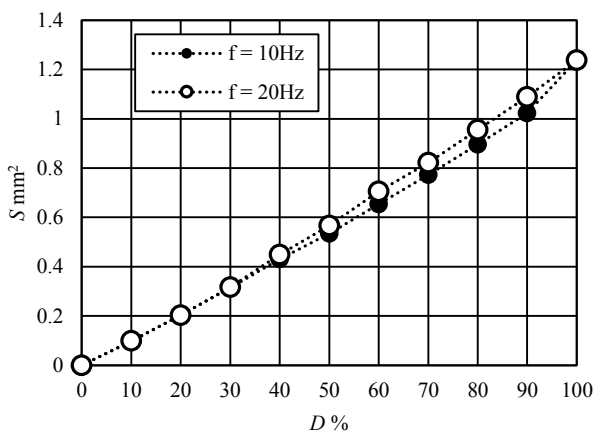
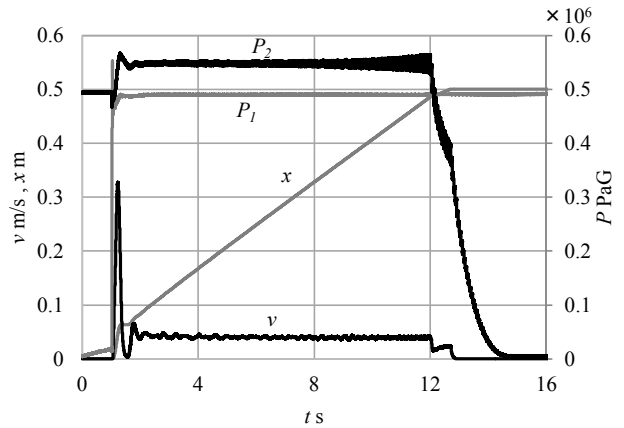


Fig.3 Flow rate characteristics of PWM solenoid valve

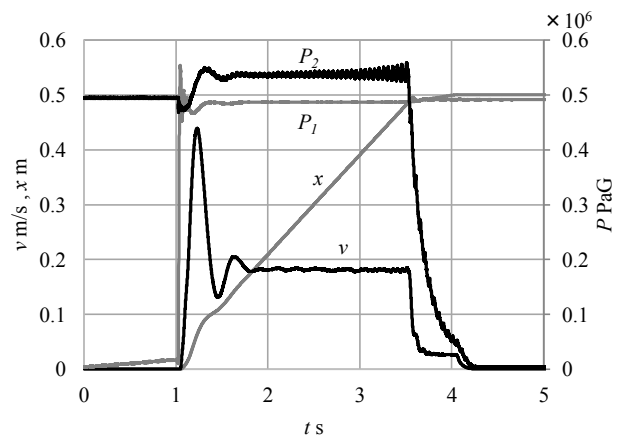
比における平衡速度の実測値および理論値について整理した結果を示す。この結果より、平衡速度の理論値は実測値とほぼ一致していることがわかり、Fig.3の流量特性と同様に Duty 比に対する平衡速度の関係が線形に変化することがわかる。このことから、スピードコントローラと比較しても、空気圧シリンダの速度制御に高速電磁弁を用いる方が速度の調整が容易であることが確認できる。

### 5. おわりに

以上に示した結果から、本研究で提案する PWM 駆動させた高速電磁弁を用いたメータアウト回路において、空気圧シリンダの速度制御を行うことは有効であると考えられる。また、一般的なメータアウト回路では、スピードコントローラによる空気圧シリンダの速度の調整を試行錯誤的にマニュアル操作で行うのに対して、本研究で提案する高速電磁弁を用いたメータアウト回路は、高速電磁弁を PWM 駆動させることでソフトウェア的に空気圧シリンダの速度制御をすることができ、速度の調整が容易となる。したがって、メータアウト回路を構成する場合に、スピードコントローラの代用となる機器として高速電磁弁を用いることは十分実用的であると考えられる。



(a) D: 20%



(b) D: 80%

Fig.4 Results of meter out circuit with PWM solenoid valve (f=20Hz)

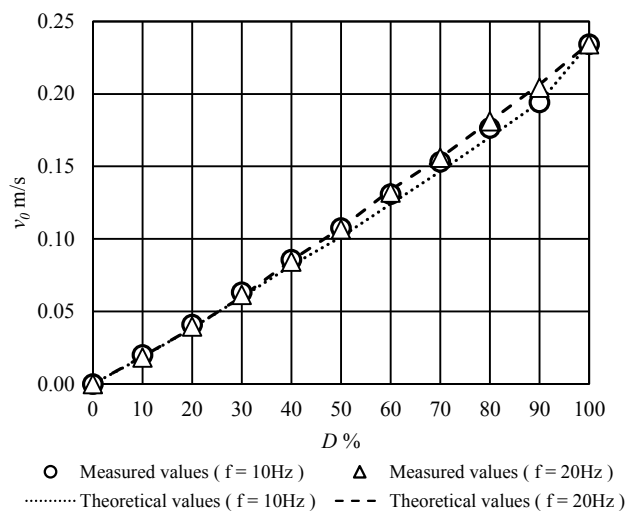


Fig.5 Result of equilibrium velocity of high speed solenoid valve

### 参考文献

- 1) 川村, 村山, 川上, 塩田, 堀川 : 高速電磁弁を用いた空気圧シリンダの速度制御に関する研究, 日本機械学会 2016 年度年次大会論文集 (2016)