

321 電気-空気圧ハイブリッドシステムの圧力制御

Pressure Control of Electro-pneumatic Hybrid System

正 桜井康雄 (足利工大) 正 中田 毅 (東京電機大学)

正 田中和博 (九州工大) ○学 高野 淳 (足利工大 院)

Yasuo Sakurai, Ashikaga Institute of Technology, 268-1 Oomaecho, Ashikaga, Tochigi
 Takeshi Nakada, Tokyo Denki University, 2-1200 Muzai Gakuendai, Inzai, Chiba
 Kazuhiro Tanaka, Kyushu Institute of Technology, 680-4 Kawazu, Iizuka, Fukuoka
 Atsushi Takano, Ashikaga Institute of Technology, 268-1 Oomaecho, Ashikaga, Tochigi

This paper deals with pressure control of electro-pneumatic hybrid system. An electric drive system is usually employed, when precise positioning and speed adjustment are required. However, if the load becomes large, the capacity of electric actuator will also become large in proportion to it. On the other hand, although precise positioning is difficult in a pneumatic drive system, compared with an electric drive system, comparatively large load can be driven by small capacity. Therefore, by combining an electric drive system and a pneumatic one, it seems to be possible to develop the system with their merits, namely the electro-pneumatic hybrid system. In this study, as part of development of the electro-pneumatic hybrid system, when an inertial mass is moved vertically upwards by the electric drive system, we try to control the pressure acting on the inertial mass at the constant value by I-controller, which is correspondent to the gravitational force on it.

Key words: Electric drive, Pneumatic drive, Electro-pneumatic hybrid system, I-Control, Pressure control

1. 緒 言

精密な位置決め,あるいは,速度調整が必要とされる場合,電気駆動システムがよく用いられる。しかしながら,駆動する負荷の質量が大きくなると,それに比例して電動アクチュエータも大型化してしまう。一方,空気圧駆動システムは精密な位置決めは困難であるが,電気駆動システムに比べ,小さな容量で比較的大きな負荷質量を駆動することができる。そこで,これら2つのシステムの長所を組み合わせることで,お互いの長所を保ちつつ,短所を補い合うシステムの構成が可能である。

本研究で対象とする電気-空気圧ハイブリッドシステムでは,負荷質量の自重に見合う空気圧を常に加えることにより,この負荷質量にかかる荷重を打ち消し,容量の小さい電気モータにより,その慣性負荷の精密な位置決めを行う。ここでは,電気モータにより負荷を鉛直上方に動かした時,I制御により空気圧シリンダの圧力を負荷質量の自重に見合う圧力に常時保つことを試みる。そして,種々の条件で実験を行い,このシステムの圧力制御特性について検討する。

2. 電気-空気圧ハイブリッドシステムの圧力制御

2.1 電気-空気圧ハイブリッドシステム概要

対象とした電気-空気圧ハイブリッドシステムの実験装置を図1に示す。このシステムでは,電気サーボモータの回転運動をボールねじにより直線運動に変換し負荷の位置決めを行う。同時に,空気圧シリンダのロッド側に取り

り付けた電-空レギュレータで空気圧シリンダ内の圧力を制御する。

2.2 圧力制御実験

実験は,電気サーボモータとボールねじにより空気圧シリンダロッドに取り付けた慣性負荷を鉛直上方に動かす場合を対象とした。この時,電-空レギュレータにより,空気圧シリンダロッド側圧力が負荷質量にかかる荷重を打ち消すことができる圧力となるよう,つまりこの慣性負荷を無重力状態に保つように制御を試みた。この実験を負荷質量 M および電気サーボモータの回転速度 ω を変化させて行った。使用した制御手法はI制御であり,その積分ゲインは,試行錯誤的に0.1とした。

代表的な実験結果を図2~4に示す。ここで, P は空気圧シリンダヘッドロッド側圧力, X は負荷変位である。こ

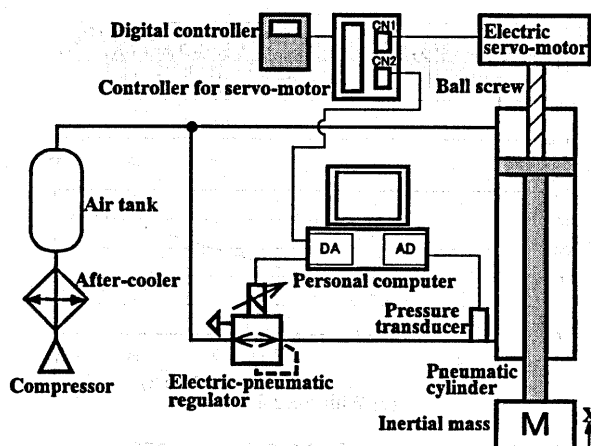
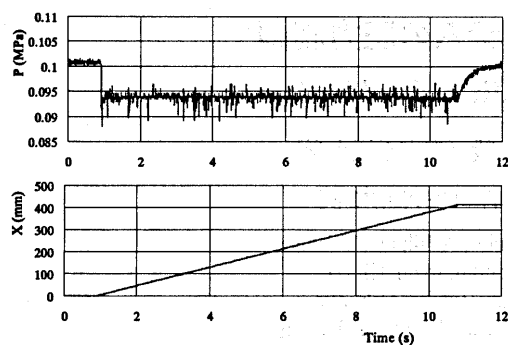
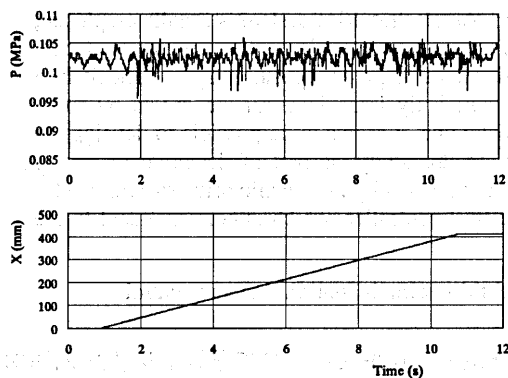


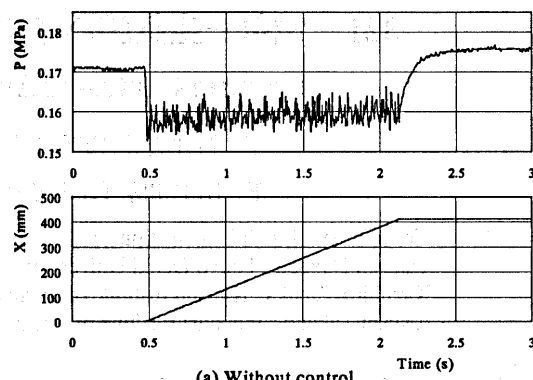
Fig.1 Experimental apparatus



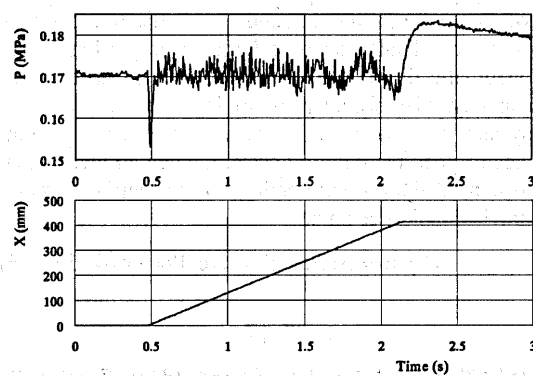
(a) Without control



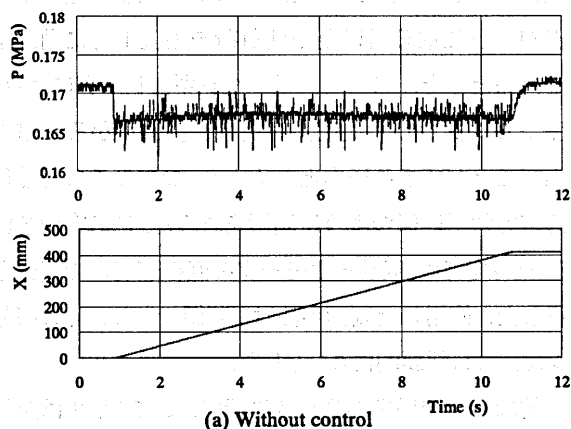
(b) With control

Fig.2 Experimental results ($M=10\text{kg}$, $\omega=250\text{rpm}$)


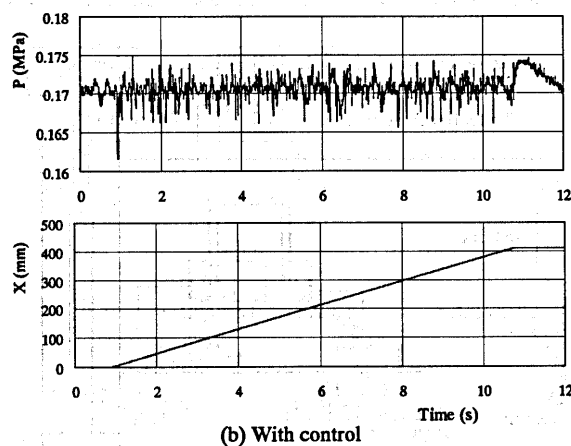
(a) Without control



(b) With control

Fig.4 Experimental results ($M=30\text{kg}$, $\omega=1500\text{rpm}$)


(a) Without control



(b) With control

Fig.3 Experimental results ($M=30\text{kg}$, $\omega=250\text{rpm}$)

これらの実験結果より、その制御効果が確認できる。また、負荷質量および電気サーボモータの回転速度にかかわらず、空気圧シリンダロッド側圧力を負荷質量の自重をうち消すことができる圧力に保つことが可能であることが分かる。しかしながら、回転速度を大きくすると制御開始時のシリンダロッド側圧力のアンダシュートが大きくなるという傾向がみられた。本システムでは、この程度のアンダシュートは大きな問題ではないが、問題となった場合は、比例制御の併用あるいは他の制御手法を用いることが必要となる。

3. 結 言

本研究では、電気-空気圧ハイブリットシステムを対象として、I 制御により、空気圧シリンダロッド側の圧力制御を試みた。その結果、電気サーボモータにより独立で慣性負荷を駆動しても、適切な積分ゲインを選べば、I 制御で十分にその圧力を負荷質量の自重をうち消す圧力に保つことができ、小さな容量の電気モータでその慣性負荷を駆動することが可能であることが分かった。おわりに、本研究にご支援賜った SMC 株式会社ならびに実験にご協力頂いた当時足利工業大学学部生であった松永俊緒君と松下隆之君に感謝の意を表す。