

油空圧系のエネルギー回生に関する研究(空圧システムでの性能検討)

1. 緒言

油圧駆動システムは建設機械などに多く利用されている。しかし、従来駆動の制御に使用されていたバルブによる圧力損失を利用する方法ではエネルギー効率が非常に悪いため、電氣的にエネルギーを回生する方法が検討されてきた。

それらは力学系から電気系へ変換し蓄電する方法であり、貯えられたエネルギーを使用する場合に電気系から力学系へ変換する必要がある。しかし、それは2度の変換が必要であり損失が大きいと考えられる。この変換による損失を少なくするために、本研究では電気系を介さず油圧系のエネルギーを直接、回生する方法について研究を行う。本稿では油圧機器よりも取扱いが簡単な空圧機器において同様の方式によりエネルギー回生が可能であるかについて考察し、その結果を報告する。

2. 回生システム

研究を進めている回生システムのシステム概要を図1の回路図に示す。シリンダの2つのチャンバ各々が高压の圧力源（レギュレータでほぼ圧力一定）と低压（大気圧）タンクと接続できるように4つの電磁弁を取り付ける。これら4つの電磁弁をPWM制御を用いて切り替えることにより両側のチャンバの圧力が自由に設定できる。回生の方法は、ロッドが高速で駆動した場合、ロッドの停止時には運動エネルギーがメータアウト側の圧力を一時的に上昇させる。この圧力を高压タンクに戻すことで回生を行うことを提案する。今回の報告では同じ回路で空圧の簡易実験装置において提案する回生システム構築の可能性を検討した。

3. シミュレーション

空圧実験装置のシミュレーションを行い、回生方法が妥当であるかどうかを確認した。回生が可能であるか評価するため、シリンダのロッドを駆動し途中で停止するという動作でどれだけのエネルギーが低压側チャンバ内で圧力として発生するかを確認する。シリンダの端から端までの長さを1mとし、初期位置を中心点として図1の様な位置から見て右方向にロッドを動かし、0.3m動いた時点で各電磁弁のPWMを停止して閉じるようなシミュレーションを行った。初期状態の両チャンバ内の圧力は3気圧と設定した。全ての電磁弁のPWMの周波数は100Hzとする。左右の各電磁弁のPWMは左右のデューティ比をそれぞれ0.9と0.1、有効断面積は0.01m²とし、高压側のタンクの圧力を5気圧、低压側を1気圧、重りMは1kgとする。以上のような内容で左右のチャンバ内圧力とロッドの変位を1秒のシミュレーションで確認した結果を図2に示す。P1は左側チャンバ圧力でP2が右側チャンバ圧力であり、xがロッドの位置である。

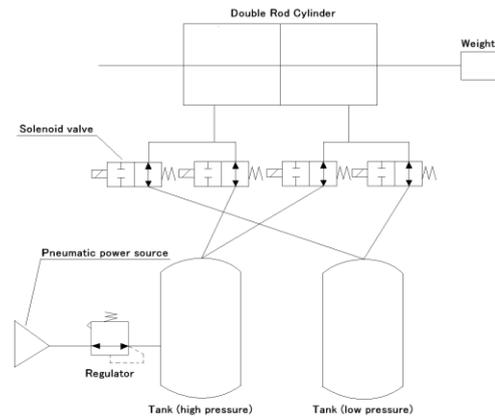


図1 回生システムの回路図

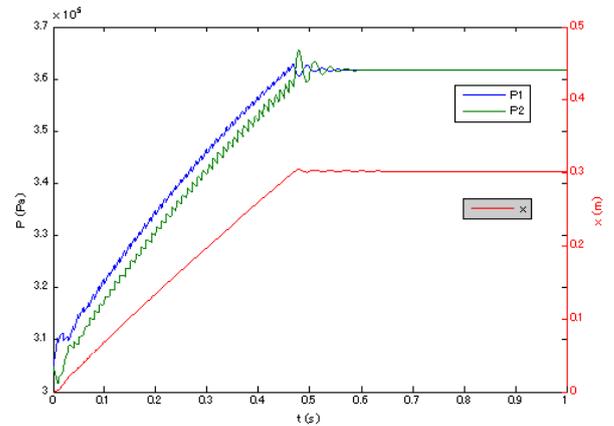


図2 シミュレーション結果

4. 結果

低压側チャンバ内圧力で回生可能なエネルギーは微小であることがわかった。図2のP2の圧力の推移を見るとわかるようにロッドの停止時に上昇する圧力は、左側（高压側）のチャンバ内圧力をわずかに上回る程度であった。高压源は5気圧でありこれ以上の圧力を得られなかったため、この方法での回生は不可能であることが確認された。しかし、PWMのデューティ比を変えることによってチャンバ内圧力を調節することが可能であることがわかった。

5. 結言

PWM制御形油圧シリンダ駆動装置を使用した回生システムを提案し、同じ回路で空圧の簡易実験装置における回生システムの可能性をシミュレーションによって検討した。結果、提案の方法では回生が不可能であること、圧力の調節に電磁弁のPWM制御が有用であることが確認された。今回のシミュレーションで確認された圧力上昇は高压源の圧力には届かないものだったが、別の回生方法を用いれば何らかの形で回生が実現するのではないかと考えられる。そのため新たな回生方法の模索が今後の課題である。