

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Components

Vol. **24D1**
March/2012

機能部品事業

■ 技術講座

知りたい油圧講座③

「油圧システムと省エネ」

Things to Know about Oil Hydraulic,
"Hydraulic system and energy-saving"

〈キーワード〉 油圧システム・インバーター・ハイブリッド
発熱・振動

油圧事業部／技術部

久保 光生

Mitsuo KUBO

要 旨

世の中では、家電製品や自動車などで省エネ製品が普及しています。工作機械やプレス機などで使用される油圧システムにおいても、省エネをはかった省エネ油圧機器が使用されています。それらの機器がどんな方法で省エネをはかっているのか、また、現在使用している油圧装置が省エネ効果が高いものなのかどうかを見極める際のポイントなどについて解説します。

Abstract

Many energy-efficient products such as appliances and automobiles are gaining popularity in the world. Energy-efficient hydraulic units are used in the hydraulic systems of machine tools and press machines. The methods used to save energy in these units are explained along with key points to identify whether a hydraulic unit that is currently in use is energy-efficient.

1. 省エネには ハイブリッド、インバーター

自動車でエコカーといえばハイブリッド車が筆頭に挙げられます。国内販売台数でみると上位をエコカーが占め、ハイブリッド車が首位を獲得していますので、「ハイブリッド」＝「省エネ」と広く認識されていると思われます。また、冷蔵庫、洗濯機、エアコンなどの家電製品をみると、省エネ度をアピールした製品は、いずれも「インバーター」を搭載したもので、「インバーター」＝「省エネ」ということも世の中に広く認識されていることと思います。このように、「ハイブリッド」や「インバーター」は省エネというイメージがありますが、実際は、「ハイブリッド」化や「インバーター」を使用したことで、システムとして省エネをはかったという表現の方が正しいといえるでしょう。

同様に油圧システムにおいても、「インバーター」や「ハイブリッド」が、省エネのキーワードになっています。今回の講座では、どんな方法で油圧システムの省エネをはかっているのかを解説していきます。



2. 油圧システムとエネルギー損失

知りたい油圧講座①¹⁾で、油圧システムは「圧力を離れた場所に伝えて大きな物を動かしたり、支えたりする」目的で使われ、一般的に油圧の5大要素からなることを説明しました(図1)。

油圧ポンプでは機械エネルギーを油圧エネルギーに変換、その油圧エネルギーを油圧バルブで調整(コントロール)し、実際に物を動かす油圧アクチュエーターに伝達、油圧エネルギーを機械エネルギーに変換して物の動きをコントロールします。なお、この油圧エネルギーを運ぶのが知りたい油圧講座②²⁾で説明した油圧作動油の重要な役割です。

このように油圧システムでは、ものの動きをコントロールする際に、エネルギーの変換や伝達を行なうため、エネルギーの損失が生じます。油圧システムにおける損失のイメージを図2に示します。これを見ると油圧システムは、エネルギーの損失が大きいシステムだと思われるかもしれませんが、「熱い(発熱)」、「うるさい(騒音)」などは、入力したエネルギーの一部が形を変えたものであり、油圧に限らずどのようなシステムにおいても発生します。問題はその程度であり、省エネ油圧システムを使うことで損失を大きく低減できますが、現在稼働している油圧システムの中には、図2のような損失の大きなものが依然としてあるというのも現実です。空調や照明、エアコンプレッサーなどの省エネにとり組んでいるところは多いですが、油圧システムで省エネができることがあまり知られていないこと、また、古い油圧システムでもとくに問題なく動いていることから、損失の大きなものが今でも多く残っているものと思われます。逆にいえば、まだまだ油圧には省エネにとり組む対象が残っているといえるかもしれません。

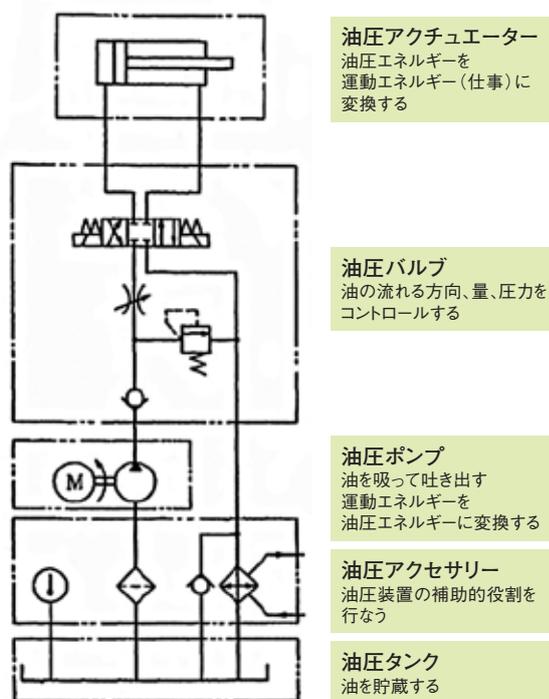


図1 油圧の5大要素

3. エネルギー損失の低減

それでは、図2のエネルギー損失を低減していくためにどんな方法があるのか順に見ていきましょう。

1) 油圧不要時の運転損失

家電製品で「使わない時は電源を切る」のと同様、油圧システムも「使わない時は油圧ポンプを止める」のが省エネの基本です。ただし、機械によっては待機時も圧力を供給することで稼働部を固定保持している場合がありますので、単純にポンプを止めてはいけません。この場合は、ポンプを止めずに運転しておくか、ポンプを止めて別の方法で待機時の圧力を確保するか、のいずれかが必要となります。後者の例では、充放電が可能なバッテリーのように油圧エネルギーを蓄えられるアキュムレータというもので、ポンプ運転中に油圧エネルギーを貯め、ポンプを止めた後はそのエネルギーを放出し、待機時の圧力を確保するという方法があります。ただし、バッテリーと同様に蓄えられるエネルギーに限りがあるため、長時間の保持が必要な場合には対応が難しくなります。また、ポンプの起動／停止制御とエネルギーの蓄積／放出の制御が必要になります。

ポンプを止めることが可能な場合では、ポンプの起動／停止制御を行ない、不要な時にポンプを停止することで省エネをはかることができます。ただし、機械側でポンプのON/OFFを制御する機能が無い場合には簡単にできないことが多いと思われます。そこで、機械側を改造することなく簡単に省エネをはかりたい場合や、ポンプを止められない場合には、待機運転中のエネルギー消費が小さいものを選ぶのが早道といえるでしょう。例えば、待機中のポンプ回転数を「インバーター」を使って低く抑えることで回転に伴う損失を低減した油圧装置があります。さらに、電動サーボモーターで必要な時にだけ油圧ポンプを駆動し、待機時にはポンプが停止する油圧と電動の「ハイブリッド」システムもあります。

2) 電動機での損失

油圧システムでは、ポンプを駆動する電動機として三相誘導電動機が一般的に用いられています。損失が小さいとはいいい換えると効率が高いということですが、最近ではより効率の高い電動機の普及が海外ですすめられています。ただ、油圧ポンプと組合せて使う油圧システムにおいては、一般的な電動機とは違った観点で電動機の効率を見ていくことが重要です。一般的に電動機の効率値は定格(100%)負荷時の効率値をうたっているため、どの電動機メーカーもこの値をいかにして高めるかに注力しています。一方で、可変ポンプと呼ばれる省エネ油圧ポンプと組みあわせて使う場合には、電動機は40%以下の低い負荷条件で運転されることがほとんどです。よって、定格負荷時の効率が多少低くても、低い負荷条件の時に効率の良い電動機を使うことが結果として油圧システムの省エネにつながるようになります。電動機単品の定格時効率ばかりが重要視されている今の状況は、油圧メーカーからすると、本来の目的である省エネとは少し違った方向を向いているのでは無いかと感ずるところがあります。もちろん、どの負荷条件でも効率の高い電動機を使えばよいのは間違いありませんので、お金の糸目を付けないという気前の良い方には、迷わずサーボモーターをお奨めします。



図2 油圧システムのエネルギー損失

3) ポンプでの損失

機械エネルギーを油圧エネルギーに変換するのが油圧ポンプの働きです。入力された機械エネルギーをどれだけ損失なく油圧エネルギーに変換できるかがポンプの効率であり、当然効率の高いものを使えば省エネ効果が高いということになります。ポンプには、7MPaまでの低圧で効率が高いベーンポンプや7～21MPaの中高圧で効率が高いピストンポンプなど、種類によって効率の高い圧力がこなっているため、使用圧力に応じてポンプを使い分けるというのも省エネのポイントです。

また、物を動かすためにアクチュエーターが必要とする油圧エネルギーを、必要な分だけ供給する機能を持ったポンプを使用することで、無駄な機械エネルギーを消費しない損失の少ない油圧システムとすることができます。

4) 制御バルブでの損失

油圧エネルギーを制御するバルブには、圧力を制御するバルブ、流量を制御するバルブ、方向を制御するバルブの3種類があります。これらのバルブで油圧エネルギーを制御することによって、アクチュエーターの力、速度、方向をコントロールします。

圧力や流量制御バルブでは、ポンプから供給された油圧エネルギーを調整して(実際には減らして)アクチュエーターへ供給します。この時減らした分の油圧エネルギーがバルブでの損失として熱や音、振動などのエネルギーに変わっていきます。このように、圧力、流量制御バルブは基本的にエネルギーを損失をさせることで機能を発揮しているものといえます。

これに対し、3)で説明した必要な分だけの圧力や流量を供給するポンプを使用すると、方向制御のみを使用した省エネ油圧システムができます。また、制御バルブを全く使用せずに、両回転ポンプとサーボモーターで圧力、流量、方向を制御する、さらに省エネ効果の高い油圧システムもあります。

このように制御バルブにはエネルギー損失がありますが、次のような場合に制御バルブを使うメリットがあります。

1つのバルブが1つの制御自由度を持っていますので、バルブを追加することで簡単に制御軸数を増やすことができます。また、複数軸同時動作時にもそれぞれ独立して調整ができます。

5) 配管での圧力損失

油圧エネルギーは配管内を通る油圧作動油によって伝達されます。伝達時の損失により、配管の入り口に対して出口では圧力が低下します。損失を減らすには、太く、短く、を心がけて設計する必要があります。

6) アクチュエーターでの損失

アクチュエーターにおける損失としては、動作時の摩擦があります。直線運動をする油圧シリンダーの場合は、作動油が漏れないようにシールするゴムパッキンが抵抗となって、油圧エネルギーから変換した力を弱める方向に働きます。その大きさはパッキンの種類や動作速度によってことになってきます。また、油圧シリンダーそのものの損失以外にも、シリンダーと共に稼働する機構部分の抵抗も損失として上乗せされますので、機械設計時に考慮が必要です。また、古くなったシリンダーではパッキンが劣化してシリンダー内部や外部へ作動油が漏れ、せっかく送った油圧エネルギーを無駄にしている場合もありますので、定期的な点検が必要です。

4. 省エネ油圧システム

ここでは、3章で説明した損失の低減により省エネをはかった油圧システムを参考として紹介します。

1) 工作機械向けのインバーター駆動NSP （“インバーター”制御システム）

- ①待機運転中（圧力保持中）はインバーターで低速回転
- ②電動機には、低負荷率時の効率を上げた専用電動機を使用
- ③ポンプには、可変容量ポンプを使用



図3 インバーター駆動NSP

2) プレス機向けのパワーマイスター （“ハイブリッド”システム）

- ①待機中はポンプ停止。必要な時のみポンプを運転
- ②電動機には、どの負荷条件でも効率のよいサーボモーターを使用
- ③ポンプには、高圧でも効率の高い両回転ピストンポンプを使用
- ④制御バルブは未使用
- ⑤コンパクトなユニットにより、アクチュエーターのそばに設置可能で配管が短い



図4 パワーマイスター

5. 省エネにするとこんなによいことが

これまでに油圧システムを省エネにするためにどうしたらよいかという見方をしてきました。ここでは、省エネにするとどのようなメリットが出てくるのか見ていきたいと思います。油圧システムを省エネにすると、直接的なメリットは消費電力が下がるということですが、損失が減少し油温が上がらないということから更なるメリットが出てきます。

- ・ 損失が減って油温が上がらないので、作動油量を削減できる。(コスト、スペース、寿命)
- ・ 使用作動油量を削減できることで、廃却作動油量も減少する。(コスト)
- ・ 冷却用の水クーラが不要となる。(コスト、スペース)
- ・ 油温が上がらないので、ゴムなどのシール材の劣化も抑制できる。(寿命)
- ・ 油圧システムの周りの温度も上がらないので、空調用電力も削減できる。(コスト)

6. 油圧システムの省エネ見極め

現在の油圧システムが省エネであるかどうか見極める上では、油圧システムが消費している電力を実際に測定することで判断できますが、電力を測定しなくても、ある程度の見極めができます。図2で示したように、油圧システムにおける損失は、発熱や振動、騒音となって現れますので、これらを手がかりにお使いの油圧システムが省エネなのかどうかの目安を得ることができますので、省エネ油圧システムへの置き換え対象を探す時の参考にしてください。

- 1) 作動油温度…室温に対して何度高いか調べる。省エネシステムでは室温に対して数度高い程度。温度が高いもの(15℃以上高いもの)は省エネではない可能性がある。
- 2) タンクの大きさ…アクチュエーター動作による油面変動が小さいのに油タンクが大きいものは、省エネではない可能性がある。
- 3) 作動油を水冷…水クーラ等で作動油を冷却しているものは、省エネではない可能性が高い。
- 4) 騒音…周りの油圧システムに比べてうるさいものは機器に何らかの異常が生じている可能性が高い。

7. これからの油圧システム

油圧システムは他のシステムに比べてエネルギー損失が比較的大きいといえますが、それでも使われ続けているのは、「簡単に大きな力を出せる」ことをはじめとしたメリットが大きいためです。今後も油圧システムをお使いいただくためには、私たち油圧機

器メーカーが、お客さまにとってのデメリットを無くし、メリットをさらに広げていく努力を続けることが使命であると同時に、これからの油圧システムを提示していくことも重要な役割であるといえます。

関連記事

- 1) 池生 慎一：知りたい油圧講座①「油圧とは？」
NACHI TECHNICAL REPORT Vol.20 D1、March (2010)
- 2) 池生 慎一：知りたい油圧講座②「油圧作動油について」
NACHI TECHNICAL REPORT Vol.22 D1、September (2011)