

1997年の地球温暖化防止京都会議で日本に与えられたノルマは非常に厳しいものでした。この結果 CO<sub>2</sub>削減のための環境税成立も目前に迫っております。

油圧機械業界も省エネ対策を強気に押し進めないで世界の需要から取り残されてしまう恐れが出てきました。油圧機械の省エネ化は HySerpac を組み込むことで簡単に達成出来ます。その理由は電動機・ポンプ・シリンダを一体化してあり、シリンダが仕事をする時だけ電動機とポンプが動作するため消費エネルギーが激減したことによります。

更にボルト 4 本で簡単に着脱出来るため、電動機を取り付ける感覚で油圧機械を完成させることが可能となりました。

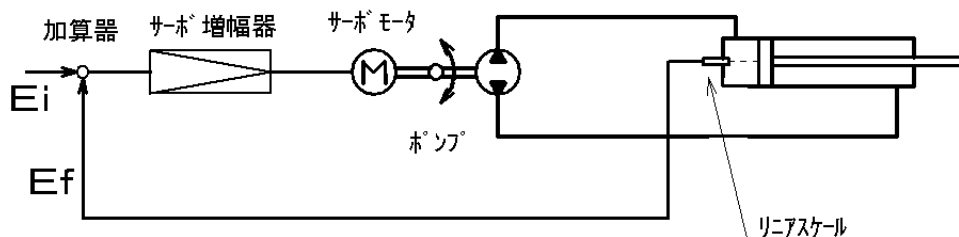
HySerpac を使用することで油圧機械メーカーは設計・製造コストの激減、ユーザーにとっては超省エネ運転となります。

## ミニミニ辞典

### Vol . 01

HySerpac は非常に精度のよいロッド位置決めが可能です。ロッド位置の繰り返し停止精度はストロークの  $\pm 0.03\%$  まで保証しております。このように高精度の制御が可能な理由は、図のようにシリンダに内蔵されたリニアスケールの出力を加算器へフィードバック (Ef) し、入力電圧 (Ei) と比較を行い、その差分をサーボ増幅器で増幅しサーボモータを駆動する方法、いわゆるサーボコントロールシステムになっているためです。

このようなゼロバランス制御方式ではロッドの位置を検出するリニアスケールの測定精度 (分解能) で位置精度が決定されます。シリンダ内蔵のリニアスケールはアブソリュート方式 (絶対値検出) ですが、これ以上の精度が必要な場合は精度のよいものをシリンダ外部に取り付けることによってフルスケールの  $\pm 0.003\%$  程度まで制御可能となっております。このような高精度のものが必要な場合は当社へご相談下さい。入力電圧 Ei を与えることによってロッド位置の制御と同時にロッド速度の制御も簡単に出来ます。その方法は入力電圧 Ei を徐々に変化させて行くとそれに追従してロッドも動くため結果的にロッドの速度制御を行ったこととなります。



## Vol . 02

### 作動油の汚染は何故発生するのか

通常の油圧装置では 1 年間使用すると、オイルタンク内の作動油はドス黒くなり、長期間使うと殆ど真っ黒で、タンクの底にはスラッジと呼ばれるヘドロ状の物質が沈殿しております。この物質はカーボンが大部分であり、金属粉等のゴミは非常に微量です。この大量のスラッジは何処から来たのでしょうか。一般に作動油は鉱物油であり、電気の絶縁物です。作動油は油圧ポンプによりタンクから吸い上げられる時にフィルターを通過します。電源 ON の間油圧ポンプは常時回り続け、定格吐出 100%の作動油がフィルターを通過する際に摩擦による静電気が発生します。

従ってフィルターを通過した直後に無数の火花放電が発生し、炭素化合物である鉱物油からスラッジが生成されることとなります。又制御弁、メータイン、メータアウト等のオリフィスを通過する場合も火花放電が発生していることは容易に想像出来ます。何のことはない、油の汚れを防止する筈のフィルターが汚染の元凶であったということになります。

HySerpac は最初から制御弁、オリフィス等の類は使用しておりませんので問題はありません。又 HySerpac は完成時に慣らし運転を行い、汚れた油は抜き取り、新しい油を注入して出荷しております。従ってフィルターを使用する必要は無くなりました。

その結果 2~3 年使用した作動油でも抜き取って見ると透明であり、その上タンクは完全密閉であるため、油の酸化現象や水分の混入もなく、粘度の低下も殆ど認められません。

## Vol . 03

### HySerpac は何故省エネなのか

制御弁を使用した油圧システムはモータ、油圧ポンプを常時回転させ、タンクから作動油を大量に吸い上げ、圧油を作り続けております。

従ってアクチュエータが停止している時でも 100% 電気エネルギーを消費し続け、無駄な電気料金を払い続け、更に無駄に消費したエネルギーが熱に変換され、作動油の温度を際限なく上昇させることとなります。

HySerpac は制御弁を完全に撤廃し、ポンプの回転方向、回転速度及び入力軸のトルク制御により、作動油の流れ方向、油量、油圧をコントロールすることに成功しました。(ダイレクトドライブ方式)

アクチュエータが停止している時はモータ、ポンプ共に停止しているために電力の消費はゼロとなりますので、プレス装置では制御弁を使用したものと比較し消費電力は平均して 1/10 以下となっております。

サーボ弁を使用した数千トンの大型プレス装置で長時間加圧した場合の消費電力が、ダイレクトドライブ方式に変更した事により 1/50 にまで低下した例もあります。

加圧力 (F) と速度 (V) からパワーを算出する式は  $P = F \cdot V$  で表されます。長時間加圧の場合、F は数千トンであっても油圧シリンダのロッド速度はゼロであるため、結果として  $P = 0$  となります。信じられないような事ですが、制御弁を追放した結果このような物理の法則を再確認することが出来ました。但し、モータのストール及びサーボ増幅器用の微小電流は必要です。

## Vol . 04

### HySerpacK の同期運転について

HySerpacK は信じられない程の省エネ運転が可能となりましたが、その上精密制御のサーボコントロールシステムとして注目を集めております。

その機能の一部として同期運転機能を挙げることが出来ます。同期運転は同調運転とも言われ、多数の油圧シリンダまたは油圧モータを足並み揃えて運動させる機能のことです。

従来の制御弁による同期運転は非常に難しく、メータイン、メータアウト（絞り弁の微調により流量制御を行う）または分配器等に頼らざるをえませんでした。油温の変化、負荷の変動等の影響を受け、時間が経過するほど足並みが乱れてしまいます。

HySerpacK は油圧シリンダと電動機、ポンプが一体構造となり各シリンダは独立しております。その独立した HySerpacK を複数台同時に平行運転することは難しいものと思われておりました。ところが複数台の HySerpacK の入力を平行に接続し同時にロッドの位置と速度の制御を行うことによって、油温の変化、負荷の変動にも係わらず、常に同期精度を保つことに成功しました。

巨大な物体を平行移動させることは勿論のこと偏荷重の物体を傾斜した状態で昇降させることも自由に出来るようになりました。

使用例としては大型プレスのスライド昇降、大型水門を二本のシリンダで吊り下げる方式の昇降装置、大型構造物を多数のジャッキで同時に持ち上げる工法、吊り荷の姿勢制御、長尺物体の移送装置等、多方面で活躍しております。

## Vol . 05

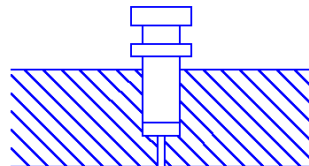
### HySerpacK の圧入特性

HySerpacK はシリンダロッド位置の精密制御と同時に推力制御を行うことができます。ロッド位置を精密に制御しながら圧入を行う場合、シリンダヘッド側の油圧をフィードバックし、- 定の推力を保ちながら  $\pm 0.03\text{mm}$  の精度で所定の位置まで圧入を行うことができます。その場合圧入部品の寸法精度にバラツキがあり予め決められた - 定範囲の推力で圧入出来なかったものを不良品とすることも可能です。要するに圧入推力管理と同時に検査成績書を作成することが出来ることとなります。

又ネジ止め方式と比較し部品のコストも、製造コストも大幅に減少させることが出来ます。圧入の強度は正確に管理された場合、ネジ止めと比較し比べものにならない程の信頼性を得ることが出来ます。

更にリサイクル時に簡単に引き抜くことが出来、材料毎の分別作業が容易となります。

例えばエンジンの生産ラインでの部品の装填又はシャフト圧入ラインへ HySerpacK を投入すると製造コストの大幅削減と共に生産効率の向上も可能となります。



## Vol . 06

### HySerpack はサージ圧が発生しない

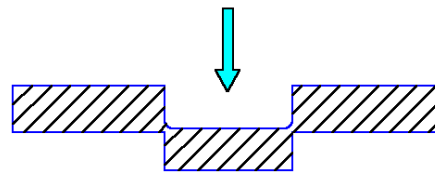
板物等の打ち抜きは、通常の方法制御弁による油圧プレスを使用しても全く問題なしに加工することが出来ます。

ところがコイニング又は材料を半抜き（図のように薄皮一枚でつながっているような加工）にするような加工では、プレスした瞬間抜け落ちてしまうことが度々発生します。

このような不良品を作ってしまう原因は、方向制御弁の操作時に発生するサージ圧によるものです。プレス最後の瞬間にサージ圧によりハンマーで叩いたような衝撃を受けるためポロリと抜け落ちてしまうのです。ことにゴム板のように弾力性のある材料の半抜き加工は、至難の業であり頭の痛い問題となっております。

方向制御弁の切り替え時に発生するサージ圧はユーザーから目の敵とされておりますが、どんな工夫をしても完全に除去しきれません。

HySerpack は制御弁を完全に追放し、油圧ポンプの回転方向を正転 / 逆転させ、作動油の吐出方向を制御しているため、サージ圧は全く発生しません。その結果、材料の半抜き加工でも不良品の発生を防止することが出来るようになりました。位置の制御と推力の制御を同時に行うことができるため寸法精度と共に製品の品質も向上させることが可能となり、自動車部品のような大量生産ラインに導入されております。



## Vol . 07

### HySerpacK にはリリーフ弁がない

通常の油圧装置には、図 1 のようにリリーフ弁が取り付けられています。リリーフ弁がないと方向制御弁を閉じた時、又はシリンダに過大な負荷が加わった時は圧油の逃げ場がなくなり、油圧ポンプ又は配管が破損してしまう程圧力が上昇してしまいます。

リリーフ弁は設定圧以上になると圧油をオイルタンクへ戻してやる、言い換えると安全弁として使われています。

油圧シリンダが仕事をしていない時は高圧の圧油をタンクへ戻すため、圧油に蓄積された巨大なエネルギーが全て熱エネルギーに変換されタンク内の作動油の温度を急速に上昇させてしまいます。

又リリーフ弁の定格圧力を 100% とすると 0 ~ 100% 迄の全領域を自由に圧力設定出来るものはプリミティブな形式のものを除いて殆どなく、一度手動で設定した後は固定されてしまい、外部から自由にコントロール出来るものは殆どありません。

HySerpacK は図 2 のように電動機、油圧ポンプ、短い配管、シリンダだけで構成され、電動機のトルク制御によりポンプの吐出圧を自由に設定すると共にサージ圧も吸収出来るようになっているためリリーフ弁を使う必要はなくなりました。

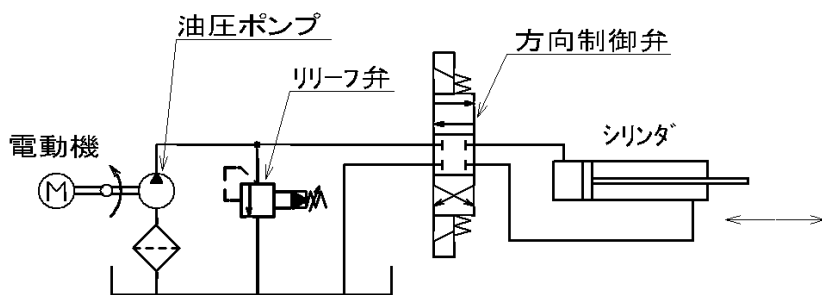


図 1

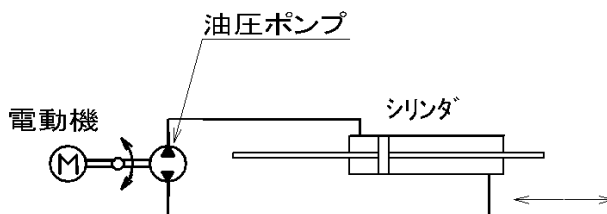


図 2

## Vol . 08

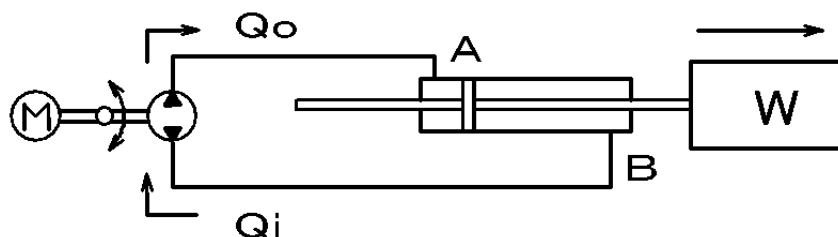
### HySerpac はスティックスリップが発生しない

HySerpac には方向制御弁、圧力制御弁、流量制御弁、サーボ弁等のエネルギー損失要素は全く使用されておりません。代わりにポンプの吐出方向、吐出流量、吐出圧力を自由に制御し、アクチュエータを動かしております。

このようにすることによって次に説明するような利点が生れました。油圧ポンプの吸入量  $Q_i$  と吐出量  $Q_o$  は  $Q_i = Q_o$  の関係にあります。従って図のように  $Q_o$  が両ロッドシリンダの A ポートに流入し負荷が右へ動きだします。次にサーボモータを停止させるとポンプも同時に停止しますが負荷は慣性エネルギーのためなかなか停止しません。しかしポンプが停止しているため、 $Q_i = 0$  となり B ポート側シリンダ室の内圧が急上昇しブレーキとなり負荷は急停止します。

このようにポンプ自体がブレーキ機能を持っているためメータイン、メータアウトが不要になりました。このブレーキ機能が非常に高いのでついではスティックスリップまで無くなってしまったということです。

従って HySerpac は低速領域でも非常に滑らかな動作となります。





## Vol . 09

HySerpac は消防法の適用を受けない

油圧作動油は石油精製品第 4 類の危険物に該当するため、タンク容量が 6,000 ℓ以上のものは消防法が適用されます。地方によってはもっと厳しい条例を定めている所があります。

然し HySerpac の場合は最も大型の装置( 50,000 kN プレス )でも 500 ℓ以内となっております。

従って鋳物工場、製鉄ライン、予熱炉等高温の作業現場でも、可燃性の作動油を使用することが出来るようになりました。

推力 50 kN 程度の HySerpac は作動油の総量が 2 ℓ未満なので、たとえ溶鋼の中へ落下させたとしても、瞬時に燃え尽きてしまい、水 - グライコール系の作動油のように水蒸気爆発を引き起こす恐れがなくなりました。

HySerpac のタンクは完全密封構造になっているため、どのような姿勢でも使用することが出来、作動油の漏出もないので更に安全となりました。

## Vol . 10

HySerpac は難燃性作動油を使う必要がない

Vol . 09 で紹介したように HySerpac は消防法の適用外となっております。従って一般の鋳物系作動油を使用することが出来ます。鋳物系作動油ならば潤滑性、金属腐食防止性、シールパッキンとの適合性等どれをとっても問題を起こす心配はありません。

鋳物系作動油ならば価格も手頃であり、使用済みのものは例えば廃油ストーブの燃料として再活用も可能です。ISO14001 を所得している企業は使用済みの難燃性オイルの処理まで義務付けられるので出来ることなら使いたくないのが本音です。

HySerpac は可燃性オイルを使用しておりますが、オイルタンクを完全密閉構造とし、ポンプとアクチュエータ間を繋ぐ主配管しかありませんので油漏れの心配がなく安全にお使い頂けます。

HySerpac は外部配管がないので、電動機を取り付ける感覚で簡単に着脱可能です。そのため万一故障が発生してもユーザー側で即座に予備品と交換し、宅配便でメーカーへ送り返すことが可能となりました。よってユーザー側では油まみれになることもなく、メーカーは出張サービスから開放されることになりました。

## Vol . 11

### HySerpacK は電動アクチュエータである

HySerpacK はアクチュエータが油圧シリンダであるため、これがなぜ電動なのか妙な感じを受ける方が大部分です。電動アクチュエータとは、図 1 のように電動機でボールねじを正逆回転させナットを直線運動させる機構のものが大勢を占めております。

電動機の回転力をボールねじに伝達し、ナットを直線運動させ推力を発生させる場合、ボールねじは電動機の回転力を直線運動に変換しながらナットへ伝達する、即ち力の伝達媒体であります。

HySerpacK は図 2 のように電動機の回転力で油圧ポンプを駆動し、回転力に比例した圧油を吐出します。その圧油で油圧シリンダを直線運動させる方式となっております。

従って作動油は力の伝達媒体であり、電動アクチュエータの媒体はボールねじ（固体）で HySerpacK は作動油（液体）ということになります。従って両者共に電動機の回転力を媒体により直線運動に変換するもので、どちらも電動式であると言えます。

このことから HySerpacK は電動アクチュエータと同じエネルギー効率で、制御弁を使用した油圧機器と比べ比較にならない程の高効率であり、応答性も同等と考えてよいことが理解出来ると思います。

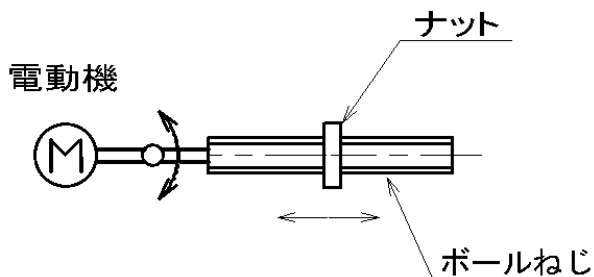


図 1

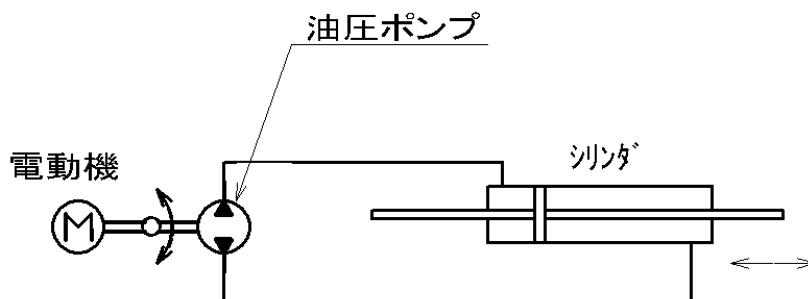


図 2

## **Vol . 12**

### **HySerPack は推力と変位の同時制御が可能である**

HySerPack は Vol . 11 で電動アクチュエータであることを説明しました。と言うことは油圧シリンダの推力は電動機のトルクに比例し、ロッドの速度は電動機の回転数(回転速度)に比例していることとなります。

誘導電動機は商用電源に接続すると電源周波数に依存して略一定の回転数となりますので不適当ですが、サーボモータならば回転数は自由に制御出来、同時にトルクも制御可能です。

従ってサーボモータに直結された油圧ポンプの作動油の吐出方向・吐出量・吐出圧を自由に制御することで方向制御弁・油量制御弁・圧力制御弁がなくても油圧シリンダの押し引き動作・速度・推力を自由自在に操作することが出来る訳です。

その上油圧シリンダに内蔵されたリニアスケールでロッドの変位をフィードバックコントロールすることで変位を精密制御することが可能となりました。

以上の説明でロッドの変位を精密に制御しながら同時に推力も精密に制御出来ることが納得出来る事でしょう。

更に Vol . 07 で紹介したようにサーボモータのトルク制御を機能的に活用することで、リリース弁を取り去ってもサージ圧は発生しません。