

第5章 油圧および油圧機械

1 油圧および油圧機械の概念

油圧とは、狭い意味では油に与えられた圧力、あるいは圧力のエネルギーと定義されているが、一般には、原動機で油圧ポンプを駆動して機械的エネルギーを油の流体エネルギー（主として圧力エネルギー）に変換し、これを自由に制御して、機械的運動や仕事を行わせる一連の装置あるいは方式を総称している。そしてこれに使用される機械および器具を油圧機械、油圧機器、油圧装置などと呼ぶ。

この油圧機械（装置）は、自動車、工作機械、建設、荷役の諸機械など各方面で広く使用しており、今後ますます拡大する傾向にある。

2 油圧の原理

(1) 圧 力

油圧では、「小さな力で大きな力が得られる」ことが大きな特徴である。

いま、図3.59のように液体の入ったシリンダーの容器を想定する。まず、左右のシリンダーのピストン断面積をどちらも 1 cm^2 と仮定し、左側のピストン①に 1 MPa の力を加えると、右側のピストン②にも左側のピストン①と同じ 1 MPa の力として作用する。すなわち、両方のピストン断面積がまったく等しい場合は、左右のピストンは、力そのまま移動する。同じ距離だけ互いに上下する。

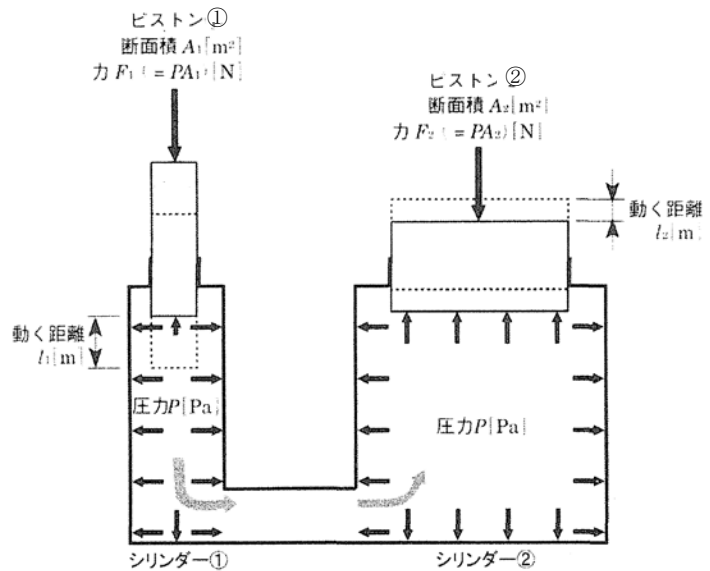


図 3.59 油圧の力の関係

次に、図のように右側のシリンダー②とピストン②を大きいものに置き換え、右側のピストン②の断面積を 10 cm^2 とする。このとき、左側のピストン①に 1 MPa の力を加えると右側のピストンには 10 MPa の力となって作用する。すなわち、右側のピストンの断面積 A_2 は左側のピストンの断面積 A_1 の10倍なので、力も10倍に拡大されることになる。ただし、このようにピストン②の面積 A_2 がピストン①の面積 A_1 の10倍になっている場合、ピストン②はピストン①の $1/10$ の距離しか動かない。この力の関係を式で書くと、次のようになる。

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \cdots \cdots (3.45)$$

ここで P : ピストンに作用する圧力 [Pa または kg/cm^2]

A_1 : 左側のピストン①の断面積 [m^2 または cm^2]

A_2 : 右側のピストン②の断面積 [m^2 または cm^2]

F_1 : 左側のピストン①に作用する力 [N または kgf]

F_2 : 右側のピストン②に作用する力 [N または kgf]

いい換えると、ピストン①に加えた力 F_1 が A_2/A_1 倍に拡大されピストン②に加わることになる。つまり、ピストン①に相当する部分で、ポンプやコンプレッサを使用する（油圧や水圧、空気圧を発生させる）ことにより、アクチュエータ（各種のエネルギーを機械的な変位や応力に変換する役目を果たすもの）としてのピストン②に相当する部分で、シリンダーやモータを動かすことになる（ただし、仕事量＝力×移動距離は変わらず、ピストンの移動距離は力の倍力に反比例して小さくなる）。

図3.59の関係を物理的にいえば、「閉じこめられた液体の一部に加えた圧力は、液体のすべての部分にそのままの強さで伝わる」ということで、この原理は液体の圧力の伝播に関する法則あるいはパスカルの原理と呼ばれ、油圧装置はこの原理を応用している。

実際に使用される油圧機械・装置では、力を発生させるための圧力を与えるものとしては、手動油圧ジャッキのように手動ポンプを使用する簡便なものもあるが、通常は、油圧ポンプ（各種原動機駆動による種々の型式のポンプ）を使用する（図3.60参照）。

(2) 油が使用される理由

油圧機械（装置）には、油圧油あるいは油圧作動油と呼ばれる油が使用される。

この理由は、水は 100°C になると沸とうして蒸気になってしまう。 100°C 以下でも蒸発が盛んで、高い温度での使用には、不適當であり手数を要する。それに粘性が少なく、高压では漏れやすく、また錆も発生しやすい。さらに潤滑性がないために機械の摩耗も早めるので特別の材料を使う必要がある。これに対し、油には水の持つこのような欠点がなく、かつ潤滑性がよいので、寿命が長く安定した性能が得られるからである。

3 油圧の特徴

油圧を利用した装置が広く利用されるようになった理由には、小さい力で大きい力を得ることのほかに、次のような優れた特徴がある。

(1) 油圧の長所

① 装置が比較的小型軽量で、しかも強力が得られる。

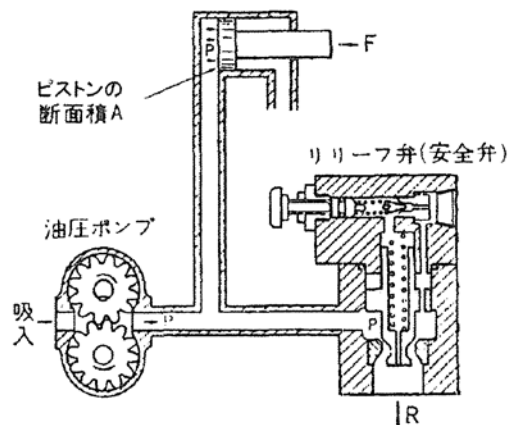


図 3.60 油圧利用装置の基本

ふつうは7～14MP aの圧力で使用されるが、35MP aぐらいの圧力に上げても、爆発の危険、電気機械のようにヒューズが切れるとかの心配がなく簡単に高圧が得られ、装置が小型で大きな力が得られる。また、管・継手で連結するため、取り付け位置が自由で、比較的設置場所をとらない。

② 装置内の過負荷防止が簡単で確実にできる。

過負荷に対してはリリーフ弁（安全弁・逃し弁）の作動で簡単に対処でき、また安全である。

③ 力の調整、制御などが容易に正確にできる。

入力に対する応答性が速い。圧力制御弁のハンドル操作により、力の調整を容易に変えることができる。また方向切替え弁により運動の方向の切換えや、シーケンス弁の組込みなどにより、複雑な作業工程を連続的に順次作動させることができ、自動化や省力化を図ることができる。

④ 運動の速度を広範囲かつ連続的に、無段変速することができる。

流量調整弁により油量の調整を容易に行うことができるので、広範囲の無段変速を、連続的に得ることができる。従って、ギア・電気による変速方式に比べ機構が簡単なことでより小型にできる。

⑤ 振動が少なく作動が円滑にできる。

ギアや電動機を使用した場合、慣性が大きいので急激な発進・停止・逆転には衝撃（ショック）は避けられないが、油圧は軽い油を使用し、しかも機械全体が小型であり、慣性が小さいため衝撃が比較的小さく動作も滑らかである。

⑥ 遠隔操作が容易にできる。

油には粘性があってパイプ内通過に際しての圧力低下のため、パイプによる遠隔運転は制限されるが、電氣的制御との組み合わせが容易で、押しボタン・リレー・リミットスイッチなどの電気機器による電気回路を電氣的に操作し、油圧回路の制御ができる。従って遠隔操作や自動制御が比較的容易である。

⑦ 耐久性がある。

油圧機械・装置は、いわば、潤滑油の中に装置を漬けたのと同様であるので、摩耗が非常に少なく耐久性を有する。

(2) 油圧の短所

油圧にも次のような問題点があり、今後の研究と技術開発を待たねばならない。

① 配管が面倒、油漏れが発生しやすい。

多数の制御弁を使用するので、それをつなぐパイプや継手類が多くて、配管が面倒であり、油漏れも発生しやすい。

② 火災の危険がある。

通常の油は可燃性（引火点210℃）のため、周囲に高温のものがあるときは危険である。特に噴霧状油は引火しやすい。不燃性の油もかなり使用されているが、価格が相当高く、油性などの

性能も劣るのが普通である。

③ 効率が低い。

回転ポンプによって、機械のエネルギーを一度油圧のエネルギーに変えるので、直接にギアで伝えるより経路が1つ多くなり、エネルギー損失が多くなる。従って機械式に比べて、電動機出力が大きくなりがちである。

④ 作動油の温度変化により、機械の速度・効率が変化する。

油は温度により粘性が変化する。温度が低いと粘性が高く、温度が高いと粘性が下がる。従って、流量調整弁の絞りも一定でも、油温により通過する油量が変化し、その結果、機械の速度・効率が変化するなど、精密な制御が難しい面がある。粘度が変化しても流量が変化しづらいように工夫された絞り弁もあるが、適用には考慮が必要である。

⑤ 油圧機械・装置の整備には高度の技術が必要である。

高圧で使用されるため精度が高いので、整備には高度の技術が要求される。また塵埃等の侵入は機械の故障の原因となるので、清浄な作業場での整備が必要となる。

⑥ その他

高圧になるほど油温が上昇し、熱ひずみの発生や、しゅう（摺）動部分の摩耗などで、油の汚れによる機能低下を来たすので取扱いに、注意を要する。

以上、油圧の特徴について述べたが、現在油圧機械が広く利用される最も大きな理由の一つとして、設計が簡単で、機械の自動化（オートメーション化）に適していることが挙げられる。

4 油圧油（油圧作動油）

油圧油は、主に作業装置のコントロール機構に広く使われているが、一部をパワーステアリング（自動車用油圧式動力かじ取り機構）に流用しているものもある。油圧油の第一の目的は動力の伝達であり、同時にポンプ・バルブ・ピストン・シリンダーなどの潤滑を行い、摩擦および摩耗を低減し、密封・冷却・防食および防錆の各作用を行っている。

現在、使用されている油圧油の種類は、石油系油圧油、合成油圧油、抗着火性油に大別されるが、これらのうち、鉱油の90番タービン油が価格も安いことから国内で最も多く使用されており、ついで、水グリコール系のものが使用されている。

油圧油に要求される性質および油圧油の保守管理上の留意点は、次のとおりである。

1) 油圧油に要求される性質

- ① 適正な粘度を有すること。
- ② 粘度指数が高いこと。
- ③ 酸化に対して安定していること。
- ④ 金属摩擦面の潤滑性がよく、強じんな油膜を有すること。
- ⑤ 異物をすみやかに沈殿分離できること。

- ⑥ 泡立ち防止性がよいこと。
- 2) 油圧油の保守管理
 - ① 必ず機械メーカーの推奨オイルを使用し、油量を適量に保つこと。
 - ② 各機械メーカーの指定するオイル交換間隔、フィルタ交換間隔を守り、また指定された方法で交換を行うこと。
 - ③ ゴミやホコリあるいは水分の混入には特に注意すること。
 - ④ 銘柄の異なるオイルはなるべく混用しないこと。