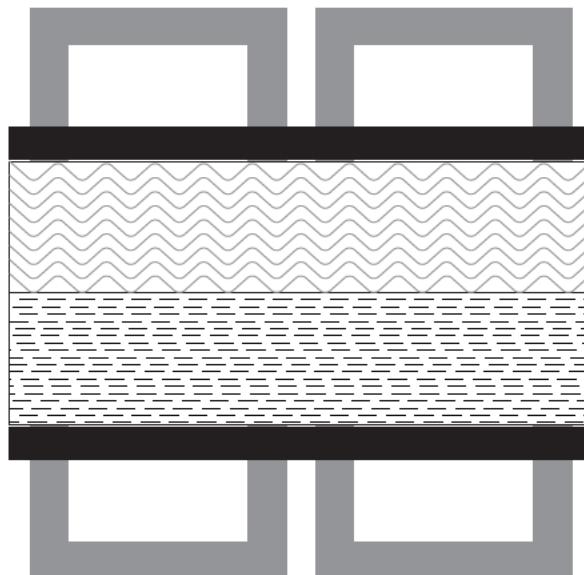


NO.1

# 油圧のメンテナンス

監修・執筆／職業能力開発総合大学校 精密機械システム工学科 教授 塩田 泰仁



コガク

## 第1分冊 油圧のメンテナンス



# 目 次

1.設備・機械メンテナンス実務講座の考え方 .....	i
2.油・空圧コースのねらい .....	ii
<b>第1分冊 学習のねらい .....</b>	<b>1</b>
<b>第1週 機能部品の故障とメンテナンス（1）</b>	
<b>第1週の学習のポイント .....</b>	<b>3</b>
1.1 油圧の移り変わり .....	4
1.2 油圧の仕組み .....	5
1.2.1 パスカルの原理 .....	5
1.2.2 油圧装置の構成 .....	6
1.3 油圧の特徴 .....	8
1.3.1 油圧の長所 .....	8
1.3.2 油圧の短所 .....	9
1.4 油圧ポンプの故障とメンテナンス .....	10
1.4.1 油圧ポンプを正しく使うには .....	10
1.4.2 油圧ポンプの損傷しやすい箇所 .....	13
1.4.3 油圧ポンプの故障原因と対策 .....	19
1.5 油圧アクチュエータの故障とメンテナンス .....	21
1.5.1 油圧アクチュエータを正しく使うには .....	21
1.5.2 油圧アクチュエータの故障原因と対策 .....	25
<b>第1週 練習問題 .....</b>	<b>28</b>
<b>第2週 機能部品の故障とメンテナンス（2）</b>	
<b>第2週の学習のポイント .....</b>	<b>29</b>
2.1 油圧制御弁の故障とメンテナンス .....	30
2.2 圧力制御弁の故障とメンテナンス .....	30
2.2.1 圧力制御弁を正しく使うには .....	30
2.2.2 圧力制御弁の故障 .....	32
2.3 流量制御弁の故障とメンテナンス .....	36
2.3.1 流量制御弁を正しく使うには .....	36
2.3.2 流量制御弁の故障 .....	37
2.4 方向制御弁の故障とメンテナンス .....	39
2.4.1 方向制御弁を正しく使うには .....	39
2.4.2 方向制御弁の故障 .....	42
2.5 油圧アクセサリの故障とメンテナンス .....	45

2.5.1 配管・継手 .....	45
2.5.2 フィルタ .....	50
2.5.3 油温を監視制御する機器 .....	54
2.5.4 圧力を監視する機器 .....	56
2.5.5 その他の機器 .....	56
第2週 練習問題 .....	58

### 第3週 油圧回路のトラブルとメンテナンス

第3週の学習のポイント .....	59
3.1 圧力に関するトラブル .....	60
3.1.1 圧力上昇不良（その1） .....	60
3.1.2 圧力上昇不良（その2） .....	62
3.1.3 圧力上昇不良（その3） .....	63
3.1.4 圧力損失が大きい .....	64
3.2 流量に関するトラブル .....	65
3.2.1 シリンダの速度不良（その1） .....	65
3.2.2 シリンダの速度不良（その2） .....	67
3.3 位置に関するトラブル .....	69
3.3.1 位置保持不良（その1） .....	69
3.3.2 位置保持不良（その2） .....	70
3.4 コンタミと騒音に関するトラブル .....	72
3.4.1 作動油の汚染管理が悪い .....	73
3.4.2 油圧装置の騒音 .....	74
3.4.3 油圧装置の振動 .....	75
3.4.4 メンテナンスの検討不備 .....	77
第3週 練習問題 .....	79

### 第4週 予防保全と安全対策

第4週の学習のポイント .....	81
4.1 油圧作動油の管理 .....	82
4.1.1 作動油の種類 .....	82
4.1.2 作動油の役割と特性 .....	83
4.1.3 作動油の4つの大敵 .....	86
4.1.4 作動油の交換時期 .....	91
4.2 油圧装置の点検のやり方 .....	93
4.2.1 日常点検 .....	93
4.2.2 定期点検 .....	94
4.3 油圧装置の安全対策 .....	96
4.3.1 油圧ポンプの故障対策 .....	96
4.3.2 停電時対策 .....	97
4.3.3 増圧対策 .....	99

第4週 練習問題 .....	102
STEP UP .....	103
参考文献 .....	106
練習問題の解答 .....	107
索引 .....	113



# 機能部品の故障とメンテナンス（1）

## 学習のポイント

第1週では、予備知識として油圧装置の基礎を知り、油圧装置の機能部品としてエネルギー変換機器の故障とメンテナンスについて学ぶ。

油圧装置を取りまく環境がいかなる状況になっているか、それはこれまでの移り変わりをふり返ることによって容易に理解できる。長い歴史の中でニーズによって油圧装置の機能は変化してきたが、その原理や基本構成は変わるものではない。

まず油圧装置を大まかに理解していただくために、原理や構成、特徴について学び、実際に設備・機械に使用されている油圧装置で、それを実感として体験してほしい。その中で改良点や疑問点が生じ、いっそう身近なものとなるはずである。

次に油圧装置を構成する機能部品の中で、機械エネルギーを流体エネルギーに変換する油圧ポンプと、流体エネルギーを機械エネルギーに戻して仕事をする油圧アクチュエータについて学ぶ。油圧装置でいえば入口と出口にあたる大変重要な部品で、実際の装置の中でもすぐに見つけられる。これらが故障すると、機械停止という最悪の事態につながる。その意味から重点保守管理部品としての位置づけが必要である。



## 油圧の移り変わり

わが国における油圧の移り変わりをふり返ると、小型で強力であり、速度と出力の調整や過負荷の防止が容易といった数々の利点から、自動化・省力化を目的として、各種工作機械・プレス・射出成形機・建設機械・航空機など、あらゆる産業界において広く利用されてきている。

しかしながら、省資源や省エネルギー指向、油漏れや騒音などの環境公害問題といったユーザニーズの変化、加えて高精度や応答性に優れたコンピュータやサーボモータに代表されるエレクトロニクスの目覚しい発達により、油圧制御が一部電気・電子制御に置き換えられているのは事実である。

一方では、油圧の利点を生かしながら、制御のしやすさ、繰返し性の良さ、高速応答に利点をもつエレクトロニクスと結合した、ハイドロニクスとよばれる製品や、クリーンで取扱いの容易な空気圧の力をを利用して、油圧力を発生させる空油変換装置といった製品が市場に出まわっているのも事実である。

油圧の利点を生かしながら、油圧にない利点をもつ電気・電子・空気圧をうまく組み合わせることにより、これまでよりいっそう効率の良い、高精度な、そして安定した制御が可能な油圧装置が開発されている。同時に、油圧機器そのものの高圧大容量化・省電力化・低コスト化・複合多機能化・高速化といった改良開発が、より積極的に押し進められている。

工場内を中心とする自動化・メカトロニクス化の中で、油空圧の使い方も大きく変化してきている。

その一つは、電気系では得がたいパワーが油空圧系で達成できること。

もう一つは、高度に自動化されたシステム内で、メンテナンス技術をどうするかという問題を抱えていること。

したがって、設備・機械のオペレータの方々が、メンテナンスをやっていこうとする場合、まず油圧・電気・空気圧といった個々の基礎が当然必要であるが、それらがいかに関わり合っているかの総合的な知識も大変重要になってくると考える。



## 油圧の仕組

### 1.2.1 パスカルの原理

油圧はいかなる原理を利用しているかといえば、「密閉された容器内の静止液体の一部に加えられた圧力は、容器内のすべての方向に等しく同時に伝わり、容器の各面に垂直に働く」というパスカルの原理である。

図1.1の原理図において、Bピストンを固定として、Aピストンに10kgのおもりをのせると、Aピストンと液体の接触面での力のつり合いから、液体には(荷重)÷(断面積)で、 $10 \div 1 = 10\text{kgf/cm}^2 (\approx 98\text{N/cm}^2 = 0.98\text{MPa})$ の圧力が発生していることになる。ここでパスカルの原理をあてはめると、固定したBピストンと液体の接触面にも、垂直に同じ $10\text{kgf/cm}^2$ の圧力が発生している。つまり、Bピストンは液体の圧力によって、(圧力)×(断面積)の $10 \times 1 = 10\text{kgf}$ の力を受けている。

ここで油空圧関係に用いる単位系について確認してみよう。SI単位系が本来であるが、一部にはまだ重力単位系も使われている。

まず、力は重力単位系の $1[\text{kgf}] = \text{SI 単位系の } 9.8[\text{N}]$

次に、応力は $1[\text{kgf/mm}^2] = 9.8[\text{N/mm}^2] = 9.8[\text{MPa}]$

kgfはキログラムフォース、Nはニュートン、Paはパスカル、MPaはメガパスカルと呼んでいる。したがって、図のように $10\text{kgf}$ のおもりは、 $98\text{N}$ のおもりと言い換えてよい。

そこで、次に図1.2のように、Bピストンの断面積を100倍の $100\text{cm}^2$ とする。Aピストンのおもりは $10\text{kg}$ とすると、先ほどと同じ $10\text{kgf/cm}^2 (\approx 0.98\text{MPa})$ という圧力が液体

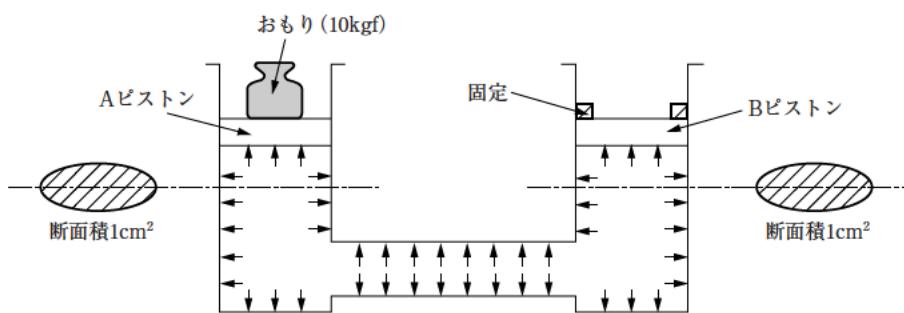


図1.1 パスカルの原理

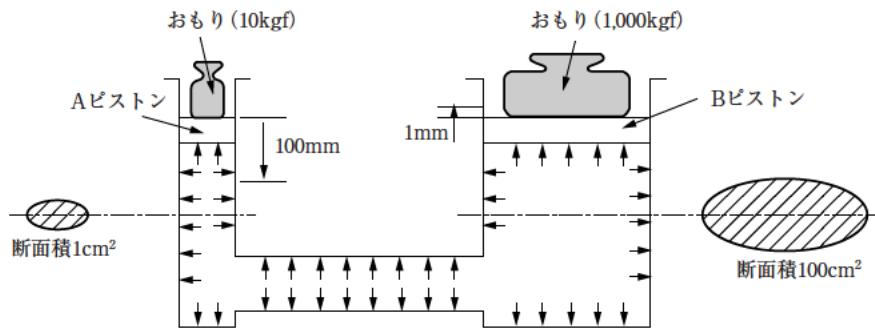


図1.2 油圧ジャッキの原理

に発生し、この圧力によって(圧力) × (断面積) の  $10 \times 100 = 1,000\text{kgf} (\approx 9800\text{N})$  という力がBピストンに働く。つまり  $10\text{kgf} (\approx 98\text{N})$  という力で、 $1,000\text{kg}$  ( $1\text{t}$ ) の質量を支えていることになる。これが油圧ジャッキの原理で、断面積を100倍とすれば、力が100倍に拡大されるわけである。しかし、エネルギーは決して増えないというエネルギー保存の法則があるように、Aピストンを  $100\text{mm}$  押し下げても、Bピストンは  $1\text{mm}$  しか上がりず、(力) × (移動距離) = (仕事量) は一定である。

### 1.2.2 油圧装置の構成

前項で述べたように、おもりで圧力を発生させたり、限られた量の液体を使ったりするだけでは、種々の仕事を連続的にするのは困難である。要は圧力をもった液体を連続的に送り出してやればよい。これを実現するものが油圧装置である。

いかに複雑な油圧装置といえども、基本的には5つの要素から成り立っている。それらがどのような機能をもち、いかなる目的をはたしているかを知ることが大変重要である。

#### (1) 油圧タンク

油を蓄えておくとともに、仕事の済んだ戻り油を回収するためのもので、そのほかにも、油の熱を発散させたり、油中のゴミを沈殿させる役目ももっている。

#### (2) 油圧ポンプ

人間の体に例えれば、一番重要な役目をはたしている心臓に相当するもので、タンクから吸い上げた油に圧力を与え、必要とされる流量を回路に供給する役目をもつのが油圧ポンプである。一般的には電動機、時にはエンジンで駆動され、機械的エネルギーを油圧エネルギーに変換する機能を有している。構造によって歯車ポンプ・ベーンポンプ・ピスト

ンポンプの3つに大別できる。

### (3) 油圧アクチュエータ

回路を通して送られてきた油圧エネルギーを、最終的に機械エネルギーに置き換えるものが油圧アクチュエータと呼ばれる。この中には、油圧エネルギーを直線運動に換える油圧シリンダ、回転運動に換える油圧モータ、揺動運動に換える油圧揺動モータの3種類がある。

### (4) 油圧制御弁

油圧アクチュエータが仕事をするわけであるが、仕事には次の3要素があり、油圧ではその各要素を決めるための油圧制御弁がそれぞれ用意されている。

- ・ 仕事の大きさ .... 壓力制御弁
- ・ 仕事の速さ ..... 流量制御弁
- ・ 仕事の向き ..... 方向制御弁

### (5) 油圧アクセサリ

以上説明した要素は、いずれも単体で独立したものである。油圧装置として機能させるためには、それらを結びつける必要がある。そのために必要となる配管・継手・シール類を始めとし、油圧の状態を表す指示器としての、圧力計・温度計・油面計、異常状態を知らせる警報機器の、フロートスイッチ・サーモスタット、保護機器としての、フィルタ・クーラ・ダンパなどを総括して油圧アクセサリといふ。

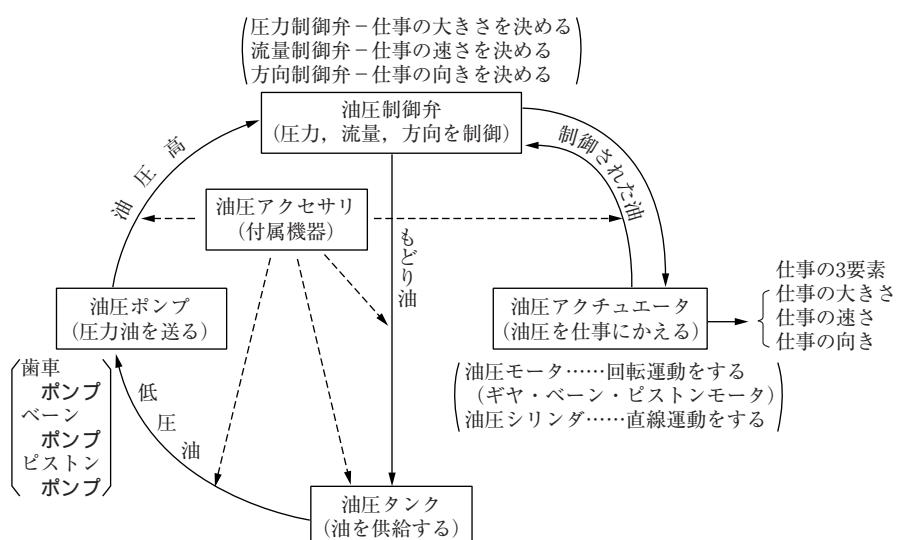


図1.3 油圧装置の構成