

1 生産設備を把握する

はじめに何から取り組むかを考えます。手当たり次第に機器を外し、調整することは避けたいものです。そのためには、まず設備の全体像を知ることです。

生産設備にはエアー機器、歯車、チェーンとスプロケット、ベルトとプーリーが使用され、これらを結びつける機械要素部品及び電気制御部から構成されています。

はじめに稼働中の設備をみて、製品がどのように流れるか、機器がどのように動くか確認します。

作業ポイント！

製品の流れを把握するために、設備をスケッチします。カメラを用意し、写真を撮ることも重要です。

1.1 設備概要

納豆製造ラインでは通常の発砲容器詰め納豆だけでなく、紙の包装紙も使用しています。



発砲容器詰め
納豆容器の外観

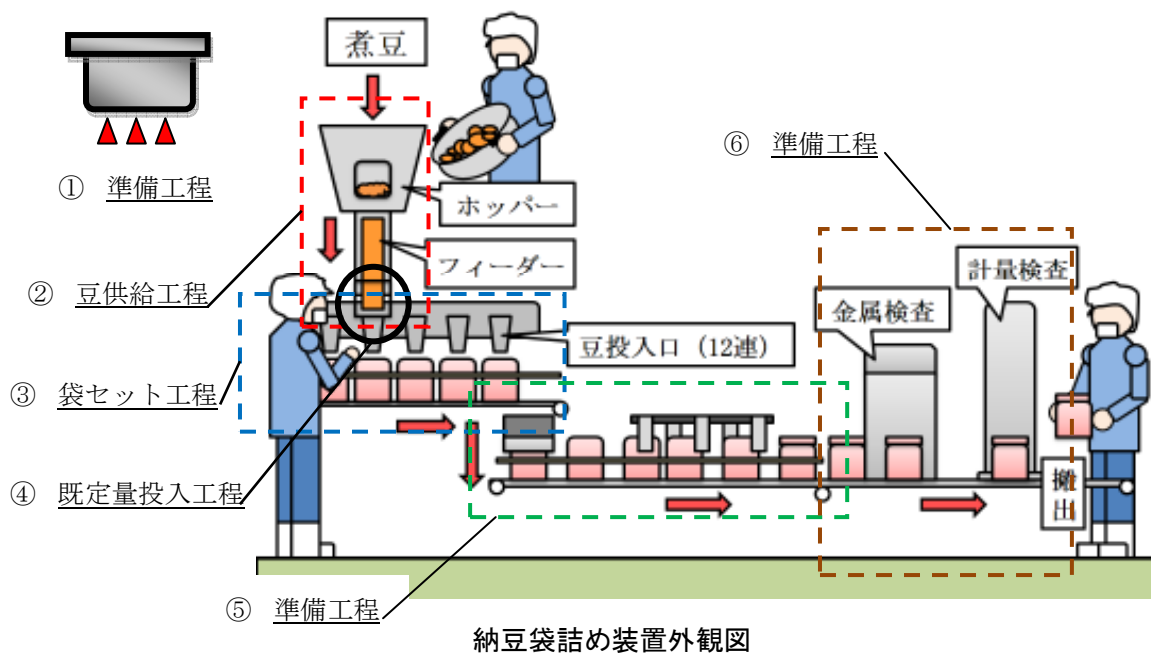


袋詰め納豆容器の外観
(縦 150mm、横 100mm)

1.2 生産ラインの工程概要

製品の流れを把握するために作業を 6 工程に分類しました。

① 準備工程、② 豆供給工程、③ 袋セット工程、④既定量投入工程、⑤袋封入工程、⑥検査工程



1.3 作業工程

工程 1. 前工程で用意した煮豆を作業者が装置まで運ぶ。温度低下を防ぐため 2 つの鍋を重ねた状態で運ぶ。

工程 2. 既定量上部に設置されたホッパー（煮豆を貯めておく容器）に投入する。

工程 3. フィーダー（傾斜をつけた通路）を通り、既定量投入部に煮豆を送る。

フィーダー部の特徴：フィーダー下部には煮豆の流れを良くするために振動を与えるバイブレータが設置され、作業者の判断でスイッチを起動させる。

ホッパーには温度低下とゴミの混入を防ぐために煮豆の継ぎ足し時以外は蓋が閉められる。また、フィーダーにもアクリル製のカバーが取り付けられている。



豆供給工程

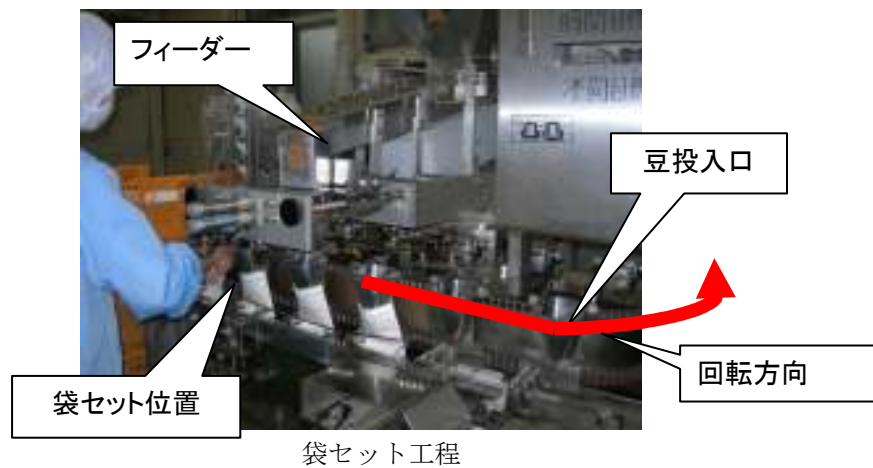
袋セット工程(豆投入口に袋の設置を行う工程)

映像 001
(袋セット工程)

煮豆が出てくる可動式の投入口が14個あり、投入口が2秒ごとに自動で既定量投入部に可動する。

作業ポイントは、三つ折りで折られた袋を作業者が袋セット位置でひとつひとつ手作業で差し込んでいく。

途中装置内部に検出部があり、袋のセット状態を検出した後、既定量投入部のシャッターが動作する。



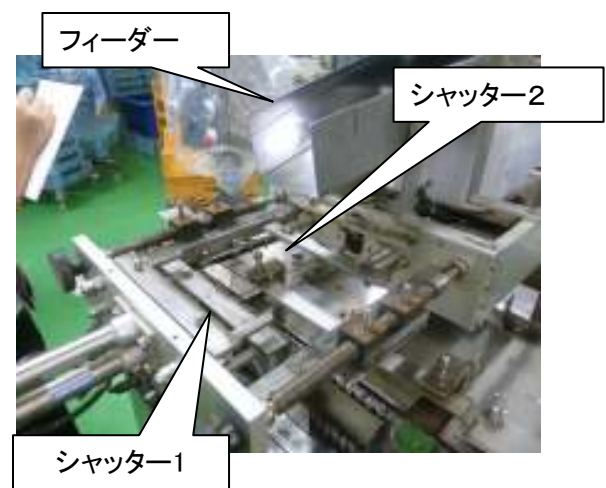
既定量投入工程(豆供給部から送られてきた煮豆を投入口に通して袋に入れる工程)

投入口は上下2つのシャッター1、シャッター2で構成される。

2つのシャッターの開閉によって入る量の煮豆を調整し、袋に投下される。

既定量の調整は、手動操作によって装置に取り付けられた投入量調整用ねじをまわすことで調整を可能とする。

検査工程で計量不良が発生した場合は作業者が随時調整を行うため、常に計量値を目視しておく必要がある。



袋封入工程(袋の口を折り込んでいく工程。)

映像 002
(袋封入工程)

- 工程 1. 豆が投入された袋はベルトコンベアに運ばれ、エアプレス機により折り目をつける。
- 工程 2. 折込み用ローラーにより折り込み、豆を入れた袋の口を塞ぐ。
折込み用ローラーに通す際、納豆を移動させるため通常のベルトコンベアとは別に側面側ベルトコンベアを設置。

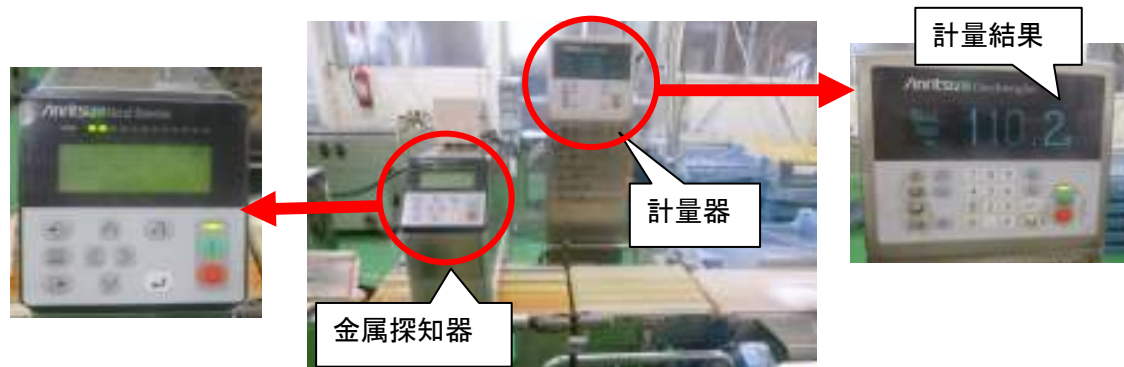
側面側ベルトコンベアは袋封入工程のみに設置され、モータ、歯車、プーリーで駆動。



袋封入行程(左、エアプレス機 / 右、折込み用ローラー部)

検査工程(袋詰めされた納豆を搬出して発酵させる工程)

袋詰めした納豆を金属探知器と計量器にかけて不良判定。



検査工程(左、金属探知器 / 中央、検査工程 / 右、計量器)

・計量不良

- ・金属検出の場合は、作業者が納豆の袋表面を軽く払い、再度金属探知器を通す。
- ・金属検出は 10 個/hと多く原因は不明
(* 自主保全活動を通じて原因を見つけ出しました)

作業者数と作業平均時間

工程で作業者が介入するのは 3 人。

各作業は作業者が交代で行い、1 回の作業時間は約 1 時間程度。

作業内容

- ・煮豆の運搬、ホッパーへの供給。
- ・袋の設置、豆投入量の調整。
- ・完成品の搬出、不良品の調整

2. 工具の取り扱い

設備の全体像を確認できましたら、次に工具の取り扱いについて考えます。

設備には多くの締結備品（ネジ、ボルト）が使用されています。あらかじめ工具を人数分準備します。

六角レンチなどはセット品を使用し、使用前に数（六角レンチの本数）が揃っていることを確認。

作業後に数が揃わない場合は、設備のどこかに置き忘れていることも考えられます。

2次災害を起こしかねませんので責任ある取り組みが必要です。

2.1 エア配管（チューブ）の切断工具

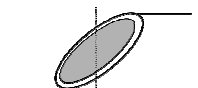
映像 003

（配管切断工具）

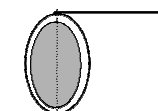
エア配管を切断する場合、配管の径が太くなるにつれて切り難くなります。

とくに継手（つぎて）に配管を接続する場合、切断部が悪いとエア漏れを起こします。

配管を切断する場合、市販のハサミと専用チューブ切断ハサミとの切断に要する力と切り口のの違いを確認しましょう。



と切り口



≡

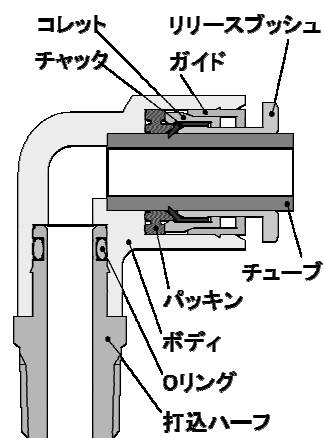
2.2 継手と配管の接続

接続には下記の注意が必要です。

- ①チューブの端面を垂直に、つぶさないようにカットする。(専用工具を推奨)
- ②しっかりと規定位置まで挿入する。
- ③可動部の場合は、配管に引っ張り力がかからないか、またこすれなどが発生しないか十分にチェックする。

ワンタッチ管継手

操作性に優れた継ぎ手で、最も多く使われています。内部に設けられたパッキンでチューブ外周をシールします。



2.3 シールテープの巻き方

継手にシールテープを巻く方法を理解します。

シールテープに汚れが無いか確認し、継手のねじ幅よりもシールテープの幅が広い場合は、カッターを用いてシールテープの幅調整をします。

シールテープを使用する場合、巻き方が悪いと空気漏れを発生させたり、シールテープの切れ端が機器に入って動作不良を起こすトラブルにつながります。

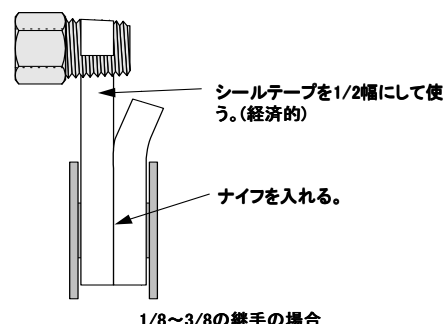
映像 004

(シールテープの巻き方)



シールテープ

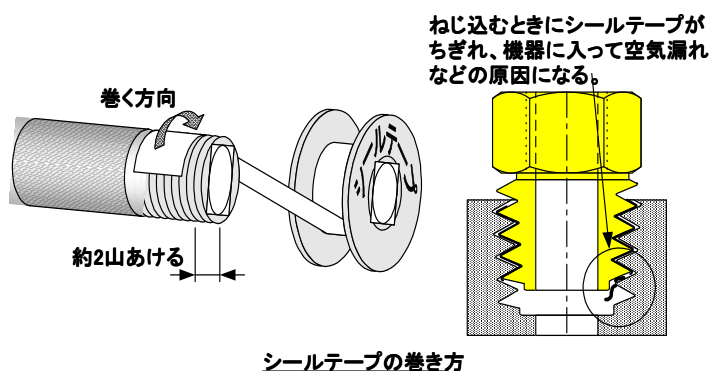
カッター



シールテープを1/2幅にして使う。(経済的)

ナイフを入れる。

1/8~3/8の継手の場合



シールテープの巻き方



余分なテープはカッターで切り落とす

2.4 継手の接続方法

継手にシールテープの巻きつけが終わりましたら、エア配管の器具を接続します。

映像 005

(継手の接続方法)



1. 継手にシールテープを巻きつける

シールテープを巻きつけた後に、ねじ山が確認できるまで、指を使ってねじ山を形成します。



2. ネジ配管の接続

はじめから工具を使わずに、手で回しながら接続します。



合わせる

合わせる

指でウォームを押さえる

3. モンキーを使う場合は回転方向に注意して、組み付けます。

3 空気圧と油圧について

設備を把握したことにより、空気圧機器が多く利用されていることが確認できました。空気圧は大気中の空気を圧縮して、高い圧力として利用します。

一方、油圧はどうでしょうか。空気圧と油圧は似たような図記号が使用されますが、名称は異なります。油圧についても確認しておきましょう。

3.1 油圧、空気圧技術の定義と相互比較

油圧技術、空気圧技術は、制御の容易な流体の圧力エネルギーに基づく動力伝達に関する技術であり、各種機械や装置の自動化、省力化、高性能化などの要求に適合した技術として広く採用されています。動力伝達媒体として、油圧技術は主に潤滑性に富む石油系作動油を、空気圧技術は主に入手の容易な空気を用いこれが技術分野の名称に関わっています。

3.2 油圧の特徴と油圧装置の保全の泣きどころ

油圧の長所と欠点

(1) 油圧の長所

油圧は、

- ①小型で強力である
- ②過負荷(オーバーロード)防止が簡単で正確である
- ③力の調整が容易で正確である
- ④無段変速が簡単で、作動も円滑である
- ⑤振動が少なく、作動が円滑である
- ⑥遠隔操作ができる
- ⑦耐久性がある

などの長所を持つため、自動化には欠かせないものとして、広い分野で幅広く利用されています。

(2) 油圧の欠点

このように各分野で活躍している油圧ではあるが、一方では次のような欠点も持っています。

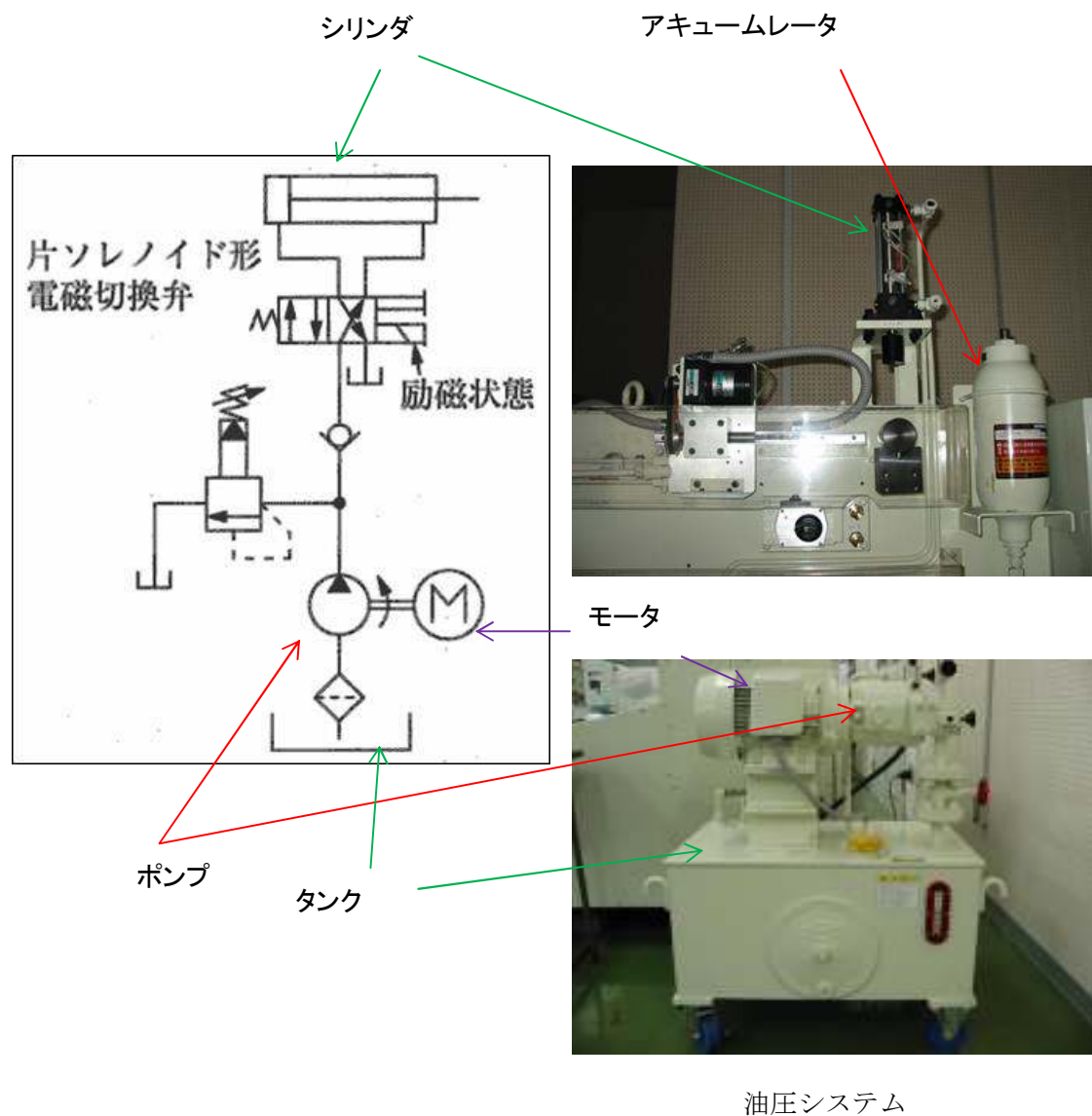
- ①故障の発生が設備やライン全体の停止につながる
- ②故障発生頻度が比較的高い
- ③故障発生の予測が立てにくい
- ④故障の修復に時間がかかる

⑤速度のバラツキが大きい

⑥起動停止時のショックや運転中のスティックスリップ(滑り面の運動が間欠的となる現象)が、加工物の品質に悪い影響を及ぼす

⑦油漏れ、騒音、振動、温度上昇が発生しやすく、作業環境悪化の原因となる

これらの欠点を解決し、その長所を最大に発揮させることはできないのでしょうか。
欠点にもっとも関係が深いと思われる油圧装置の保全の問題点について考えましょう。



・タンク；各油圧機器（シリンダ、バルブなど）を動かすのに必要な作動油を貯めてあります。

・ポンプ；タンクの油を吸い込み（IN）、各油圧機器（シリンダ、バルブなど）に油を供給します（OUT）。

- ・モータ；ポンプを回します。
- ・弁；バルブとも呼ばれます。流体（油）の流れを制御します（流す。止める）
- ・シリンダ；駆動機器
- ・アキュムレータ；圧力の蓄圧

3.3 空気圧利用技術

1. 吹付け————塗装、吹飛ばし、冷却、清掃、サンドブラスト、エアーカーテン
2. 空気輸送————浮力輸送、加圧搬送
3. エアセンサー————有無確認、漏れ検査、寸法測定、液面検出、着座確認
エアマイクロメータ、破断検出、高温センサー
4. 充填————タイヤ充填、ボンベ充填、蓄圧
5. 攪拌————気流攪拌、気泡攪拌
6. 浮力————エアベアリング、空気軸受、ホーバークラフト
7. 除湿————制御盤内除湿、減圧乾燥
8. 防爆————防爆対策、火災対策
9. 加圧————空気圧シリンダ、空気圧モータ、空気圧揺動シリンダ、
エアードリル、空気ばね、エアープレス、圧送
10. 自動制御————流体素子、空気圧制御、計装制御
11. 調圧————エアークッション、エアervalance、エアータンション

3.4 空気圧利用の長所と短所

（長所）

- (a) 空気は圧縮性があるので、空気圧を空気タンクによりエネルギーの蓄積ができ、空気源が小さくても一時的に大きな仕事をさせることができる。
- (b) 圧縮性によるクッション効果が利用できる。
- (c) 圧力を調整することにより、出力が簡単に調整できる。
- (d) アクチュエータへの空気流量を調整することにより、速度の調整が容易である。
- (e) 動作速度は 50～500 mm/s と油圧，電気と比較して速い動作が得られる。
- (f) 多少の過負荷（オーバロード）の場合，アクチュエータは停止するだけで，電気のモータなどのように焼損などをせず，安全性に優れている。
- (g) 油圧は温度による粘度変化で動作特性に影響がでるため，油温の管理が必要である。これに比較すると，空気圧の場合は温度など環境に対する影響が少ない。

(h) 油圧機器などと比較し、使用圧力が低いので機器がコンパクトである。

(i) 油圧機器は使用した油を、タンクに戻すための戻り回路が必要になる。空気圧の場合は排気が大気へ放出するため、戻り回路は必要でなく、油圧のような配管作業のわずらわしさが無い。

(j) 空気圧の使用圧力は、高くても 1MPa 程度であるのに対し、油圧は 7~21MPa と高圧である。このため出力に大きな差がある。空気圧は大きくても 1 t 程度の比較的軽作業に適している。

(k) 全空気圧システムにより防爆の必要な場所での使用が可能である。

〈短所〉

空気は圧縮性であるので、圧力の伝達に遅れを生ずる

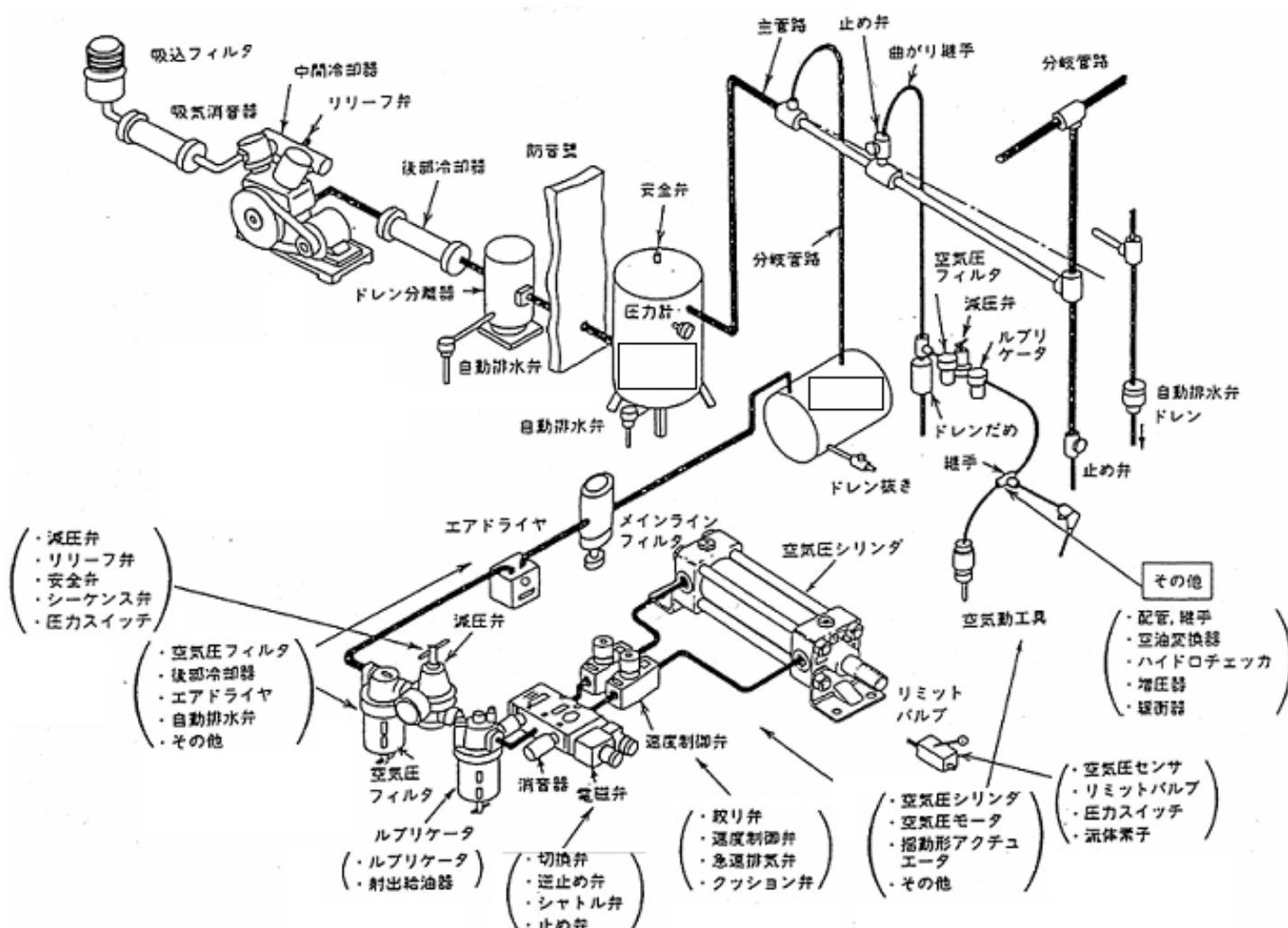
(b) 圧縮性により正確な動作速度は得られない。したがって、アクチュエータのストローク途中での精密な停止が困難である。

(c) 空気自体には潤滑性がないので、通常、空気中に潤滑油を噴霧してやる必要がある。しかし、無給油機器の普及によりその必要がなくなっている。

(d) 圧縮空気からのドレンの発生があるので、十分に除去する必要がある。

4.1 空気圧システムの基本構成

空気圧をトラブルなく有効に利用するためにはこれらの機器を十分に理解し、必要に応じて組み合わせ、システムを構成する必要があります。



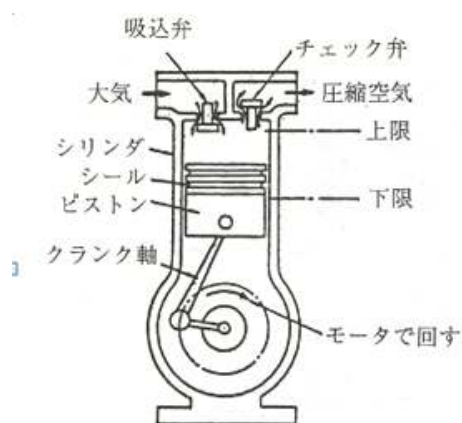
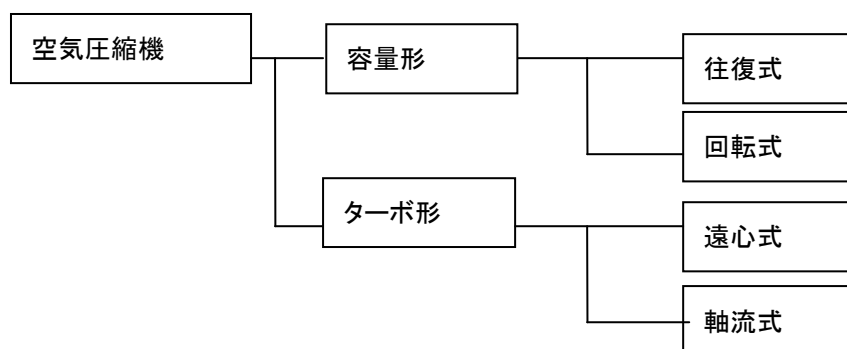
4.2 圧縮空気発生装置

4.2.1 圧縮空気発生装置の種類

圧縮空気発生装置（コンプレッサ）は大気を吸い込み圧縮空気を作る機械です。

動力には一般的に電気モーターを使用します。空気圧縮機の種類は空気を圧縮する機構により分類されます。

その中でレシプロタイプ（往復式）、およびスクリータイプ（回転式）は容量形の代表的なものです。



レシプロタイプ（往復式）

レシプロタイプ
ピストンの往復運動により容積を
変化させて、空気を圧縮する。

4.2.2 動力源を見つける

使用設備はエアー機器を中心としたシステムであることが分かりました。はじめに動力源を確認します。

工場内の一角にコンプレッサとエアドライヤーが設置されていました。

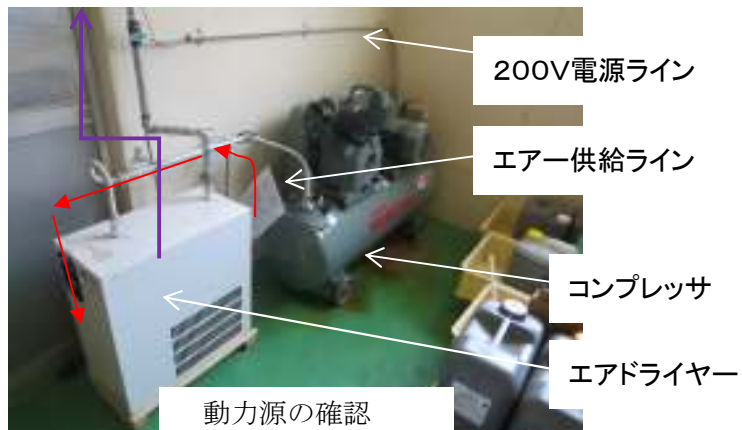
1. コンプレッサの電源ラインを確認します

200Vの電源が鋼配管の中を通過してコンプレッサに繋がれています。

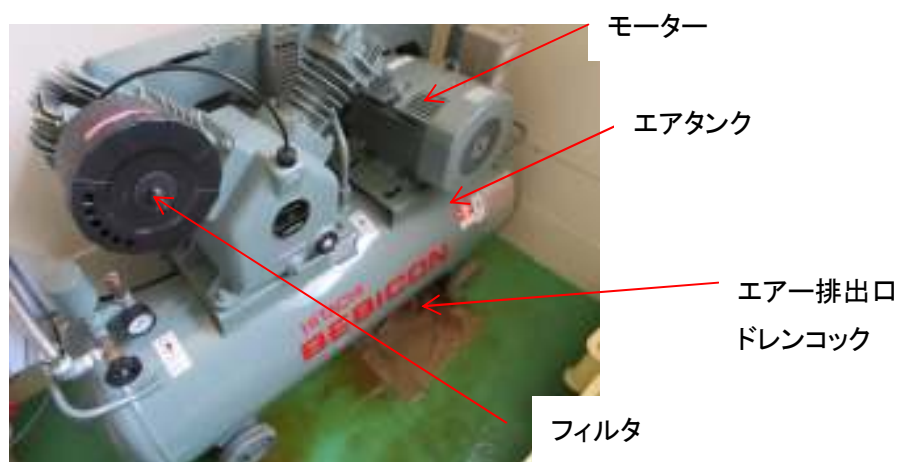
電源遮断器（ブレーカー）の場所を確認し、メンテナンスの際には電源遮断器を切ります。

2. エアの供給ラインを確認する

コンプレッサで圧縮された空気（→）は、エアドライヤーを通過して（→）設備に供給されます



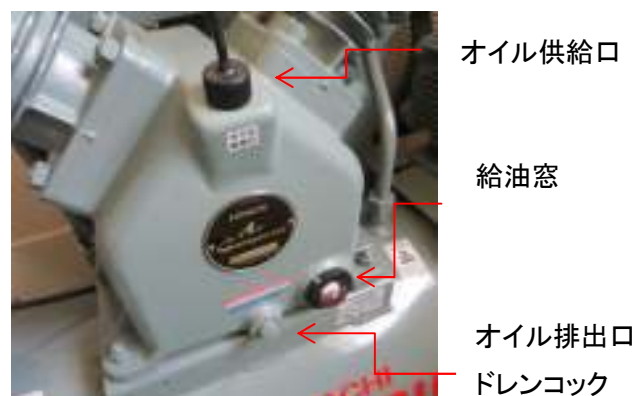
3. コンプレッサの名称を確認する



レシプロコンプレッサ外観



圧力調整弁



給油量の確認

4.2.3 コンプレッサ(ベビコン)の機能を知る

映像 006

(コンプレッサの機能)

生産設備ではシリンダが多く使われます。シリンダを動かすには大気中の空気を利用しますが、このままでは圧力が低く使用できません。

圧力を高めるにはコンプレッサが必要です。下図にコンプレッサ（ベビコン）を示します。

1. はじめにストップ弁①、ドレンコック②を締めておきます。
2. 100V のコンセントのスイッチを入れたら、モーター③が起動します。
3. 大気中の空気をタンク④に集めることによって、大気よりも高い圧力を作り出せます。
4. 圧力が高まった状態を圧力計⑤で確認します。

設定圧力 0.6MPa まで空気が圧縮（圧力が高まる）されると、モーター③は停止します。

5. 圧縮空気を利用するにはストップ弁①を開くことで、吐出口⑥から空気が吐出します。
6. 圧縮された空気を吐出すると、タンク④内の圧力が下がります（圧力計⑤で確認できる）。
7. 圧力が下がると再びモーター③が起動します。
8. コンプレッサ使用後はドレンコック②を開き、タンク④に溜まったドレンを抜きます。

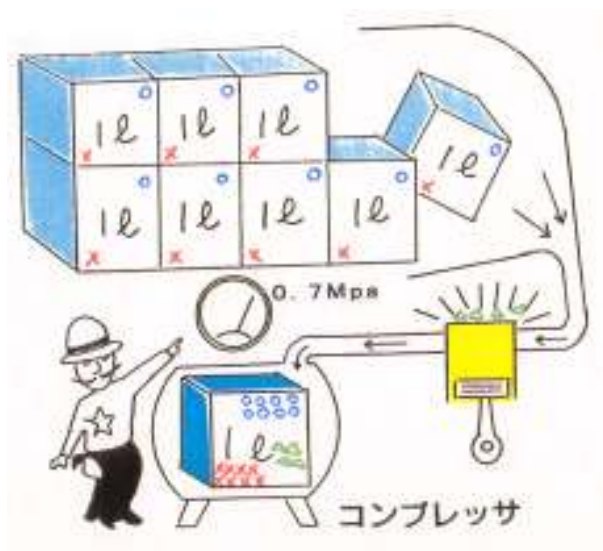


4.3 大気と圧縮空気

圧力0.7Mpa、1Lの圧縮空気を作るためには、コンプレッサは8Lの大気を必要とします。

大気中には水分とゴミが浮遊しています。8倍に圧縮された空気は、水分とゴミの量も多くなります。

空気圧設備を取り扱うには、水分とゴミの除去対策が重要になります。



4.4 ドレン除去の方法を知る

夏場は冬場に比べて水分量が多い季節です。毎日の設備稼働前、終了後にはドレン除去を行います。

ドレンは産業廃棄処理になります。垂れ流しは厳禁です
タンク内の圧力が高いと排出が良好にできます。

1. 電源遮断器（ブレーカー）を切ります
2. 「ストップ弁」を閉じます
3. エアー排出口（ドレンコック）を開きます

ドレン除去の取り組みを行った結果、約1Lのドレンが排出されました。



4.5 .給油方法を知る

コンプレッサにはレシプロピストンを稼働するために潤滑油（コンプレッサオイル）が必要です。

オイル供給口を開けて潤滑油（コンプレッサオイル）を供給します。生産現場では 1 月前に潤滑油を入れ過ぎたために設備稼働中に潤滑油が溢れ出たトラブルが発生したようです。

給油窓を確認し、規定量を心掛けましょう。



赤い円の中央よりも多く
潤滑油を入れないこと。

給油量の把握

4.6 エアドライヤー

4.6.1 エアドライヤーの機能

フィルタを通過したエアは水分の除去は行なわれるが、水蒸気に関しては飽和状態に有り、二次側の温度変化でドレンが発生します。

エアドライヤーはエアの除湿（水蒸気の処理）を目的として設置され、二次側の機器の信頼性確保に効果があります。

動作原理は、冷媒によりエアを冷却する冷凍式ドライヤーが最も一般的で、他に吸着材を使用するヒートレスドライヤー、高分子膜を使用する膜式ドライヤーがあります。

1) 冷凍式エアドライヤー (アフタークーラ内蔵)



2) 乾燥剤式エアドライヤー (ヒートレス形)



大気圧露点
-70℃

4.6.2 エアドライヤーの清掃

冷却用のファンに埃がつくと、ファン用モーターが機能しなくなり冷却効果が低増します。

外壁カバーを外すとファンが確認できます。エアを吹き付けファンに付着した埃を除去します。



エアドライヤー外観

4.6.3 エアドライアーのドレン排出機構の動作チェックとフィルタ清掃

ドレン排出機構フィルタの下部にはドレン排出弁があります。指で軽くひねることで、フィルタ内部にたまったドレンを排出できます。



ドレン排出弁

フィルタ取り付け状態

フィルタ清掃

フィルタの蓋はエアドライアーに固定されているため、ケース（下部）を外します。ケース（下部）は手で外すことができます。



ケース（下部）を外す前



ケース（下部）

内部には網目のフィルタがあります。ゴミが付着しているためエアを吹き付けることでゴミを除去できます。



目詰まり状態



清掃後

4.7 空気圧清浄化機器の位置を確認する

エア機器が多く使用されていますが、設備の圧力などを調整する清浄化ユニット（FRL）が見つかりません。

FRLはパネルを開けたところに配置されていました。

よってフィルタの汚れやルブリケーターの給油ができない状態です。

生産に影響しない場所に配置変更し、設備の状態を目で見て確認することが可能となりました。



FRLユニットの配置

映像

007(空気圧清浄化機器)

空気圧清浄化機器について理解を深めましょう



残圧排気弁

フィルタ

レギュレータ(減圧弁)

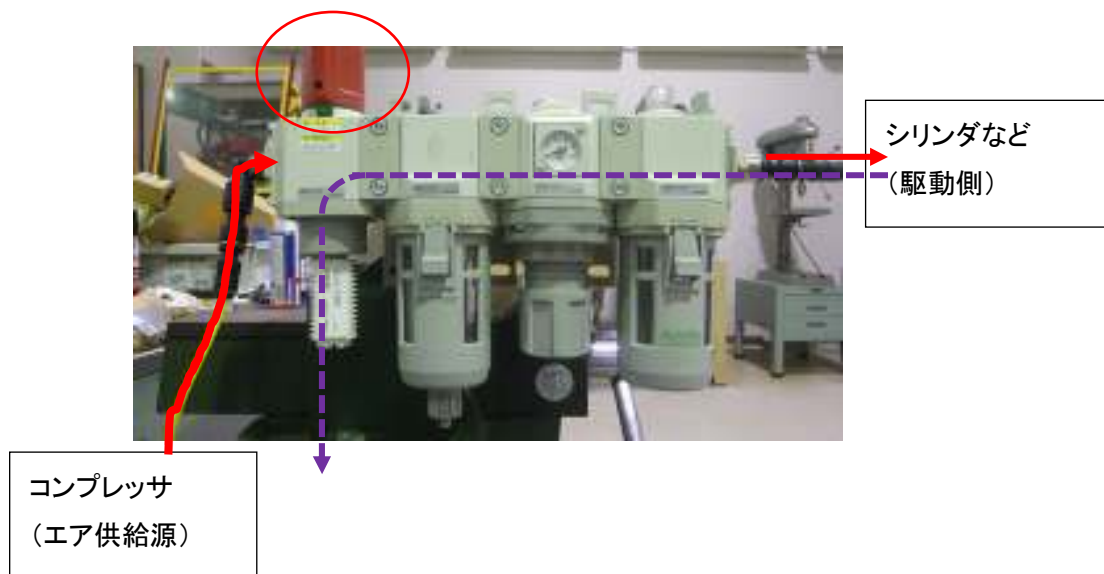
ルブリケーター(給油器)

4.8 残圧排気弁

コンプレッサから供給された空気は末端のシリンダなどに供給される前に、残圧排気弁、フィルタ（F）、レギュレータ（R）、ルブリケーター（L）を通過します。

設備をメンテナンスする際に、配管内部に空気が残っている（残圧）と2次災害を起こします。

残圧排気弁を操作することにより、残圧排気弁以降の空気（2次側）を排気します。



4.9 空気圧フィルタ

4.9.1 空気圧フィルタの原理

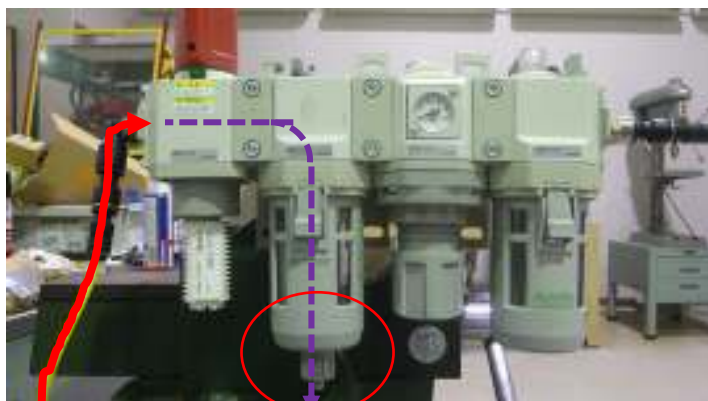
空気圧フィルタは圧縮空気中の固形の異物、油分または水分などをフィルタエレメントで除去する。フィルタエレメントはさまざまな材質やろ過度（除去される粒子の大きさ [μm]）があり、目的に応じて選択する必要があります

一般的な空気圧フィルタは、 $5\sim 40\mu\text{m}$ のろ過度で焼結体や樹脂のエレメントを使用し、固形の異物と水分を除去します

オイルミストセパレータは $0.3\mu\text{m}$ のろ過度のフィルタエレメントを使用し、油分を除去し、その他の異物は専用フィルタで除去します。

圧縮された空気には、大気中の水分とゴミが含まれています。大気中の水分やゴミはシリンダやバルブに使用されるパッキンを痛めたり、ゴミ詰りによって、機器の性能を発揮できなくなります。

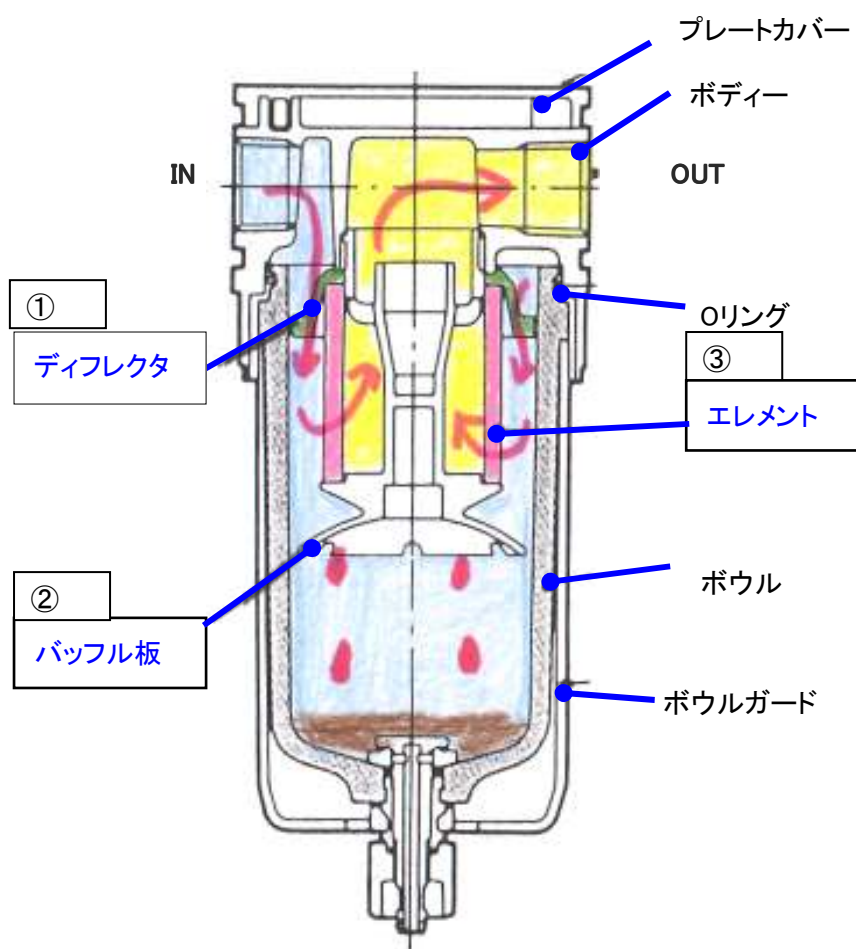
フィルタにはゴミと水分を除去する機能があります。
ドレンコックを操作することによって水分を排出します。



コンプレッサ
(エア供給源)

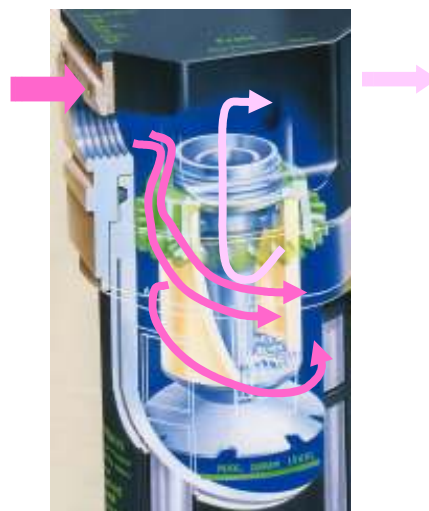
ドレンコック

4.9.2 空気圧フィルタの構造



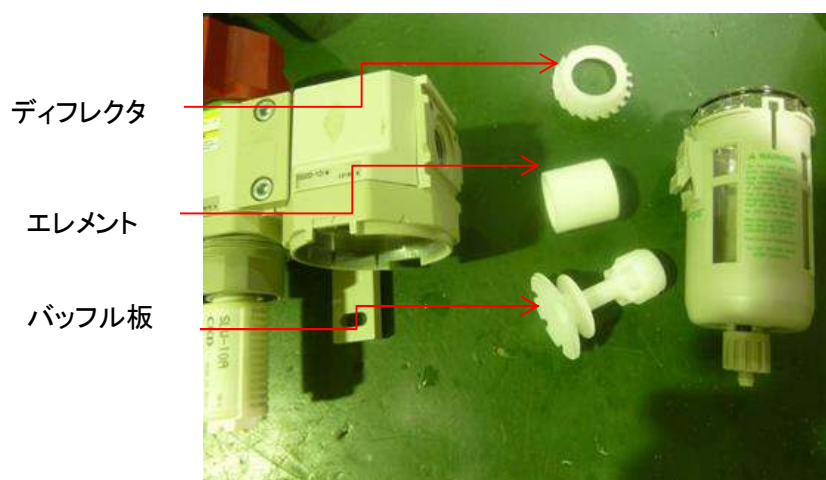
映像 008

(フィルタユニット分解手順)



映像 009

(フィルタユニットの組付け)

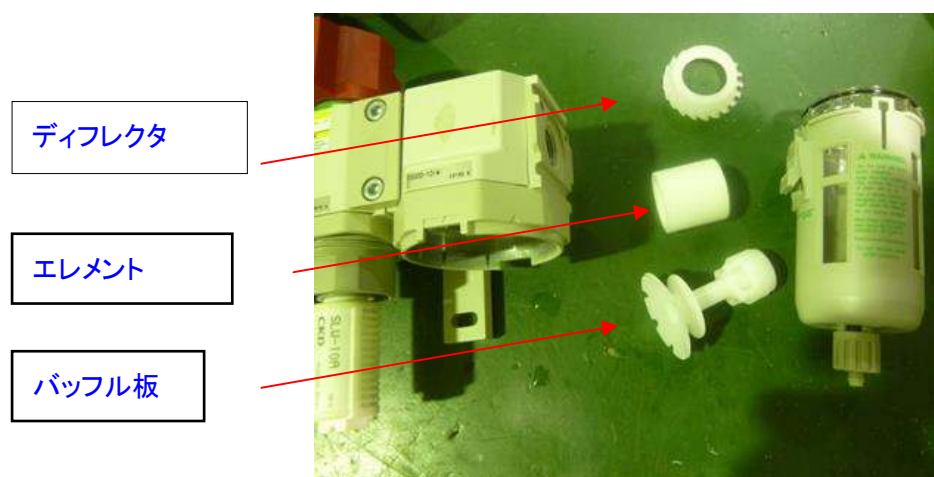


空気圧フィルタの構成

4.9.3 フィルタのメンテナンス

空気圧システムはゴミと水分の戦いです。水分が定期的に除去できないときや、フィルタがゴミなどによって目詰まりすると、1次側の空気流量を2次側に送れません。

流量はシリンダ可動速度に影響することから、定期的にフィルタの状態を確認しましょう。



エレメントは内側が細かく、外側が粗い目になっています。指で確認しましょう。

バッフル板にエレメントを組み付け、ディフレクタを組み付けます。

ディフレクタは上下があります。間違わないようにしましょう。

はじめにバッフル板にエレメントを組み付けます。エレメントの汚れ、目詰まりを確認してください。



バッフル板とエレメント
の組み付け



ディフレクタの組み付け



バッフル板、エレメント、ディフ
レクタの組み付け

ケースへの取り付けには工具は用いません。バッフル板先端のネジ部とケースを組み付けます。

一度に締め付けようとせずに、着実に締め付けてください。隙間があると1次側のゴミと水分が2次側に通過します。



ネジ部



最後にボウルに組み付けます。

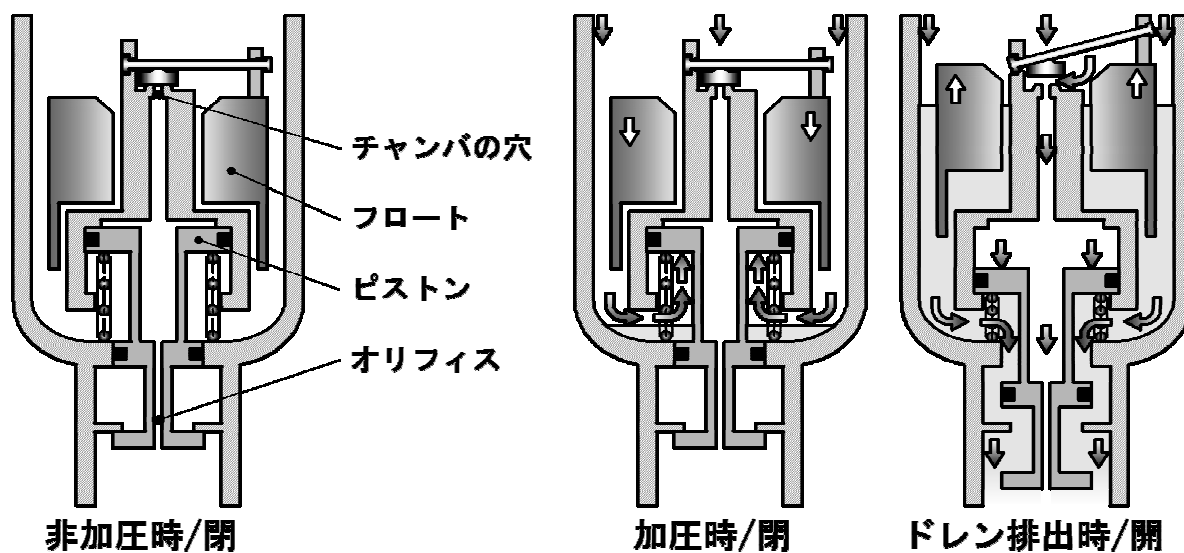


4.9.4 オートドレンフィルタの構造

ケース内に溜まったドレンの処理

ケース内に溜まったドレンをボタン等の手動操作で排出します。

ドレンがた溜まると自動的に排出するオートドレンを下图に記します。



4.10 レギュレーター

4.10.1 レギュレータの機能

レギュレーター（減圧弁）は供給配管側の高圧の圧縮空気を減圧して設備を稼動するのに必要な設定圧力に調整します。

また1次側の圧力変動や2次側の空気消費に伴う圧力変動に対して設定圧力の変動を出来るだけ保持する効果があります。



レギュレーターは一次側の高い圧力を減圧して二次側に供給します。よって一次側の圧力よりも高くすることはできません。

レギュレーターに設置される圧力計は二次側の圧力を示します。



2次側の圧力を表示する

1次側

2次側



4.10.2 レギュレーターの構造確認

機器を分解する際に気を付けることは、力を開放することです。

力には「空気の力」と「バネの力」があります。

レギュレーターの分解の際にはエア供給源を遮断し、1次側、2次側の「空気の力」を遮断してください（圧力を 0MPa にする）。

次に、レギュレーターの調整バネを緩めて「バネの力」を開放してください

映像 010

（レギュレータの分解
その1）



「空気の力」を遮断

二次側の圧力を調整するバネを緩めます
「バネの力」を開放

映像 011

(レギュレータの分解
その2)



ネジは均等に外しま
す（締め付けも均等）
締め付け工具が偏
らないように注意し
てください

ドライバーが斜めになっていると取り付けネジのネジ山をつぶしてしまう。
(左は斜めにドライバーをさした悪い状態)



ダイヤフラム



調圧スプリング

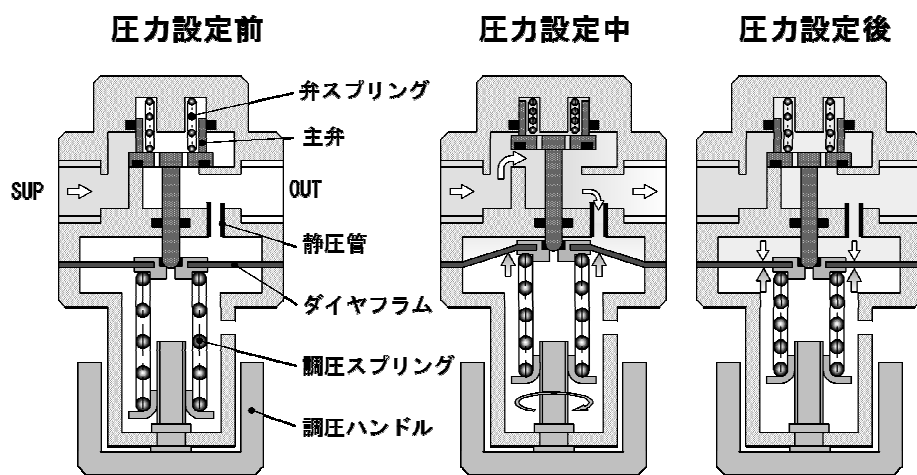
画像 0122

レギュレータの分解
の 3)



主スプリング

主弁



4.11 ルブリケーター

4.11.1 ルブリケーターの機能

ルブリケーターは給油が必要な空気圧機器（シリンダやエアモーターなど）に潤滑油を供給する機器です。圧縮空気中に潤滑油を霧状にし、流れを利用して機器に供給します。

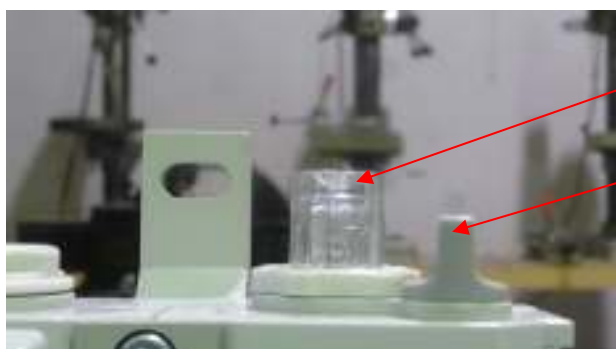
潤滑油の供給量は滴下量と呼び、1分間あたりの滴下数で表します。常時油を供給しないと焼き付け等のトラブルを起こします。

最近の空気圧機器は潤滑油の補給や回収の手間を省くために、あらかじめ潤滑油（グリス）を塗布してある無給油仕様が主流となっており、また、給油不可の機器もあるので使用の際には注意が必要です。

油の供給量は滴下調整つまみを操作します。

生産設備が稼働しているときに、油が無くなった場合または継ぎ足したいときは、供給コックを開けて、手差し給油します。

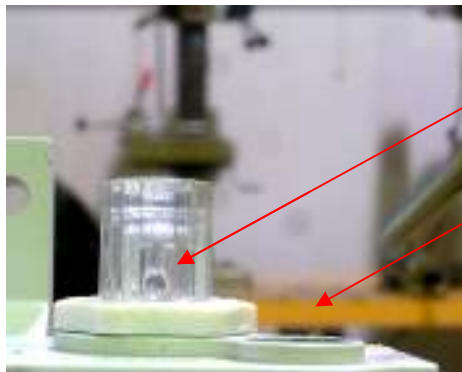
ルブリケーター内部には油の逆止弁があり、供給コックを開けたことにより、油の噴き出しを防ぎます。



滴下調整つまみ

供給コック

一の滴下)

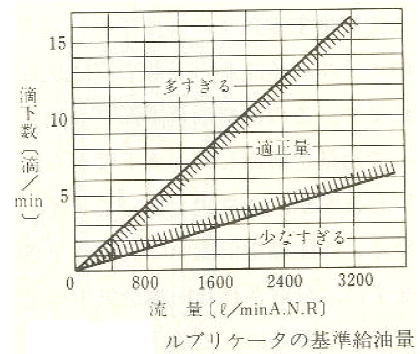


滴下が止まる

供給コックを開く

供給コックを開いて、油を供給します。
供給コックが開いているときは、チェック弁によって油の滴下は停止します。

潤滑油は、タービン油 1 種 ISO・VG32 無添加を使用し、
滴下量は加圧エア 1m³ に対し
1～2cc 程度になります。



4.11.2 ルブリケータの構造確認

一の分解)



チェック弁

ベンチュリ部



1 次側が広がっている

ダンパー

の導油管)

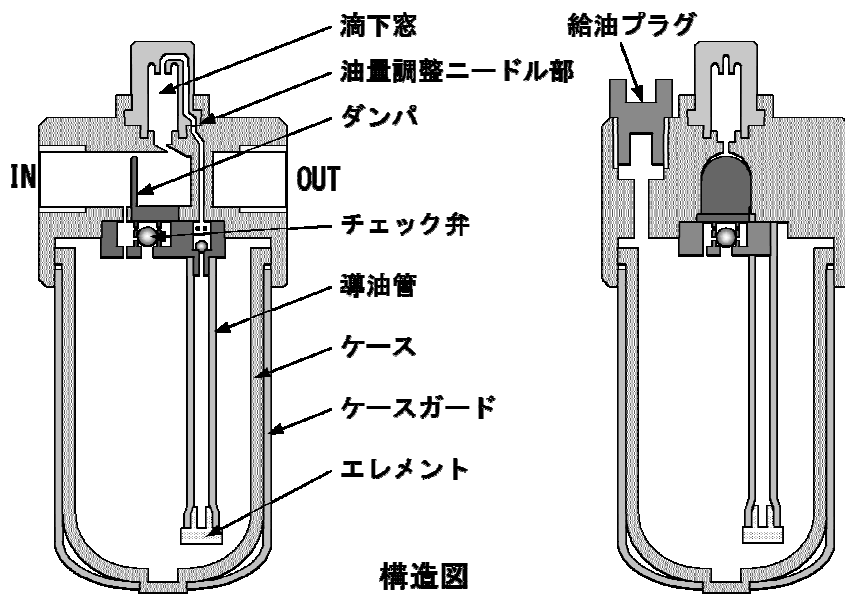


導油管



エレメント

目詰まりが
無
い確認



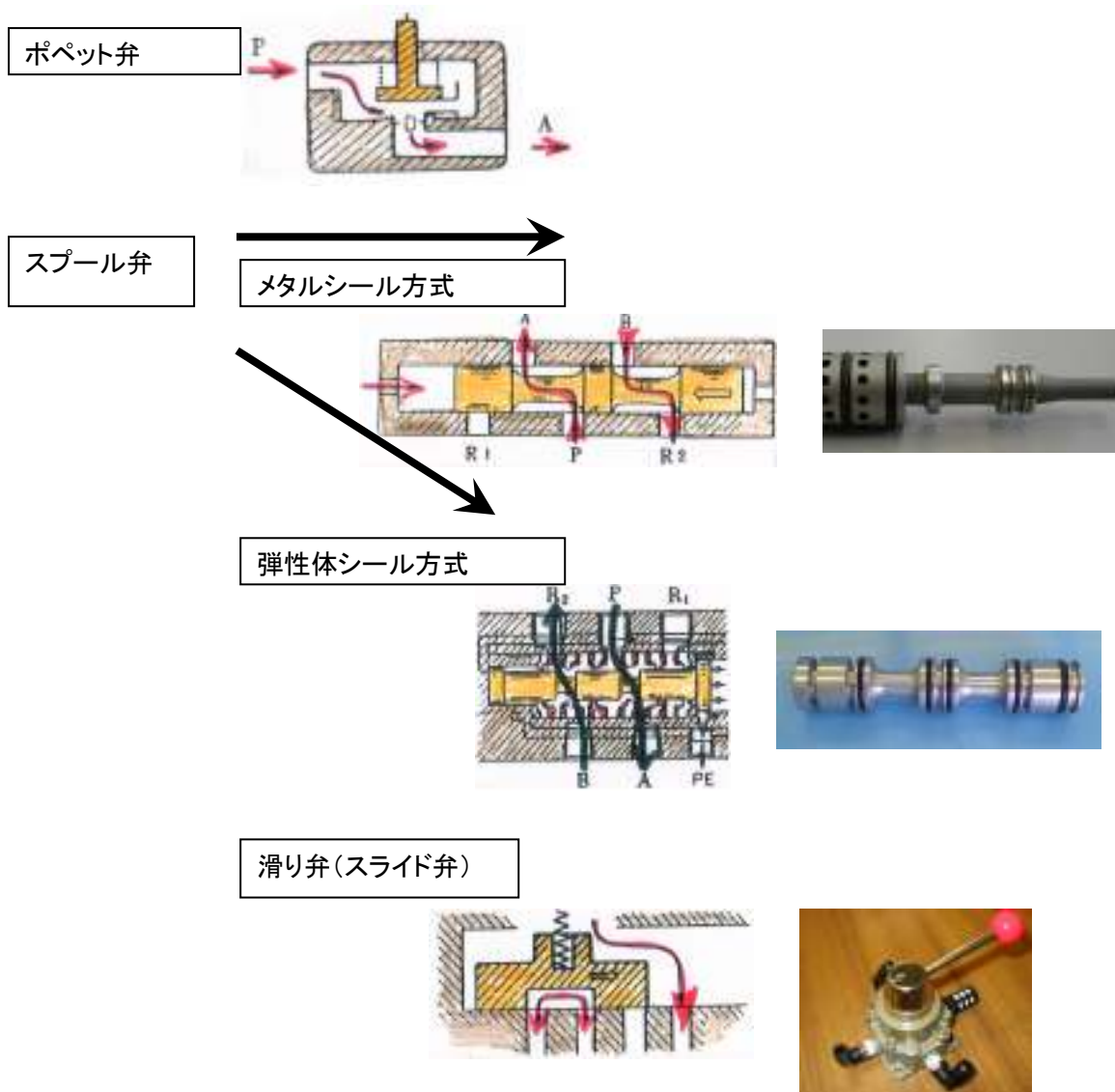
4.12 方向制御弁

方向切換弁とは、「2 個以上の流路と 2 個以上の配管接続ポートを有する」方向切換弁を言います

方向切換弁の分類方法

1. ポート数による分類（2 ポート、3 ポート・・・）
2. 作動位置による分類（2 位置、3 位置・・・）
3. 操作方式による分類（直動形、パイロット形・・・）
4. 弁体構造による分類（ポペット、スプール・・・）

4.12.1 弁体構造による分類



4.13 5ポート電磁弁

5ポート電磁弁は主として複動アクチュエータの作動に数多く使用されます。

直動型とパイロット型の2種類あります。

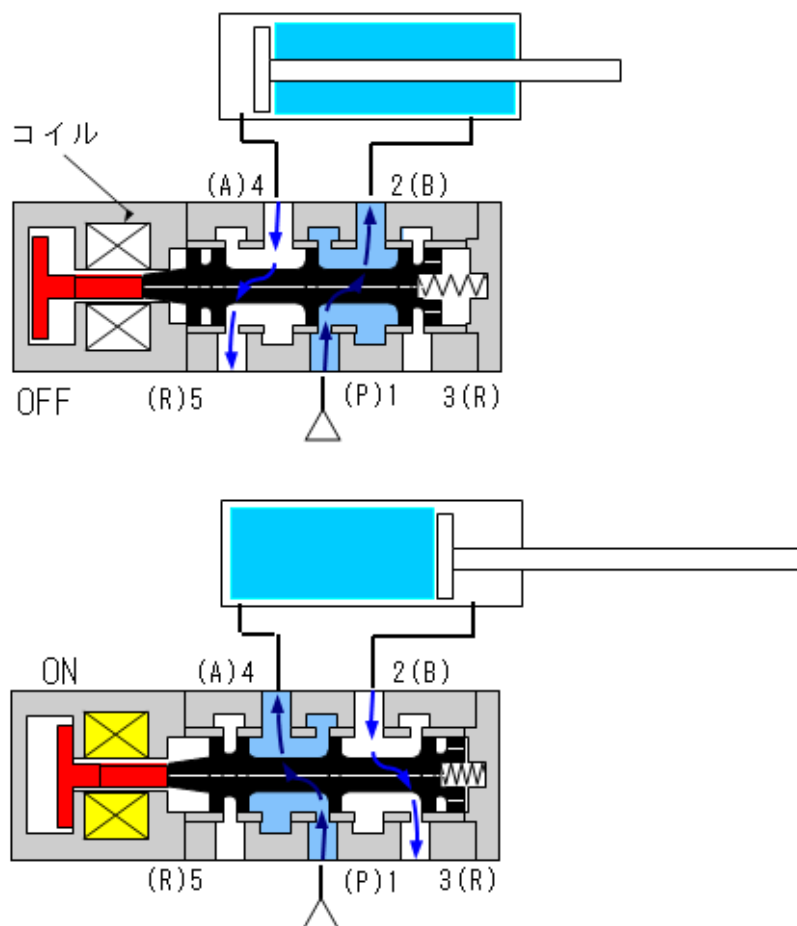
4.13.1 直動型5ポートシングルバルブの原理

構造と原理

コイルに通電すると、プランジヤは電磁弁によって吸引され、弁体のスプールは右側に移動します。

圧力口PはAポートに、Bポートは排気口R2にそれぞれ接続し、排気口R1は閉じられる。コイルへの電気を切るとスプールはばねによって左側に復帰します。

この時、圧力口PはBポートに、Aポートは排気口R1にそれぞれ接続し、排気口R2は閉じられます。

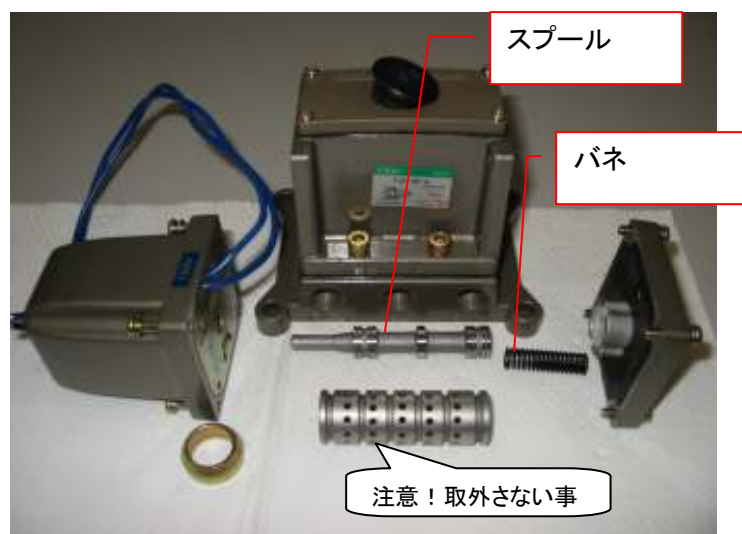


4.13.2 直動型5ポートシングルバルブの構造

ソレノイド（電磁石）でプランジャを吸引し、その力で弁体を動作させて流路の切換えを行ないます。

低圧の場合や圧縮空気の供給がない場合でも切換え操作を行なうことができます。

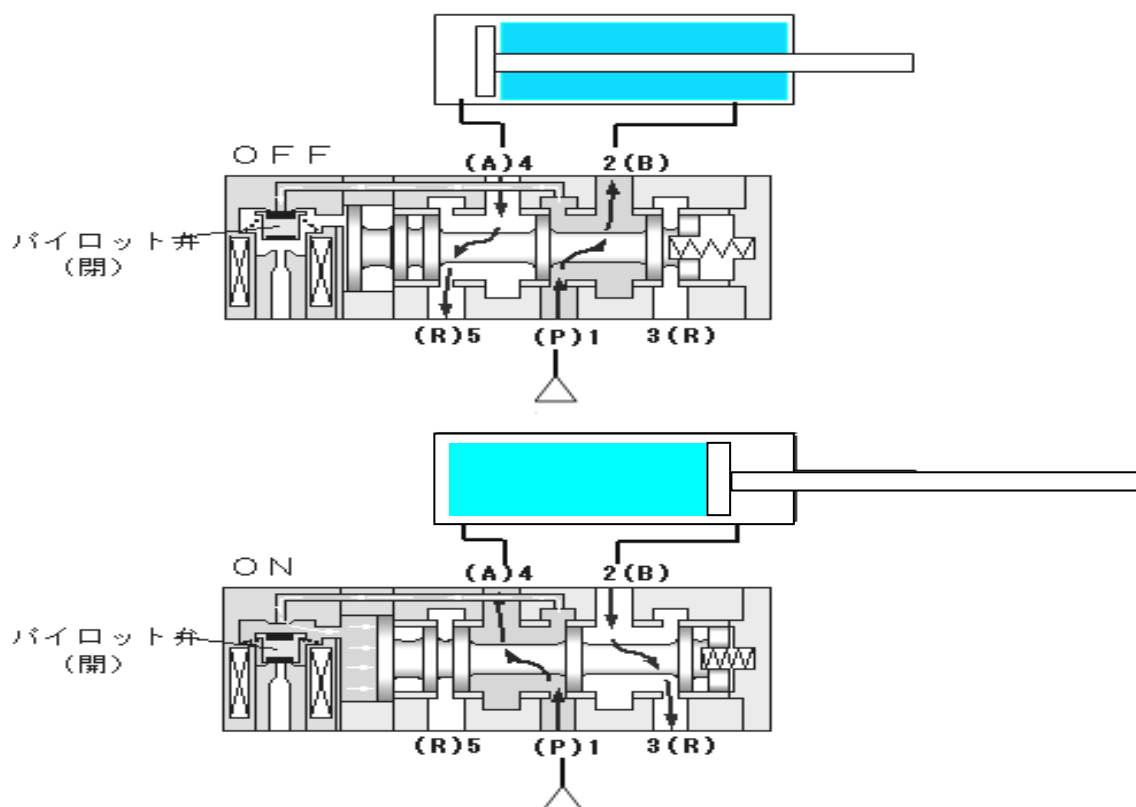
T形プランジャは電磁石の吸引力、ストロークなどを大きく出来るが、反面、形状も大きくなり消費電力も大きくなります。鉄心にはケイ素鋼板を何枚も重ね、長いストロークや弁体を切り替えるのに大きな力を必要とする場合に使用されます。



4.13.3 パイロット型5ポートシングルバルブの原理

圧縮空気の供給を受けた小さなパイロット弁（直動3ポート弁）をソレノイドで切換え、圧縮空気を主弁に作用させて切換え操作を行ないます。

直動式に比べ小さなソレノイドで済むので消費電力が少なく、逆に切換え操作力は大きくなり動作が安定します。また、大型のバルブでもコンパクトな形状をとることができます。



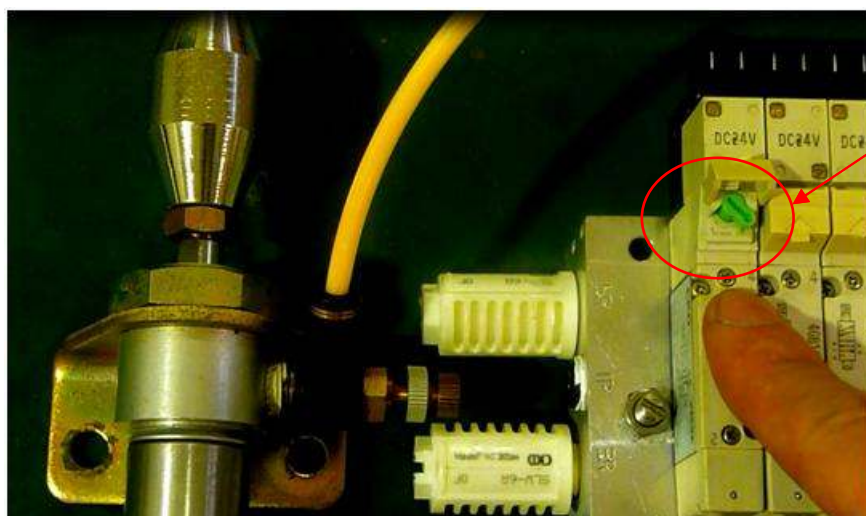
4.13.4 パイロット型5ポートシングルバルブの動作

映像015
(シングルバルブの動作)

シングルバルブの特徴

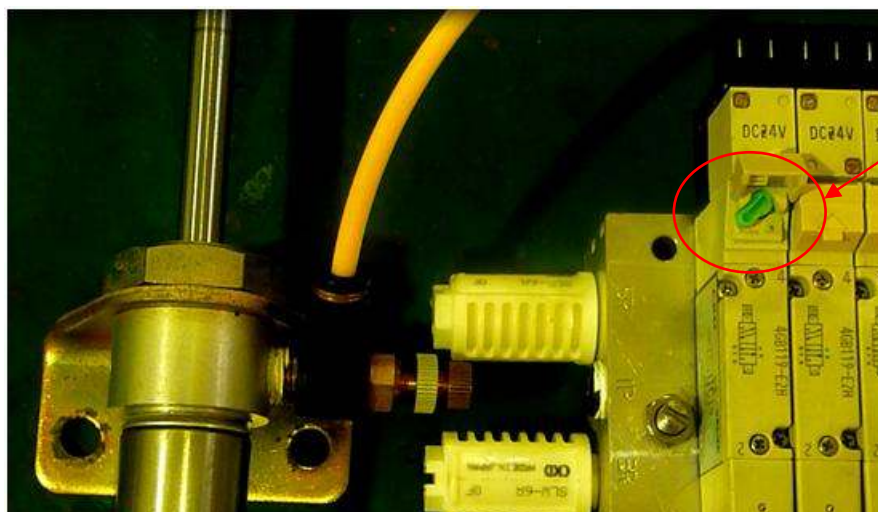
手動スイッチをONし続けると、シリンダが前進し続ける。

シリンダが前進中に手動スイッチから手を離すと（OFF）、シリンダが後退します。

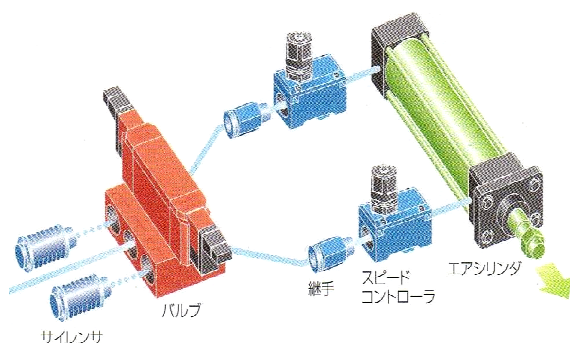


手動スイッチを切り替える（ON）と、シリンダにエアが供給された状態となります。

OFFするとロッドは後退します



4.14 流量制御弁(スピードコントローラ)

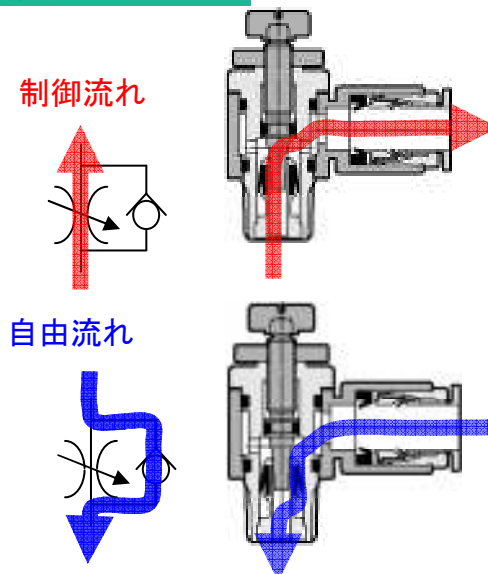
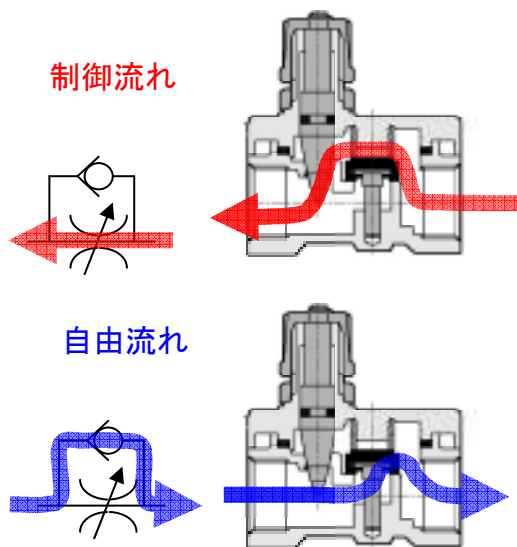


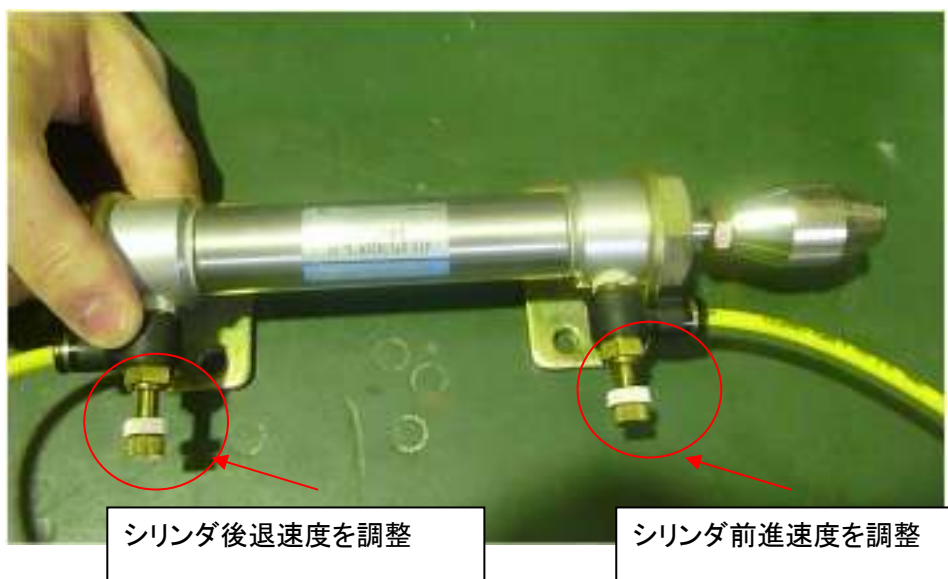
映像016
(流量調整弁の動作確認)

流量調整弁は取り付ける向きによって、メーターイン（排気絞り）とメーターアウト（吸気絞り）に分類されます。一般的にメーターイン（排気絞り）方式が取り入れられています。

動作を確認しましょう。

流量制御弁(スピードコントローラ)の構造



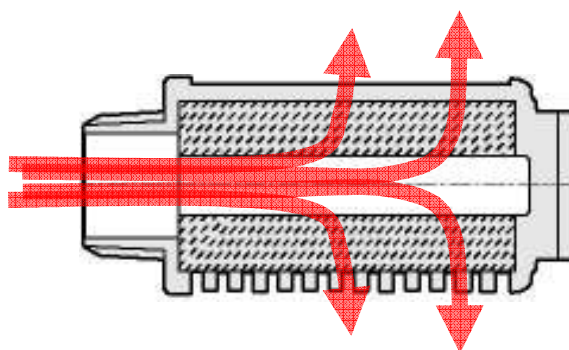
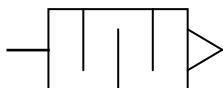


4.15 空気圧補助機器 (サイレンサ)

バルブはエアを切り替えるたびに、圧縮空気が大気に放出します。このときの音を消すこと、機器内部の油やごみを大気中にまき散らさないことを目的に、再連鎖を設けます。消音器 (サイレンサ) の構造



メタリングバルブ



4.16 空気圧アクチュエータ

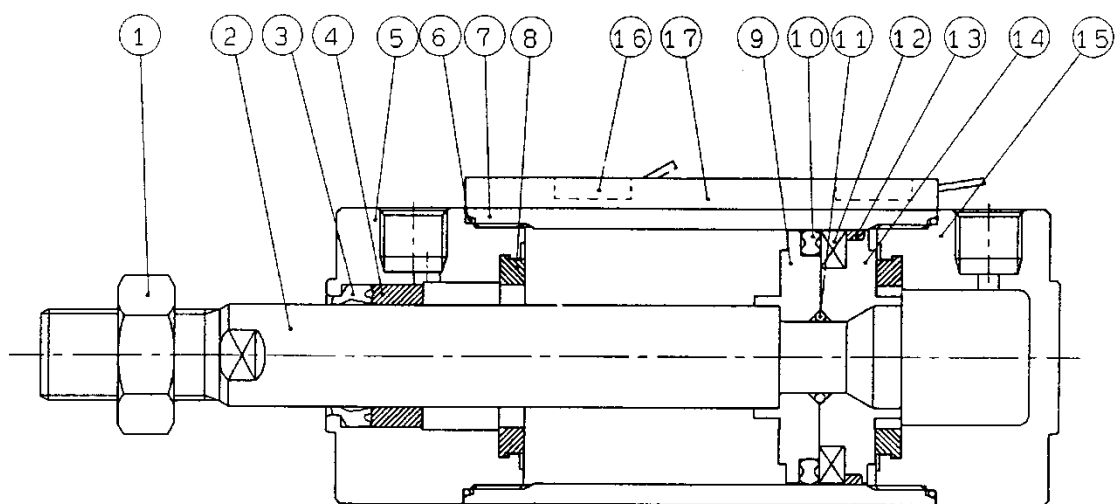
空気圧アクチュエータは、その構造の簡易性や使い良さから多くの産業機械に広く利用されています。

1) 空気圧シリンダの構造

空気圧を利用したアクチュエータのなかでは、空気圧を直線運動に変換する空気圧シリンダが多く利用されています。



一般的な複動形空気圧シリンダの構造図を示します。



シリンダ内部構造図

ピストン (Piston)

空気圧を受けて出力を**ピストンロッド②**に伝える役目をしています。ピストンに⑨⑭は**ピストンパッキン⑩**の他に、**シリンダチューブ⑦**との摺動をなめらかにする**ウェアリング⑬ (含油樹脂材)**や、**位置検出用の磁石⑫**などが組み込まれています。

パッキン、ガスケット (Packing, Gasket)

空気圧シリンダには、**ピストンパッキン⑩**、**ロッドパッキン③**などの運動用パッキンとシリンダチューブを密閉する固定用ガスケット⑧が使用されています。

材質としては、ニトリルゴム (NBR) が主流ですが、用途に応じてフッソゴム (FKM) やエチレンプロピレンゴム (EPDM) などが使用されています。パッキン形状は、設置場所に併せた特徴ある形状のものが多く使用されています。

シリンダチューブ (Cylinder tube)

外郭をなすパイプの部品で、材質としてアルミ材や炭素鋼材、ステンレス材などがあります。最近では、取付け用のT溝やシリンダスイッチ⑯の取付け溝を組み込んだアルミの押し出し材なども多く使用されています。

ピストンロッド (Piston rod)

ピストンと連結して出力を伝える役目をしています。材質としては炭素鋼材に耐食、耐磨耗効果で硬質クロムめっきを施しているものや、ステンレス材を使っているものがあります。

ヘッドカバー、ロッドカバー (Head, Rod cover)

シリンダ室の両端カバーで、給排気ポート、ロッドパッキン③、スクレーパー、ロッドの軸受け④やエアクッション機構などを組み込んでいます。材質としては、アルミ鋳造、アルミダイカストが多く使用されています。

シリンダクッション (Cylinder cushioning)

ピストンが両エンドカバーに当たる時の衝撃対策として、各種クッション機構が組み込まれています。

ブッシュ (Bushing)

ピストンロッド②をガイドするための軸受け④で、青銅系・アルミ系・鋳鉄系の含油軸受けや、樹脂材を組み合わせたドライベアリングが使用されています。

2) クッション機構

空気圧シリンダは、負荷の質量と移動速度によってはストローク終端で大きな衝撃が発生します。移動速度を制御する目的で、排気ポートに絞り进行方向と逆方向の力を発生させて速度を減少させ衝撃を低下させる方式です。クッションニードルの絞りを可変してクッション効果を調整できます。

エアクッション方式

排気側圧力を絞り込んで上昇させ、ピストンに進行方向と逆方向の力を発生させて速度を減少させ衝撃を低下させる方式です。クッションニードルの絞りを可変してクッション効果を調整できます。

