

バルブの歴史となりたち

第8回 「バルブとは？」

(一社) 日本バルブ工業会 バルブ技報編集委員
元 (株)キッツ
配管・バルブコンサルタント 小岩井 隆

9. バルブの基礎知識 (種類と構造、特徴)

バルブには様々な仕様 (技術的な要求) があるため、これを実現するための工夫がされている。バルブは流体の流れを制御できる唯一の配管機器であるが、その機能は至ってシンプルである。その機能と仕組みを見ていこう。

9-1. バルブの機能

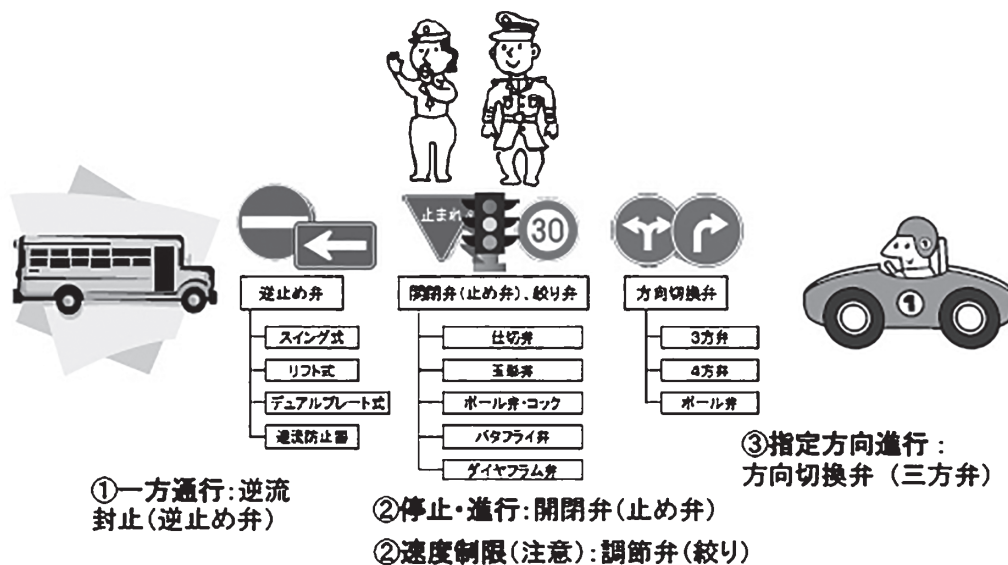
JIS B 0100-2013「バルブの用語」では、バルブは次の通り定義されている。

「流体を流す配管にあって、流体を通したり、止めたり、制御したりするための可動機構を持つ機器の総称」分かり易くい換えると、「配管の流れを止めたり、流したり、絞ったり、逆流だけを止めたり、流路を切り替えたりする配管用機器」ということになる。すなわちバルブにできることは、この3つ (全開と絞りを分けると4つ) でいたって明確で単純である。

バルブの機能を、流体を車、配管を道路、として見立てれば、極めて分かりや

バルブは配管のお巡りさん

・バルブの機能は3つ(止める・流す・切換)だけ



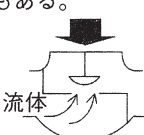
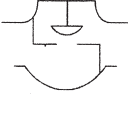
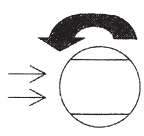
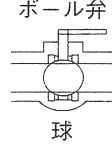
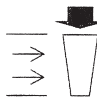


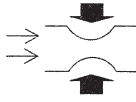
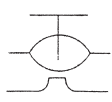

配管のお巡りさん? “バルブ” の機能はいたってシンプル

すく説明できる。道路を作っただけでは、車をスムーズに走らせることはできない。車を制御するものとして、法規や信号、標識などがなければならない。このようにバルブは配管上で流体を“制御”できる唯一の機器として存在し、見事にその役割を果たしているのである。

9-2. バルブの動作（基本的な構造原理）

バルブの基本的な作動原理(構造)は、いたってシンプルで、流体を止める（ま

たは絞る）ための可動部（部品：弁体）をどのように流路を塞ぐように移動させるか、で概ね4つの構成に分かれている。【I】押し付け（玉形弁、逆止め弁）、【II】スライド（仕切弁）、【III】押しつぶし（ダイヤフラム弁、ピンチ弁）、【IV】回転（ボール弁、バタフライ弁）である。当然、弁体が可動し密着した後は圧力流体を封止するわけであるから、どのバルブも弁箱と弁体双方に設けたバルブシート(弁座)面同士を強く押し付けることが必要であることはいうまでもない。

弁体の動き	バルブの種類	弁体の動き	バルブの種類
【I】押し付け こま上の弁体を流れに逆らって押し付ける方式。流れを利用して押し付ける方式もある。 	玉形弁 	【IV】回転 球状、板状および栓状の弁体を回転させる方式。 	ボール弁 
【II】スライド 板状の弁体を流れる方向に対し、ほぼ直角に滑らせる方式。 	仕切弁 		バタフライ弁 
【III】押しつぶし ゴム等弾力のある弁体を押しつぶす方式。 	ダイヤフラム弁 ピンチ弁 		コック 

バルブの作動原理（バルブの形式と構造）例

9-3. 止め弁の種類と構造

水、湯、低圧蒸気、燃料油、空気（英語の記号で“WOG”と呼ぶ）などの“低圧の汎用流体”に用いる標準化したバルブを“汎用弁”と呼んでいる。用語の定義はないため、あくまで業界イメージである。建築設備やプラント・工場のユーティリティ（製造支援）設備の多くは、

標準化されたこの汎用弁を大量に使用している。

配管の正流（設計した正規の流れ方向）及び逆流（正流の逆方向の流れ）の両方をハンドルなどの操作により開閉できるバルブを一般に“止め弁（広義の呼び方）”といっており、遮断弁とか開閉弁、弁類などとも呼ばれる。ここでは、

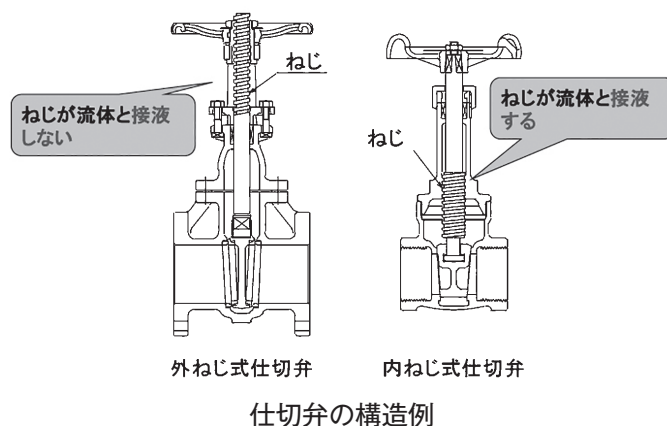
便宜上このバルブを“止め弁”と呼ぶ。特殊な用途のバルブには、ダイヤフラム弁やピンチ弁なども存在するが、汎用弁の止め弁としては仕切弁（ゲート弁）、玉形弁（グローブ弁）、ボール弁、バタフライ弁の4種類の構造をもつバルブがある（前表参照）。

逆止め弁（逆止弁とも呼ぶ）は、逆流だけを止めるバルブで正流は制限なく流れ、手動開閉操作はできない。配管設計で逆流が不都合である場合のみ設ける。

9-4. 仕切弁

一般に楔角を有した円盤状（今川焼とでもいった方がわかりやすい）の弁体が、横向き流れに対して上部から差し込まれて流路を塞ぎ流体を止める構造である。全開になると口径（管と接続する部分のバルブ内径で管の内径とほぼ等しい）面積が100%開き流体が抵抗なく通過できるので、極めて圧力損失の少ないバルブである。産業革命からほぼ同じ構造のものが使用されているため、長期の実績があり、公的規格で規定されているため信頼性に富む。一般には金属同士の面接触で流体を止める「メタルシート」であるため、使用圧力や温度範囲が広く、汎用から工業用まで広く用いられている。

開閉を操作するキーポイントは弁棒のねじで、この重要なねじ部がバルブ内で流体に触れる（接液という）と腐食性流体の場合にはトラブルとなりやすく、工業用は一般に「外ねじ式」といってねじが外部の接液しない場所に配されている。汎用流体では、内ねじ式でも特段問題はない。



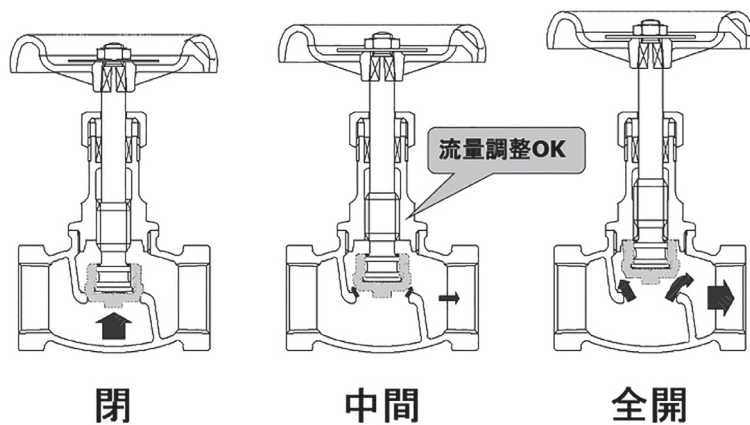
注意点としては、中間開度位置での絞りには使用できないため、全閉か全開の2位置のみで用いる。構造上、背が極めて高くなり設置スペースを必要とする弱点もある。

9-5. 玉形弁

バルブ内部で流路を流れ方向と直角に曲げ、下方の穴から吹き上がってくる流体を上方から弁体が押し付けて止める構造のバルブである。これも産業革命から特に“蒸気用”として開発されたバルブで、実績や規格による信頼性もあり下記の点で特に蒸気に向いている。

- ①全閉から一気に解放できないため、高温流体やガスで安全である。
- ②微小開度でも流量を絞ることができ、流量を徐々に増して流すことができる。
- ③手動で強くハンドルを操作すれば、シートの止まりがよりよくなる。

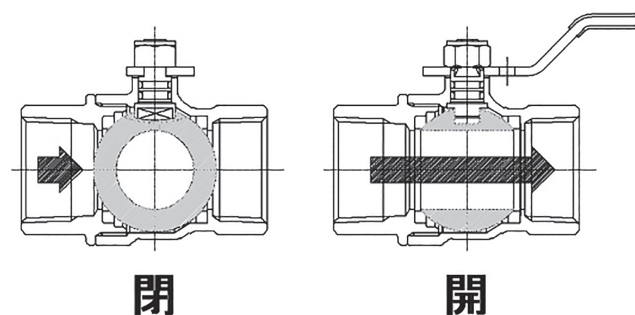
注意点としては、全開時の圧力損失が極めて大きいため、単なる止め弁としては選ばず、何らかの固有の長所を必要とする場合に選定する。また、止め弁としては、唯一バルブに流れ方向が決まっていって鋳出し表示などの矢印で流れ方向が指定されている。



玉形弁の構造 例

9-6. ボール弁

ボール弁は、穴のあいた弁体（球）を横向き流れに対して90度回転自在に配して開閉操作を行うバルブである。バルブのルーツで説明したコックと同じ動作をするため、「ボールコック」などとも呼ばれる。通常はシートの材料に四フッ化エチレン樹脂（PTFE）が多く用いられ、金属製のメタルシートに対して「ソフトシート」と呼ばれ特に気体には良好な封止性を示す。特に漏れやすいガスに向いている。



ボール弁の構造 例（フローティング形）

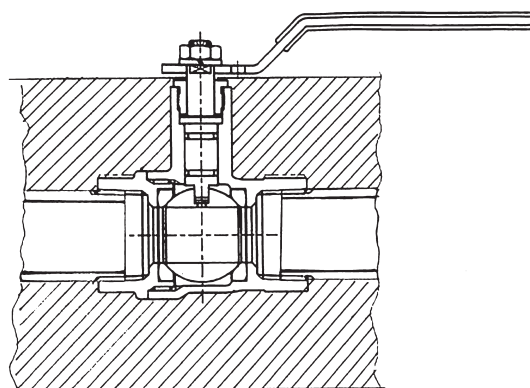
ボール弁では原則中間開度位置での絞りは特殊な用途例を除いては利用できない。このため、中間開度の絞りは許容された使い方を除き使用しない方がよい。

ボール弁は比較的歴史が新しいため、JISなどの公的規格は存在しない。

注意点としては、通常品は開閉状態図

のように全丈が極端に低くコンパクトではあるが、建築設備用の冷水配管など保温材料をラッピングする場合は、操作部の首が長い「ロングネック」タイプを選定する必要がある。冷水などでの結露防止には、樹脂製ハンドル付きを選定する。

一般的な用途では、ボール口径を1段絞った「スタンダードボア」を選ぶと配管損失は仕切弁とほぼ同じで特段問題なく経済的である。



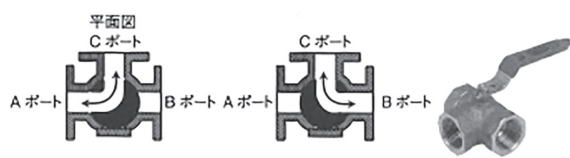
ロングネック構造のボール弁例と断熱材構造例

9-7. 流路切り替えバルブ（3方口弁）

ボール弁は弁体（ボール）内の流路構成を変えることで、容易に多方口切換え弁とすることが可能で、3方弁などでは流路切り替え用途に使用することができる。

方向切り替えは、通常の2方弁を2つ

使用しなければならないところ、3方弁なら1つで賄える。

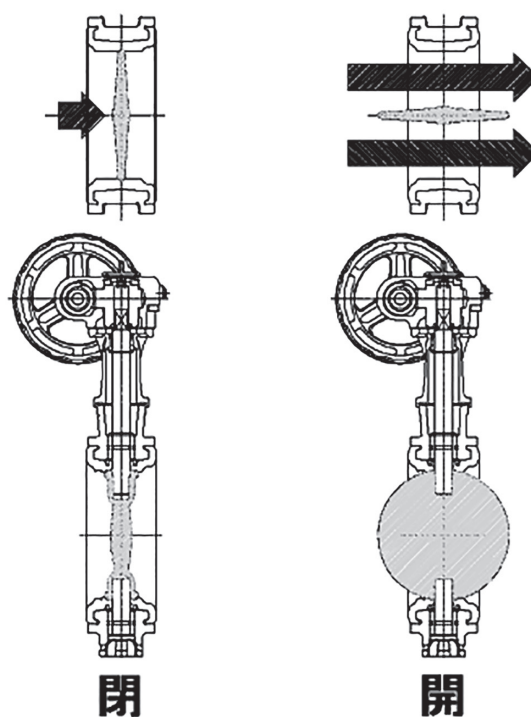


3方ボール弁の流路切り替え構造 例

9-8. バタフライ弁

バタフライ弁は円板状の弁体を90度回転して開閉操作を行うバルブで、弁体に相対するシートを有している。弁体の形状から「蝶弁」とも呼ばれる。一般的な構造は、「ゴムシート中心形」と呼ばれ、弁箱側又は弁体側いずれかに設けたシートにエラストマー(ゴム)を利用して流体の封止を行う構造で、汎用弁として広く利用されている。ゴムもPTFEとともに「ソフトシート」と呼ばれ良好な封止性を示す。ゴムシート中心形バタフライ弁はJIS規格B2032に制定されているが、JISマーク表示指定品目ではないため、「JISバルブ」とは呼ばずに「JIS準拠製作品」としている。このタイプのバタフライ弁は、ゴム材料により使用温度や耐食性の制限を受けるため、一般的にはもっぱら低圧の水・油・空気圧などの汎用用途に限られる。

注意点としては、シートのゴム材料は用途(流体の腐食性)によりEPDM、NBR、FPM、CRなど種々のゴム材料を選定・使い分けする必要がある。給水用には通常EPDM(エチレンプロピレンゴム)が良いが、給湯用にはFKM(フッ素ゴム)などの耐塩素劣化対策品を選ぶこと。本体(弁箱)材料はアルミ合金、鋳鉄、ダクタイル鋳鉄などが用いられるが、ゴムシートが健全な使



バタフライ弁の構造例(ゴムシート中心形、ギヤ操作機付き)

用期間においては本体材料が流体に接液しないため、耐食性はゴムシートと弁体について考慮しておけばよい。

中間開度の絞りは、微開状態を除き可能である。全開時は口径内に弁体の一部(シルエット)が残るため、全開時開口面積が100%を確保できなく圧力損失がある。

冷水用は、ボール弁と同様に保温材をラッキングする場合は、操作部の首が長い「ロングネック」タイプを選定すると同時に、「結露対策品」を選定するのがよい。

開閉操作方式には、ボール弁と同様のレバー式もあるが、建築設備用では一般に国交省標準仕様書で指定されているウォームギヤ式(図示)を全サイズに適用する。

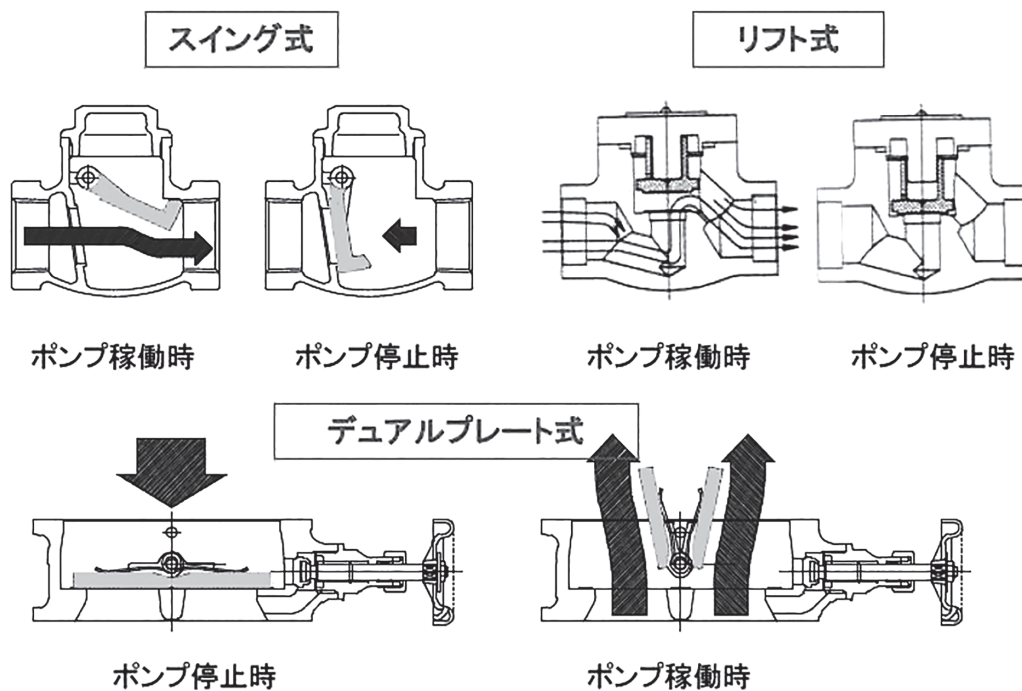
なお、バタフライ弁にはゴムシート中心形の他に、耐食性、耐高温・高圧などの使用範囲をカバーするPTFEまたは

メタルシートの二重偏心／三重偏心形も製造販売されている。

9-9. 逆止め弁

逆止め弁は、今まで説明した4種の止め弁とは異なり、“逆流のみを止める”

バルブである。バスタブ底の栓のように、流体の逆圧で封止する構造である。基本的な仕組み（動作）として、スイング式、リフト式、ボール式、デュアルプレート式などがある（図参照）。



各種逆止め弁の構造 例

注意点としては、流体の逆圧でシールするための最低封止圧力や正流に対して最低作動流量などが決められている。逆流に切り替わる際に場合によっては、バルブ自身でウォータハンマを発生する可能性があるため、選定に当たっては注意する必要がある。

10. バルブの基礎知識（バルブの接続端）

参考資料

1. 小岩井隆 「とことんやさしいバルブの本」 日刊工業新聞社
2. 小岩井隆 「基礎のきそ バルブ」 日刊工業新聞社
3. 小岩井隆 「バルブの選定とトラブル対策」 日刊工業新聞社
4. 小岩井隆 「新・初歩と実用のバルブ講座」 日本工業出版
5. 小岩井隆 技術雑誌 「設備と管理 増刷付録 バルブ入門」 オーム社

〈続く〉 第9回 「バルブとは？」

9. バルブの基礎知識（種類と構造、特徴） 続き

