

◇ ミニ特集 2 : 「バルブに係わる素朴な疑問」 ◇

バルブの選定とトラブルに係わる疑問

風間 洋一郎*

Q1. バルブの代表的な種類とその選定について教えてください

A1.

バルブの種類と適用流体を表1にまとめました。ただし、表1での判定は、あくまでも標準的なバルブで評価したものです。したがって最終的には各メーカーでの選定が優先されます。弁種選定を誤りますと、最終的には、バルブの取り替え、配管替え、サイズ変更など根本的な修復を必要とするため、多大の工数を要しコストがかかることがあります。

なお、表1は、各弁種に対する適用流体についてまとめたものであり、流体の種類が気体状で常温の場合と高温の場合、液体状の流体で温度が常温及び高温の場合の四種類に大分類し、弁種としては、代表的な玉形弁、仕切弁、逆止弁、ボール弁、バタフライ弁の大小口径について評価したものです。

Q2. 玉形弁と仕切弁の使い分けがわからないのですが

A2.

まず、仕切弁と玉形弁の構造をそれぞれ図1と図2に示します。

仕切弁 (Gate Valve) は一對の弁座輪の間で円盤状の弁体を上下させて流れを止める構造となっています。玉形弁に比べ、流れが一直線にな

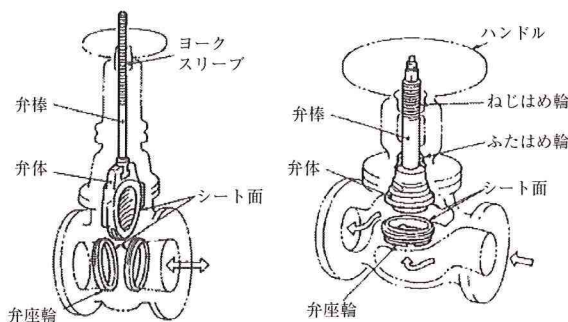


図1 仕切弁の構造

図2 玉形弁の構造

るため、圧力損失が少ないという特長があります。構造上、開閉のハンドル操作回数が多いため、一般的には操作頻度の少ない箇所に使用されます。また面間寸法は、比較的小さいが、全高寸法は他の弁種に比べると、大きいという特徴があります。高圧や高温で使用する場合には、弁体と弁座のシール面にステライトなどの高硬度材料を盛り金することで、耐久性の向上を図ることができます。

次に玉形弁 (Globe Valve) は仕切弁と並ぶ代表的なバルブで、外観形状が玉形をしているため玉形弁 (たまがたべん) と名付けられました。その構造から、圧力損失が大きなバルブで、スラリー、高粘度流体には適しません。また弁体が流体圧力を受けるため、全閉付近でのハンド

表1 バルブの種類と適用流体

流体	玉形弁			仕切弁			逆止弁						ボール弁			バタ弁		
	小	中	大	小	中	大	リフト			スイング			小	中	大	小	中	大
							小	中	大	小	中	大						
蒸気などの高温気体	◎	◎	○	▲	▲	◎	◎	▲	-	○	◎	◎	▲	▲	▲	-	▲	▲
空気ガス等の常温気体	◎	◎	○	▲	▲	○	◎	▲	-	○	◎	◎	◎	◎	◎	-	○	○
水油等の常温液体	◎	▲	▲	◎	◎	◎	▲	▲	-	○	◎	◎	○	○	○	-	○	○
高温水、熱媒油等の高温液体	◎	○	○	▲	○	○	▲	▲	-	○	○	○	○	○	○	-	▲	▲

*日立バルブ株

ル操作トルクが比較的大きなバルブです。また配管のコーナーなどの設置に適しているアングル弁(Angle Valve)(図3)、弁体を円錐状にして流体の調整機能を持たせたニードル弁(Needle Valve)(図4)も玉形弁に分類されます。

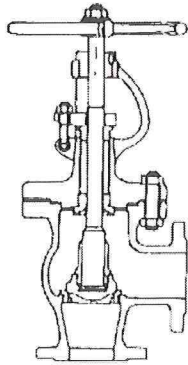


図3 アングル弁

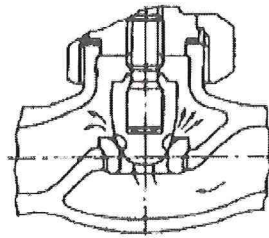


図4 ニードル弁の弁体形状

Q3. 一般弁を選定する際に確認すべきチェック項目を教えてください

A3.

一般弁のバルブ選定に際し、次の項目に注意を払う必要があります。

(1) 使用条件

適切なバルブとするために、まず流体の種類、圧力、温度とその弁の役割および主に本体に適用される法令、規格を確認しておくことが重要です。

(2) バルブの種類

玉形弁、仕切弁、逆止弁、ボール弁、バタフライ弁などがあり、この中で、使用する目的にあったバルブの種類を選択する必要があります。特に流体の性状(スラリー状、異物を含むなど)によって適切なバルブの種類を選択することが重要です。

(3) 本体の材質

マレブル、ダクタイル、鋳鋼、ステンレス、鍛鋼、青銅、樹脂などから、流体の種類、圧力、温度や適用法令、配管仕様書を満足する材質を選択する必要があります。

(4) 要部の材料

弁体、シートや弁棒などの要部には、腐食や摩擦のない材料が求められ、またシート漏れのない仕様とすることが必要であります。シートと

弁体の材料には、高温で使用する場合、耐摩耗性のあるステライトなどのハードフェーシング合金、温度の低い場合テフロンなどを使用します。いずれにしても流体の種類、圧力、温度により適切な材料を選択する必要があります。

(5) 呼び圧力

10K、20K、150Lb、300Lb、600Lbなどのクラスがあります。JIS、ANSI、JPIの規格で使用可能な最高圧力と温度の範囲が本体材質とクラス毎に定められていますので、必要に応じ、確認が必要です。

(6) 配管との接続方式と面間寸法

フランジ形、ねじ込み形、ウェハー形、溶接形などがあります。またバルブの種類と呼び圧力によって面間寸法が異なるので注意が必要です。

(7) パッキンとガスケット

流体の種類、温度、圧力に適合する材質を選択する必要があります。これら部品には、シール助剤として有機物成分を含む場合、長期での性能劣化、消耗があります。したがって性能劣化と保守交換コストを考慮した選定が必要となります。特にメンテナンスが困難な場所に設置されるバルブ、開閉頻度の高いバルブには、ベローズバルブを選定する方法もあります。決定が困難な場合は、バルブメーカーに問い合わせる方が確実です。

(8) 弁操作法

開閉頻度や設置場所などを検討して、手動とするか自動とするかを検討します。自動化する場合には、動力源や自動操作のための回路検討が必要となります。

(9) 呼び径

バルブに求められる流過特性を満足するバルブの種類を選択し、Cv値を計算して、これを満足するバルブ口径を選定します。バルブの耐久性を確保するため、流速が3m/sec程度までに抑えることが必要です。

(10) まとめ

各項目を整理してバルブメーカーのカタログ、JISなどの弁規格を参照してバルブ仕様書にまとめます。社内規格化する場合、管理コード(弁記号)を付けることが一般的に行われています。

Q4. 逆止弁の種類と使い分けを教えてください

A4.

逆止弁は、通常、「チェック弁」「チャッキ弁」とも呼ばれます。他のバルブと異なり、バルブ自体にハンドルがなく、流体の力で開閉させるもので、自力式の自動弁とも言えます。

リフト逆止弁 (Lift Check Valve) はふたの下部でガイドされた弁体が、流体の力で押し上げられる構造となっています。(図5) 流れが止まったり、逆流した場合、弁体の自重と流体の背圧で閉弁します。通常呼び50A以下の配管に使用され、水平配管にフタを天に向けて使用しないと作動不良となるので、注意が必要です。気体、液体の両方に使用されます。

スイング逆止弁 (Swing Check Valve) は、弁体の背面にアームを取り付け、このアームをピンで吊り下げた構造となっています。(図6) 流体が止まったり、逆流した場合、弁体の自重と流体の背圧により閉弁します。通常、呼び50A以上の水平配管または垂直配管に使用できますが、垂直配管に取り付ける場合には、流体が下方から流れるように取り付けます。主に液体に使用されます。

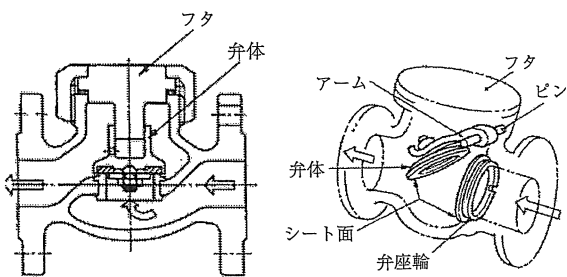


図5 リフト逆止弁の構造 図6 スイング逆止弁の構造

ねじ締め逆止弁 (Screw-down top Check Valve) は、図7のように玉形弁と逆止弁との両方の機能を持ったバルブです。弁棒と弁体との結合が弁棒の軸方向に固定されていないため、弁棒を開方向に回しても開弁できませんが、閉方向に回すと、閉弁できる構造となっています。普段は弁棒を開弁状態にしておき、リフト逆止弁として使用し、閉弁したいときはハンドルを回すことで、閉弁できます。

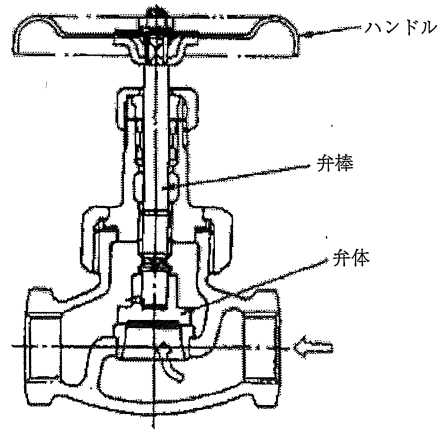


図7 ねじ締め逆止弁の構造

インライン逆止弁 (Line Check Valve) の外観はユニオン継手のような形状ですが、図8のように内部に弁体、ガイド、スプリングが組み込まれた構造となっています。コンパクトで取り付け方向に制限がなく、最小開弁圧が10kPa以下と極めて小さく低圧にも使用することができます。

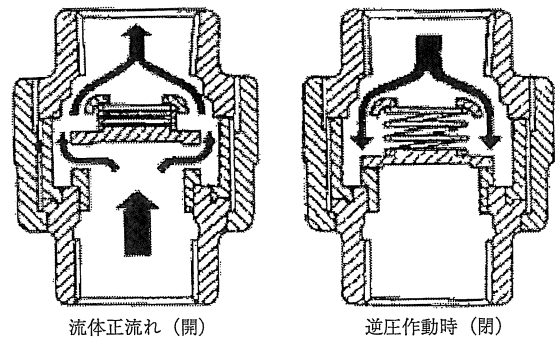


図8 インライン逆止弁の構造

Q5. 仕切弁を蒸気を使用したら、ハンドルが重く操作できないのですが、なぜでしょうか？

A5.

図9のようにボイラーの缶底ブロー弁に小口径仕切弁を使用しますと、ハンドルが極端に重くなる「ハンドルステック」現象が起きる場合があります。これはバルブを閉めるときは、そんなに強く閉めていないのに、配管が冷却してから開弁しようとするときハンドルが重くなる現象です。原因は、図10のように冷却時に熱収縮のバルブ内外の差によってくさび状弁体が強く下

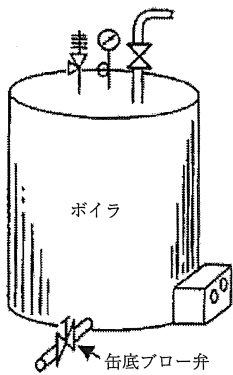


図9 缶底ブロー弁

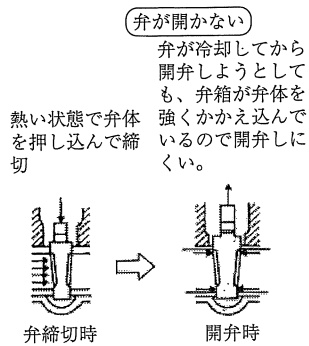


図10 ハンドルスティックのメカニズム

部に押し込まれることで、これによってハンドルトルクが極端に重くなるものです。

弁箱に剛性の高い鉄系の材料を用いたバルブが保温されずに使用されると、蒸気が流れている状態では、バルブ全体が加熱されて熱膨張しています。この状態で閉弁すると、外気によりバルブは外側から冷却が始めますが、内部の弁体、弁棒の冷却が遅れるため、弁箱と弁体、弁棒間で熱収縮に差がでることになります。

応急対策としては、バルブを閉弁後、ハンドルを1/4~1/2回転戻し、弁棒の突張力を解放する対策や配管を保温し、ゆっくり冷却する方法があります。恒久的には、玉形弁にバルブを変更する必要があります。液たまりがあってはならない場合には、Y型弁を用います。また加熱冷却の頻度が高い場合には、グランドパッキンの増締めを必要としないベローズ弁(図11)も適正な選択肢となります。

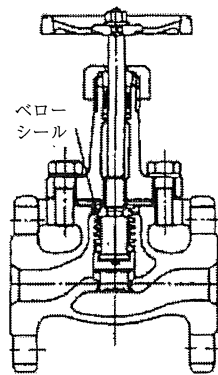


図11 ベローズ弁の構造

Q6. スイング逆止弁の弁体が脱落してのですが、なぜでしょうか？

A6.

スイング逆止弁がポンプ出口側に設置され、短期間に弁体脱落となった例で回答します。逆止弁をポンプ出口の近傍に設置しますと、流体の

乱流により逆止弁の弁体が回転し、短期間に弁体の軸が摩耗して弁体の脱落などの問題が生じることがあります。ポンプ出口に設置する逆止弁は図12に示しますように、渦流の影響を受けないように曲がり管から、1次側で5~10d、2次側で5d以上の直管部を設けることが必要となります。しかしプラントのコンパクト化の阻害要因となり、対策できない場合が多いのが実情です。この場合には、メーカーと相談して弁体の回り止めを付けて対策する方法があります。

使用条件によってスイング逆止弁のトラブルは、他にもあります。流量が少ないことによる全閉付近でのチャタリング、流量過大による全閉付近でのフラッタリング、急開、急閉による弁体取り付けボルトの衝撃破断などがあります。これらの現象が事前に予知できる場合には、カウンターウェイト(バランス)やダッシュポット付などで対応することを検討する必要があります。懸念がある場合には、詳細の使用条件をメーカーに伝え、メーカーに選定依頼することも一つの方法です。

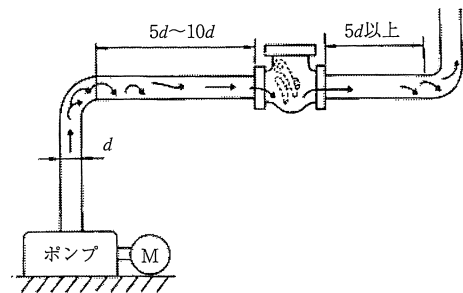


図12 ポンプ出口側の逆止弁設置条件

Q7. 仕切弁で異常昇圧が発生する場合がありますか？

A7.

C重油など高粘度流体の配管では、液体の粘度を下げてポンプの省エネを図るため、スチームトレース配管されるケースが多くあります。ここでの例では、使用された仕切弁付近で、突然、C重油が噴出したケースです。保温カバーを外してみると、ガスケットが破裂していました。原因は、弁体と本体で形成されるポケット部に残ったC重油が熱膨張し、異常昇圧したことで

ありました。仕切弁を全閉すると、ポケット部に流体が残留します。この状態でスチームトレースしますと、残留したC重油は液膨張し、逃げ場を失って圧力容器として最も弱い弁箱とふたを接続するガスケットが破裂したものです。仕切弁、ボール弁などシートが2ヶ所あるバルブは、ポケット部ができますので、全閉のまま、加熱してはいけません。このような場合は、図13に示しますように、弁体にパーマネントリークホールを片側を開けることで、ポケット部の内封は防止できます。ただし高压で使用する場合には、入り口側に設けまないと、シート漏れが発生する場合があります。

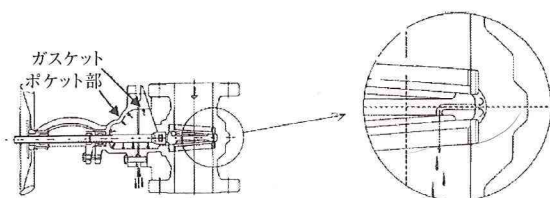


図13 仕切弁の異常昇圧の対策

Q8. 玉形弁の微少開度で使用したら、エロージョンが発生したのですが、なぜですか？

A8.

玉形弁は仕切弁と異なり、中間開度で使用して流量調整ができるバルブです。しかし口径選定または流量特性が適正でない、極めて微少開度で流量調整することになる場合があります。1例として蒸気を全開リフトの1/20程度の微少開度で使用されて、使用開始後、1年足らずでエロージョンにより本体に穴が開き蒸気が噴出した事例があります。これは通常の玉形弁を極めて微少開度で使用したため、弁座と弁体の狭い開口部から激しく噴出した蒸気は弁箱内壁に激しく衝突し、内壁にエロージョン（壊食）を発生させたものです。蒸気がドレン混じりの湿り蒸気であったことと、設置環境が腐食性雰囲気であったことが促進する要因となりました。図14に玉形弁がエロージョンによって、弁箱肉厚が薄くなった例を示します。なお、右側の写真は、同バルブの新品の断面写真です。

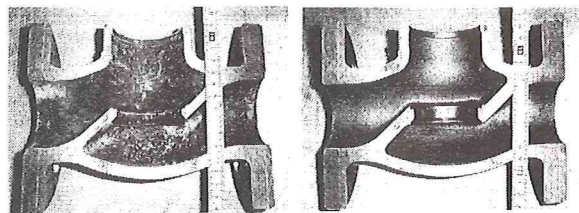


図14 玉形弁のエロージョン例

対策として、弁サイズを見直し、弁開度が20～30%程度で使用するようにしました。また流量特性を流量調整に適したニードル弁に変更して対処しました。また参考までに仕切弁を中間開度で使用してエロージョンで本体に穴が開いた例を図15に示します。

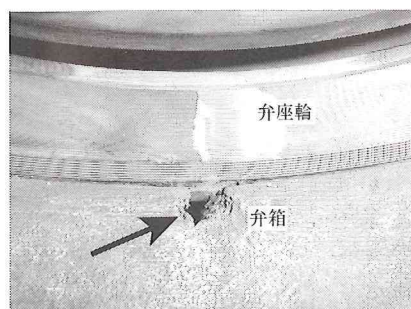


図15 仕切弁の中間開度使用でのエロージョン例

Q9. 漏洩電流によるバルブの腐食は、どうして起こるのですか？

A9.

漏洩電流による腐食は、異種金属接触による局部電池腐食が通常1～5年と長い期間で腐食が進行するのと異なり、電流値が大きいため3～5ヶ月程度で作動不良や本体漏れにつながるケースが多いのが特徴です。

漏洩電流で最も多いのは、水中ポンプからの漏洩や電動機のアース電流が配管に流れ込むケースであります。対策としては、水用絶縁継手を対象バルブの前に入れて、電流の流入防止を図る方法もありますが、本質的には配管に流れ込む電流の元（電動機の絶縁劣化など）を突き止めて、これを除去することが重要です。

(原稿受付 2003年7月18日)