

バルブの歴史となりたち

第10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

11. バルブの基礎知識(圧力—温度基準)

11-1. 温度が高くなると強度が低下する材料

材料の機械的性質として、あらゆるもの(金属や樹脂など)は、温度が上昇すると強度(代表的なものは許容引張応力)は低下することが知られている。一

般的な金属では約120℃くらいから、樹脂などでは50℃くらいから低下する。常温(5~40℃)のみでの使用では、材料の強度低下をあまり気にしなくてよいが、蒸気など高温になると材料の強度低下を考慮して配管材料および最高許容圧力を選ばなくてはならない。

表6.1 非鉄金属材料の許容引張応力(例)
JIS 圧力容器の構造—一般事項(JIS B 8265:2003)
種類: JIS H 5120:2009銅及び銅合金鋳物
記号: CAC406

各温度(℃)における許容引張応力 N/mm ²								
~40	75	100	125	150	175	200	225	250
42	42	42	41	40	39	38	37	—

材料の許容引張応力 例(一般青銅CAC406)

11-2. 圧力—温度基準とは何か?

前記の理由で、高温での使用や特に危険を伴う使用条件では、許容圧力を制限して安全サイドにマージンを持たせることを規定している。圧力—温度基準は、バルブと同じ配管材料である管や管継手にも当然のことながら存在する。

例えば、JIS B 2011「ねじ込み形 青銅弁 呼び圧力10K」では、表に示すように120℃以下の流体では、最高使用

圧力が1.4MPaに、185℃の流体(10Kの飽和蒸気)では、最高使用圧力が1.0MPaにそれぞれ規定されている。

ソフトシートを有するボール弁やバタフライ弁では、構造、材料、パッキンなどにより個別に異なるが、概ねボール弁では流体使用温度を160℃以下、ゴムシート中心形バタフライ弁では80℃以下に制限されている。このため蒸気などには使用できない。

表5 JIS B 2011青銅弁の改正内容(圧力-温度基準)

(旧版(2003年版))流体の状態と最高許容圧力との関係

流体の状態	最高許容圧力(MPa)		
	5 K	10K	
120℃以下の油、空気及び脈動水	0.5	1.0 0.85 ^{b)}	1) ソルダー形には適用しない。 2) 仕切弁に適用する。 3) 呼び径32以上のソルダー形に適用する。
飽和蒸気 ¹⁾	0.3 0.2 ¹⁾	1.0 0.7 ¹⁾	
120℃以下の静流水	0.7	1.4 1.2 ¹⁾	

(新版(2010年))圧力-温度基準

呼び圧力	流体の温度 [℃]	最高使用圧力 ^{a)} [MPa]	
5 K	-29 ^{a)} ~120	0.7	a) ソルダー形は-16℃とする。 b) ソルダー形には適用しない。 c) 最高使用温度であって、仕切弁の場合は、134℃とする。 d) 最高使用温度であって、仕切弁の場合は、171℃とする。 e) 20℃を超え最高使用温度までの中間の温度における最高許容圧力は、比例補間法によって求める。 f) 呼び径32(1 1/4)以上のソルダー形に適用する。
	159 ^{b)} c)	0.5	
10K	-29 ^{a)} ~120	1.4 1.2 ^{d)}	
	185 ^{b)} d)	1.0	

流体の状態による制限を廃止し、流体の温度と最高許容圧力との関係のみとした。流体は凝結しないこととする。なお、高圧ガス保安法その他によって使用禁止または使用制限が加えられている場合、使用者は法令の範囲内で使用されなければならない。

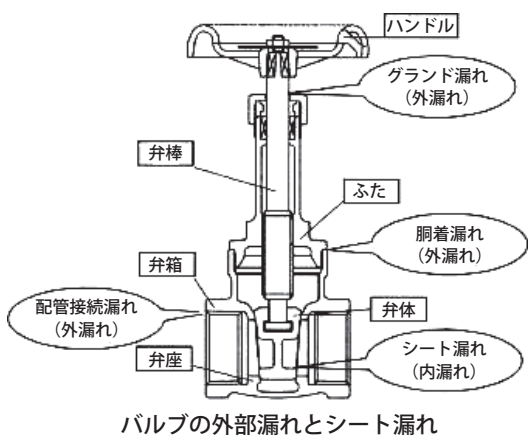
JIS B 2011「青銅弁」の圧力-温度基準 例

12. バルブの基礎知識 (バルブシールの理論と注意点)

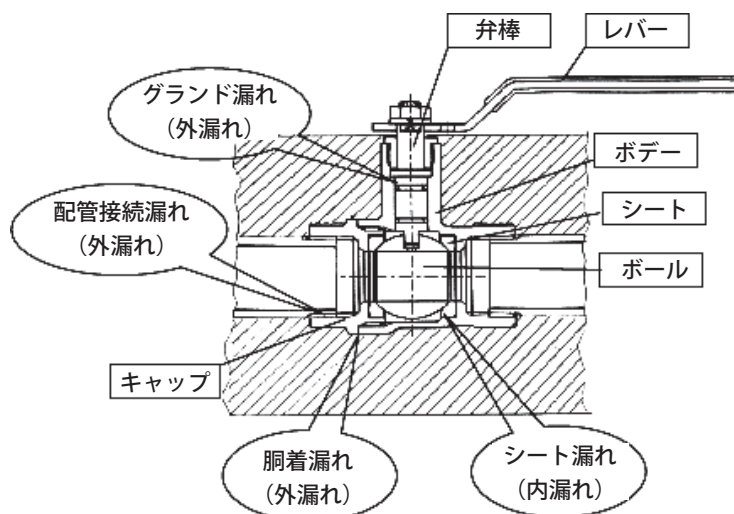
12-1. バルブの漏れ箇所

一般的なバルブにおける「外漏れ」はバルブから配管外部(外)への流体の漏

れをいい、①接続端漏れ、②ボデー・ボンネット接続部漏れ、③グランド漏れの3か所が存在する。また、「内漏れ」は配管内漏れで弁座(シート部)漏れ一か所をいう。



バルブの外部漏れとシート漏れ



バルブって漏れる可能性のある箇所が多いのだね!

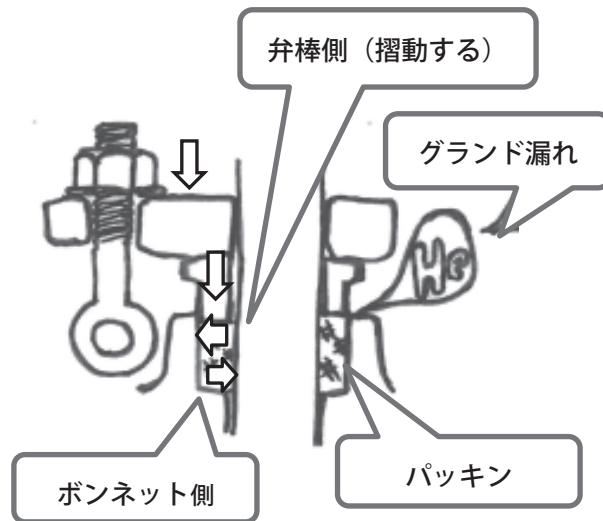
12-2. 漏れ箇所のシール

前項の漏れ箇所のうち①は、管継手と共通でねじシール材やフランジガスケットなどを用いてシールする。②弁箱とふた間の漏れ(業界用語で胴着漏れとも呼ぶ)は、ガスケットなどを用いてシール

することが多いが、本体材料が青黄銅やステンレス鋼の場合はガスケットを使用せず“メタルタッチ”でシールすることが多い。汎用弁については、「基本的にこの部位を分解して修理する」という行為がない(バルブごと取り換えるから)

ことを想定しているためである。③弁棒漏れ（グランド漏れとも呼ぶ）は、パッキンまたはOリングなどを使用してシールする。①及び②は、固定部のシールであるが、③は運動部（弁棒が摺動する）

のシールとなるため、円滑に移動することと相反する封止することを両立させなければならないため、技術的には難しい部位である。

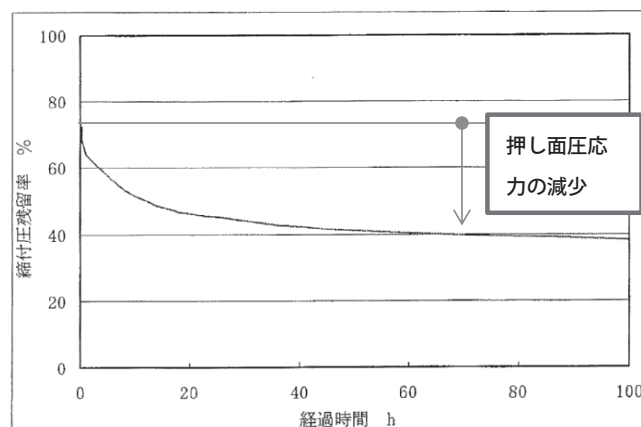


スタフingボックス（グランド）部のパッキン構造 例

12-3. パッキンの増し締め

パッキンは、スタフingボックス(ボンネットと弁棒との間に設けた空間)に比較的柔らかい材料で構成した“詰め

物”を押し込んで、これを押圧して隙間を塞ぐという技術である。パッキンは性質上、「応力緩和」と「劣化」とが必ずあり、それぞれ対策が必要である。

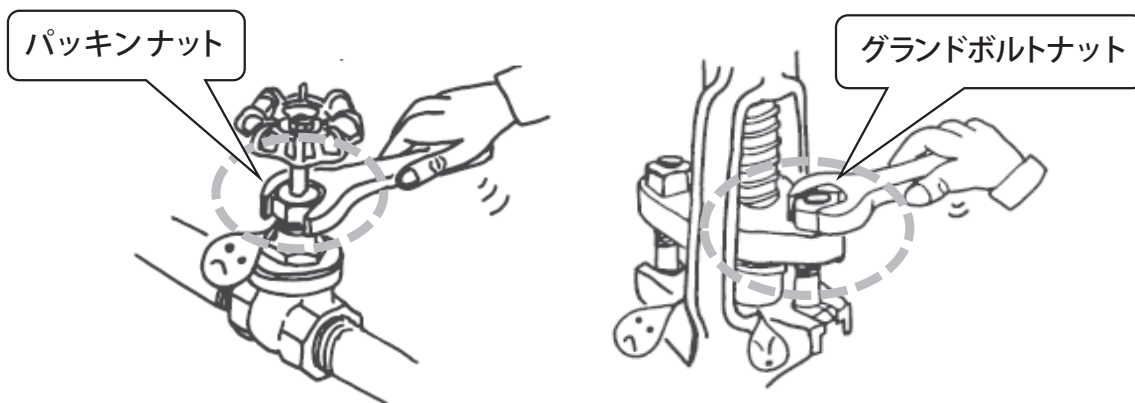


パッキンの応力緩和特性 例

パッキンの応力緩和は、表のように時間の経過とともに発生し、シール部への押圧力が減少し、次第に漏れが発生する現象である。漏れが発生した場合は、パッキンを更に押圧するよう“増し締め”作業を行い、漏れを止める。パッキンが材料劣化すると増し締めしても漏れは止ま

らなくなるので、その場合はパッキンを新しいものと交換する。

ゴム製Oリングの場合は、「セルフシール構造」になっているので、増し締めはできないため、漏れたら交換するしかない。



パッキンの増し締め方法 例（左：小口径弁、右：中大口径弁）

パッキン（グラウンド）ナットの締めすぎは、弁棒が回らなくなりバルブの開閉操作操作ができなくなるから禁止である。締めすぎてハンドルが回らず営業マンがクレームで呼ばれたなど笑えない話も起きている。

要がある。金属によるメタルタッチに比べて樹脂やゴムを用いたソフトシート構造は、比較的封止しやすいとされており、特に気体に対して有効である。

シート面には傷などが無いことが条件であるから、ゴミ噛みがないよう細心の注意を払わなければならない。ちなみに汎用流体でのバルブのトラブル第一原因は、ゴミによるものである。

12-4. バルブシートのシール

「9-2. バルブの動作（基本的な構造原理）」で弁体の移動方法を説明したが、シート部で流体を密封するためには、最終的に流体の圧力を超える面圧（押し付け力）を加える必要がある。ただし、シート面は平滑でうねりなどの凹凸がないことが条件であるため、部品や面の加工仕上げ精度がきちりどできている必

12-5. 逆止め弁、調節弁はシート漏れしてもよい？

逆止め弁（メタルシートについて）と、調節弁は、シート漏れが許容されている（シート漏れは0ではない）。配管設計では重要な事項であるがあまりご存じな

い方も多いと思われる。どちらもバルブ構造上のウイークポイントであるため、このことを理解した上選定してほしい。

一般にバルブの外部から手動または駆動部で強制的にシートを押圧してシールを得る止め弁とは異なり、逆止め弁は流体の逆圧でシールを行う構造であるため、「バルブの構造と特徴」で説明した最低逆圧を確保しなければならない。JISではこの最低逆圧は、使用圧力の約1/3以上（例えば10Kバルブでは、0.3MPa以上）と規定している。ゴム製シートのもので0.05MPa以上は必要である。同時にJISでは許容漏れ量も規定しており、選定では“漏れるもの”との認識が必要である。このため、どうしても逆流漏れを止めたい場合は、配管に止め弁を連設しておく。

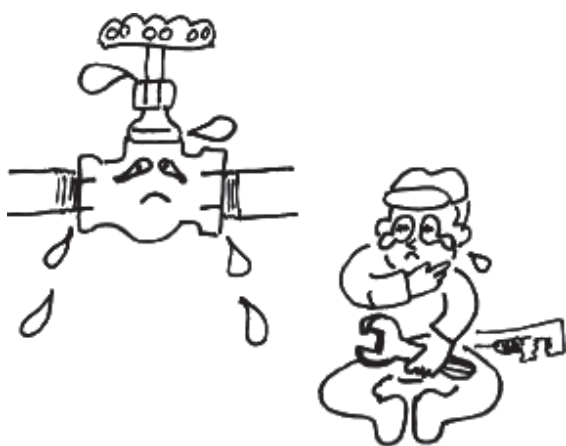
調節弁はもっぱら流量を制御（中間開度で絞る）ことが役目のバルブであるから、全閉時シートの封止はあまり得意ではない。一定の許容漏れ量（全開Cv値XX%などとカタログ表示されているこ

とが一般的）があるので、確認して選定したい。逆止め弁と同様に、どうしても漏れを止めたい場合は、配管に手動止め弁（または自動遮断弁）を連設しておく。

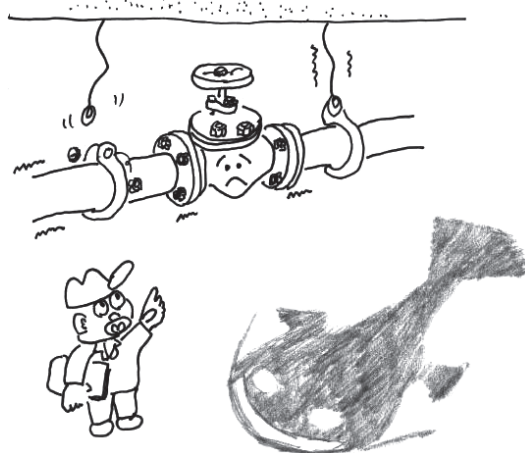
13. 配管のシール材と建築設備配管「抜けない、漏れない、落ちない（配管の品質）」

13-1. 配管の品質

配管（成果物）の品質を表す言葉に、建築設備配管業界では「漏れない、抜けない、落ちない」といわれる。特に配管（継手部）のすっぽ抜けは、大水害トラブルになりやすいため、注意しなければならない。管継手形式で、いまだにねじ込み形とフランジ形が汎用流体配管業界のデファクトスタンダードとなっている理由は、「締め忘れても漏れてお知らせ・すっぽ抜けがない」という信頼性（安心感）から来ていると推測する。また、水系配管での使用が多いため、配管の外に漏れることを業界では“泣く”と表現する。



とほ～ 俺が泣きたいよ！



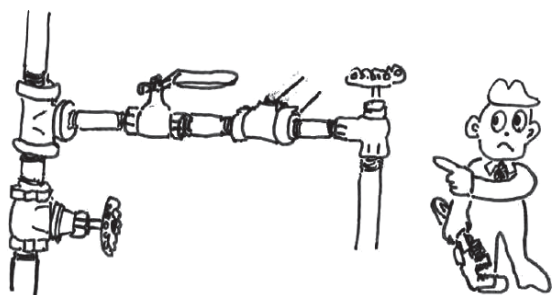
あ～ 落ちそう！

13-2. 地獄配管とは？

ねじ込み形の接続配管方法で、バルブなどを取り外せないことを揶揄した表現。

これも建築設備業界の用語だが、ねじ込み配管施工では、部材を次から次へと連続でねじ込んで接続してゆくことができる。しかし、完成後（運転後）配管途中にあるバルブだけをメンテナンスで外そうとしても、遠い末尾の部材から順繰りに全て外してこないと途中のバルブを外すことができないトラブル配管となる。このことを「地獄（配管最終点）まで永遠に戻らないと分解着脱ができないぞ」といませめた“べからず”表現。

一般にバルブなどメンテナンスが必要となる機器のねじ込み接続には、ユニオン継手やねじフランジ変換継手など着脱が可能な継手を設けておくことが、地獄配管を防ぐコツである。



このバルブどうやって外すの？

13-3. “死に水”とは？

配管材料にとって腐食的に問題ない不活性な流体の水（non-corrosive attacked water）のこと。又は水道給水系で配管内に行き止って滞留して消

毒用の塩素がなくなった状態の水（undrinkable water）のことを指す。

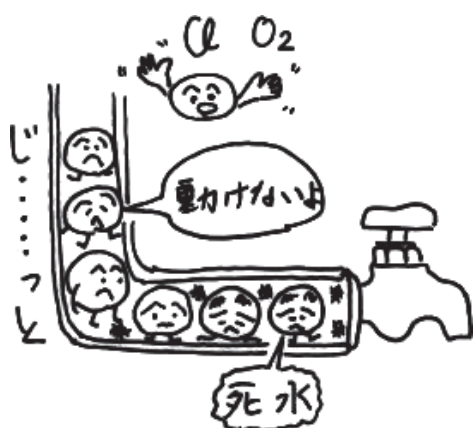
一般的な用語では、死に水（water given to a dying person）とは死んであの世に行った人に最後に与える水（忌の水）のことを指す。バルブの流体である死に水とは？

人間が飲用する水は、有害菌が無く清浄な水であることが必要である。給水（上水）は清浄でかつ塩素殺菌されて供給されている。元は飲用水でも停滞する水は次第に塩素成分が減少して次第に腐敗し有害菌が増えるので飲めなくなる。この状態を建築設備業界では「死水（しにみず又はしすい）」と呼んでいる。死水の配管では、溶存酸素や塩素が消費されて徐々になくなってゆくため、この死の水系管材への腐食性は、比較的活性な給水や給湯に比べて遥かに低い。

「常時動いている水は腐らない」として、昔は航海中に揺れ動く水樽を船に積んで行ったことが記録されている。川も淀んで流れていないところは腐敗しているが、流れているところは清浄である。直結水道でも一週間以上使用していない水道の水はしばらく捨て流しして、すぐには飲まない方が賢明だ。

なお、建築設備分野では上記に加えて配管材料に有害な腐食を起こさない空調系のノンアクティブな水（残留塩素や溶存酸素がない水）のことや、水系消防設備配管のように常時は流れていない配管

内の不動滞留水のことも“死に水”と呼んでいるケースがある。

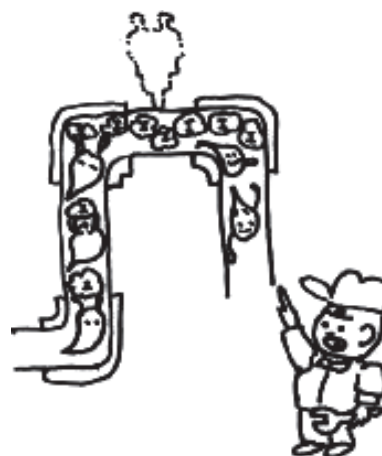
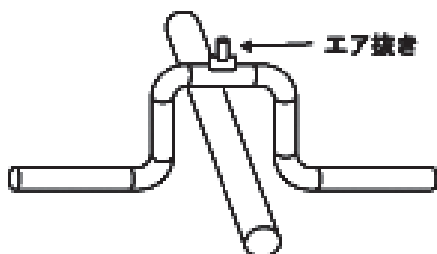


俺たち、死に水！

13-4. “鳥居配管”とは？

建築設備配水系配管において、神社の鳥居のように「上に凸」形状に折り曲げ

て設置される配管をその形状から「鳥居配管」と呼んでいる。配管は水平（平置き）又は縦（垂直）設置が基本であるが、躯体の凹凸から逃げるためやむを得ない場合に存在する。この形状では、配管上部に「空気だまり」が出来てしまいスムーズな流れにならないトラブルが発生する可能性がある。やむを得ない場合は、鳥居配管も仕方がないが、空気抜き弁や空気抜きのための止め弁設置を予め計画しておくことが必要。「鳥居」ではあるが、「拜んでも」神様は配管詰りを解消してはくれない。



鳥居配管か、なるほど！

〈続く〉 第11回 「バルブとは？」

14. バルブの基礎知識（建築設備用バルブの技術基準）
15. 配管・バルブの腐食とトラブル

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
6. 安藤紀男他 「建築設備 配管工事読本」日本工業出版

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」