

【技術分類】 2 - 3 - 1 信頼性の拡大 / 振動・騒音対策 / バルブ切換時ノイズ、流体の通過音

【 F I 】 F16K47/02@C

【技術名称】 2 - 3 - 1 - 1 多段減圧形キャビテーション防止弁

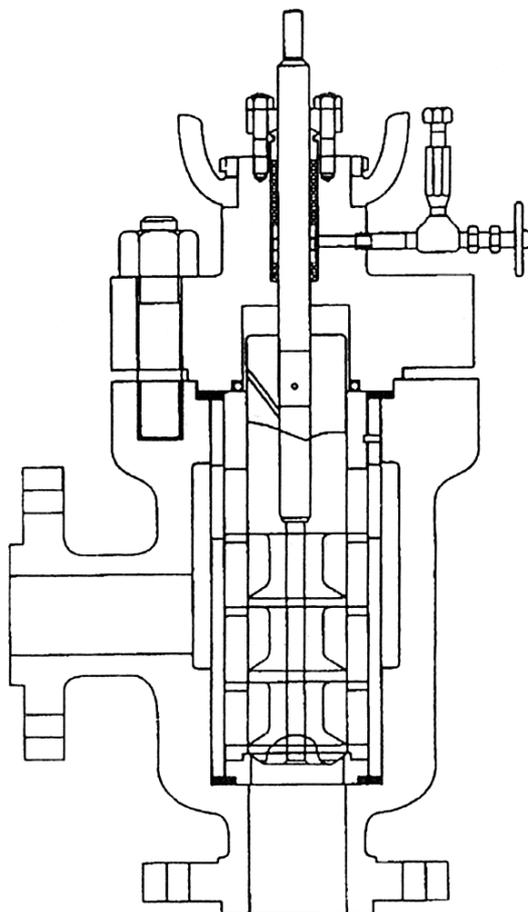
【適用分野】 プラント一般

【技術内容】

重油直接脱硫装置は運転圧力がより高圧化する傾向にあり、原料油の供給ポンプの吐出圧が 200kgf/cm²を越えるプラントもある。高差圧になるほど振動や騒音が発生し易くなり、十分な配慮が必要になる。そのため、液体を高差圧で減圧する多段減圧形キャビテーション防止弁は、重油直接脱硫装置にも多用される。図 1 に多段減圧形のトリム（内弁）を持つ高差圧減圧弁を示す。図 2 に示すとおり、減圧を数段に分けて行うことで液体の流速を減らし、局部的静圧が飽和蒸気圧以下に下がるのを防ぐ。これにより、キャビテーションとこれに起因する振動・騒音を防止するとともに、トリムや弁本体の流速エロージョンを軽減する。本弁は、おもに低温高圧分離器やアミン洗浄塔のレットダウン弁として使用される。高温高圧分離器のレットダウン弁にも採用されている。

【図】

図 1 多段トリム構造の高差圧減圧弁

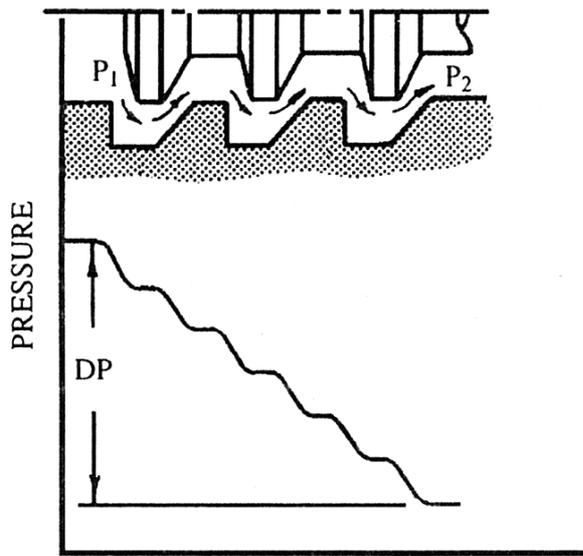


バランス形トリム
Pressure Balanced Trim
(2", 3", and 4", Only)

第 1 図

出典：「重油直接脱硫装置用の高差圧減圧弁」、「配管技術 VOL.39 No.13 53 頁」、「1997 年 11 月 1 日」、「菱沼重義（ニイガタ・メーソンネーラン株式会社）著」、「日本工業出版株式会社発行」

図2 多段減圧の仕組み



第2図

出典：「重油直接脱硫装置用の高差圧減圧弁」、「配管技術 VOL.39 No.13 53頁」、「1997年11月1日」、「菱沼重義（ニイガタ・メーソンネーラン株式会社）著」、「日本工業出版株式会社発行」

【出典／参考資料】

「配管技術 VOL.39 No.13 52 - 56頁」、「1997年11月1日」、「菱沼重義（ニイガタ・メーソンネーラン株式会社）著」、「日本工業出版株式会社発行」

【技術分類】 2 - 3 - 1 信頼性の拡大 / 振動・騒音対策 / バルブ切換時ノイズ、流体の通過音

【 F I 】 F16K47/02@F F16K31/06,385@C

【技術名称】 2 - 3 - 1 - 2 ショックレス形電磁弁

【適用分野】 油圧装置

【技術内容】

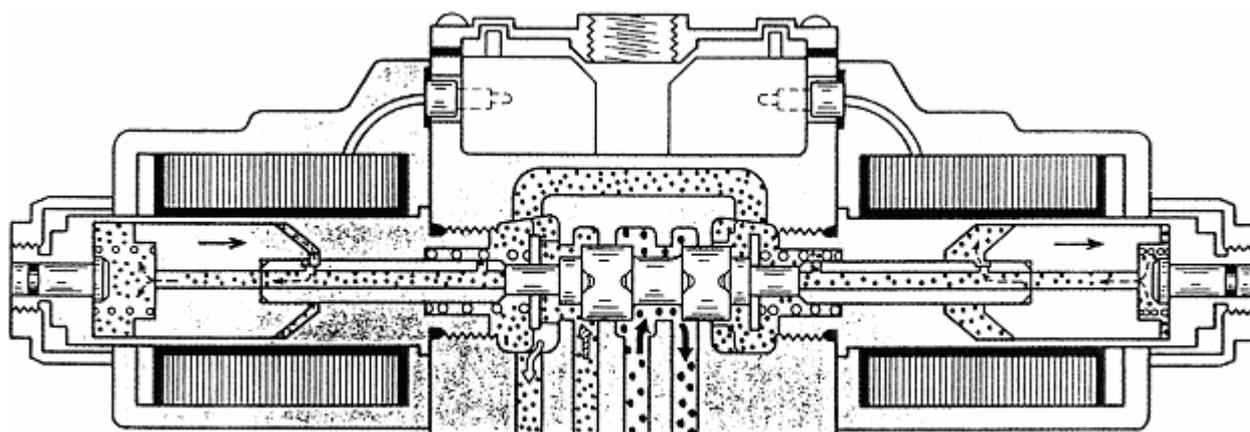
産業機械と同様に油圧回路においても高速作動に伴いショックが発生し、振動、騒音、油漏れなどの原因となる。油圧機器におけるショックは油の流れが急激に変化することにより発生する。物を移動しない場合でも、油圧の急激な加減によりオイルハンマー現象と呼ぶ振動と騒音が発生する。流量を小さくし緩慢に変化させることにより、アクチュエータに発生するショックとオイルハンマーによるショックが防止できる。

従来のショックレス形電磁弁を図1に示す。ソレノイドに通電すると吸引力が発生し、スプールを一気に移動させようとする。このとき、細いピンとピンに明けた絞りにより可動鉄芯の前後の油の移動速度が制限され、スプールの移動がゆっくりとなる。ただし、スプールの移動速度すなわち流量の変化率が固定されているため、機械の求める加速度と一致しない時はショックレス効果が得られない。

これを補う弁として、比例的な直流ソレノイドで電流を徐々に増減しスプールをゆっくりと切換えるショックレス形電磁弁について記述する。図2にその構造を示す。直流ソレノイドに送る電流の大きさを徐々に変化させるための電子回路を搭載している。ソレノイドの特性は比例弁に近く、ショックレス効果が得られるスプールの切欠きを有する。また、安定したショックレス効果を得るため、鉄芯内に溜まったエアの抜けができる。本ショックレス形電磁弁の流量パターンを図3に示す。SOL ON 時と SOL OFF 時の流量の増減を各ボリュームの目盛との関係で示されている。

【図】

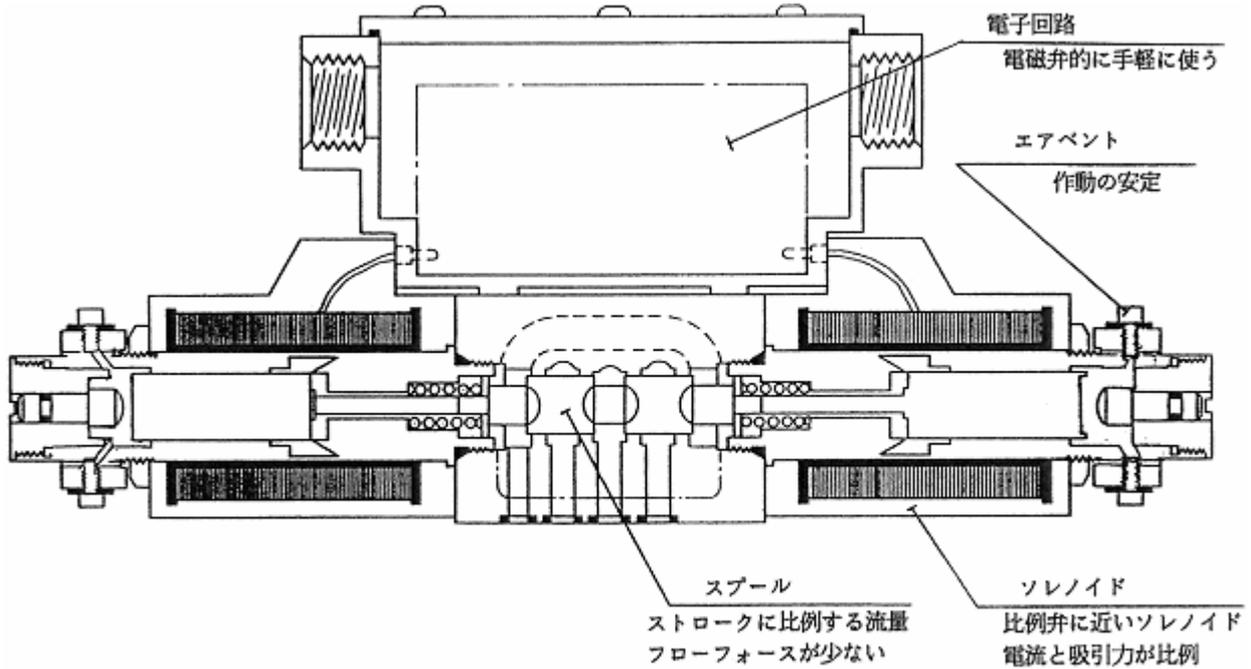
図1 従来のショックレス形電磁弁



第3図 従来のショックレス弁

出典：「Gシリーズ可変ショックレス電磁切換弁」、「油空圧技術 VOL.29 No.4 28頁」、「1990年4月1日」、「山本和夫（油研工業株式会社）著」、「日本工業出版株式会社発行」

図2 ショックレス形電磁弁の構造



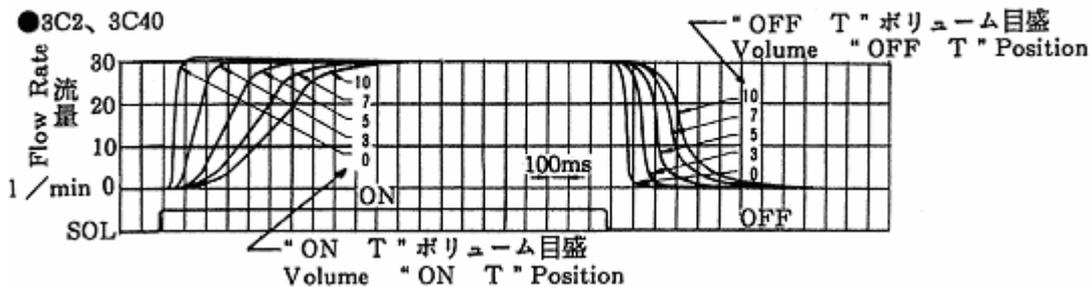
第6図 可変ショックレス弁の構造

出典：「Gシリーズ可変ショックレス電磁切換弁」、「油空圧技術 VOL.29 No.4 29頁」,「1990年4月1日」,「山本和夫(油研工業株式会社)著」,「日本工業出版株式会社発行」

図3 ショックレス形電磁弁の流量パターン

供給圧力 Supply Pressure : 160kgf/cm² {16MPa}

供給流量 Flow Rate : 30 l/min



第11図 流量パターン

出典：「Gシリーズ可変ショックレス電磁切換弁」、「油空圧技術 VOL.29 No.4 33頁」,「1990年4月1日」,「山本和夫(油研工業株式会社)著」,「日本工業出版株式会社発行」

【出典 / 参考資料】

「油空圧技術 VOL.29 No.4 26 - 36頁」,「1990年4月1日」,「山本和夫(油研工業株式会社)著」,「日本工業出版株式会社発行」

【技術分類】 2 - 3 - 1 信頼性の拡大 / 振動・騒音対策 / バルブ切換時ノイズ、流体の通過音

【 F I 】 F16K47/02@G F16K5/06@E

【技術名称】 2 - 3 - 1 - 3 ファンコイル用電動ボールバルブ

【適用分野】 冷凍・空調

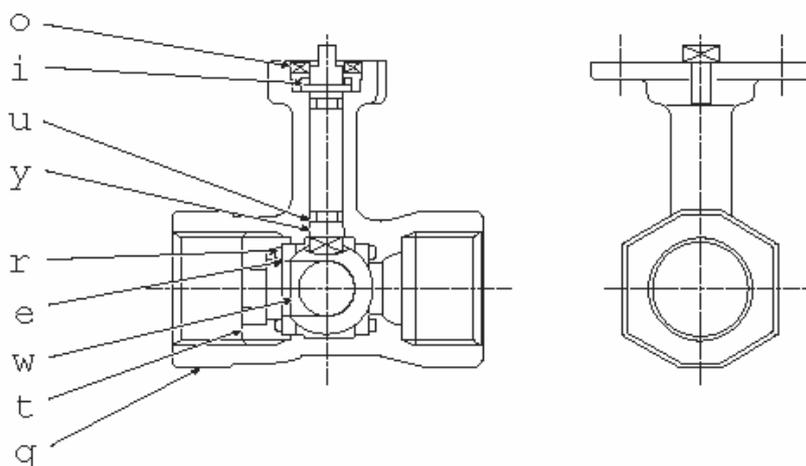
【技術内容】

ファンコイル用電動バルブは、高信頼性に加え、ホテルや病院など静粛環境での使用に対し低騒音化が求められる。これに応えるため、ファンコイル用のスプリングリターン形電動ボールバルブについて記述する。ファンコイル用の ON OFF バルブとしての機能を満足し、かつ高信頼であることを考慮してボールバルブが採用されている。図 1 にバルブ構造図を示す。プラグ（ボール）のポートには貫通穴のほかに副流路 1 個を設け、バルブから発生する水切り音を防止する。図 2 に一般ボールと副流路付きボールの流体の流れの違いを示す。一般ボールの場合は流体の絞りが一次側・二次側で生じ、流線も曲がっている。一次側の絞りでキャビテーションが発生すると、ボールの壁面に気泡が衝突して騒音が発生する。流線の曲がりによって乱流が生じやすく、ここでも気泡同士のぶつかりによる騒音が発生する。これに対し、副流路付きボールでは流体の絞りが二次側のみで流線もほぼ真直ぐで、キャビテーションや乱流が発生しにくい。

バルブに取付けるアクチュエータの構造についても、ギヤトレインの改善などにより低騒音化が図られる。これらの低騒音化対策効果は、IEC 534-8-2 に準拠した図 3 に示す騒音試験結果において、競合品との比較で良好な結果が示されている。

【図】

図 1 ボールバルブ構造図



KEY NO.	名称
q	ボディ
w	ボール
e	シートリング
r	Oリング
t	シートリテーナ
y	バルブステム
u	Oリング
i	スラストベアリング
o	ステムリテーナ

図.1 バルブ構造図

出典：「ファンコイル用電動ボールバルブの開発」, 「Savemation Review Vol.16 No.8 37 頁」, 「1998 年 8 月 1 日」, 「川端浩史、渡邊清彦（株式会社山武）著」, 「株式会社山武発行」

図2 流体の流れの違い

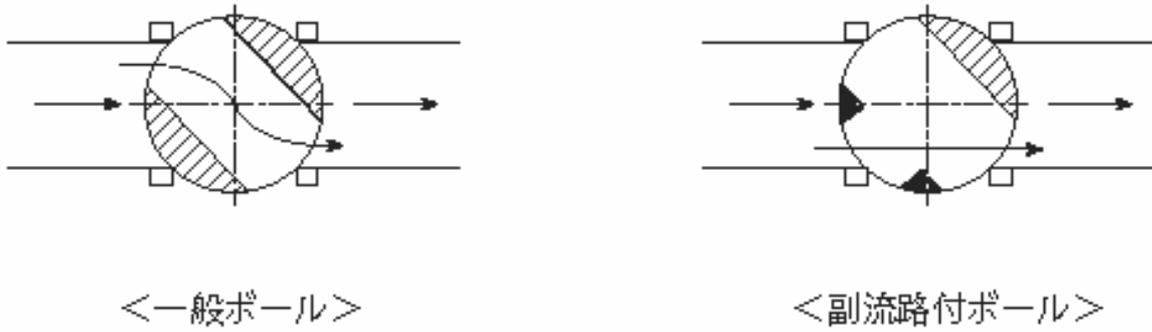


図.4 流体の流れの違い

出典：「ファンコイル用電動ボールバルブの開発」, 「Savemation Review Vol.16 No.8 40頁」,
 「1998年8月1日」, 「川端浩史、渡邊清彦（株式会社山武）著」, 「株式会社山武発行」

図3 騒音比較

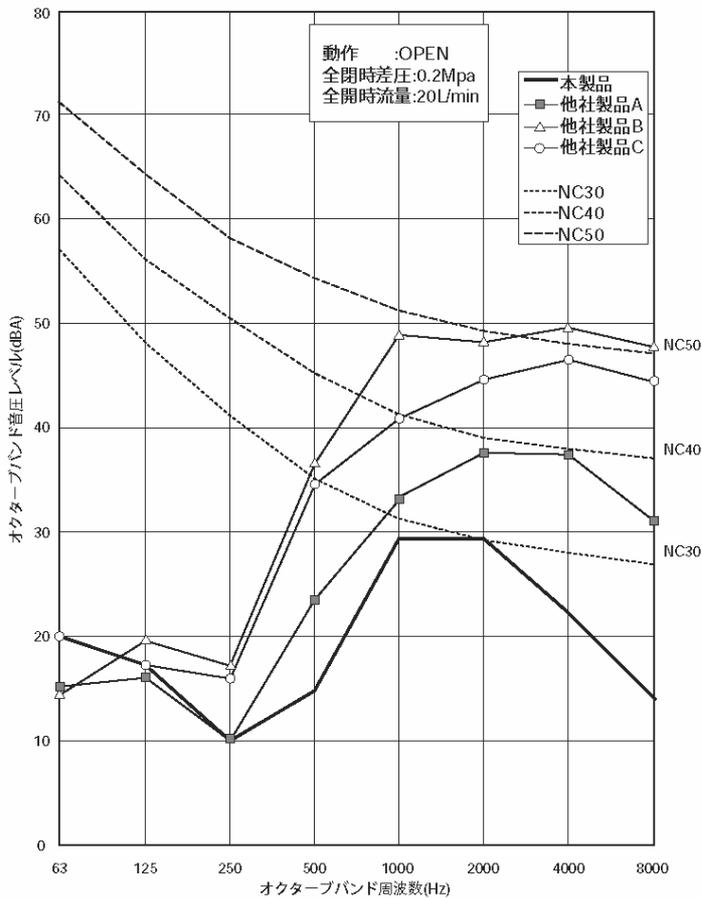


図.6 他社製品との騒音比較

出典：「ファンコイル用電動ボールバルブの開発」, 「Savemation Review Vol.16 No.8 41頁」,
 「1998年8月1日」, 「川端浩史、渡邊清彦（株式会社山武）著」, 「株式会社山武発行」

【出典 / 参考資料】

「Savemation Review Vol.16 No.8 36 - 43頁」, 「1998年8月1日」, 「川端浩史、渡邊清彦(株式会社山武)著」, 「株式会社山武発行」

【技術分類】 2 - 3 - 1 信頼性の拡大 / 振動・騒音対策 / バルブ切替時ノイズ、流体の通過音

【 F I 】 F16K47/02@G F16K5/06@E

【技術名称】 2 - 3 - 1 - 4 ファンコイルユニット用の低騒音ボール調節弁

【適用分野】 冷凍・空調

【技術内容】

ホテル客室、病院などのビル空調ではファンコイルユニットなどの熱交換器に流れる冷温水の量をバルブによって調節することで温度制御を行う。これらの調節弁は居住空間近くに設置されるため騒音レベルの抑制が求められる。ボール弁(図1)はグローブ弁に比べ異物噛み込みに因る固着が無く、操作性と小型化などでも有利であるが、構造上、キャビテーションが発生し易く騒音レベルが高い。そこで、グローブ弁より優れた低騒音を有するボール弁について記述する。

図2に示すように、ボール弁は弁内の2箇所で絞られ、低開度では流路が大きく屈曲しているためジェットおよび剥離により乱流が生じる。また、グローブ弁に比べ絞り後流領域が狭いため圧力回復が不十分で、乱れたジェットのまま下流まで流れる。実使用圧力範囲内においてグローブ弁と同等以下の騒音レベルを実現するには副流路付きボールのみでは不十分のため、図3に示すボール形状が採用されている。バルブ内の流れを数値流体解析(CFD)により解析し、圧力、乱流エネルギー、Powellの音源項の分布を求めることでキャビテーションの発生と流体騒音性能を予測している。解析は相対容量係数 = 10%、25%について行っている。

IEC 534-8-2 に準拠して実施した = 10%および = 25%における騒音レベルをそれぞれ図4と図5に示す。横軸はバルブ前後の差圧を、縦軸はA特性騒音レベルを表す。本ボール形状の弁の騒音レベルは、実際の使用圧力範囲内において35dBA以下を十分に満足していることが分る。CFDにより流量特性と乱流騒音を予測する手法が有効であることが確認されている。

【図】

図1 ボール弁の構造

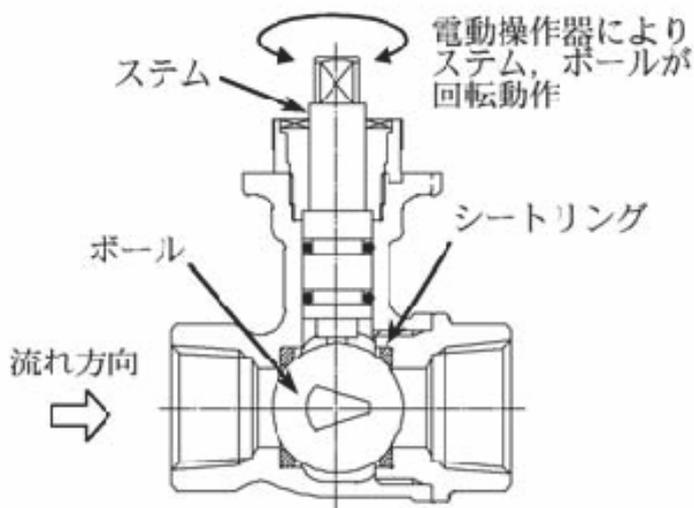


図2: ボール弁の構造

出典：「ファンコイルユニット用調節弁の騒音性能の予測」、「Savemation Review Vol.23 No.8 71頁」、「2005年8月1日」、「野間口謙雄(株式会社山武、ビルシステムカンパニー)著」、「株式会社山武発行」

図2 一般的なボール弁の断面

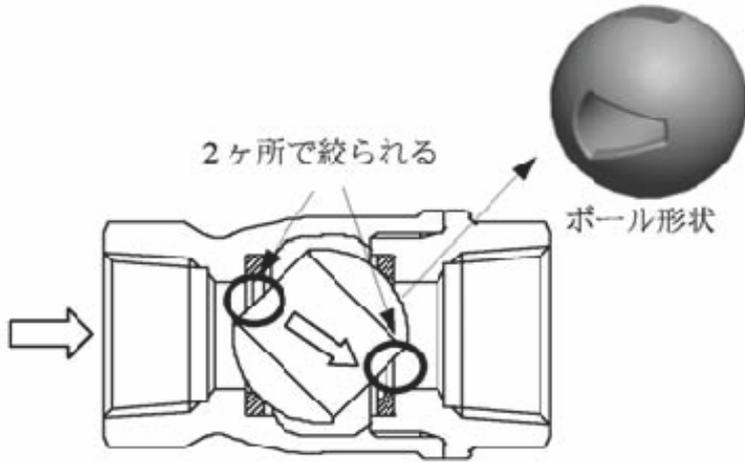


図3: 一般的なボール弁 (上下断面)

出典：「ファンコイルユニット用調節弁の騒音性能の予測」、「Savemation Review Vol.23 No.8 71頁」、「2005年8月1日」、「野間口謙雄（株式会社山武、ビルシステムカンパニー）著」、「株式会社山武発行」

図3 くし歯ボール



図5: くし歯ボール

出典：「ファンコイルユニット用調節弁の騒音性能の予測」、「Savemation Review Vol.23 No.8 72頁」、「2005年8月1日」、「野間口謙雄（株式会社山武、ビルシステムカンパニー）著」、「株式会社山武発行」

図4 $\phi = 10\%$ における騒音試験結果

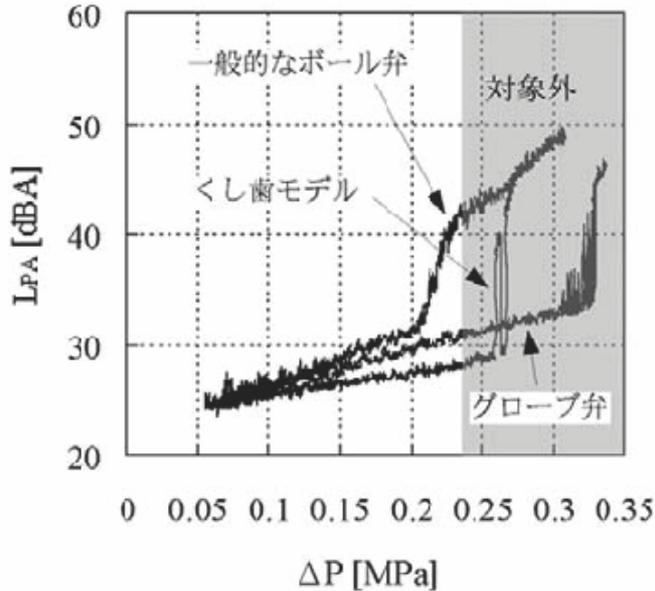


図 14-1: $\phi = 10\%$ における $\Delta P-L_{PA}$ の試験結果

出典：「ファンコイルユニット用調節弁の騒音性能の予測」, 「Savemation Review Vol.23 No.8 74 頁」, 「2005 年 8 月 1 日」, 「野間口謙雄 (株式会社山武、ビルシステムカンパニー) 著」, 「株式会社山武発行」

図5 $\phi = 25\%$ における騒音試験結果

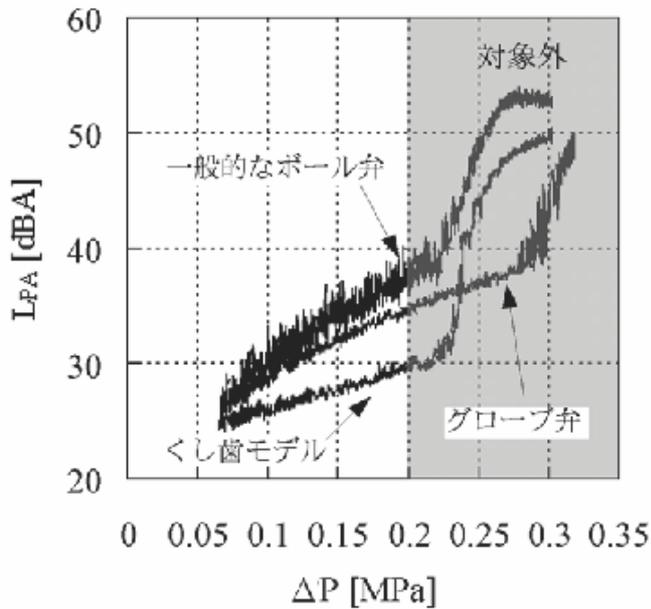


図 14-2: $\phi = 25\%$ における $\Delta P-L_{PA}$ の試験結果

出典：「ファンコイルユニット用調節弁の騒音性能の予測」, 「Savemation Review Vol.23 No.8 75 頁」, 「2005 年 8 月 1 日」, 「野間口謙雄 (株式会社山武、ビルシステムカンパニー) 著」, 「株式会社山武発行」

【出典 / 参考資料】

「Savemation Review Vol.23 No.8 70 - 75 頁」, 「2005 年 8 月 1 日」, 「野間口謙雄 (株式会社山武、ビルシステムカンパニー) 著」, 「株式会社山武発行」

【技術分類】 2 - 3 - 1 信頼性の拡大 / 振動・騒音対策 / バルブ切替時ノイズ、流体の通過音

【 F I 】 F16K47/02@B

【技術名称】 2 - 3 - 1 - 5 水撃解除弁

【適用分野】 水道・ガス設備

【技術内容】

高層建築への直結給水が進み、給水圧力も高くなる傾向にある。受水層から高層階（圧力槽）へポンプで圧送する給水配管系（図 1）において、ポンプが停止したときに逆止弁が完全閉止していないと高層階から受水層に向かう逆の流れが生じる。この状態で逆止弁が急閉するとウォーターハンマー（水撃）が発生し、振動や騒音を発生させる。この水撃を解除するために、ポンプ二次側の逆止弁との並列配管に水撃解除弁（図 1 の HA）が取り付けられる。水撃解除弁は水撃のみを外部に排出し、通常の圧力に戻れば排出を停止する。水撃解除弁は、ダイアフラム全面に相当する大口径のシート径で水撃を感知し、瞬時に作動することにより水撃を外部に排出する。水撃解除弁の基本構造を図 2 と図 3 に示す。正常通水状態では、一次側の受圧力（ F_1 ）が二次側受圧力（ F_2 ）より大きくなっており、水撃解除弁は閉弁状態となる。水撃が発生した状態では、 F_1 より F_2 の方が大きくなり、水撃解除弁は開弁状態になって水撃を排出する。水撃は外部に排出される一方向流れであり、ガスクッションタイプのような往復動作は行わない。水撃防止装置の有無でポンプ停止時における二次側圧力の変動を測定した装置と試験結果を図 4 に示す。水撃解除弁の効果が確認できる。

【図】

図 1 水撃解除弁を含む給水配管系

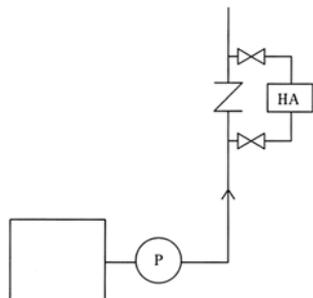


図 1

出典：「水撃解除弁（HA 型）」、「バルブ技報 Vol.19 No.1 23 頁」、「2004 年 3 月 31 日」、「松浦伸幸（兼工業株式会社）著」、「社団法人日本バルブ工業会発行」

図 2 正常通水状態

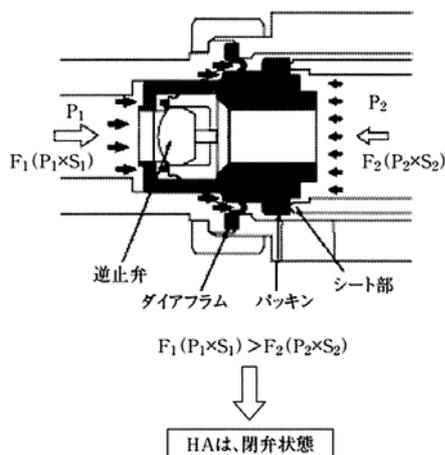


図 2 正常通水状態

出典：「水撃解除弁 (HA 型)」、 「バルブ技報 Vol.19 No.1 23 頁」、 「2004 年 3 月 31 日」、 「松浦伸幸 (兼工業株式会社) 著」、 「社団法人日本バルブ工業会発行」

図 3 水撃発生時の状態

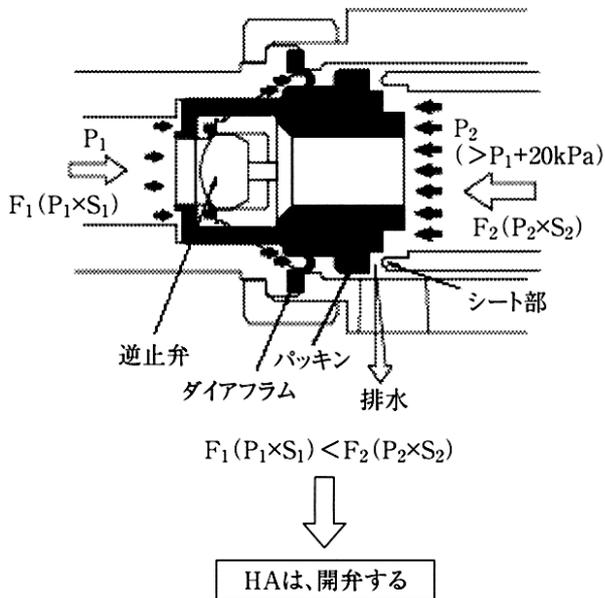


図 3 水撃発生時の状態

出典：「水撃解除弁 (HA 型)」、 「バルブ技報 Vol.19 No.1 23 頁」、 「2004 年 3 月 31 日」、 「松浦伸幸 (兼工業株式会社) 著」、 「社団法人日本バルブ工業会発行」

図 4 水撃防止試験の装置と試験結果

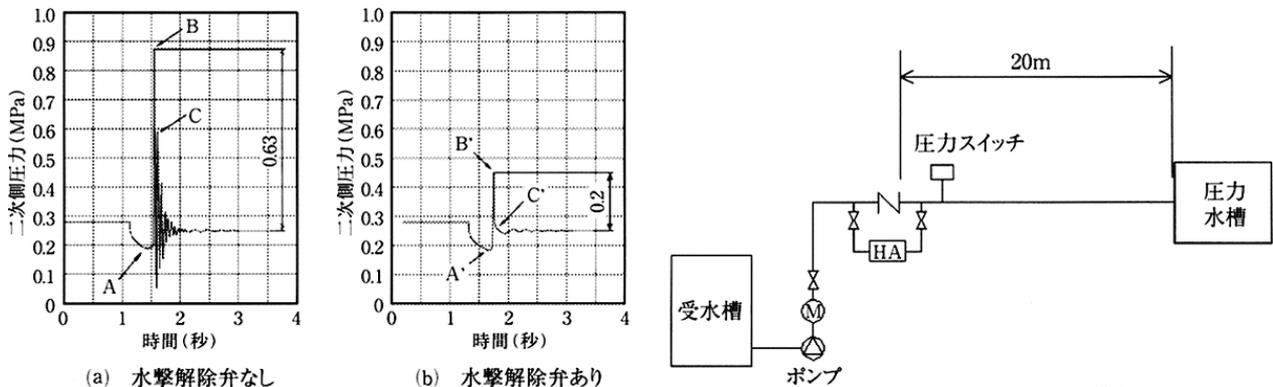


図 4 ポンプ停止時における水撃防止装置の試験装置概略

出典：「水撃解除弁 (HA 型)」、 「バルブ技報 Vol.19 No.1 23 頁」、 「2004 年 3 月 31 日」、 「松浦伸幸 (兼工業株式会社) 著」、 「社団法人日本バルブ工業会発行」

【出典 / 参考資料】

「バルブ技報 Vol.19 No.1 22 - 23 頁」、 「2004 年 3 月 31 日」、 「松浦伸幸 (兼工業株式会社) 著」、 「社団法人日本バルブ工業会発行」

【技術分類】 2 - 3 - 1 信頼性の拡大 / 振動・騒音対策 / バルブ切換時ノイズ、流体の通過音

【 F I 】 F16K47/02@K F16K47/04@Z

【技術名称】 2 - 3 - 1 - 6 フラッシング対策アングル弁

【適用分野】 プラント一般

【技術内容】

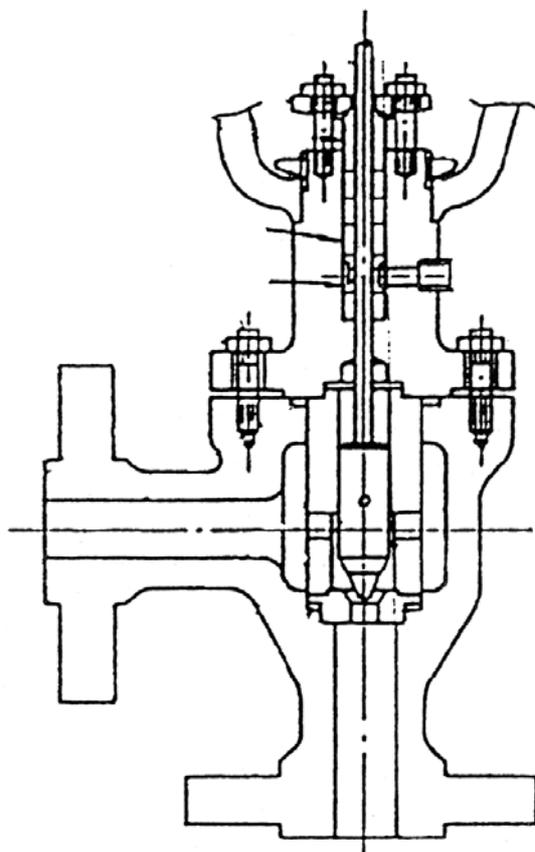
フラッシングは、流体が弁の縮流部を通過した時に流体の一部がガス化し気液混相の二相流としてそのまま下流に流れる現象である。ガス化による体積膨張により流体流速が大幅に上昇し、高流速の液滴がトリム（内弁）や弁本体に衝突することでエロージョンや振動・騒音が発生する。フラッシングによるエロージョンの度合いは流速に大きく影響されるため、弁口径を大きくして弁内の流速を抑えることがエロージョン防止策の一つとなる。トリムに高硬度材料を使用することも対策となる。

フラッシング対策のアングル弁 2 例の構造を図 1 と図 2 に示す。図 1 のアングル弁は、縮流部を通過した高速の混相流体をケージに衝突させて弁本体への直撃を避ける構造を有する。ケージ自体も一種の減圧オリフィスの役目を果たし、トリムでの差圧負担を減らす。トリムはフラッシングによる機械的振動を抑制する構造を有している。ケージ内面は硬化処理、トリムはステライト肉盛と表面硬化処理の両方が施されている。本弁は重油直接脱硫装置における高温高压分離器のレットダウン弁に使用されている。

図 2 も高温高压分離器のレットダウン弁に採用されているが、多段減圧形のトリム構造を有する。トリムは下流側ほど通過面積が増大しており、減圧による体積膨張を補う構造となっている。流体はほぼ一定の低い流速を保ちながら減圧され、トリムのエロージョンが大幅に軽減される。

【図】

図 1 フラッシング対策アングル弁（1）

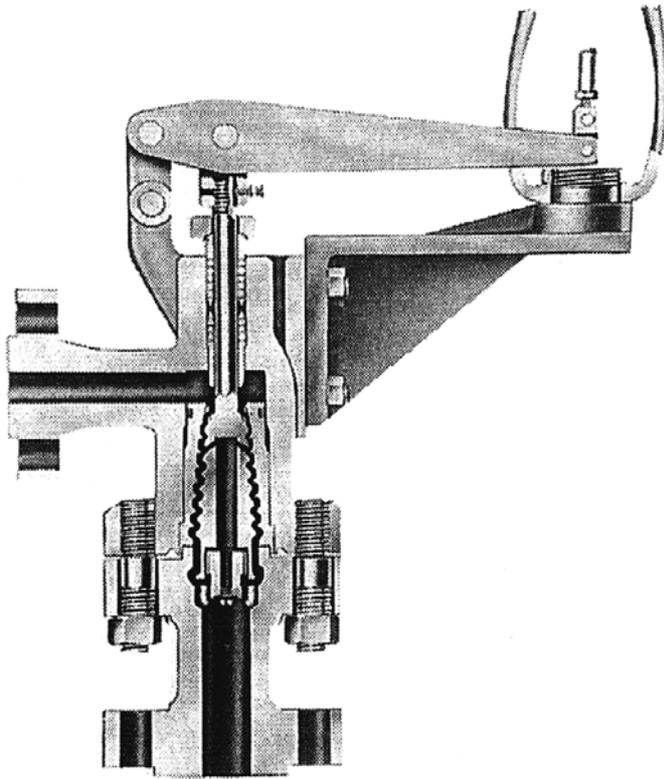


第3図

出典：「重油直接脱硫装置用の高差圧減圧弁」、「配管技術 VOL.39 No.13 54 頁」, 「1997 年 11

月 1 日、 「菱沼重義（ニイガタ・メーソンネーラン株式会社）著」、 「日本工業出版株式会社発行」

図 2 フラッシング対策アングル弁（2）



第 4 図

出典： 「重油直接脱硫装置用の高差圧減圧弁」、 「配管技術 VOL.39 No.13 54 頁」、 「1997 年 11 月 1 日」、 「菱沼重義（ニイガタ・メーソンネーラン株式会社）著」、 「日本工業出版株式会社発行」

【出典 / 参考資料】

「配管技術 VOL.39 No.13 52 - 56 頁」、 「1997 年 11 月 1 日」、 「菱沼重義（ニイガタ・メーソンネーラン株式会社）著」、 「日本工業出版株式会社発行」

【技術分類】 2 - 3 - 1 信頼性の拡大 / 振動・騒音対策 / バルブ切替時ノイズ、流体の通過音

【 F 1 】 F16K1/22@R F16K47/02@E

【技術名称】 2 - 3 - 1 - 7 充水バタフライ弁のウォーターハンマー軽減

【技術分類】 水道・ガス設備

【技術内容】

本充水バタフライ弁の構造は図 1 に示すように、水道用バタフライ弁と同じ構造であるが、弁体先端にディスクテールが付加されている。このディスクテールは、弁箱弁座に接するように外周面を球面状に湾曲させ、その湾曲部分にバイパス配管（副弁）と同等の断面積を有する長円形の充水孔を有する。本充水バタフライ弁の流量特性は図 2 のように、一定流量区間が存在している。

図 3 に示す管路モデルについては、水道用バタフライ弁と本充水バタフライ弁の 2 種で、管路の途中にある弁を閉めたときに発生する管内圧力の時系列変動が、水理解析ソフトを用いて解析されている。弁閉止後の最高圧力変動は、本充水バタフライ弁の方が大幅に小さく、ウォーターハンマー軽減に効果がある。

本充水バタフライ弁は管路の初期通水時の充水を目的としており、この弁の流量特性がウォーターハンマー軽減にも効果がある。

【図】

図 1 充水バタフライ弁の構造

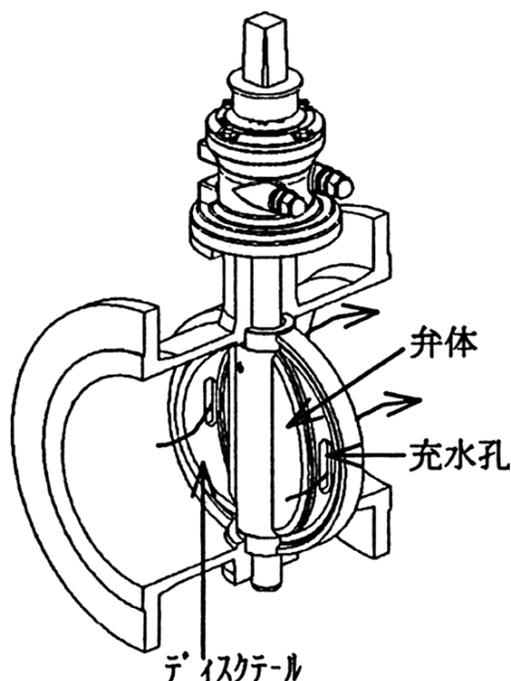


図 1. 充水バタフライ弁の構造

出典：「充水バタフライ弁のウォーターハンマー軽減に関する考察」、「第 55 回全国水道研究発表会講演集 426 頁」、「2004 年 5 月 10 日」、「安栗成晃、蓬萊章伸、泉水博雄(株式会社クボタ)著」、「社団法人 日本水道協会発行」

図2 充水バタフライ弁の流量特性

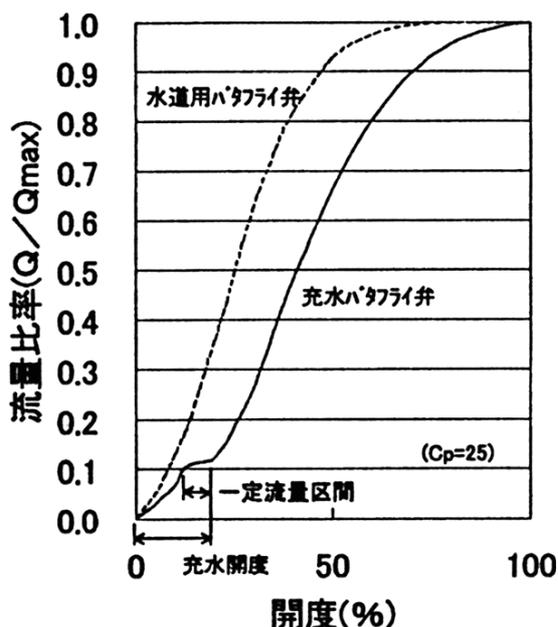


図 2. 充水バタフライ弁の流量特性

出典：「充水バタフライ弁のウォーターハンマー軽減に関する考察」、「第55回全国水道研究発表会講演集 426頁」、「2004年5月10日」、「安栗成晃、蓬萊章伸、泉水博雄(株式会社クボタ)著」、「社団法人 日本水道協会発行」

図3 管路モデル

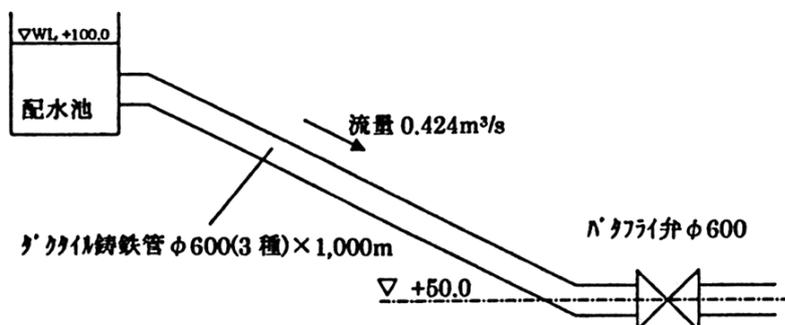


図 3. 計算に用いた管路モデル

出典：「充水バタフライ弁のウォーターハンマー軽減に関する考察」、「第55回全国水道研究発表会講演集 427頁」、「2004年5月10日」、「安栗成晃、蓬萊章伸、泉水博雄(株式会社クボタ)著」、「社団法人 日本水道協会発行」

【出典 / 参考資料】

「第55回全国水道研究発表会講演集 426 - 427頁」、「2004年5月10日」、「安栗成晃、蓬萊章伸、泉水博雄(株式会社クボタ)著」、「社団法人 日本水道協会発行」

【技術分類】 2 - 3 - 1 信頼性の拡大 / 振動・騒音対策 / バルブ切替時ノイズ、流体の通過音

【 F I 】 F16K3/02@A F16K47/02@F

【技術名称】 2 - 3 - 1 - 8 多孔可変オリフィス弁

【適用分野】 水道・ガス設備

【技術内容】

本多孔可変オリフィス弁は、図1に示す固定板と可動板の2枚の孔の開いた板とそれを収納する弁箱から構成される。弁棒は可動板を上下に動かし、穴同志が完全に一致すると全開で、この位置より可動板が穴の距離上がると全閉となる。弁箱はコンパクトなフランジレスタイプで、固定板は弁箱の下流側もしくは上流側からはめ込まれる。弁体の穴は強度と流れの抵抗に絡むが、実験により穴の面積が弁口径面積の30%に決定されている。可動板に開いている穴の流入部は流れの収縮に影響を与える。収縮係数は、図2に示す角度が大きくなるほど収縮係数が小さく損失係数が大になる。

表1に本弁の標準仕様を示す。損失係数は図3に示すように、全閉時の損失係数はやや大きいが同じような用途で使われているスリーブ弁、グローブ弁と大差はない。キャピテーション係数はマルチジェットスリーブ弁やインラインスリーブ弁とほぼ同じ性能で、本弁は開度が小さくなるほど良くなり、水道のような夜間に流量が減少し圧力が高くなる管路に適している。

本弁は、減勢装置あるいは整流装置としての機能、調整可能なオリフィスとしての機能を持っている。本弁と専用コントローラを組み合わせることで流量測定と制御が可能となる。

【図】

図1 多孔可変オリフィス弁の構造

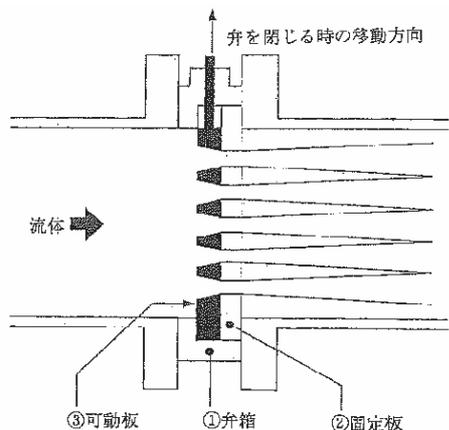


図2 多孔可変オリフィス弁の原理

出典:「多孔可変オリフィス弁」、「バルブ技報 VOL.10 No.1 43頁」,「1995年6月30日」,「七尾照章、浪川憲二郎(株式会社クボタ)著」,「社団法人日本バルブ工業会発行」

図2 穴の形状と収縮係数

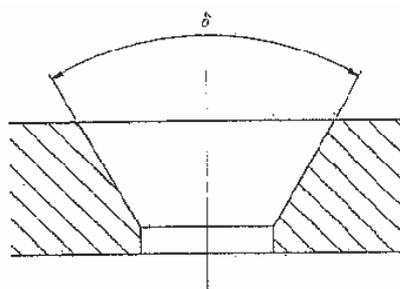


図4 穴の形状と収縮係数

出典:「多孔可変オリフィス弁」、「バルブ技報 VOL.10 No.1 44頁」,「1995年6月30日」,「七

表1 多孔可変オリフィス弁の標準仕様

名称	モノバーコントロール弁 (RW-M形)	
型式	多孔可変オリフィス弁	
呼び径	100~1500mm	
流体の種類	上水、工水、農水	
接続フランジ	水道フランジ、JIS10Kフランジ	
使用温度	0~80℃	
最高使用圧力	0.98MPa (10kgf/cm ²) (呼び径1000mm以下)	
	0.74MPa (7.5kgf/cm ²) (呼び径1100~1500mm以下)	
駆動装置	電動または手動	
主要部の材質	弁箱	FCD450
	固定板	SUS403
	可動板	SUS403
	スタンド	FCD450
	弁棒	SUS420J2
機能	圧力制御、流量制御、水位制御、流量測定	

出典:「多孔可変オリフィス弁」、「バルブ技報 VOL.10 No.1 45頁」、「1995年6月30日」、「七尾照章、浪川憲二郎（株式会社クボタ）著」、「社団法人日本バルブ工業会発行」

図3 各種バルブの損失係数

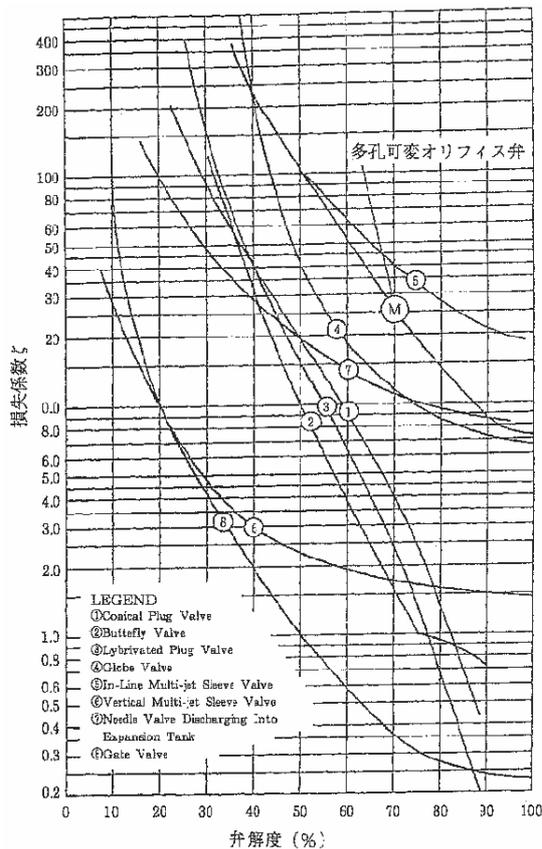


図5 各種バルブの損失係数

出典:「多孔可変オリフィス弁」、「バルブ技報 VOL.10 No.1 45頁」、「1995年6月30日」、「七尾照章、浪川憲二郎（株式会社クボタ）著」、「社団法人日本バルブ工業会発行」

【出典 / 参考資料】

「バルブ技報 VOL.10 No.1 43 - 49頁」、「1995年6月30日」、「七尾照章、浪川憲二郎（株式会社クボタ）著」、「社団法人日本バルブ工業会発行」