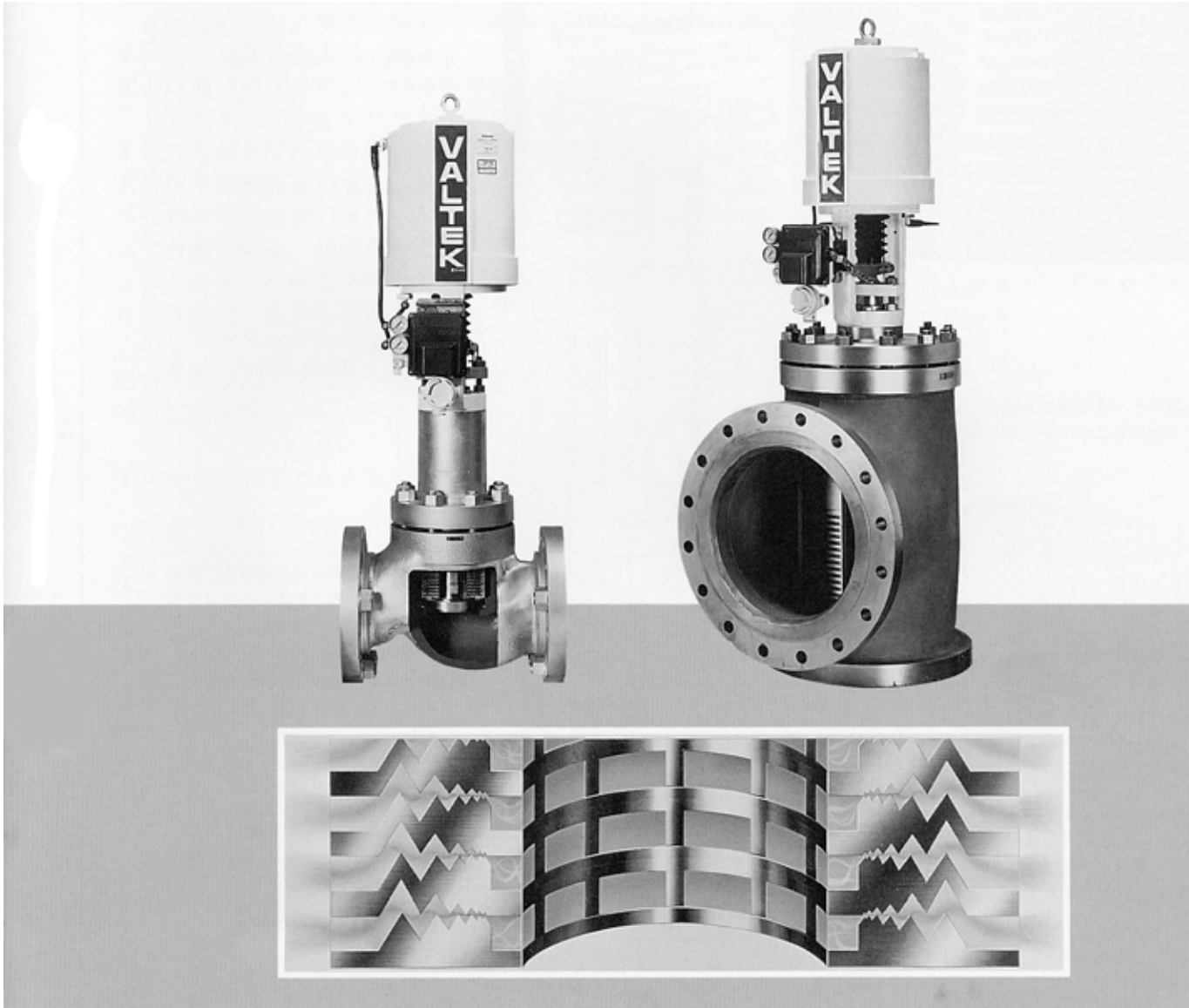


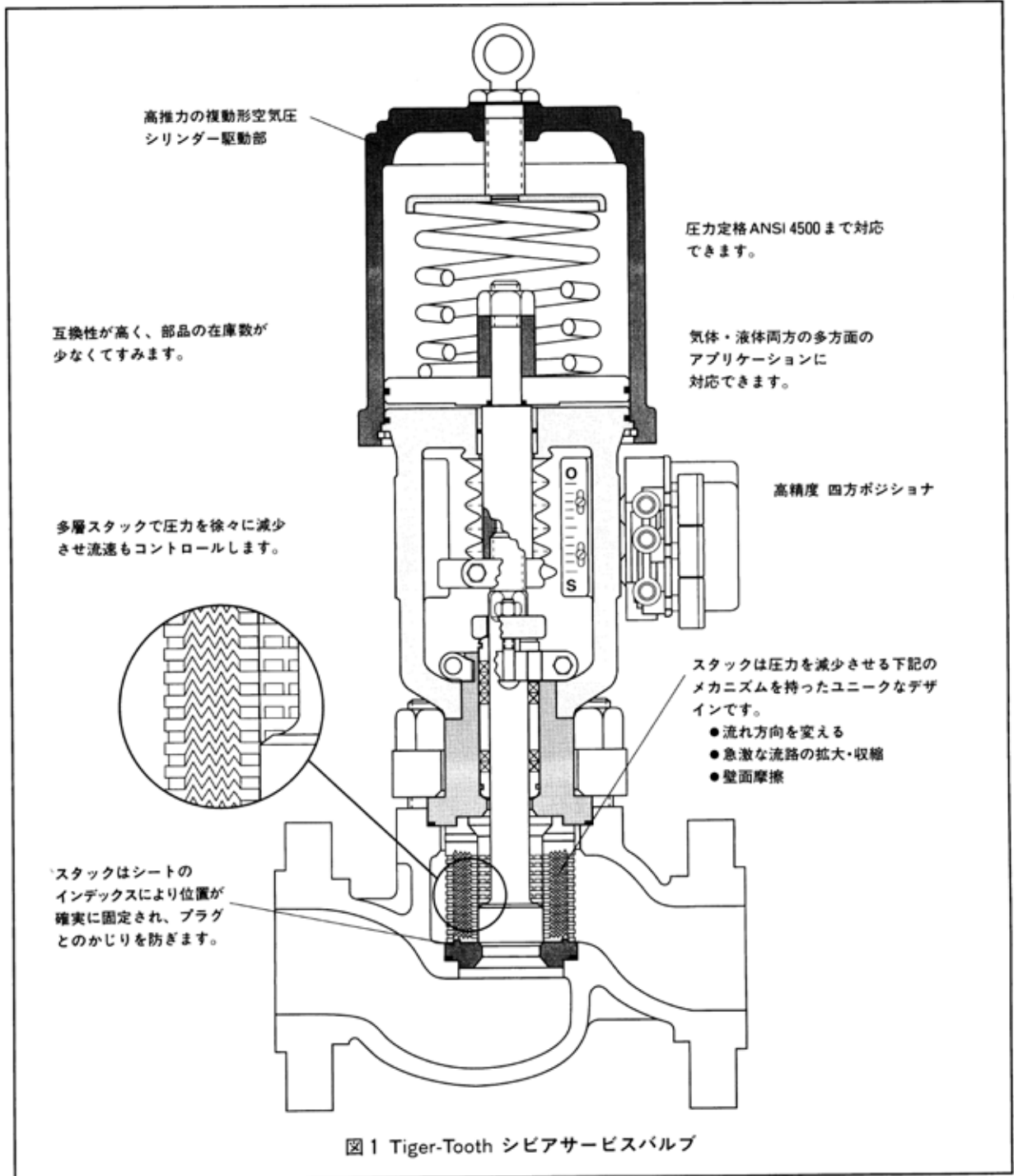
Tiger-Tooth



YKV

GS 21F3A4

Tiger-Tooth
TT



Tiger-Tooth

特 徴

Tiger-Tooth は、特に差圧の大きい気体、蒸気、液体のプロセスで効果的に使用され、気体、蒸気の騒音を最小限に抑え、又液体のキャビテーションによるバルブのダメージを防止します。

Tiger-Tooth のトリムの断面図を図 2 に示します。Tooth の数、スタックの形状はアプリケーションにより設計されます。

このシビアサービス用コントロールバルブは、様々なアプリケーションで広く使用されており、液体でのキャビテーションを防止し、気体、蒸気での騒音を低減出来ることが確認されております。キャビテーションや騒音は、圧力回復の高いバルブに起こりがちです。

Tiger-Tooth のトリムは、ディスクの表裏に Tooth と呼ばれる溝を同心円上に加工し、このディスクを積み重ねています。流体はこのトリムの中央から外へ向かって放射状に流れ、Tooth 内では波のようになって急激な膨張・収縮を繰り返します。つまり、従来のトリムのように一段で圧力を下げるのではなく、Tooth で段階的に圧力を下げていきます。

このようなユニークな設計の Tiger-Tooth は、騒音を最小限に抑え、キャビテーションを防止する、最も効果的なコントロールバルブです。

Tiger-Tooth の特徴

特 徴	説 明
多段減圧設計	<ul style="list-style-type: none"> ・騒音を効果的に減少 ・キャビテーションの防止 ・段階的な減圧
流体速度の低減	<ul style="list-style-type: none"> ・低流速でトリムの長寿命化
ディスクスタックの設計	<ul style="list-style-type: none"> ・微小粒子はディスク内を楽々通過 ・スタック入口部が大きく、トリムのダメージを防止 ・点検が容易 ・洗浄やメンテナンス時の分解が容易
多様な材料の選択	<ul style="list-style-type: none"> ・流体により種々な材料を選定可能
広範囲な用途	<ul style="list-style-type: none"> ・定格 ANSI150 ~ 4500#, 口径 1-1/2 ~ 42"
広範囲な互換性	<ul style="list-style-type: none"> ・スペアパーツは最小限 ・在庫コストの低減 ・駆動部の互換性、一般用グローブ弁とはボディも共通
シートの互換性	<ul style="list-style-type: none"> ・メタルシートもソフトシートも交換が容易
複動型シリンダー駆動部	<ul style="list-style-type: none"> ・大きなスラストと高剛性で高差圧でも良好な制御性 ・小型、軽量でサービス・メンテナンスが容易 ・最大 0.97 MPaG の高い使用空気圧



図 2 Tiger-Tooth スタック

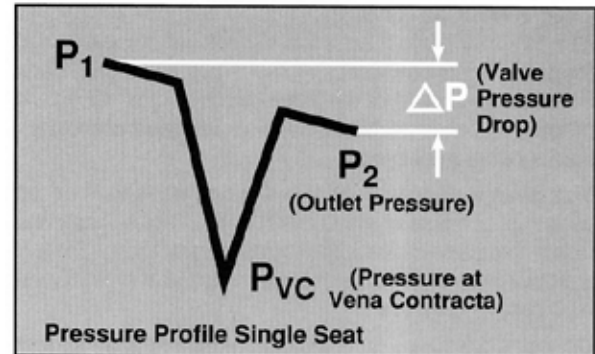
Tiger-Tooth

従来バルブの問題点

基本原理

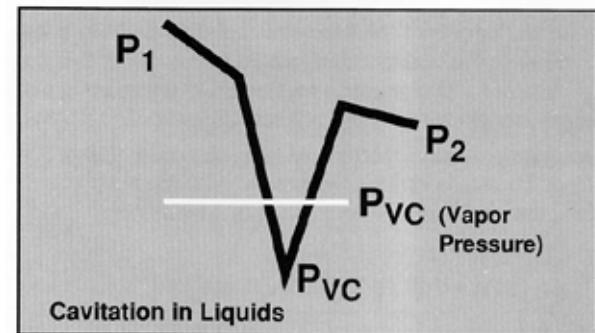
シングルシートのグローブバルブでは流体が通るスロットリングポイントは1点だけであるので、ベナコントラクタ(流体が最も絞られる点)はスロットリングポイントの直ぐ下流になります。ここでは流速も最大になり、流体圧力は急激に降下し、直ちに、入口圧力近くまで回復します。

右図にこの現象を示します。



液体における問題点

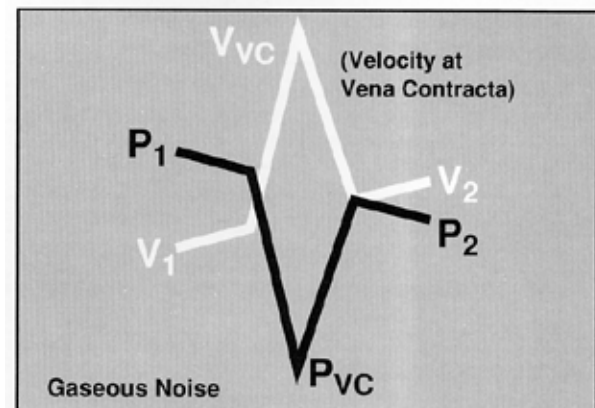
流体が液体の場合の問題点は、ベナコントラクタで圧力が降下し、その圧力が液体の蒸気圧を下回ったときに起こります。このとき、一般に二段階のメカニズムが発生します。まず、気泡が発生し、次に、圧力が回復すると気泡の潰れや破裂を引き起こします。この気泡の破裂によるエネルギーがバルブに騒音や重大なダメージを与えます。これが、いわゆるキャビテーションです。



気体における問題点

気体の場合の問題点は、圧力のグラフに流速のグラフを重ね合わせてみると明らかです。シングルシートのコントロールバルブはベナコントラクタでの急激な圧力降下のために流速が増大し、この流速が音速に達すると騒音が発生します。

ただし、実際には、流速が音速以下でも騒音は発生します。



対策

双方の問題を解決するには、ベナコントラクタで一気に圧力を降下させずに、入口から出口まで徐々に圧力を落としていく必要があります。そうすることで、気体の場合は、バルブのどの点においても流速が適正なレベルで維持されます。

液体の場合は、圧力が蒸気圧以下に落ちることがないので、気泡の発生や破裂もなく、キャビテーションを完全に無くすることができます。

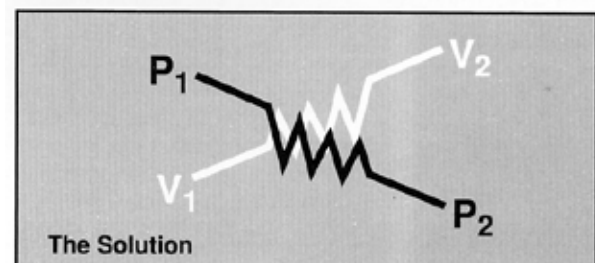


図3 圧力 / 流速の変化

Tiger-Tooth

Tiger-Tooth トリムはディスクの表裏に同心円上に加工された溝(Tooth)により問題を解決します。

流体は急激に膨張・収縮された溝を波のように通っていきます。各々のディスクはレッグ(脚)がついており、このレッグにより、各々のディスクが正しい間隔で収まるようになっています。

トリムは、一つの同心円のユニットとしてタック溶接された簡単な組立なので、一般のグローブ弁やアングル弁に組み込むことができます。流体がこのトリムを通して流れるとき、多段減圧機構の働き、即ち流体の急激な膨張・収縮、流れ方向の変化、フリクション等により徐々に圧力が落ちていきます。

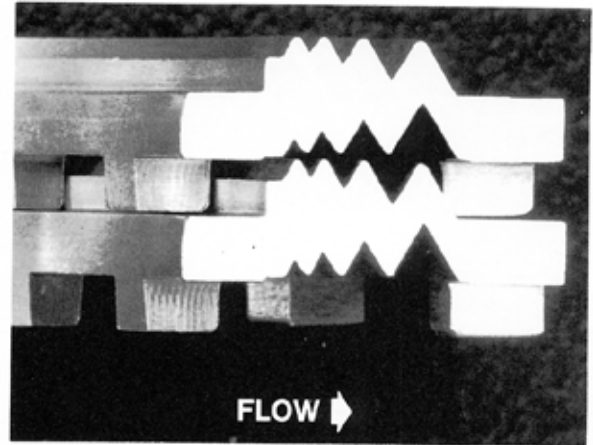


図4 Tiger-Tooth の断面

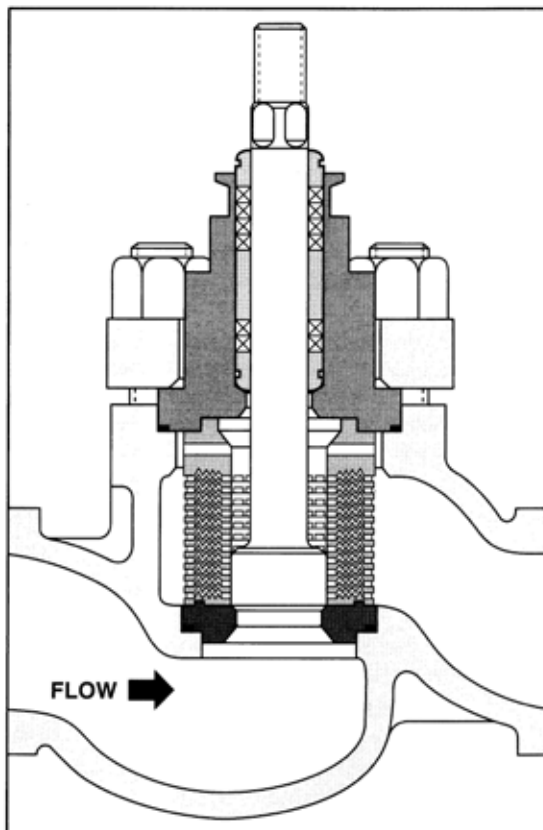


図5 アンバランストリム

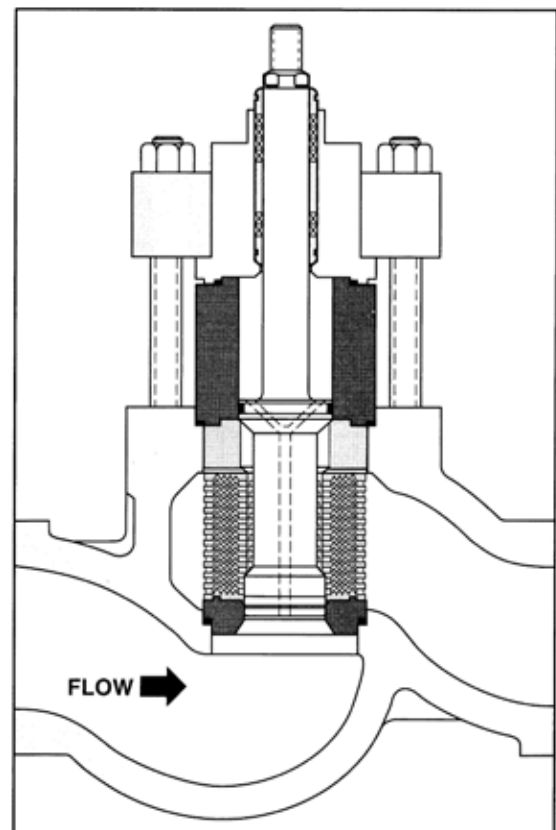


図6 プレッシャーバランストリム

Tiger-Tooth

基本原理 拡大流路

Tiger-Tooth の独特な流路は放射線状に拡大しています。つまり、Tiger-Tooth のトリムは、圧力が低下し容積が増しても、流路が拡大しているので流速を抑えることができ、差圧の大きい気体のプロセスにおいて効果を発揮します。各々の Tooth は内側から外側へと広がっており、この拡大された流路により、ディスクのどの点においても、適正な気体の流速が保たれます。少しずつ、段階的に圧力が低下すれば、トリムのどの点においても、キャビテーションを防ぐことができます。キャビテーションが起こらない程度の圧力降下の度合いは入口圧力と蒸気圧の差になります。Tiger-Tooth は流路が拡大されているので、液体の場合、トリムの入口の方でほとんどの差圧が除去されます。流体が最初に出会った小さな Tooth を通るときに大きな圧力効果があります。その後、Tooth の流路は徐々に拡大されているので、圧力は蒸気圧以下に下がらないように段階的に落ちていきます。

このような設計で、Tiger-Tooth はキャビテーションを完全に防止します。

流速

Tiger-Tooth の基本的なデザインコンセプトのひとつは、流体がバルブのどの点においても、適正な流速であることです。

Tiger-Tooth は、液体のほとんどのアプリケーションで流速を 10 m/sec.以下にすることにより、エロージョンや騒音、キャビテーションを防止しています。アプリケーションによっては、流速を 15 m/sec.まで対応できます。

気体のアプリケーションでは、流速が 0.5 Mach を越えると過度の騒音が発生します。

Tiger-Tooth は一定の条件で最大流速を 0.3 ~ 0.5 Mach に保つように設計されています。

流速は下記のようなクリティカルな点において最も厳しい条件となります。(図 8 参照)

1. バルブ入口側流路
2. プラグとトリム間の流路
3. トリムの入口側、出口側を含む Tooth 間の流路
4. トリムの外径とバルブボディ内径の間のギャラリー
5. バルブ出口側流路

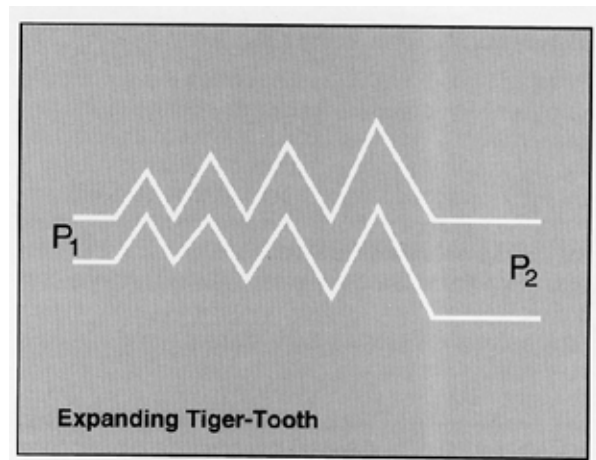


図 7 流路の拡大

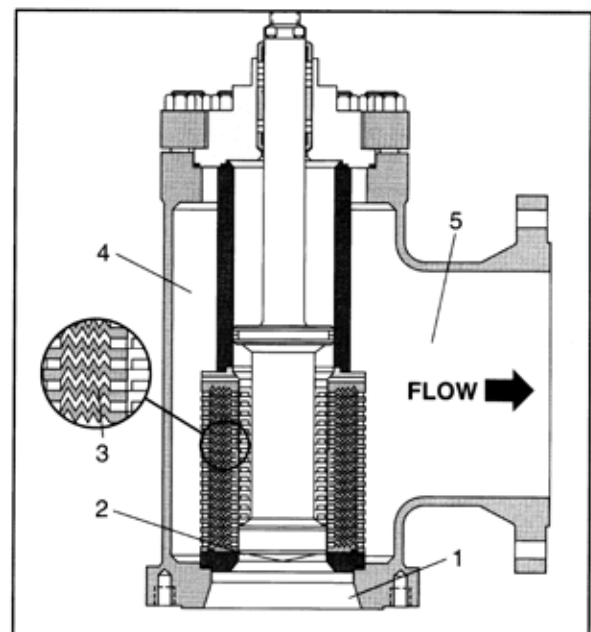


図 8 流速のチェックポイント

Tiger-Tooth

圧力の減衰

急激な膨張と収縮

Tiger-Tooth トリムでの圧力を減衰させる重要なメカニズムは流体が Tooth を流れるときに起こる急激な膨張 / 収縮現象です。図 9 にこのメカニズムを図示します。

Tiger-Tooth の流速や圧力を徐々に落としていく機能は、プロセス配管の騒音を減少させるのに重要な役割を果たしています。

図 10 は、高速流体のライン(P_1/P_2)に設置したときの Tiger-Tooth の減音効果をグラフ化したものです。

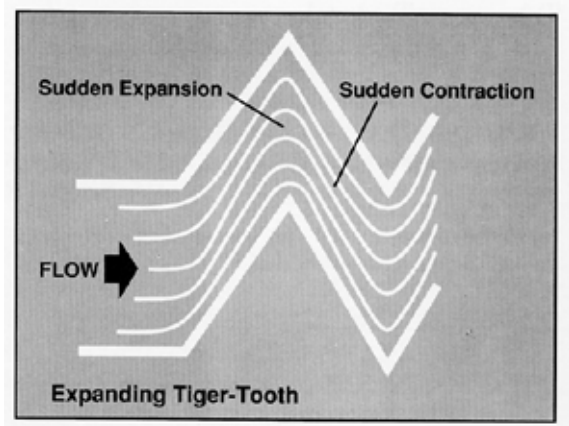


図 9 急激な膨張と収縮

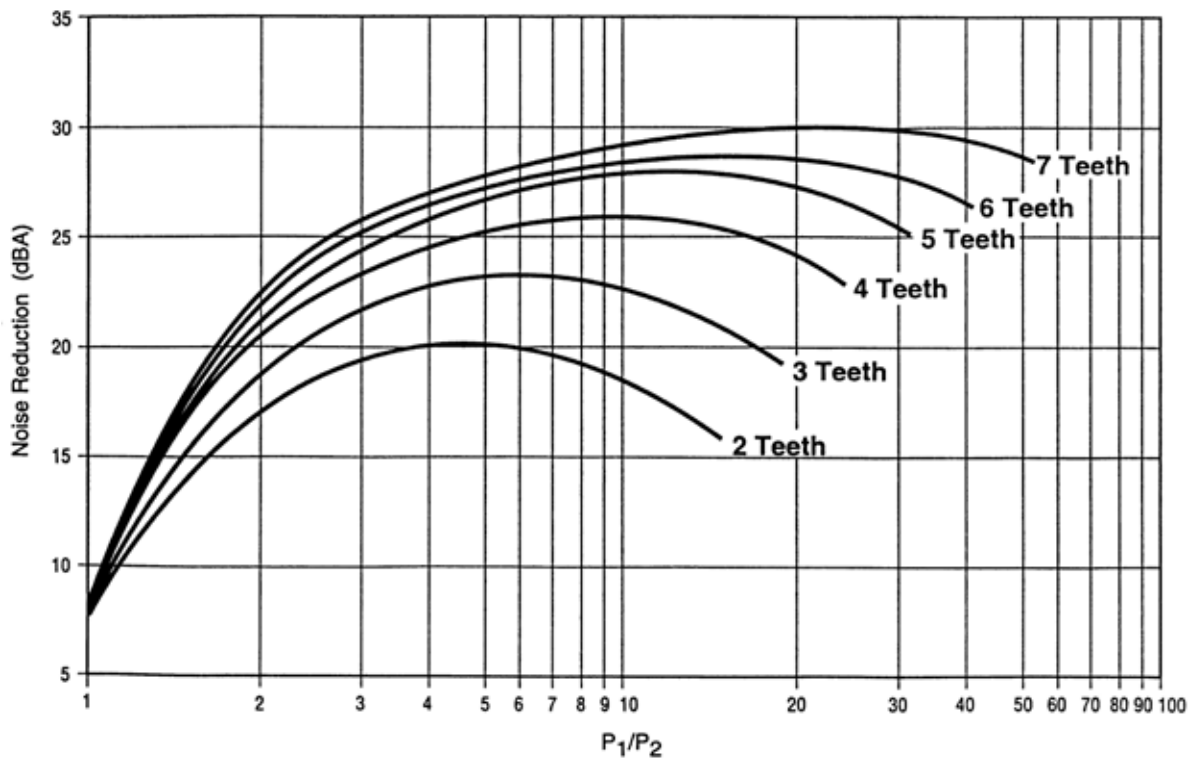


図 10 Tiger-Tooth の歯数と騒音の減衰

Tiger-Tooth

アプリケーション

Tiger-Tooth は高差圧のアプリケーションのキャビテーションや騒音の低下に効果的に使用されています。シビアサービスアプリケーションで Tiger-Tooth を使用する場合、二つのインディックスが使用されます、即ち液体の場合には (シグマ)、気体ならば P_1/P_2 (圧力比) が適用されます。

(シグマ): キャビテーション指数

キャビテーション指数、 σ はコントロールバルブの中でのキャビテーションの度合いを予測するために開発され、下記のように定義されている。

$$\sigma = (P_2 - P_V) / (P_1 - P_2)$$

P_1 = バルブ上流圧力

P_2 = バルブ下流圧力

P_V = 液体の使用温度における蒸気圧

許容 σ は固有のバルブスタイルにより適用される最小の σ です。表 1 はラボラリーテストやフィールドテストを通じて得られた値です。Tiger-Tooth をはじめとする当社のキャビテーション用バルブは、この σ の他に、バルブサイズ、圧力、温度及び流体を考慮し、設計されます。

グローブ弁で、使用圧力が低く、 σ が 1~0.7 の時、キャビテーションによるダメージはそれほど大きくないので、一般的にキャビテーション用のトリムは必要ありません。 σ が 0.7~0.2 の時は、キャビテーショントリムが必要です。そして、 σ が 0.2 以下の時には、Tiger-Tooth 考慮する必要があります。

表 1. 許容シグマ (σ)

バルブ形状	トリム形状	流れ方向	許容
グローブ弁	SUS316	オーバー アンダー	0.73 0.52
	スライト 硬化処理	オーバー アンダー	0.60 0.45
	CC トリム	オーバー	0.20
アングル弁	SUS316	オーバー アンダー	0.68 0.52
	スライト 硬化処理	オーバー アンダー	0.40 0.45
	パンチリライク 硬化処理	オーバー	0.30
	CC トリム	オーバー	0.10
グローブ又は アングル 弁	TT トリム	アンダー	0.30 ~ 0.001
グローブ又は アングル 弁	CS トリム	オーバー	0.30 ~ 0.001

P_1/P_2 : ガス係数

ガスパイプラインのシステムでは、騒音はバルブから発生します。各々のアプリケーションごとに騒音の原因を検討する必要があります。騒音が予測される場合には、減音する為に、スペシャルトリムを使用してください。Tiger-Tooth は減音に非常に効果的なバルブで、15dBA 以上の減音したい時に使用されます。

Tiger-Tooth トリムは騒音を予測する指標として、 P_1/P_2 比をその他のファクターと共に考慮し、設計されます。最大 30dBA 減音するには、 P_1/P_2 比が表 3 の値よりも小さくならなければなりません。騒音やキャビテーションの予測に、当社ではパソコンで稼動する Quik-Size プログラムを開発し、使用しております。詳細はお問合せください。

Tiger-Tooth

仕 様

流量特性

Tiger-Tooth の流量特性は通常リニアです。ディスクスタック固有のリニア特性とは別に、プラグと Tiger-Tooth ディスクを機械加工して別の特性も製作可能です。これは、最初の流路が全開になる前に次のディスクの流路に流れ始めます。

種々の Cv をもったディスクを組合わせて1台のスタックで Bi-Linear, Tri-Linear 特性が得られます。このようにして、流量特性をイコールパーセントに近づけられます。Tiger-Tooth トリムはスタックの上部に追加の流路を加えることもできます。

メンテナンス

Tiger-Tooth はメンテナンスが容易です。ヘビードューティ、ダブルトップステムガイドの使用でパッキンの寿命が延びました。又、ディスクスタックとプラグ間のクリアランスは安定したスムーズなオペレーションに最適な条件で設計されています。クランプインシートとトップエントリーのトリムは分解が容易です。Tiger-Tooth ディスクスタックは検査や洗浄の時も簡単に取外せます。

更に、その優れた圧力の減圧効果及び騒音の減少効果の他に、Tiger-Tooth ディスクスタックは微粒子を含んだ液体に対して理想的に設計されています。ディスクスタック内に障害がないので、微細及び小程度の粒子は簡単にディスクを通り抜けます。

ご注文時のご指示事項

Tiger-Tooth バルブのご注文時には、下記事項をご指示ください。

1. 口径及びバルブタイプ(グローブ又はアングル)
2. 起動時及び運転条件：出入口圧力、温度、流量、流体の比重又はモル重量、蒸気圧又は圧縮係数
3. 最高使用温度及び圧力
4. 定格及び接続
5. 材質：トリム、ボディ、パッキング
6. アクチュエータ：形式(空気式、手動、その他)、フェールポジション、サイズ、最少供給空気圧
7. ポジショナル入力信号
8. 必要なアクセサリ

表 2 標準材料

バルブボディ ボネット	鋳鋼、ステン、合金
プラグ	SUS316, SUS316 ステイト、 合金
Tiger-Tooth ディスク	ブロンズ、SUS316, SUS416, SUS316 ステイト、他の合金
シートリング	SUS316, SUS316 ステイト
ボネットフランジ	S25C, SUS304
ガイド	ブロンズ、セラミック、ステイト、 テロン
パッキン	テロン V-リング、テロン AFP、 AFP/インコネル、G-PTFE V-リング、 セラミック、他
パッキンスペーサー	SUS316、他の合金
ガasket	スパイラルガasket、 SUS304 又は SUS316/テロン 又はセラミック フラットガasket：テロン ソフトメタル メタル O-リング インコネル X-750
ボネットボルト	炭素鋼、ステン鋼
クランプフランジ	炭素鋼、ステン鋼
フランジボルト	炭素鋼、ステン鋼
ヨーククランプ	ステン鋼
クランプボルト	炭素鋼、ステン鋼
アクチュエータ	
シリンダーピストン	酸化アルミ合金
ヨーク	鋳鉄
O-リング	NBR, FKM
ステムワッシャー	ブロンズ
ステムナット	亜鉛メッキ鋼
シリンダーリテーナ ナット	亜鉛メッキ鋼
ステムクランプ	ステン鋼
アクチュエータステム	SUS416
スプリング	炭素鋼
スプリングボタン	炭素鋼

Tiger-Tooth

Cv データ

表3 Tiger-Tooth トリム、フローアンダー

150 – 600# : グローブ弁、リニア特性

弁サイズ	トリムNo.	Cv	ストローク	P ₁ /P ₂	シグマ	歯数
1-1/2	1.50	24	2.0	4.0	0.28	2
	1.12	12	2.0	9.0	0.052	2-3
2	1.12	7	2.0	16.0	0.016	3-4
	1.00	4	2.0	30.0	0.0046	4-5
3	2.25	44	2.5	5.0	0.17	2
	1.75	22	2.5	10.0	0.042	3-4
	1.25	12	2.5	17.0	0.014	5-6
	1.25	7	2.5	31.0	0.0043	6-7
4	3.00	80	3.0	4.7	0.20	2
	2.25	36	3.0	10.0	0.042	3-4
	1.50	18	3.0	20.0	0.010	5-6
	1.50	9	3.0	41.0	0.0023	6-8
6	4.00	150	4.0	4.4	0.22	2
	3.25	75	4.0	10.0	0.042	3-4
	2.25	37	4.0	20.0	0.010	5-6
	2.25	18	4.0	34.0	0.0036	6-7
8	5.50	270	6.0	5.0	0.17	2
	4.00	130	6.0	10.0	0.042	3-4
	2.75	65	6.0	20.0	0.010	5-6
	2.75	32	6.0	40.0	0.0026	6-7
10	7.50	500	7.5	5.0	0.17	2
	5.50	250	7.5	10.0	0.042	3-4
	4.00	125	7.5	20.0	0.010	5-6
	3.50	65	7.5	40.0	0.0026	6-7
12	8.50	600	8.0	5.0	0.17	2
	6.00	300	8.0	10.0	0.042	3-4
	4.50	150	8.0	20.0	0.010	5-6
	4.00	75	8.0	40.0	0.0026	6-7
14	9.00	700	8.0	5.0	0.17	2
	6.25	350	8.0	10.0	0.052	4
	4.00	175	8.0	20.0	0.013	6
	4.00	80	8.0	40.0	0.003	8
16	12.00	1100	12.0	5.0	0.17	2
	8.00	550	12.0	10.0	0.042	4
	5.50	225	12.0	20.0	0.010	6
	4.00	110	12.0	40.0	0.0026	8

900 – 1500# : グローブ弁、リニア特性

弁サイズ	トリムNo.	Cv	ストローク	P ₁ /P ₂	シグマ	歯数
1-1/2	1.38	22	2.0	5.0	0.17	2
	1.12	13	2.0	9.0	0.052	2-3
2	1.12	7	2.0	18.0	0.013	3-4
	1.12	4	2.0	34.0	0.004	4-5
3	2.25	39	3.0	6.5	0.10	2
	1.75	22	2.5	9.0	0.052	3-4
	1.25	12	2.5	17.0	0.014	5-6
	1.25	7	2.5	31.0	0.004	6-7
4	3.00	72	3.0	5.0	0.17	2
	2.25	36	3.0	13.0	0.025	3-4
	1.62	18	3.0	20.0	0.010	5-6
	1.62	9	3.0	40.0	0.0026	6-7
6	3.50	130	4.0	5.0	0.17	2
	3.00	75	4.0	9.0	0.052	3-4
	2.50	37	4.0	19.0	0.012	5-6
	2.12	18	4.0	35.0	0.003	6-7
8	5.50	250	6.0	5.0	0.17	2
	4.00	125	6.0	10.0	0.042	3-4
	2.75	60	6.0	21.0	0.009	5-6
	2.75	30	6.0	36.0	0.003	6-7
10	6.50	410	7.5	5.0	0.17	2
	5.00	200	7.5	10.0	0.042	3-4
	3.50	100	7.5	20.0	0.010	5-6
	3.50	50	7.5	40.0	0.0025	6-7
12	7.50	500	8.0	5.0	0.17	2
	5.50	250	8.0	9.0	0.052	3-4
	4.00	125	8.0	20.0	0.010	5-6
	4.00	60	8.0	40.0	0.0025	6-7

150 – 600# : アンゲル弁、リニア特性

弁サイズ	トリムNo.	Cv	ストローク	P ₁ /P ₂	シグマ	歯数
16	9.50	750	12.0	5.5	0.14	2
	7.00	375	12.0	11.0	0.034	3-4
	5.00	200	12.0	20.0	0.010	5-6
18	9.50	900	12.0	5.0	0.17	2
	7.50	450	12.0	10.0	0.042	3-4
	5.50	225	12.0	20.0	0.010	5-6
20	10.75	1100	12.0	4.7	0.20	2
	8.25	550	12.0	9.0	0.052	3-4
	6.00	275	12.0	19.0	0.011	5-6
24	12.50	1500	18.0	5.5	0.14	2
	9.50	750	18.0	11.0	0.034	3-4
	7.00	375	18.0	22.0	0.009	5-6
30	18.50	2800	24.0	5.0	0.17	2
	13.00	1400	24.0	10.0	0.042	3-4
	9.50	700	24.0	20.0	0.010	5-6
34	22.00	4000	24.0	5.0	0.17	2
	16.00	2000	24.0	10.0	0.042	3-4
	11.25	1000	24.0	20.0	0.010	5-6

2500# : グローブ弁、リニア特性

弁サイズ	トリムNo.	Cv	ストローク	P ₁ /P ₂	シグマ	歯数
1-1/2	1.38	22	2.0	5.0	0.17	2
	1.12	13	2.0	9.0	0.052	2-3
2	1.12	7	2.0	18.0	0.013	3-4
	1.12	4	2.0	34.0	0.004	4-5
3	2.00	35	2.5	5.0	0.17	2
	1.5	18	2.5	10.0	0.042	3-4
	1.25	9	2.5	20.0	0.01	5-6
4	2.50	55	3.0	5.0	0.17	2
	1.75	28	3.0	12.0	0.029	3-4
	1.75	14	3.0	24.0	0.007	5-6
6	3.50	100	4.0	5.0	0.17	2
	2.50	50	4.0	10.0	0.042	3-4
	2.25	25	4.0	20.0	0.010	5-6
8	4.75	200	6.0	5.0	0.17	2
	3.50	100	6.0	10.0	0.042	3-4
	2.62	50	6.0	21.0	0.010	5-6

Tiger-Tooth

寸 法

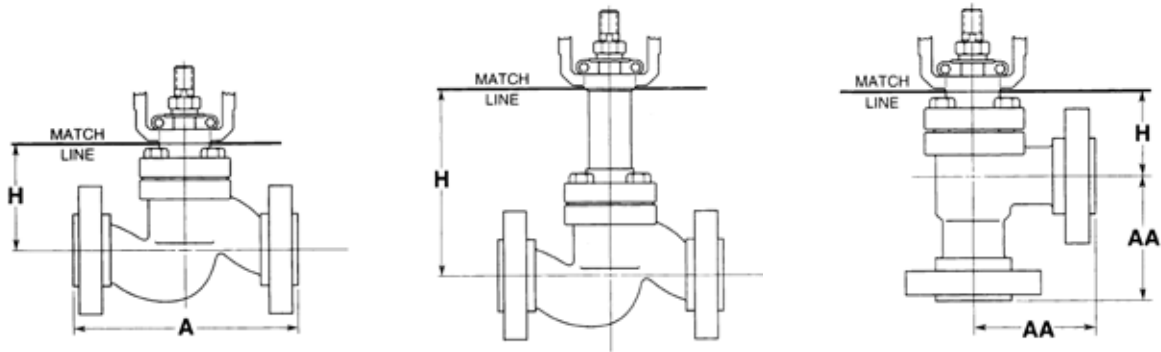


表 4 グローブ弁及びアングル弁：圧力クラス 150, 300, 600#

単位：(mm)

弁サイズ (インチ)	A				H				AA	分解用 スペース
	ANSIグローブ弁		ANSI/ISA**		グローブ弁		アングル弁			
	圧力クラス 150, 300, 600		圧力クラス		標準	エクステンション	標準	エクステンション		
	150#	300#	600#	ボソネット	ボソネット	ボソネット	ボソネット			
1-1/2	241	222	235	251	132	246	92	206	121	124
2	292	254	267	286	138	252	100	214	146	137
3	356	298	318	337	172	312	124	264	178	175
4	432	353	368	394	214	354	156	296	222	233
6		451			256	383	180	320	226	287
			473	508	311	451	241	381	279	292
8		543			318	457	229	368	330	349
			568	610	365	505	275	414	330	349
10		673			359	498	359	498	356	368
			708	752	359	498	359	526	376	368
12		737			359	498	366	505	368	429
			775	819	413	578	432	597	409	429

* ANSI B16.10 Class 600, 1986

** ANSI/ISA 75.03, 1985

表 5 グローブ弁：圧力クラス 900, 1500, 2500#

単位：(mm)

弁サイズ (インチ)	A			H						分解用 スペース	
	面間寸法			標準ボソネット			エクステンションボソネット			圧力クラス	
	圧力クラス			圧力クラス			圧力クラス			圧力クラス	
	900#	1500#	2500#	900#	1500#	2500#	900#	1500#	2500#	1500#	2500#
1-1/2	330	330	381	220	220	220	334	334	334	141	141
2	375	375	400	220	220	220	334	334	334	154	154
3	460	460	660	289	289	289	467	467	506	214	211
4	635	635	737	316	316	316	494	494	549	246	272
6	762	762	864	416	416	416	594	594		309	344
8	832	*832	*1022	473	473	473	613		424	451	
10	991	*991	*1270							465	
12	1130	1422								492	

* ANSI B16.10-1973

ISA 75.16

Tiger-Tooth

寸 法

表 6 アンクル弁 : 圧カクラス 150, 300, 600

単位 : (mm)

弁サイズ	圧カクラス	A	B	E*	F*	J*	K*
16	150	432	432	610	1397	305	267
	300	451	451	610	1410	305	267
	600	489	489	610	1448	305	267
18	150	483	483	762	1422	305	267
	300	502	502	762	1448	305	267
	600	533	533	762	1473	305	267
20	150	526	526	838	1486	305	267
	300	543	543	838	1511	305	267
	600	578	578	838	1537	305	267
24	150	584	584	914	1651	305	267
	300	600	600	914	1651	305	267
	600	641	641	914	1676	305	267
30	150	689	689	965	1905	305	267
	300	768	768	965	1905	305	267
	600	813	813	965	1930	305	267
36	150	809	809	1016	2032	305	267
	300	914	914	1016	2083	305	267
	600	962	962	1016	2134	305	267

*アクチュエータ 100 sq.-in.

