

安全弁技術資料

吹出し量計算式

蒸気・空気及びガス用

法規又は規格	計算式	記号
ボイラ構造規格 圧力容器構造規格 及び JIS B 8210-1994 (蒸気及びガス用 ばね安全弁)	蒸気 $Q_m = 5.246CKd'A(P+0.1) \times 0.9$	Qm : 公称吹出し量 kg/h C : 蒸気の性質による係数で、表 1 による。 ただし、 設定圧力 0.4MPa 未満の飽和温度の場合 : 1 Kd' : 公称吹出し係数 $\left\{ \begin{array}{l} \text{全量式} : 0.864 \\ \text{揚程式(平面座)} : L=D/40 \text{ のとき } 0.981 \\ \phantom{\text{揚程式(平面座)}} : L=D/25 \text{ のとき } 0.847 \end{array} \right.$ L : リフト mm D : 弁座口の径 mm A : 吹出し面積 mm ² $\left\{ \begin{array}{l} \text{全量式} : A = \pi d^2/4 \text{ (のど部の面積)} \\ \text{揚程式(平面座)} : A = \pi DL \\ \phantom{\text{揚程式(平面座)}} \text{(円すい座)} : A = \pi DL \sin \theta \end{array} \right.$ d : のど部の径 mm θ : 吹出し部の弁軸に対する角度 P : 公称吹出し量決定圧力 MPa·G ボイラ構造規格及び JIS B 8210 では 設定圧力 > 0.1MPa のとき、設定圧力 × 1.03 設定圧力 ≤ 0.1MPa のとき、設定圧力 + 0.02MPa 圧力容器構造規格では 設定圧力 × 1.1 又は設定圧力 + 0.02MPa のいずれか大きい値。 備考 RPN6B 型の d, A, D, L は表 4 による。
圧力容器構造規格 及び JIS B 8210-1994 (蒸気及びガス用 ばね安全弁)	ガス $Q_m = C'Kd'AP_1 \sqrt{\frac{M}{ZT}} \times 0.9$	Qm : 公称吹出し量 kg/h P ₁ : 公称吹出し量決定圧力で、設定圧力 × 1.1 の絶対圧力又は 設定圧力 + 0.02MPa の絶対圧力のいずれか大きい値。MPa·A C' : 弁入口における気体の断熱指数 k と P ₂ /P ₁ による係数で図 1 による。k が不明の場合は k=1.0 とし、C'=24 とする。 P ₂ : 背圧の絶対圧力 MPa·A Kd' : 吹出し係数で、上記の蒸気の場合と同じ値。 A : 吹出し面積で、上記の蒸気の場合と同じ値。 M : 気体の分子量 Z : 圧縮係数で、図 2 による。 T : 公称吹出し量決定圧力 P ₁ における気体の絶対温度 K
高圧ガス保安法	気体 1) 断熱指数 k に対応する P ₂ /P ₁ の値が表 2 に 示す数値以下の場合 $W = CKP_1A \sqrt{\frac{M}{ZT}}$ 2) 断熱指数 k に対応する P ₂ /P ₁ の値が表 2 に 示す数値を超える場合 $W = 5580KP_1A \sqrt{\frac{k}{k-1} \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right\}} \cdot \sqrt{\frac{M}{ZT}}$	k : 気体の断熱指数 (参考資料 259 ページ参照) P ₁ : 吹出し量決定圧力 (吹出し圧力 + 超過圧力 + 0.1) MPa·A 超過圧力 $\left\{ \begin{array}{l} \text{圧縮ガス} : \text{吹出し圧力の } 10\% \\ \text{液化ガス} : \text{吹出し圧力の } 20\% \end{array} \right.$ P ₂ : 背圧の絶対圧力 MPa·A A : 吹出し面積 cm ² $\left\{ \begin{array}{l} \text{全量式} : A = 0.01 \pi d^2/4 \text{ (のど部の面積)} \\ \text{揚程式(平面座)} : A = 0.01 \pi DL \end{array} \right.$ D : 弁座口の径 mm L : リフト mm d : のど部の径 mm W : 吹出し量 kg/h C : k により決まる係数で表 2 による。(k 不明の場合、C=2395) K : 吹出し係数 $\left\{ \begin{array}{l} \text{全量式} : 0.777 \\ \text{揚程式(平面座)} : 0.875 \end{array} \right.$ M : 気体の分子量 T : 吹出し量決定圧力 P ₁ における気体の絶対温度 K (°C + 273)

吹出し量計算式

液体用

法規又は規格	計算式	記号
一般用	$W=161AK \sqrt{(P_1-P_2)G} \times Kp$ <p>(粘度が 20 mm²/s を超える場合には粘度補正が必要です。)</p>	<p>W : 吹出し量 kg/h A : 吹出し面積 mm²</p> <p>{ 全量式 : A = πd²/4 (のど部の面積) { 揚程式(平面座) : A = πDL (円すい座) : A = πDL sin θ</p> <p>d : のど部の径 mm D : 弁座口の径 mm L : リフト mm θ : 吹出し部の弁軸に対する角度</p> <p>K : 流量係数で、全量式・揚程式とも 0.6 P₁ : 吹出し量決定圧力で、設定圧力にその 25% に相当する超過圧力 (最小値 0.02MPa) を加えた値。 MPa P₂ : 背圧 MPa G : 液体の比重 (水=1 とする) Kp : 超過圧力補正係数で、超過圧力が設定圧力の 25% (ただし、最小値 0.02MPa) のとき 1。図 3 による。</p>
ボイラ構造規格 及び 圧力容器構造規格の 温水用逃し弁	<p>① 弁の所要吹出し量から求める場合</p> $S = \frac{W}{87.7 \sqrt{(P_1+0.1) \kappa \gamma_1}} \times \frac{1}{Kp} \dots (1)$ <p>② 圧力容器の熱入力又は温水ボイラの熱出力から求める場合</p> $S = \frac{Q \varepsilon}{87.7C \sqrt{(P_1+0.1) \kappa \gamma_1}} \times \frac{1}{Kp} \dots (2)$	<p>S : 吹出し面積 mm² W : 弁の所要吹出し量 kg/h κ : 吹出し量決定圧力 P₁ の飽和温度 t_s°C と弁の入口側の温水の温度 t₁°C との差 Δt°C に対する修正係数で図 4 による。 γ₁ : 弁の入口側温水の密度 (kg/ℓ) で表 5 による。 Q : 圧力容器の熱入力又は温水ボイラの熱出力 kJ/h ε : 水の体膨張係数で表 3 による。 C : 水の定圧比熱 (kJ/kg°C) で表 3 による。</p>

表 1 蒸気の性質による係数 C

絶対圧力 MPa	温度 °C																
	飽和温度	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
0.5	1.005	0.996	0.972	0.951	0.931	0.913	0.896	0.879	0.864	0.849	0.835	0.822					
1.0	0.987	0.981	0.983	0.960	0.938	0.919	0.901	0.884	0.868	0.853	0.838	0.825					
1.5	0.977	0.976	0.970	0.972	0.947	0.925	0.906	0.888	0.872	0.856	0.841	0.828					
2.0	0.972		0.967	0.964	0.955	0.932	0.912	0.893	0.876	0.860	0.845	0.830	0.817	0.804	0.792	0.780	0.768
2.5	0.969			0.961	0.961	0.937	0.918	0.898	0.880	0.863	0.848	0.833	0.819	0.806	0.793	0.782	0.770
3.0	0.967			0.962	0.957	0.949	0.924	0.903	0.885	0.867	0.851	0.836	0.822	0.808	0.795	0.783	0.774
4.0	0.965				0.958	0.954	0.934	0.915	0.894	0.875	0.857	0.841	0.826	0.813	0.799	0.787	0.775
5.0	0.966					0.955	0.953	0.927	0.904	0.884	0.865	0.848	0.832	0.817	0.803	0.790	0.778
6.0	0.968					0.962	0.953	0.941	0.911	0.891	0.872	0.854	0.838	0.822	0.808	0.794	0.781
7.0	0.971						0.958	0.954	0.924	0.901	0.881	0.861	0.844	0.827	0.812	0.798	0.785
8.0	0.975						0.967	0.956	0.937	0.912	0.888	0.868	0.850	0.833	0.817	0.802	0.789
9.0	0.980							0.962	0.957	0.926	0.897	0.876	0.856	0.838	0.822	0.807	0.792
10.0	0.986							0.971	0.961	0.936	0.909	0.883	0.863	0.844	0.827	0.811	0.796

備考 1. この表の圧力・温度の中間値は、比例法によって計算する。
 2. 絶対圧力は吹出し量決定圧力の絶対値とする。

表 2 k に対する数値 C

k	C	P ₂ /P ₁	k	C	P ₂ /P ₁	k	C	P ₂ /P ₁	k	C	P ₂ /P ₁
1.00	2380	0.606	1.20	2550	0.563	1.40	2700	0.528	1.60	2820	0.496
1.02	2410	0.602	1.22	2570	0.559	1.42	2710	0.525	1.62	2830	0.493
1.04	2420	0.597	1.24	2590	0.556	1.44	2720	0.522	1.64	2850	0.490
1.06	2440	0.593	1.26	2600	0.552	1.46	2730	0.518	1.66	2860	0.488
1.08	2460	0.588	1.28	2620	0.549	1.48	2750	0.515	1.68	2870	0.485
1.10	2480	0.584	1.30	2630	0.545	1.50	2760	0.512	1.70	2880	0.482
1.12	2490	0.580	1.32	2650	0.542	1.52	2770	0.509	1.80	2940	0.468
1.14	2500	0.576	1.34	2660	0.538	1.54	2790	0.505	1.90	2980	0.456
1.16	2520	0.571	1.36	2680	0.535	1.56	2800	0.502	2.00	3030	0.444
1.18	2540	0.567	1.38	2690	0.531	1.58	2810	0.499	2.20	3130	0.422

(注) k が中間の値をとるときは補間法により値を求め、その値は、C の場合小数点以下は切捨て、P₂/P₁ の場合は小数点以下 4 桁目以下は切捨てる。

吹出し量計算式

図1 kとP₂/P₁による係数C'

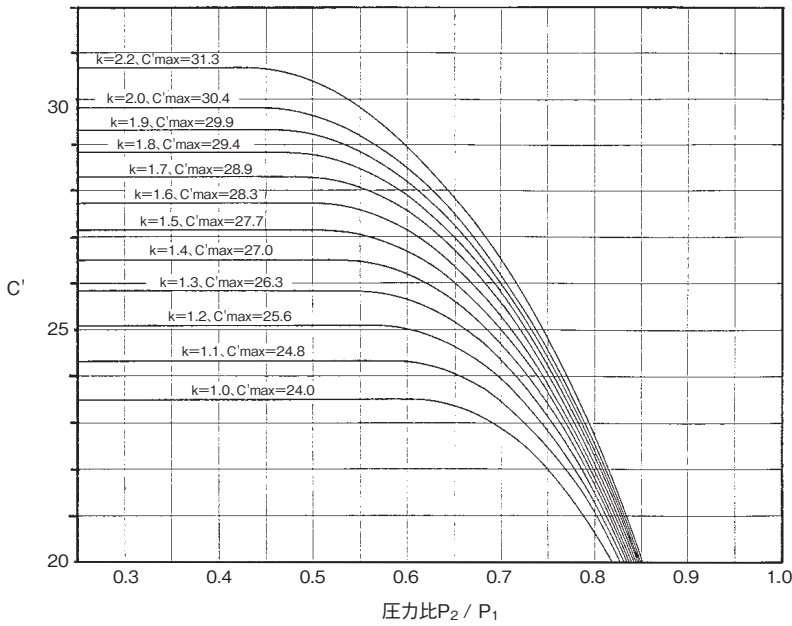


表3 温水の定圧比熱及び体膨張係数

温度 ℃	定圧比熱 kJ/kg℃	体膨張係数 1/℃
40	4.179	0.00039
50	4.181	0.00046
60	4.185	0.00053
70	4.190	0.00060
80	4.197	0.00066
90	4.205	0.00072
100	4.216	0.00079
110	4.229	0.00085
120	4.245	0.00090
130	4.263	0.00097
140	4.285	0.00103
150	4.310	0.00110
160	4.339	0.00118
170	4.371	0.00126
180	4.408	0.00134
190	4.449	0.00145
200	4.497	0.00155
210	4.551	0.00165
220	4.613	0.00179

備考 この表の中間の値は比例法によって計算する。

図2

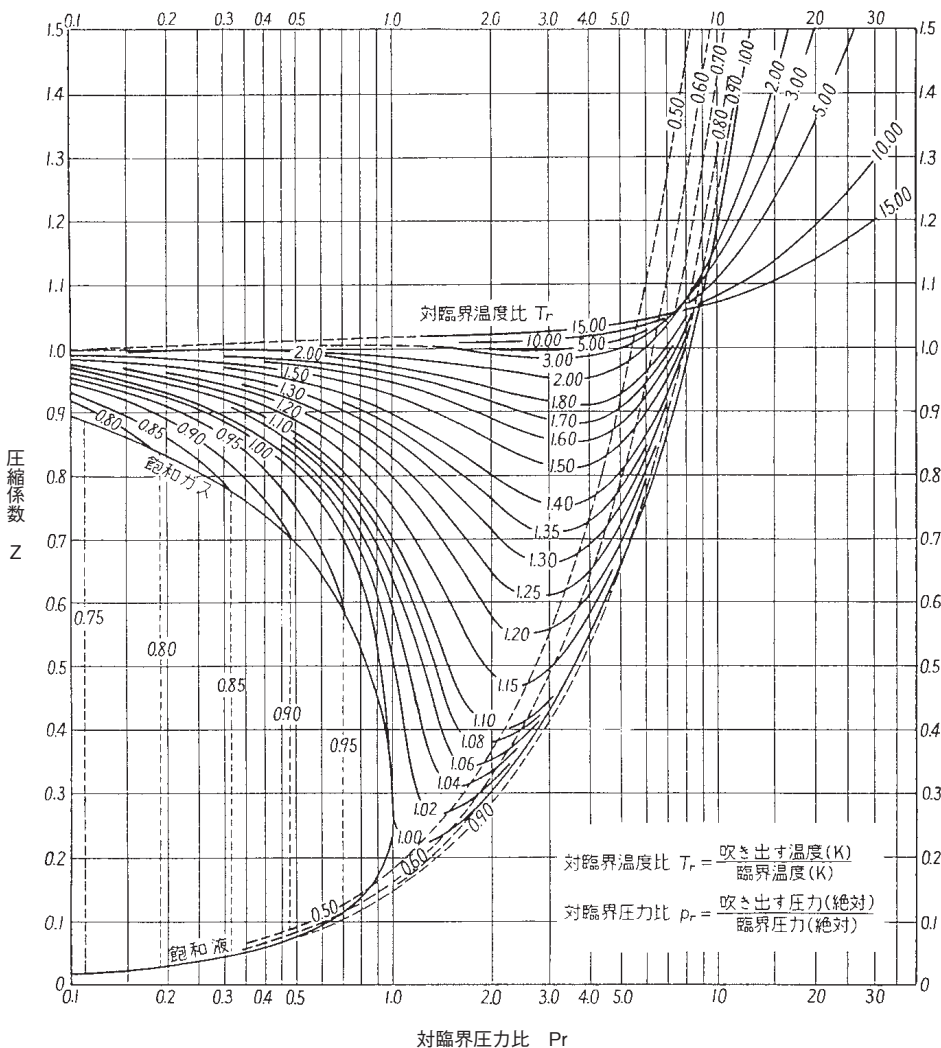


表4 RPN6B型のオリフイス寸法

オリフイス 記号	のど部の 径 d (mm)	のど部の 面積 A (mm ²)	弁座口 の径 D (mm)	リフト L (mm)
E	12.7	126.6	14.7	2.9
F	15.9	198.5	23.5	2.9
G	20.4	326.8	23.5	4.7
H	25.4	506.7	29.3	5.8
J	32.6	834.6	37.5	7.5
K	38.9	1188	44.8	8.9
L	48.5	1847	55.8	11.1
M	54.4	2324	68.8	11.4
N	59.8	2808	68.8	13.7
P	72.4	4116.8	83.3	16.6
Q	95.3	7133	109.6	21.8
R	114.7	10330	132	26.2
T	146.2	16780	170	33.5

吹出し量計算式

表5 温水の密度 γ_1 kg/l

圧力MPa ・A 温度℃	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5
40	0.992	0.992	0.992	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993
50	0.988	0.988	0.988	0.988	0.988	0.988	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
60	0.983	0.983	0.983	0.983	0.983	0.984	0.984	0.984	0.984	0.984	0.984	0.984	0.984
70	0.978	0.978	0.978	0.978	0.978	0.978	0.978	0.978	0.978	0.978	0.979	0.979	0.979
80	0.972	0.972	0.972	0.972	0.972	0.972	0.972	0.972	0.972	0.972	0.973	0.973	0.973
90	0.965	0.965	0.965	0.965	0.965	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966
100		0.958	0.958	0.958	0.958	0.959	0.959	0.959	0.959	0.959	0.959	0.959	0.959
110		0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.952	0.952	0.952
120		0.943	0.943	0.943	0.943	0.943	0.943	0.943	0.944	0.944	0.944	0.944	0.944
130			0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.936	0.936
140			0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.927	0.927	0.927	0.927	0.927
150				0.917	0.917	0.917	0.917	0.917	0.917	0.918	0.918	0.918	0.918
160					0.907	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908
170					0.897	0.897	0.898	0.898	0.898	0.898	0.898	0.898	0.898
180							0.887	0.887	0.887	0.887	0.888	0.888	0.888
190								0.876	0.876	0.876	0.877	0.877	0.877
200									0.865	0.865	0.865	0.865	0.865
210											0.853	0.853	0.853
220													0.841

備考 この表の中間値は比例法によって計算する。

図3 超過圧力補正係数 K_p

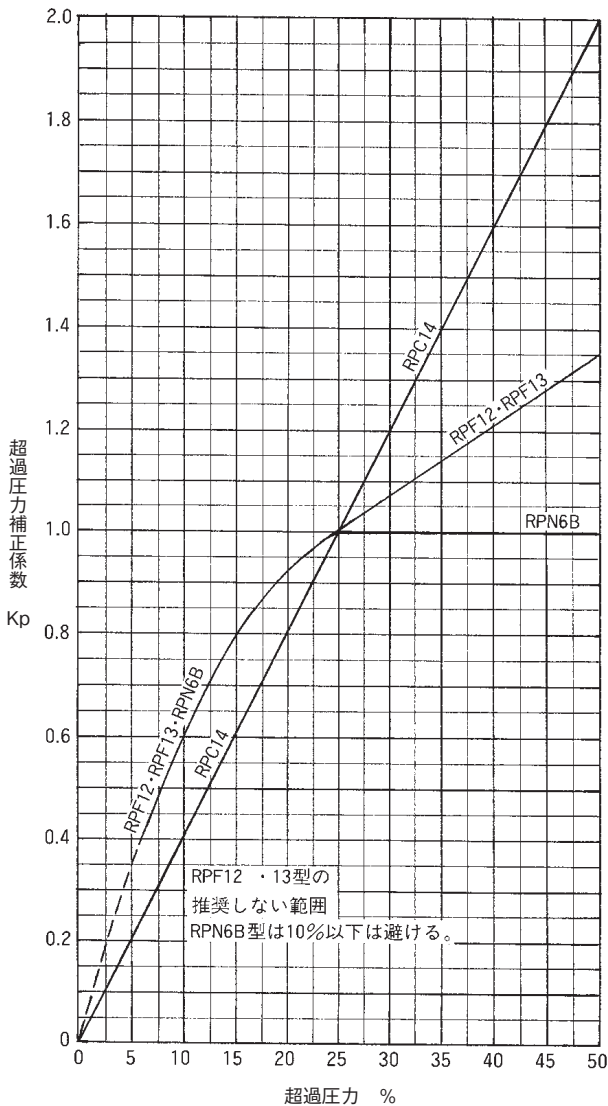
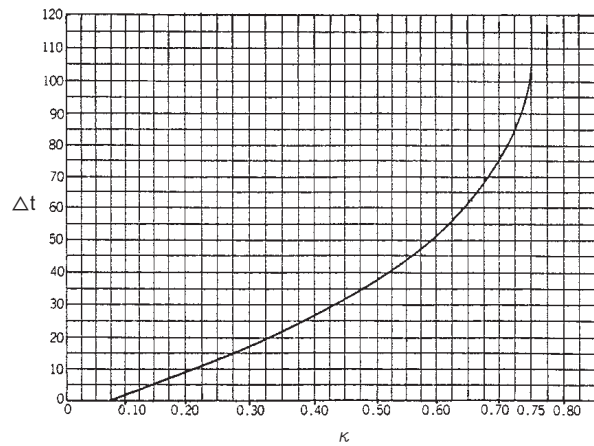


図4 Δt ℃に対する修正係数 κ
(ボイラ構造規格・圧力容器構造規格の場合に適用)



性能

●吹出し圧力の許容差

○吹出し圧力で設定する弁（JIS B 8210 による）
（蒸気用及びガス用） (MPa)

設定圧力	吹出し圧力の許容差
0.5未満	±0.014
0.5以上2.3未満	±3%×設定圧力
2.3以上7.0未満	±0.07
7.0以上	±1%×設定圧力

●吹始め圧力で設定する弁の吹始め圧力の許容差

（ガス用及び液体用） (MPa)

設定圧力	吹始め圧力の許容差
0.5未満	±0.025
0.5以上	±5%×設定圧力

●吹下り

○蒸気用安全弁・安全逃し弁の吹下り
（吹出し圧力を設定圧力とする。） (MPa)

吹出し圧力	吹下り
0.3以下	0.03以下
0.3を超えるもの	吹出し圧力の10% ⁽¹⁾ 以下

注⁽¹⁾ 吹出し圧力が0.4MPaを超える場合には当事者間の協定により、RPN6E型は4%又は7%とすることができる。

○液体用安全逃し弁及び逃し弁の吹下り
（吹始め圧力を設定圧力とする。） (MPa)

設定圧力	吹下り
0.2以下	0.03以下
0.2を超えるもの	設定圧力の15%以下

○ガス用安全弁・安全逃し弁の吹下り
（吹出し圧力で設定する弁・吹始め圧力で設定する弁） (MPa)

設定圧力	吹下り	
	メタルシートの弁	ソフトシートの弁
0.2以下	0.03以下	0.05以下
0.2を超えるもの	設定圧力の15%以下	設定圧力の25%以下

●許容超過圧力 (%)

適用区分		許容超過圧力
ボイラー構造規格	蒸気	3 ⁽²⁾
	温水	10(ただし最小値0.034MPa)
圧力容器構造規格	蒸気・ガス	10(ただし最小値0.02MPa)
	温水	10(ただし最小値0.034MPa)
高圧ガス保安法	圧縮ガス	10
	液化ガス	20
水・油・その他の液		25(ただし最小値0.02MPa)

注⁽²⁾ 吹出し圧力0.1MPa以下のとき0.02MPa以下

用語の意味

- 安全弁**
主として蒸気ボイラ、第一種圧力容器などに取り付けられるもので、蒸気用・ガス用ばね安全弁をいう。ポップ作動することが特徴である。
- 安全逃し弁**
第一種圧力容器（前1項を除く）、第二種圧力容器、その他一般配管ラインなどに取り付けられるもので、蒸気用ばね安全逃し弁・ガス用ばね安全逃し弁及び液体用ばね安全逃し弁がある。ポップ作動をすることもできるし、圧力上昇に比例してリフトが増すようにすることもできることが特徴である。
- 逃し弁**
水、油などの過圧を逃がす液体用逃し弁をいう。圧力上昇に比例して、リフトが増すことが特徴である。
- 設定圧力**
吹出し圧力を要求する安全弁、安全逃し弁にあっては、設計上定めた吹出し圧力。吹始め圧力を要求する安全逃し弁、逃し弁にあっては設計上定めた吹始め圧力。何れも銘板に表示される圧力。
- 吹始め圧力**
安全逃し弁及び逃し弁が吹き始めるときの圧力であって、出口側で微量な流体の流出⁽³⁾が検知されるとききの入口側の圧力。
ただし、吹出し圧力を要求する安全弁及び安全逃し弁においては、吹き出しに先立ち出口側で微量な流体の流出⁽³⁾が検知されるとききの入口側の圧力。
注⁽³⁾ この場合の流出とは、作動状態において開弁し始めるときの流出であって、弁座漏れによる流出は含まない。
- 吹出し圧力**
安全弁及び安全逃し弁がポッピングして流体が吹き出すときの入口側圧力。
- 吹止り圧力**
吹出し圧力から圧力が降下し、弁が再着座してリフトが0となり流体の流出⁽⁴⁾が止まったときの入口側の圧力。
注⁽⁴⁾ この場合の流出とは、閉弁動作中における流出であって、弁座漏れによる流出は含まない。
- 密閉圧力**
吹き止り後更に圧力が下がり弁座漏れも検知されなくなったときの入口側圧力。
- 吹下り**
(a) 吹出し圧力を要求する安全弁及び安全逃し弁にあっては吹出し圧力と吹止り圧力との差。ただし、弁座漏れを認めないものにあつては、吹出し圧力と密閉圧力との差。
(b) 吹始め圧力を要求する安全逃し弁及び逃し弁にあっては吹始め圧力と吹止り圧力との差。ただし、弁座漏れを認めないものにあつては、吹始め圧力と密閉圧力との差。
- 超過圧力**
安全弁、安全逃し弁及び逃し弁が吹き出し状態において、圧力が更に上昇したときの設定圧力を越えた圧力増加分、設定圧力に対するパーセント又はMPaで表現する。
- 背圧**
出口側の圧力で次の二つがある。
(a) 累積背圧 弁が吹き出したとき、出口側の抵抗により発生する圧力。
(b) 既存背圧 弁が吹き出す前に既に出口側に存在する圧力。
- リフト**
開弁位置から吹出し中の開弁位置までの弁体の軸方向の移動量。
- 弁座口の径**
弁体と弁座との当たり面の内径。
- のど部の径**
流体取入口から弁座面に至るノズルの最狭部分の内径。
- 吹出し面積**
弁座口又はのど部の径によって形成される流体通路の最小面積。
- 圧縮係数**
理想気体と実存気体の性質の相違による補正係数。
- 吹出し係数・流量係数**
実際の吹出し量と理論的吹出し量の比。
- 揚程式安全弁・安全逃し弁・逃し弁**
リフトが弁座口の径の1/40以上1/4未満で、弁体が開いたときの流路面積の中で弁座流路面積（カーテン面積）が最小である安全弁・安全逃し弁・逃し弁。
- 全量式安全弁・安全逃し弁**
弁座流路面積が弁体と弁座との当たり面より下部におけるノズルののど部の面積より十分大きなものとなるようリフトが得られる安全弁。

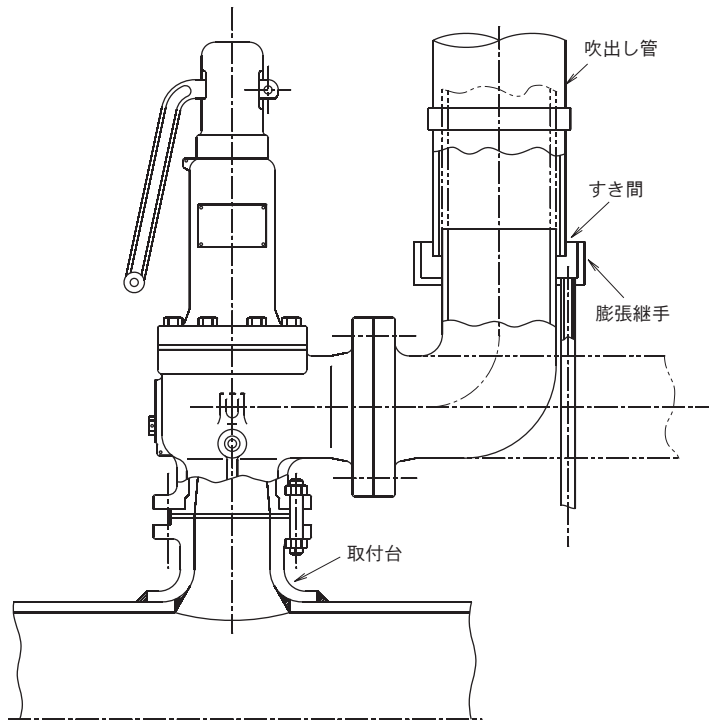
安全弁の設置及び保守に関する注意事項

1. 安全弁の取付台

- 1・1 安全弁はその吹出し中、排気による反動を受けるので、安全弁取付台や吹出し管は内圧及び反動に対して十分な強度を持たせる必要があります。
- 1・2 安全弁取付台間の圧力損失は吹出し圧力の3%以内に抑える必要があります。この損失が大きいとハンチングを起すことがあります。

2. 吹出し管

- 2・1 吹出し管は、膨張継手で分離することをおすすめします。二点鎖線で示すように安全弁と吹出し管を直接配管するときは、管の重量と排気の反動に耐えるよう支持することが必要です。
管の質量が弁箱にかかると弁箱がひずみ弁漏れを起します。
- 2・2 吹出し管を密閉容器に連結する場合あるいは建物に固定する場合、管の伸縮歪みが安全弁に負荷されてはなりません。これは弁漏れを誘発するばかりか安全弁破損の原因にもなります。
- 2・3 吹出し管を設ける場合は、個々の弁ごとに独立したものを設けます。やむを得ず吹出し管を統合する必要がある場合は、その合流する角度を45度以下とし、かつ、合流点以後の吹出し管通過面積は、個々の管の通過面積の和より大きいものとします。
- 2・4 膨張継手を使用する際に、吹出し管の抵抗が大きすぎると、吹出し管と膨張継手とのすき間から逆流現象を呈し危険なので吹出し管の通過面積は膨張継手の通過面積の2.5倍以上としてください。なお膨張継手の通過面積は安全弁の出口側面積より小さくしないでください。



3. ドレン管

蒸気用の場合、必ず取り付けてください。凝結水が残ると、局部的に冷やされて弁座等にひずみが起り弁座漏れの原因となります。弁箱に取り付けるドレン管は、各弁毎に独立して設けます。

4. 安全弁設置場所とその対策

安全弁を屋内等に取り付けると、安全弁が吹き出すことによって火災感知器が作動し、スプリンクラーから放水するなどの事故のもとになりかねませんので、安全弁には吹出し管を設けて屋外等支障のないところへ放出するようにしてください。

5. 背圧の性能に及ぼす影響

標準形は背圧が10%を超える場合、性能に悪影響を及ぼすため、累積背圧は、吹出し圧力の約10%以下に、抑えてください。

保守

安全弁は装置の保護上重要なものですので、1年に1回以上の定期自主検査をお勧めします。



- ①安全弁の取付台及び吹出し管の支持は、十分な強度で施工してください。
取付台等が破損すると流体が噴出し、人身事故又は物的損害の発生するおそれがあります。
- ②安全弁の出口や吹出し管の出口は、流体が吹き出しても安全な場所にしてください。