



計算用語

V_1 : アキュムレータガス容積 (L)
 V_w : アキュムレータ必要吐出し容積 (L)
 P_3 : 最高作動圧力 (MPa · abs)
 P_2 : 最低作動圧力 (MPa · abs)
 P_1 : ガス封入圧力 (MPa · abs)

蓄圧用... P_2 の80~90%
 衝撃用... P_x の50~80%
 脈動用... P_x の50~80%

温度変化を考慮の上、決定してください。→G-29頁

P_a : 平均作動圧力 (MPa · abs)

$$P_a = \frac{P_3 + P_2}{2}$$

P_x : 常用回路圧力 (MPa · abs)
 P_m : 最大許容衝撃・脈動圧力 (MPa · abs)
 e : ガス封入圧力比= P_1/P_2
 a : 作動圧力比= P_3/P_2
 η : アキュムレータ総合効率=0.95
 m : 蓄積時ポリトロープ指数
 n : 吐出し時ポリトロープ指数
 F : 吐出し係数

$$F = \frac{a^{\frac{1}{n}} - 1}{a^{\frac{1}{m}}}$$

v : 流速 (m/sec)
 g : 重力の加速度=9.8 (m/sec²)

d : 管の内径 (mm)
 L : 管の全長 (m)
 γ : 流体の比重量 (kg/m³)
 タービン油 ≈ 880
 W.G $\approx 1,100$
 水 $\approx 1,000$
 W : ライン中の流体重量 (kg)

$$W = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \gamma \cdot 10^{-6}$$

q : ポンプ1回転当りの吐出し量 (L/rev)
 F_1 : ポンプ吐出し係数

ポンプ形式		ポンプ吐出し係数 F_1
一連	単動	0.60
	複動	0.25
二連	単動	0.25
	複動	0.15
三連	単動	0.13
	複動	0.06

(連数の多いポンプ、ベーン・ギアポンプの場合には $F_1 = 0.06$ を使用します。)

エネルギー蓄積用

$$V_1 = \frac{V_w}{e \cdot \eta \cdot F} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_w = V_1 \cdot e \cdot \eta \cdot F \dots\dots\dots (2)$$

- i) e を大きくとれば、Acc ガス容積を小さくすることができます。
- ii) e が0.9を越えると、ブラダの寿命が短くなります。
- iii) a を大きくとれば、Accガス容積を小さくすることができます。
- iv) ブラダ圧縮比率 ($b = P_3/P_1$) が大きくなると、ブラダの寿命が短くなります。

許容圧縮比率

取付姿勢	$b = P_3 / P_1$
縦置	4/1
横置	3/1

- v) $m \cdot n$ は、平均圧力= $(P_3+P_2)/2$ 及び、蓄積・吐出し時間により次頁表より選定してください。
- vi) $n < m$ の場合 (例 $n = 1.6, m = 1.8$) は、 n を m に合せ $n = m = 1.8$ として計算してください。

衝撃圧力緩衝用

$$V_1 = \frac{W \cdot v^2 \cdot (n-1) \cdot \left(\frac{P_x}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}}}{203.94 \cdot g \cdot P_x \cdot \eta \left\{ \left(\frac{P_m}{P_x}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right\}} \dots\dots\dots (3)$$

- i) n は、次頁表より P_x と15秒未満の交点の数値を代入してください。
- ii) P_1 は、 P_x の60%を代入して計算してください。

脈動吸収用

$$V_1 = \frac{q \cdot F_1 \cdot \left(\frac{P_x}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}}}{1 - \left(\frac{P_x}{P_m}\right)^{\frac{1}{n}}} \dots\dots\dots (4)$$

- i) n は、次頁表より P_x と15秒未満の交点の数値を代入してください。
- ii) P_1 は、 P_x の60%を代入して計算してください。

N₂ガスポリトロブ指数一覧表(蓄積:m 吐出し:n)

平均圧力(MPa)	時間	蓄積時間(Tm)・吐出し時間(Tn)sec								
		15 未満	15 以上 30 未満	30 以上 60 未満	60 以上 120 未満	120 以上 240 未満	240 以上 480 未満	480 以上 900 未満	900 以上 1800 未満	1800 以上
蓄圧 : Pa 衝撃 脈動 : Px	2.0未満	1.42	1.38	1.34	1.29	1.24	1.19	1.15	1.10	1.05
	2.0以上 3.5未満	1.46	1.41	1.37	1.32	1.27	1.22	1.16	1.11	1.06
	3.5以上 5.0未満	1.50	1.45	1.40	1.35	1.30	1.24	1.19	1.13	1.07
	5.0以上 6.5未満	1.54	1.50	1.44	1.39	1.33	1.27	1.22	1.16	1.10
	6.5以上 8.0未満	1.59	1.54	1.49	1.43	1.37	1.31	1.25	1.19	1.12
	8.0以上 9.5未満	1.64	1.59	1.53	1.47	1.41	1.35	1.28	1.22	1.15
	9.5以上 11.0未満	1.69	1.64	1.58	1.52	1.45	1.39	1.32	1.26	1.18
	11.0以上 12.5未満	1.74	1.69	1.62	1.56	1.50	1.43	1.36	1.29	1.22
	12.5以上 14.0未満	1.80	1.74	1.67	1.61	1.54	1.47	1.40	1.33	1.25
	14.0以上 15.5未満	1.85	1.79	1.72	1.66	1.59	1.51	1.44	1.37	1.29
	15.5以上 17.0未満	1.90	1.84	1.77	1.70	1.63	1.56	1.48	1.41	1.32
	17.0以上 18.5未満	1.96	1.90	1.83	1.75	1.68	1.60	1.53	1.45	1.36
	18.5以上 20.0未満	2.01	1.95	1.88	1.80	1.73	1.65	1.57	1.49	1.40
	20.0以上 21.5未満	2.07	2.00	1.93	1.85	1.78	1.70	1.61	1.53	1.44
	21.5以上 23.0未満	2.12	2.06	1.98	1.90	1.83	1.74	1.66	1.58	1.48
	23.0以上 24.5未満	2.18	2.11	2.03	1.96	1.87	1.79	1.70	1.62	1.52
	24.5以上 26.0未満	2.24	2.17	2.09	2.01	1.92	1.84	1.75	1.66	1.56
	26.0以上 27.5未満	2.29	2.22	2.14	2.06	1.97	1.89	1.79	1.71	1.60
	27.5以上 29.0未満	2.35	2.28	2.19	2.11	2.02	1.93	1.84	1.75	1.64
	29.0以上 30.5未満	2.40	2.33	2.25	2.16	2.07	1.98	1.89	1.79	1.68
30.5以上 32.0未満	2.46	2.39	2.30	2.21	2.12	2.03	1.93	1.84	1.72	
32.0以上 33.5未満	2.52	2.44	2.36	2.27	2.18	2.08	1.98	1.88	1.76	
33.5以上 35.0未満	2.58	2.50	2.41	2.32	2.23	2.13	2.03	1.93	1.81	

※ 35MPa を越える場合の N₂ ガスポリトロブ指数は、当社へお問い合わせください。
尚、下記計算式にて、ポリトロブ指数を求めることもできますので活用ください。

■ ポリトロブ指数の計算式 (実験式)

当社におけるテストデータを基にポリトロブ指数を圧力と時間との関数として簡単に求められるようにした、**NACOL** の計算式です。

m : 蓄積時のポリトロブ指数
 n : 吐出し時のポリトロブ指数
 P : Pa (平均作動圧力) 又は、Px (常用回路圧力) [MPa · abs]
 T : Tm (蓄積時間) 又は、Tn (吐出し時間) [sec]
 (注 : 8 秒未満は 8 秒、1800 秒以上は 1800 秒とする)

$$m \text{ 又は } n = 0.00938 \times P \times (2.5 + \sqrt{3.7 - \log_{10} T}) + 1.34 - 0.2 \times \log_{10} T + \frac{18 \times \sqrt{0.45 + \log_{10} T}}{10.1972 \times P + 95}$$

■ 温度変化による実際の封入ガス圧力変化の計算式

当社のテストデータと実在気体の理論式(ファンデルワールスの式)を基に、温度変化による封入ガス圧力の変化を簡単に求められるようにした、**NACOL** の計算式です。

P₁ : 温度変化後のガス圧力 (MPa · abs)
 P₀ : 温度変化前のガス圧力 (MPa · abs)
 T₀ : 変化前の温度 (°C) [-40 ≤ T₁ ≤ 110°C]
 T₁ : 変化後の温度 (°C)

$$P_1 = \{ A \times (T_1 - T_0) + P_0 \times 10.1972 \} / 10.1972$$

$$A = 10.1972 \times B \times P_0 - C \times \left(1 - \frac{1}{0.2039 \times P_0 + 1} \right)$$

$$B = \{ 488 - \sqrt{2065 \times 10^2 - (T_0 - 170)^2} \} / 10^4$$

$$C = \{ 8233 - \sqrt{6794 \times 10^4 - (T_0 - 696)^2} \} / 10^2$$



容積計算例

(仕様条件)

Di : シリンダ内径 = φ300mm

S : シリンダ行程 = 380mm

V : シリンダ速度 = 0.75m/sec

P₃ : 最高作動圧力 = 20MPa

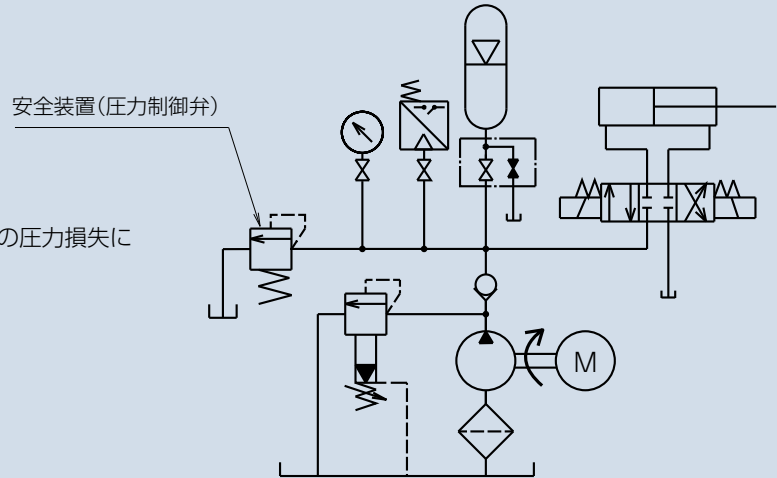
P₂ : 最低作動圧力 = 15MPa

(アキュムレータとアクチュエータ間の圧力損失に十分注意してください。)

Q : ポンプ吐出量 = 90L/min

(作動温度 = 10~90℃)
(作動流体 = 石油系油圧油)

*計算上代入する圧力は、全て絶対圧力 (MPa・abs) に、換算して行います。



1) アキュムレータ必要吐出量 (V_w) を求めます。

$$V_w = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot S \cdot 10^{-6}$$

$$= \frac{\pi \cdot 300^2}{4} \times 380 \times 10^{-6}$$

$$\approx 26.9 \text{ L}$$

2) 作動中の温度変化を考慮の上、ガス封入圧力 (P₁) を次のステップで求めます。

i) 最高作動温度 (90℃) 時の Max.P₁ を求めます。

$$\text{Max.P}_1 = 0.9 \cdot P_2$$

$$= 0.9 \times 15.1013 \text{ MPa} \cdot \text{abs}$$

$$= 13.59 \text{ MPa} \cdot \text{abs}$$

ii) 最低作動温度 (10℃) 時の Min.P₁ を前頁の“温度変化による実際のガス封入圧力変化の計算式”で求めます。

$$\text{Min.P}_1 = 10.12 \text{ MPa} \cdot \text{abs}$$

3) ガス封入圧力比 (e) を求めます。

$$e = \frac{P_1}{P_2} = \frac{10.12}{15 + 0.1013}$$

$$\approx 0.67$$

4) ポリトロープ指数 (m, n) を求めます。

$$\text{平均作動圧力 (Pa)} = \frac{P_3 + P_2}{2} = \frac{20.1013 + 15.1013}{2}$$

$$\approx 17.6013 \text{ MPa} \cdot \text{abs}$$

$$\text{蓄積時間 (Tm)} = \frac{V_w}{Q} = \frac{26.9}{90/60}$$

$$\approx 17.9 \text{ sec}$$

$$\text{吐出時間 (Tn)} = \frac{S}{V} 10^{-3} = \frac{380}{0.75} \times 10^{-3}$$

$$\approx 0.5 \text{ sec}$$

前頁の表より

$$m = 1.90 \quad n = 1.96$$

5) 吐出係数 (F) を求めます。

$$F = \frac{a^{\frac{1}{n}} - 1}{a^{\frac{1}{m}}} = \frac{\left(\frac{20.1013}{15.1013}\right)^{\frac{1}{1.96}} - 1}{\left(\frac{20.1013}{15.1013}\right)^{\frac{1}{1.90}}}$$

$$\approx 0.135$$

6) アキュムレータガス容積 (V₁) を求めます。

$$V_1 = \frac{V_w}{e \cdot \eta \cdot F} = \frac{26.9}{0.67 \times 0.95 \times 0.135}$$

$$\approx 313 \text{ L}$$

7) アキュムレータ本数を求めます。

$$\text{Acc60L} : 313/60 \approx 6 \text{ 本}$$

$$\text{Acc120L} : 313/120 \approx 3 \text{ 本}$$

8) 許容給排流量を確認します。

$$\text{必要給排流量} = \frac{V_w}{T_n} \cdot 60 = \frac{26.9}{0.5} \times 60 \approx 3,240 \text{ L/min}$$

- 60L 標準形 Acc6 本の時
600L/min × 6 = 3,600L/min で満足する。
- 120L 標準形 Acc3 本の時
900L/min × 3 = 2,700L/min で不足する。
- 120L ハイフロー形 Acc3 本の時
1,800L/min × 3 = 5,400L/min で満足する。

9) ブラダ材質を選択します。

作動温度 : 10~90℃ } 高温ニトリルゴム (H)
作動流体 : 石油系

10) アキュムレータを選定します。

次の 2 通りが選定できますが、費用及び取り付けスペース等を考慮し決定します。

* H-N21MP-L60-AAC……………6 本

* H-N21MP-120-AEC……………3 本