

ブロー関連計算

■ 配管の圧力損失

1. 直管部の圧力損失

$$H_1 = 1.267 \times 10^{-2} \times \frac{273}{T} \times 4 \cdot f \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots$$

H_1 : 圧力損失水柱(kPa)
 ℓ : 管長(m) d : 管径(m)
 f : 0.004 ~ 0.0059
 V : 管内の流速(m/s)
 $V = \frac{4Q}{60\pi d^2}$
 g : 重力加速度(9.8m/s²)
 Q : 風量(m³/min)
 T : 絶対温度(K)

【計算例】 管径65mm、管長10m、風量2.0m³/min、空気温度40℃ の場合

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{4Q}{60\pi d^2} = \frac{4 \times 2.0}{60 \times \pi \times 0.065^2} = 10.05 \text{ (m/s)} \\
 H_1 &= 1.267 \times 10^{-2} \times \frac{273}{T} \times 4 \cdot f \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \\
 &= 1.267 \times 10^{-2} \times \frac{273}{313} \times 4 \times 0.0059 \times \frac{10}{0.065} \times \frac{10.05^2}{2 \times 9.8} \\
 &= 0.207 \text{ (kPa)}
 \end{aligned}$$

2. 異形管部の圧力損失

$$H_2 = K \cdot \frac{V^2}{2g} \times 1.267 \times 10^{-2} \dots\dots\dots$$

H_2 : 圧力損失水柱(kPa)
 V : 管内流速(m/s)
 K : 異形管部の圧力損失係数
 (表1による)

表1

90度曲管					T 字 管	管 入 口	管 出 口	片 落 ち 管	制 気 弁	
r / R									スルース弁	ストップ弁
1 / 3	1 / 2	1 / 1.5	1 / 1.2	1 / 1.0						
0.21	0.36	0.70	1.37	2.44	1.23	0.62	1.23	0.06	0.02	1.85

注 r : 管の半径 R : 管の曲がり半径 任意の角度αの曲管 : 90度曲管のKにα / 90を乗じた値を用いる。

【計算例】 管径65mmの90エルボ(管の曲がり半径R = 63.5mm)

$$r / R = 32.5 / 63.5 = 1 / 2 \quad \text{よって表1より} K = 0.36$$

$$H_2 = K \cdot \frac{V^2}{2g} \times 1.267 \times 10^{-2} = 0.36 \cdot \frac{10.05^2}{2 \times 9.8} \times 1.267 \times 10^{-2} = 0.0235 \text{ (kPa)}$$

3. 散気装置等の圧力損失

散気装置等の通過抵抗による圧力損失は、表2による。

表2 散気装置等の圧力損失

装置の種類	散気板	散気管	風量測定装置	空気汙過器
圧力損失(kPa)	4.0	4.0	2.0	0.15

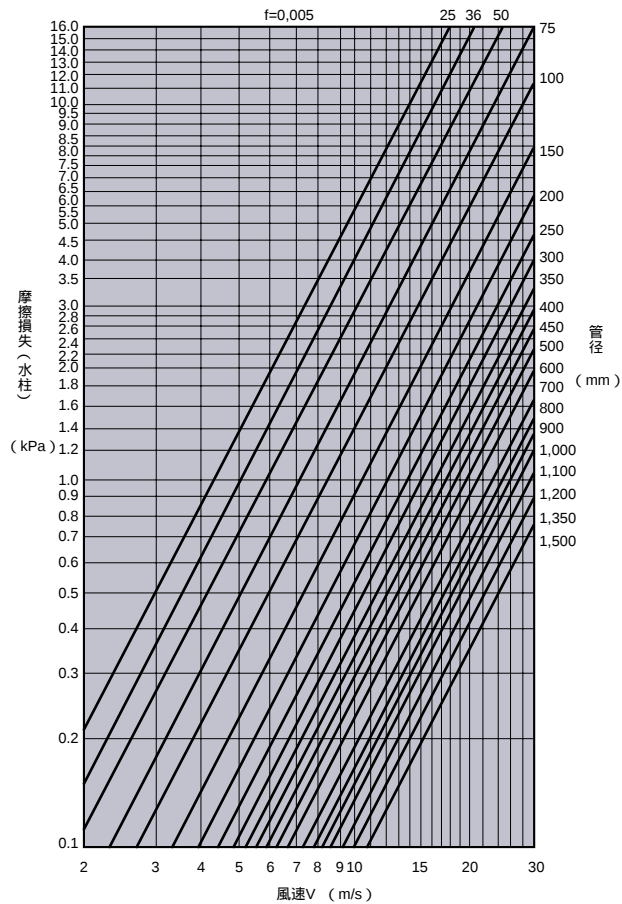
注 : 散気板及び散気管は、ホルダオリフィス付きの場合で、風量測定装置は、オリフィス形の場合である。

4 . 送気管の流速

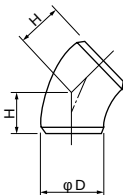
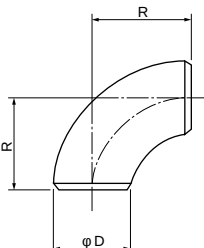
送気管の流速は、経済性、管の防振等を考慮して、表3を参考にして定める。

表3 送気管の経済的な流速

管 径 (mm)	流 速 (m / min)
25 ~ 75	180 ~ 300
100 ~ 250	250 ~ 450



鋼管に対する摩擦損失(直管100m当り)

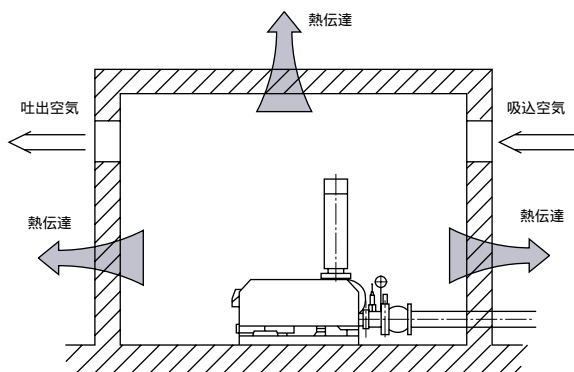
45エルボ			90エルボ		
					
径の呼び		外径 D	中心から端面までの距離		
			45エルボ H	90エルボ R	
A	B		ロング	ロング	ショート
15	1 ¹ / ₂	21.7	15.8	38.1	-
20	3 ³ / ₄	27.2	15.8	38.1	-
25	1	34.0	15.8	38.1	25.4
32	1 ¹ / ₄	42.7	19.7	47.6	31.8
40	1 ¹ / ₂	48.6	23.7	57.2	38.1
50	2	60.5	31.6	76.2	50.8
65	2 ¹ / ₂	76.3	39.5	95.3	63.5
80	3	89.1	47.3	114.3	76.2
90	3 ¹ / ₂	101.6	55.3	133.4	88.9
100	4	114.3	63.1	152.4	101.6
125	5	139.8	78.9	190.5	127.0
150	6	165.2	94.7	228.6	152.4
200	8	216.3	126.3	304.8	203.2
250	10	267.4	157.8	381.0	254.0
300	12	318.5	189.4	457.2	304.8

■換気風量計算

1. 考え方

ブロワ室の温度上昇はブロワの発熱量により求まるが、発熱量のうち一部は壁の熱伝達・循環空気による熱量の持去りという形で失われます。

しかし、ブロワの周囲は空気、コンクリート壁など熱伝達の悪いものも多く、しかも夏期の高温時などの悪条件を考えると壁面からの熱伝達は無視しなくてはなりません。従ってブロワ発熱量 = 循環空気持去り熱量として計算します。



2. ブロワ発熱量計算

2.1 モータからの発熱量 q_1

$$q_1 = 3.6 \times 10^3 \times (P_{in} - P_{out}) / 60 \dots\dots\dots (\text{kJ/min})$$

P_{in} : モータ入力 (kW)

P_{out} : モータ出力 (kW)

2.2 ブロワからの発熱量 q_2

$$q_2 = C_v \times \left(\frac{n-k}{n-1} \right) \times (T_2 - T_1) \times Q_1 \times \gamma \dots\dots\dots (\text{kJ/min})$$

ただし

$$T_2 = T_1 \times \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \dots\dots\dots (\text{K})$$

C_v : 定容比熱(空気 0.718 kJ/kg)

n : ポリトロプ指数

k : 断熱指数(空気 1.4)

T_1 : ブロワ吸込空気温度 = $273 + t_a$ (K)

T_2 : 吐出空気温度 (K)

Q_1 : ブロワ吸込空気量 (m^3/min)

γ : 空気密度 (1.2 kg/m^3)

P_2 : 吐出絶対圧力 (kPa)

P_1 : 吸込絶対圧力 (101.3 kPa)

3. 換気風量計算

$$Q = \frac{q_1 + q_2}{\gamma \times (t_a - t_i) \times C_p} \dots\dots\dots (\text{m}^3/\text{min})$$

t_a : ブロワ室許容温度 (40)

t_i : 換気吸込空気温度 ()

C_p : 定圧比熱(空気 1.005 kJ/kg)

Q : ブロワ室必要換気風量 (m^3/min)

ブロワ発熱量計算用 ポリトロプ指数(n)一覧表

型式 \ 圧力 (kPa)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
ARH 20S・25S	2	1.9	1.9	1.8	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
32S・40S	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
50S	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
65S	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
80S	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
100S	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
125S	1.9	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
150S	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
200S	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

換気風量計算例

ブロワ仕様：

ARH100S $\times$ 35kPa $\times$ 6.65m³ / min $\times$ 7.5kW $\times$ 60Hz(1630min⁻¹)..... 2 台同時運転
の時の必要換気風量を求める。

但し、換気吸込空気温度は30 、ポリトロープ指数は1.6となる。

(1) モータからの発熱量

性能表より P_{out} = 6.8kW

モータ特性より 効率 η = 90.2%

P_{in} = 6.8 / 0.902 = 7.54(kW)

q₁ = 3.6 $\times$ 10³ $\times$ (7.54 - 6.8) / 60 = 44.40(kJ / min)

(2) ブロワからの発熱量

$$T_2 = 313 \times \left(\frac{101.3 + 35}{101.3} \right)^{\frac{1.6-1}{1.6}}$$

$$= 313 \times \left(\frac{136.3}{101.3} \right)^{\frac{0.6}{1.6}}$$

$$= 350(K)$$

$$q_2 = 0.718 \times \left(\frac{1.6 - 1.4}{1.6 - 1} \right) \times (350 - 313) \times 6.65 \times 1.2$$

$$= 70.67(kJ / min)$$

$$(3) Q = \frac{(44.40 + 70.67) \times 2}{1.2 \times (40 - 30) \times 1.005} = 19.1(m^3 / min)$$

(4) 求めるブロワ室必要換気風量は、19.1(m³ / min)となる