

アルミニウム合金製管フランジの 計算基準

Basis for calculation of aluminium alloy pipe flanges

1. 適用範囲 この規格は、アルミニウム及びアルミニウム合金製のリングガスケットを用いるボルト締め円形管フランジ（以下、フランジという。）の応力計算基準、内圧作用時にガスケット面に働く合計荷重（以下、ガスケット反力という。）の計算基準及び設計圧力における所要ガスケット反力の計算基準について規定する。

備考1. この規格において、計算に用いる荷重は、ガスケットを締め付けるとき及び内圧力が加わったときにフランジに作用する荷重であり、次に示すような荷重は考慮に入れない。

- (1) フランジを据え付けるときに働く強制力。
 - (2) 使用中に接続する配管系から伝えられる外力。
 - (3) 使用中にフランジ内部に生じる熱応力。
 - (4) 使用中にフランジとボルトとの間の熱膨張差によって生じる応力。
2. この規格は、ガスケット締付時及び内圧作用時のいずれの場合でも、ボルト穴中心円の外側でフランジ面が互いに接触する場合には使用できない。
3. この規格の中で { } を付けて示してある単位、数値及び計算式は、従来単位によるものであって、参考として併記したものである。

2. 記号

2.1 3.及び4.で用いる記号は、次による。

- A : フランジの外径 (mm)。ただし、ボルト穴をフランジの外径まで切り欠いた場合は、切欠きの内接円の直径とする。
- A_b : $n \frac{\pi}{4} d_b^2$, 実際に使用するボルトの総有効断面積 (mm²)
- A_m : ボルトの所要総有効断面積 (mm²) で、 A_{m1} 、 A_{m2} のうちの大きい方の値
- A_{m1} : 使用状態でのボルトの所要総有効断面積 (mm²)
- A_{m2} : ガスケット締付時のボルトの所要総有効断面積 (mm²)
- B : フランジの内径 (mm)。ただし、ハブの軸方向応力 σ_H 計算式において、 B が $20g_1$ より小さいときは、 B の代わりに B_1 を用いることができる。
- B_1 : $B + g_0$ (mm) ($f \geq 1$ のときの一体形フランジの場合)
- B_1 : $B + g_1$ (mm) (ルーズ形フランジ又は $f < 1$ のときの一体形フランジの場合。ただし、 f の最小値は 1 である。)

b : ガasket座の有効幅 (mm) で、次による。

$$\begin{aligned} b_0 \leq 6.35 \text{ mm のとき} & \quad b = b_0 \\ b_0 > 6.35 \text{ mm のとき} & \quad b = 2.52 \sqrt{b_0} \end{aligned}$$

b_0 : ガasket座の基本幅 (mm) で、付表 2 による。

C : ボルト穴の中心円の直径 (mm)

c : 最小溶接寸法のための基本寸法 (mm) で、 t_n 又は t_1 のうちのいずれか小さい方の値

D_g : ガasketの外径 (mm)

d : 係数で、一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される任意形フランジの場合は $\frac{U}{F} b_0 g_0^2$
 ルーズ形フランジの場合は $\frac{U}{F_2} b_0 g_0^2$

d_b : ボルトのねじ部の谷の径と軸部の径の最小部のいずれか小さい方の径 (mm)

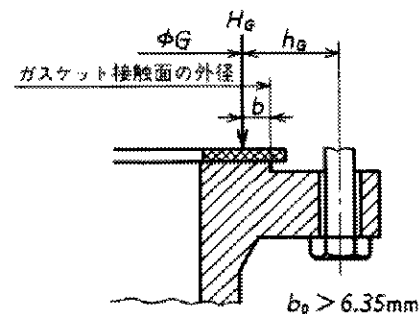
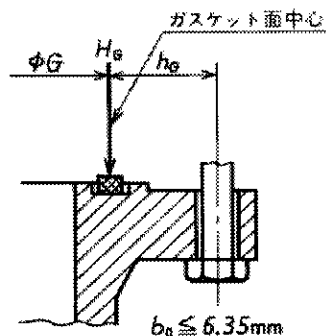
e : 係数で、一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される任意形フランジの場合は $\frac{F}{b_0}$
 ルーズ形フランジの場合は $\frac{F_2}{b_0}$

F : 一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される任意形フランジの係数で、付図 2 又は付表 3 による。

F_L : ルーズ形フランジについての係数で、付図 3 又は付表 3 による。

f : ハブ応力修正係数で、付図 1 又は付表 3 による ($f > 1$ の場合、 f はハブの厚さ g_0 の部分の応力と厚さ g_1 の部分の応力との比を表す。 $f < 1$ のときは $f = 1$ とする。)

G : ガasket反力円の直径 (mm)



$b_0 \leq 6.35 \text{ mm}$ の場合は、 G = ガasket面中心円の直径

$b_0 > 6.35 \text{ mm}$ の場合は、 G = (ガスケット接触面の外径) $- 2b$

ただし、ラップジョイント形フランジは、3. の図 (a) に示すとおりとする。

G_1 : フランジ背面のハブの厚さ (mm)

g_0 : ハブ先端の厚さ (mm)

H : $\frac{\pi}{4} G^2 p \left\{ \frac{\pi}{400} G^2 p \right\}$, 内圧力によってフランジに加わる全荷重 (N {kgf})

H_D : $\frac{\pi}{4} B^2 p \left\{ \frac{\pi}{400} B^2 p \right\}$, 内圧力によってフランジの内径面に加わる荷重 (N {kgf})

H_G : $W_0 - H$, ガasket荷重 (N {kgf}), すなわち、ボルト荷重と内圧力によってフランジに加わる全荷重との差

H_P : $\frac{2\pi b G m p \left\{ \frac{2\pi b}{100} G m p \right\}}$, 気密を十分に保つために、ガスケット又は継手接触面に加わる圧縮力 (N {kgf})

H_T : $H - H_D$, 内圧力によってフランジに加わる全荷重とフランジの内径面に加わる荷重との差 (N {kgf})

h : ハブの長さ (mm) で 3. の図 1 による。

h_D : ボルト穴の中心円から H_D 伍作用点までの半径方向の距離 (mm) で、4.2 の表 1 による。

- h_G : ボルト穴の中心円から H_G 作用点までの半径方向の距離 (mm) で、**4.2 の表 1** による。
 h_T : ボルト穴の中心円から H_T 町作用点までの半径方向の距離 (mm) で、**4.2 の表 1** による。
 h_0 : $\sqrt{Bg_0}$ (mm)
 K : 係数で、 $\frac{A}{B}$
 L : 係数で、 $\frac{te+1}{T} + \frac{t^3}{d}$
 M : フランジに作用するモーメント (N・mm {kgf・mm}) で、次による。
 (1) 使用状態 $M=M_0$
 (2) ガasket縮付時 $M=M_g$
 M_D : $H_D h_D$, 内圧力によってフランジの内径面に加わる荷重によるモーメント (N・mm {kgf・mm})
 M_G : $H_G h_G$, ガasket荷重によるモーメント (すなわち、フランジのボルト荷重と内圧力によってフランジに加わる全荷重との差によるモーメント) (N・mm {kgf・mm})
 M_T : $H_T h_T$, 内圧力によってフランジに加わる全荷重とフランジの内径面に加わる荷重との差によるモーメント (N・mm {kgf・mm})
 M_g : ガasket縮付時にフランジに作用するモーメント (N・mm {kgf・mm})
 M_0 : 使用状態でフランジに作用する全モーメント (N・mm {kgf・mm})
 m : ガasket係数で、**付表 1** による。
 N : ガasketの接触面の幅 (mm) で、**付表 2** による。
 n : ボルトの本数
 P : 内圧力 (MPa {kgf/cm²})
 P_e : 外圧力 (MPa {kgf/cm²})
 R : $\frac{C-B}{2} - s_1$, ボルトの中心円からハブとフランジ背面との交点までの半径方向の距離 (mm)
 r : 隅の丸み (mm) で、 $0.25g_1$ 以上。ただし、4.5mm 以上とする。
 T : $\kappa\left(-\frac{A}{B}\right)$ の値によって定まる係数で、**付図 4** による。
 t : フランジの厚さ (mm) で、ガasket座面の高さ及びガasket溝の深さは含めない。
 t_n : 接続管の厚さ (mm)
 t_1 : 一体形フランジとして計算する場合は $2g_0$, ルーズ形フランジとして計算する場合は内圧力に対する接続管の計算必要厚さの 2 倍 (mm)。ただし、6.35mm 以上とする。
 U : $\kappa\left(-\frac{A}{B}\right)$ の値によって定まる係数で、**付図 4** による。
 V : 一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される任意形フランジについての係数で、**付図 5** 又は**付表 3** による。
 V_L : ルーズ形フランジについての係数で、**付図 6** 又は**付表 3** による。
 W_0 : 使用状態でのボルト荷重 (N {kgf})
 W_g : ガasket縮付時のボルト荷重 (N {kgf})
 W_{m1} : 使用状態における必要な最小ボルト荷重 (N {kgf})
 W_{m2} : ガasket縮付に必要な最小ボルト荷重 (N {kgf})
 Y : $\kappa\left(-\frac{A}{B}\right)$ によって定まる係数で、**付図 4** による。
 y : ガasket又は継手接触面の最小設計縮付圧力 (N/mm² {kgf/mm²}) で、**付表 1** による。
 Z : $\kappa\left(-\frac{A}{B}\right)$ の値によって定まる係数で、**付図 4** による。
 σ_H : ハブの軸方向応力 (N/mm² {kgf/mm²})

- σ_R : フランジの半径方向応力 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 σ_T : フランジの周方向応力 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 σ_a : 常温におけるボルト材料の許容引張応力 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 σ_b : 使用温度におけるボルト材料の許容引張応力 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 σ_f : 使用温度におけるフランジ材料の許容引張応力 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 なお、ガスケット締付時に対しては、常温における許容引張応力 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 σ_n : 管又は管状部の材料の使用温度における許容引張応力 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 なお、ガスケット締付時に対しては、常温における許容引張応力 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)

2.2 5. 及び 6. で用いる記号は、2.1 及び次による。

- A_g : ガスケットとフランジ座面との接触面積 (mm^2)
 C_0 : フランジリング図心の直径 (mm)
 E_b : ボルト材の常温における縦弾性係数 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 E_f : フランジリング材の常温における縦弾性係数 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 E_g : ガスケットの常温における復元時縦弾性係数 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 E_h : ハブ材の常温における縦弾性係数 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 E_0 : 接続管材の常温における縦弾性係数 ($\text{N/mm}^2\{\text{kgf/mm}^2\}$)
 f_h : フランジ座面高さ (mm)
 g_h : ハブ平均厚さ (mm)
 H_p' : 所要ガスケット反力 ($\text{N}\{\text{kgf}\}$)
 l_{0b} : ボルト変形域長さ (mm)

$$l_{0b}=2(t+f_h)+t_g$$
 m' : 修正ガスケット係数
 t_g : ガスケット厚さ (mm)
 W_g' : 使用状態でのガスケット反力 ($\text{N}\{\text{kgf}\}$)
 W_{m1}' : 使用状態での実際のボルト荷重 ($\text{N}\{\text{kgf}\}$)
 θ^0 : ガスケット締付荷重によるフランジリングの回転角 (rad)
 θ^p : 使用状態でのフランジリングの回転角 (rad)
 ν : ポアソン比(接続管材, ハブ材, フランジリング材)で $\nu=0.3$ とする。

3. フランジの種類 ここでは取り上げるフランジの種類は、次による。

(1) ルーズ形フランジ

- (a) ラップジョイント形フランジ [図 1(a), (b)] スタブエンドと組み合わせて使用するフランジ。
 (b) 差込み形フランジ [図 1(c), (d), (e)] フランジを管にねじ込むか、又は差し込んで図 1(d), (e)のように溶接で取り付けるもの。
 (2) 一体形フランジ [図 1(f), (g), (h), (i), (j)] フランジを管と一体に鋳造又は鍛造したもの又は図 1(g)～(j)のようにフランジと管が一体となるように完全溶込み溶接したもの。
 (3) 任意形フランジ [図 1(k), (l), (m), (n), (o)] フランジを図 1(k)～(o)のように管に溶接で取り付けたもの。これは一体形フランジとして計算しなければならない。ただし、次の数値のどの値をも超えない場合は、単純化のためハブなしルーズ形フランジとして計算してもよい。

$$g_0 = 16\text{mm}, \quad \frac{B}{g_0} = 300, \quad P = 2\text{MPa} \{20\text{kgf/cm}^2\}$$

図1 フランジの種類

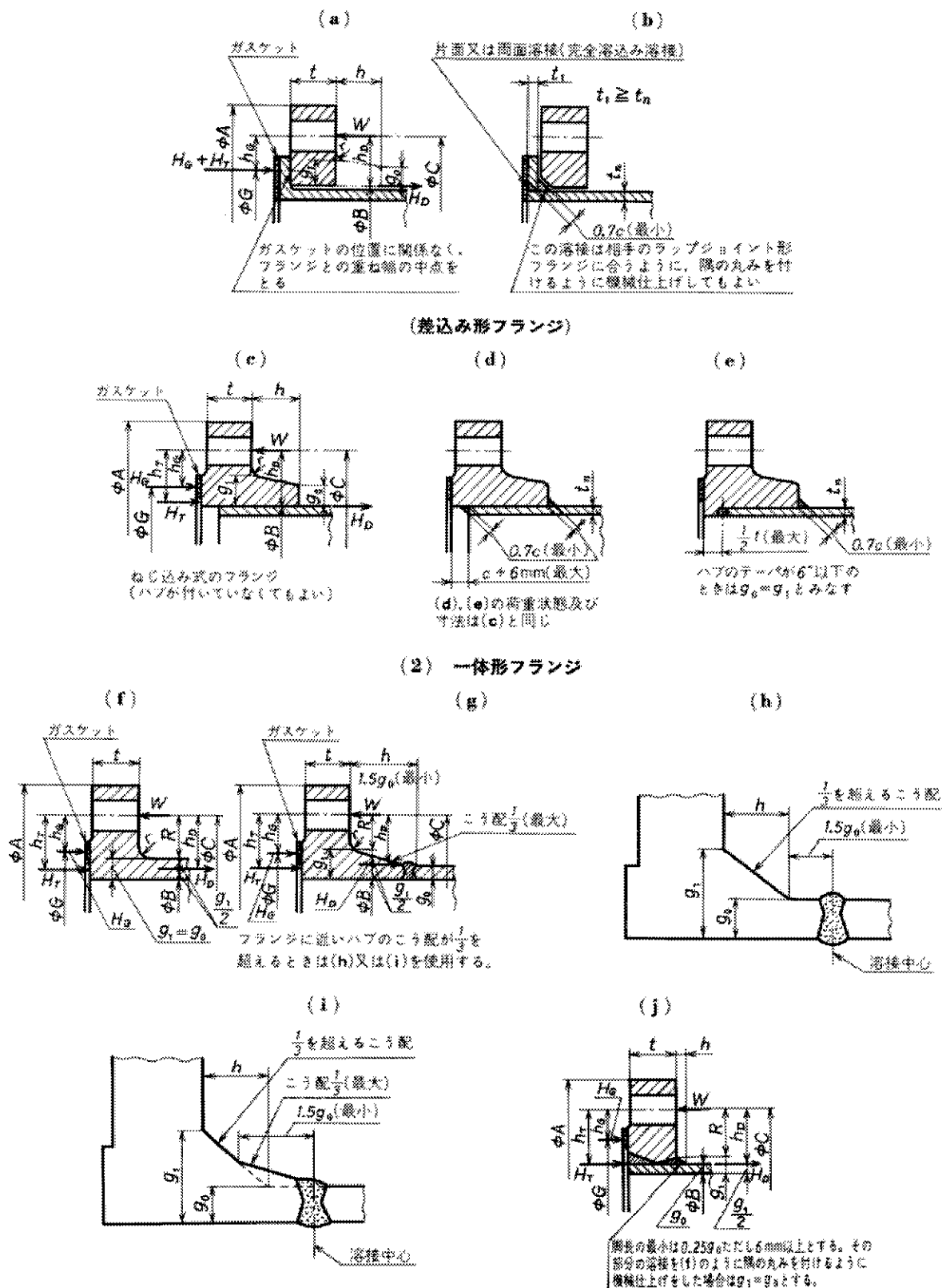
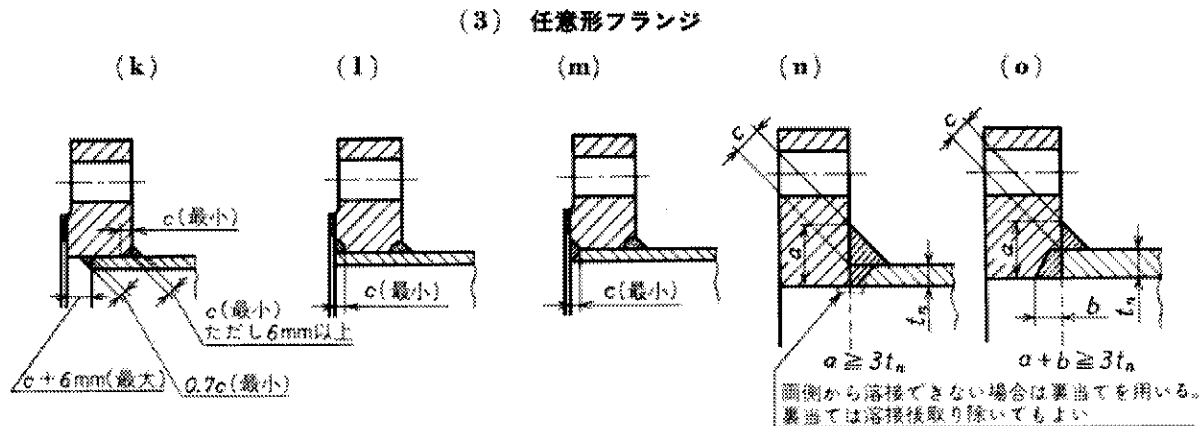


図 1 (続き)



4. フランジの応力計算 一般のフランジの応力計算は 4.1～4.3 によって、外圧力を受けるフランジは 4.4、また割りフランジは 4.5 による。

4.1 ボルト荷重 ボルト荷重は、次による。

(1) 計算上必要なボルト荷重 ボルトの所要総有効断面積の計算に用いるボルト荷重は、次による。

(a) 使用状態で必要なボルト荷重

$$W_{m1} = H + H_p = \frac{\pi}{4} G^2 P + 2\pi b G m P = \frac{\pi G P}{4} (G + 8bm)$$

$$\left\{ W_{m1} = H + H_p = \frac{\pi}{400} G^2 P + \frac{2\pi b}{200} G m P = \frac{\pi G P}{400} (G + 8bm) \right\}$$

(b) ガasket 締付時に必要なボルト荷重

$$W_{m2} = \pi b G y$$

(c) セルフシールガasketを使尾する場合に必要なボルト荷重 この場合は、締付けのための軸方向荷重を無視できない特殊な形状のものを除いて、次の式によることができる。

$$W_{m1} = H = \frac{\pi}{4} D_g^2 P \left\{ W_{m1} = H = \frac{\pi}{400} D_g^2 P \right\}$$

$$W_{m2} = 0$$

(2) ボルトの所要総有効断面積及び実際のボルトの総有効断面積 使用状態及びガasket 締付時の両方に対して必要なボルトの所要総有効断面積 A_m は、次の 2 式による値のうちの大きい方をとる。

$$A_{m1} = \frac{W_{m1}}{\sigma_b}$$

$$A_{m2} = \frac{W_{m2}}{\sigma_a}$$

実際に使用するボルトの総有効断面積 A_b は、ボルトの所要総有効断面積 A_m より常に大きくなるようにボルトを定めなければならない。

(3) フランジの計算に用いるボルト荷重 フランジの計算に用いるボルト荷重は、次による。

(a) 使用状態でのボルト荷重

$$W_0 = W_{m1}$$

(b) ガasket 締付時のボルト荷重

$$W_g = \frac{A_m + A_b}{2} \sigma_a$$

備考 締め過ぎに対する安全性が余分に要求される場合又はフランジが有効全ボルト荷重 $A_b \times \sigma_a$ に対抗することを必要とする場合には、フランジはこのガスケット締付時のボルト荷重を基準にして計算してもよい。

4.2 フランジに作用するモーメント フランジに作用するモーメントは、次による。

(1) **使用状態でフランジに作用する全モーメント** 使用状態でフランジに作用する全モーメントは、次による。

$$M_0 = M_D + M_G + M_T$$

(2) **使用状態でフランジ荷重に対するモーメントアーム** 使用状態でフランジ荷重に対するモーメントアームは、表 1 による。

表 1 使用状態でフランジ荷重に対するモーメントアーム

フランジの種類	h_D	h_G	h_r
ラップジョイント形フランジ	$\frac{C-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{C-G}{2}$
一体形フランジ及び一体形フランジとして計算する任意形フランジ	$R + 0.5 g_1$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{R + g_1 + h_G}{2}$
差込み形フランジ及びルーズ形フランジとして計算する任意形フランジ	$\frac{C-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{h_D + h_G}{2}$

(3) **ガスケット締付時にフランジに作用するモーメント** ガスケット締付時にフランジに作用するモーメントは、次による。

$$M_g = W_g \frac{C-G}{2}$$

4.3 フランジの応力 フランジの応力は、次による。

(1) **ルーズ形フランジでハブがないもの及びハブを無視して計算するもの並びにハブなしルーズ形フランジとして計算する任意形フランジの応力** 使用状態及びガスケット締付時の応力は、次の式によって計算する。

$$\begin{aligned} \text{ハブの軸方向応力} & \quad \sigma_H = 0 \\ \text{フランジの半径方向応力} & \quad \sigma_R = 0 \\ \text{フランジの周方向応力} & \quad \sigma_T = \frac{YM}{t^2 B} \end{aligned}$$

(2) **一体形フランジ、一体形フランジとして計算する任意形フランジ及びルーズ形フランジでハブを考慮して計算するものの応力** 使用状態及びガスケット締付時の応力は、フランジ各部の寸法を仮定し、次の式によって計算する。

$$\begin{aligned} \text{ハブの軸方向応力} & \quad \sigma_H = \frac{fM}{Lg_1^2 B} \\ \text{フランジの半径方向応力} & \quad \sigma_R = \frac{(1.33 te + 1)M}{Lt^2 B} \\ \text{フランジの周方向応力} & \quad \sigma_T = \frac{YM}{t^2 B} - Z\sigma_R \end{aligned}$$

4.4 外圧力を受けるフランジ 外圧力を受けるフランジは、次の条件を除いて、内圧力を受けるフランジに対する規定を準用する。

- (1) **使用状態でフランジに作用するモーメント** 使用状態でフランジに作用するモーメントは、次による。

$$M_0 = H_D (h_D - h_G) + H_T (h_T - H_G)$$

- (2) **ガスケット締付時にフランジに作用するモーメント** ガスケット締付時にフランジに作用するモーメントは、次による。

$$M_g = W h_G$$

ここに,

$$W = \frac{A_{m2} + A_b}{2} \sigma_a$$

$$H_D = \frac{\pi}{4} B^2 P_e \left\{ H_D = \frac{\pi}{400} B^2 P_e \right\}$$

$$H_T = H - H_D$$

$$H = \frac{\pi}{4} G^2 P_e \left\{ H = \frac{\pi}{400} G^2 P_e \right\}$$

4.5 割フランジ ラップジョイント形の割フランジについては、4.2 及び 4.3 の規定を次の条件に従って準用する。

- (1) フランジに作用するモーメント M は、4.2 で求めた値の 2 倍の値を用いて、割れがないルーズ形フランジとして計算する。
- (2) 割フランジが二重の場合は、各々のフランジは、全体のフランジに作用するモーメント M の 0.75 倍の値を用いて、割れがないルーズ形フランジとして計算する。
- (3) 割フランジの割れ目は、ボルト穴の中間に配置しなければならない。二重の割フランジの場合は、各々のフランジの割れ目が互いに 90 度食い違うように組み立てなければならない。

5. フランジの剛性計算

5.1 ガスケット反力及びボルト荷重 内圧が作用した状態におけるガスケット反力及びボルト荷重は、次の式で求める。

$$W_{m1}' = W_g + \frac{1}{R_b + R_g} [R_g \cdot H - 2h_G(\theta^0 - \theta^p)]$$

$$W_g' = W_g + \frac{1}{R_b + R_g} [R_b \cdot H - 2h_G(\theta^0 - \theta^p)]$$

ここに,

$$H = \frac{\pi}{4} G^2 P \left\{ H = \frac{\pi}{400} G^2 P \right\}$$

$$R_b = \frac{I_{0b}}{A_b E_b}$$

$$R_g = \frac{I_g}{A_g E_g}$$

$$h_G = \frac{C - G}{2}$$

$$\theta^0 = \frac{-\frac{h_G}{2\pi} \cdot W_g}{D_f + \frac{B}{2} K_1 - \frac{Bt}{4} J_1}$$

K_1, J_1 は、5.2 参照。

$$D_f = \frac{E_f \cdot t^3 \cdot \ln(A/B)}{12}$$

$$\theta^p = \frac{M_p}{D_f + \frac{h_G^2}{\pi(R_b + R_g)} + \frac{B}{2} K_1 - \frac{Bt}{4} J_1}$$

$$M_p = -\frac{h_G}{2\pi} W_g + \frac{h_G^2}{\pi(R_b + R_g)} \theta^0 - \left[\frac{G^2}{8} \left(\frac{C - C_0}{2} \right) \left(\frac{R_g}{R_b + R_g} \right) \right. \\ \left. - \frac{G^2}{8} \left(\frac{C_0 - G}{2} \right) \left(\frac{R_b}{R_b + R_g} \right) + \left(\frac{C_0 - B_1}{2} \right) \left(\frac{G^2 - B^2}{8} \right) \right. \\ \left. + \frac{B^2}{8} \left(\frac{C_0 - B}{2} \right) + \frac{B}{2} K_2 - \frac{Bt}{4} J_2 \right] P$$

$$\left\{ M_p = -\frac{h_G}{2\pi} W_g + \frac{h_G^2}{\pi(R_b + R_g)} \theta^0 - \left[\frac{G^2}{8} \left(\frac{C - C_0}{2} \right) \left(\frac{R_g}{R_b + R_g} \right) \right. \right. \\ \left. - \frac{G^2}{8} \left(\frac{C_0 - G}{2} \right) \left(\frac{R_b}{R_b + R_g} \right) + \left(\frac{C_0 - B_1}{2} \right) \left(\frac{G^2 - B^2}{8} \right) \right. \\ \left. + \frac{B^2}{8} \left(\frac{C_0 - B}{2} \right) + \frac{B}{2} K_2 - \frac{Bt}{4} J_2 \right] \left(\frac{P}{100} \right) \right\}$$

$$C_0 = \frac{A + B}{2}$$

$$B_1 = \frac{B + G}{2}$$

K_2, J_2 は, 5.2 参照。

5.2 ハブ-フランジリング接続部のモーメント係数 K_1, K_2 及びせん断力係数 J_1, J_2 ハブ-フランジリング接続部のモーメント係数 K_1, K_2 及びせん断力係数 J_1, J_2 は, 円すい形断面のハブを, その小径端, 大径端の平均厚さをもつ (矩) 形断面ハブに置き換えた解析から求める (ハブ長さは同じ)。

ハブ下端-フランジリング内径端の接続部のモーメント M_1 及びせん断力 Q_1 は, 次による。

$$M_1 = K_1 \cdot \theta + K_2 \cdot P \left\{ M_1 = K_1 \cdot \theta + K_2 \left(\frac{P}{100} \right) \right\}$$

$$Q_1 = J_1 \cdot \theta + J_2 \cdot P \left\{ Q_1 = J_1 \cdot \theta + J_2 \left(\frac{P}{100} \right) \right\}$$

ここに, θ : θ^0 又は θ^p

K, J は, 次による。

$$K_1 = \frac{1}{D_e} \left[(-a_{41}\mu_2 - a_{42}\mu_3 + a_{44}\mu_4) a_3'' \right. \\ \left. + (a_{31}\mu_2 + a_{33}\mu_3 - a_{34}\mu_4) a_4'' \right]$$

$$K_2 = \frac{1}{D_e} \left[(-a_{21}A_6 + a_{22}A_5 + a_{24}A_1) a_1' \right. \\ \left. + (-a_{41}\mu_2 - a_{42}\mu_3 + a_{44}\mu_4) a_3' \right]$$

$$J_1 = \frac{1}{D_e} \left[(a_{41}\mu_5 + a_{42}\mu_6 - a_{43}\mu_4) a_3'' \right. \\ \left. + (-a_{31}\mu_5 - a_{32}\mu_6 + a_{33}\mu_4) a_4'' \right]$$

$$J_2 = \frac{1}{D_e} \left[(-a_{21}A_3 + a_{22}A_2 - a_{23}A_1) a_1' \right. \\ \left. + (a_{41}\mu_5 + a_{42}\mu_6 - a_{43}\mu_4) a_3' \right]$$

$$\begin{aligned} \text{又 又 又, } \quad & A_1 = a_{31}a_{42} - a_{32}a_{41} \\ & A_2 = a_{31}a_{43} - a_{33}a_{41} \\ & A_3 = a_{32}a_{43} - a_{33}a_{42} \\ & A_4 = a_{33}a_{44} - a_{34}a_{43} \\ & A_5 = a_{34}a_{41} - a_{31}a_{44} \\ & A_6 = a_{34}a_{42} - a_{32}a_{44} \\ & \mu_1 = a_{13}a_{24} - a_{14}a_{23} \\ & \mu_2 = a_{14}a_{22} - a_{12}a_{24} \\ & \mu_3 = a_{11}a_{24} - a_{14}a_{21} \\ & \mu_4 = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \\ & \mu_5 = a_{13}a_{22} - a_{12}a_{23} \\ & \mu_6 = a_{11}a_{23} - a_{13}a_{21} \\ & D_e = A_1\mu_1 + A_2\mu_2 + A_3\mu_3 + A_4\mu_4 + A_5\mu_5 + A_6\mu_6 \\ & a_{11} = \beta_0 [1 - \lambda^2 X (C_1^2 + C_3^2)] \\ & a_{12} = 1 - \lambda^3 X (C_1 C_2 - C_3 C_4) \\ & a_{13} = \beta_0 \lambda^2 X (2C_1 C_3) \\ & a_{14} = \lambda^3 X (C_1 C_4 - C_2 C_3) \\ & a_{21} = \beta_0 [1 + \lambda X (C_1 C_2 + C_3 C_4)] \\ & a_{22} = [1 - \lambda^2 X (C_1^2 + C_3^2)]/2 \\ & a_{23} = -\beta_0 \lambda X (C_1 C_4 + C_2 C_3) \\ & a_{24} = -\lambda^2 X C_1 C_3 \\ & a_{31} = \beta_0 \lambda^2 X (2C_1 C_3) \\ & a_{32} = -\lambda^3 X (C_1 C_4 - C_2 C_3) \\ & a_{33} = -\beta_0 \lambda^2 X (C_1^2 + C_3^2) \\ & a_{34} = \lambda^3 X (C_1 C_2 - C_3 C_4) \\ & a_{41} = -\beta_0 \lambda X (C_1 C_4 + C_2 C_3) \\ & a_{42} = \lambda^2 X C_1 C_3 \\ & a_{43} = \beta_0 \lambda X (C_1 C_2 + C_3 C_4) \\ & a_{44} = \lambda^2 X (C_1^2 + C_3^2)/2 \\ & a_1' = 2\beta_0^3 D_0 \left(-\frac{1}{E_0 g_0} + \frac{1}{E_h g_h} \right) \left(\frac{B}{2} \right)^2 \\ & a_3' = \frac{2\beta_0^3 D_0}{E_h g_h} \left(\frac{B}{2} \right)^2 \\ & a_3'' = \beta_0^3 D_0 t \\ & a_4'' = \beta_0^2 D_0 \\ & \beta_0 = \sqrt[4]{\frac{12(1-\nu^2)}{B^2 g_0^2}} \\ & \beta_1 = \sqrt[4]{\frac{12(1-\nu^2)}{B^2 g_h^2}} \\ & D_0 = \frac{E_0 g_0^3}{12(1-\nu^2)} \\ & D_1 = \frac{E_h g_h^3}{12(1-\nu^2)} \\ & \alpha = \beta_1 h \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{\beta_0}{\beta_1} = \sqrt{\frac{g_h}{g_0}}$$

$$g_h = \frac{g_0 + g_1}{2}$$

$$X = \frac{D_0}{D_1} \cdot \frac{1}{C_3^2 - C_1^2}$$

$$C_1 = \sin \alpha$$

$$C_2 = \cos \alpha$$

$$C_3 = \sinh \alpha$$

$$C_4 = \cosh \alpha$$

6. 所要フランジ板厚及び設計圧力

6.1 設計圧力における所要ガスケット反力 設計圧力における所要ガスケット反力は、次による。

$$H_p' = 2\pi b G m' P \left\{ H_p' = \frac{2\pi b}{100} G m' P \right\}$$

ここに、 H_p' ： 所要ガスケット反力、つまり気密を十分に保つためのガスケットと座面との接触面における圧縮力 (N {kgf})
 m' ： 修正ガスケット係数 (6.2 による。)

6.2 修正ガスケット係数 m' 修正ガスケット係数 m' は、気密に関して十分使用実績⁽¹⁾のある鋼製一体形フランジのガスケット反力に基づいて決めるものとする。

手順を以下に示す。

- (1) 設計対象アルミニウム合金製フランジと類似の寸法、呼び圧力の鋼製フランジを選ぶ。
- (2) 気密に関して使用実績のある圧力 (例えば、最高使用圧力) において、鋼製フランジのガスケット反力 W_g' を計算する。
- (3) 次の式から、 m' を求める。

$$m' = \frac{W_g'}{2\pi b G P}$$

注⁽¹⁾ 十分使用実績のある鋼製一体形フランジとは、日本工業規格などの規格で呼び圧力クラスごとに基準寸法が与えられているフランジである。

6.3. 計算応力の評価

6.3.1 フランジの計算応力 フランジの計算応力は、次に示す許容値を超えてはならない。

- (1) ハブの軸方向応力 σ_H の許容値 = σ_f (鋳物のフランジ)
 = $1.5\sigma_f$ [鋳物以外の材料のフランジ。ただし、次の(a), (b)に該当するフランジは、(a), (b)による。]
 - (a) 図1の(j)のように管の一部をハブとしている一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される任意形フランジの場合は、 $1.5\sigma_f$ と $1.5\sigma_n$ のうちのいずれか小さい方。
 - (b) 図1の(g), (h)及び(i)のようにハブを管に溶接した一体形フランジの場合は、 $1.5\sigma_f$ 又は $2.5\sigma_n$ のうちのいずれか小さい方。
- (2) フランジの半径方向応力 σ_R の許容値 = σ_f
- (3) フランジの周方向応力 σ_T の許容値 = σ_f
- (4) $\frac{\sigma_H + \sigma_R}{2}$ の許容値 = σ_f
- (5) $\frac{\sigma_H + \sigma_T}{2}$ の許容値 = σ_f

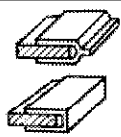
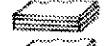
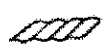
6.3.2 図 1 の(c), (d)及び(e)のようにハブ付の差込み形フランジを計算する場合は, これに接続する管をハブとして加算してはならない。

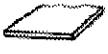
6.3.3 図 1 の(a)及び(b)に示すラップジョイント形フランジにおいて, ラップ (又はスタブエンド) がせん断力を受けるようにガスケットが取り付けられている場合は, ラップの材料の許容引張応力の 0.8 倍を超えてはならない。

6.3.4 図 1 の(d), (e), (j), (k), (l)及び(m)に示すように, 管をフランジのガスケット当たり面に近接してフランジに溶接する場合は, 溶接部のせん断力は, 管の材料の許容引張応力 (σ_n) の 0.8 倍を超えてはならない。これらのせん断応力は, 4.1(1)の W_{m1} 及び W_{m2} を用いて計算する。

6.4 所要フランジ板厚の決定 フランジ板厚は, 発生応力が 6.3 に規定された発生応力の評価条件を満足し, かつ, 5.に規定された設計圧力におけるガスケット反力が 6.1 の所要ガスケット反力以上であるように設計しなければならない。

付表1 ガasketの材料と接触面

ガasketの材料		ガasket係数 $m^{(2)}$	最小設計締付圧力 p (N/mm ² {kgf/mm ² })	ガasketの形状	座面の形状 (付表2参照)	ガasket座の基本幅 (付表2参照)
セルフシールガasket (Oリング, 金属, ゴム, その他セルフシーリングとみなされるもの。)		0	0	—	—	—
無機質充てん剤を含む ふっ素樹脂 (PTFE) ⁽³⁾	厚さ 3.0mm	2.5	19.6 {2.0}		1a, 7, 8	II
	厚さ 2.0mm	3.0	19.6 {2.0}			
	厚さ 1.5mm	3.2	22.5 {2.3}			
	厚さ 1.0mm	3.5	24.5 {2.5}			
ふっ素樹脂 (PTFE) 被覆ガasket ⁽³⁾ ⁽⁴⁾		3.5	14.7 {1.5}		1a, 7, 8	
ふっ素樹脂 (PTFE) 被覆ガasket ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ (被覆に融着などの接合面のある場合)		4.0	19.6 {2.0}			
布又は多くの石綿を含まないゴムシート	スプリング硬さ (JIS A) 75 未満	0.50	0		1a, 1b, 1c, 1d,	
	スプリング硬さ (JIS A) 75 以上	1.00	1.37 {0.14}		4, 5, 7, 8	
石綿ジョイントシート	厚さ 3.2mm	2.00	10.98 {1.12}			
	厚さ 1.6mm	2.75	25.50 {2.60}			
	厚さ 0.8mm	3.50	44.82 {4.57}			
綿布入ゴムシート		1.25	2.75 {0.28}			
石綿布入ゴムシート (金線入又はなし)	三重	2.25	15.20 {1.55}			
	二重	2.50	20.01 {2.04}			
	一重	2.75	25.50 {2.60}			
植物繊維		1.75	7.55 {0.77}			
渦巻形ガasket ⁽⁵⁾ (石綿又は他の非金属材料)	炭素鋼, 軟質アルミニウム又は軟質銅, ステンレス鋼又はモネル	2.50 3.00	68.89 {7.03}		1a, 1b, 7, 8, 9, 10	
石綿糸入り金属波形ガasket又は波形メタルジャケット形ガasket (石綿板入)	軟質アルミニウム	2.50	20.01 {2.04}		1a, 1b, 7, 8	
	軟質の銅又は黄銅	2.75	25.50 {2.60}			
	軟鋼又は鉄	3.00	30.99 {3.16}			
	モネル又は 4~6% Cr 鋼	3.25	37.95 {3.87}			
	ステンレス鋼	3.50	44.82 {4.57}			
金属波形ガasket	軟質アルミニウム	2.75	25.50 {2.60}		1a, 1b, 1c, 1d, 7, 8	
	軟質の銅又は黄銅	3.00	30.99 {3.16}			
	軟鋼又は鉄	3.25	37.95 {3.87}			
	モネル又は 4~6% Cr 鋼	3.50	44.82 {4.57}			
	ステンレス鋼	3.75	52.37 {5.34}			
平形メタルジャケット形ガasket (石綿板入)	軟質アルミニウム	3.25	37.95 {3.87}		1a, 1b, 1c*, 1d*, 2* ⁽⁶⁾ , 7, 8	
	軟質の銅又は黄銅	3.50	44.82 {4.57}			
	軟鋼又は鉄	3.75	52.37 {5.34}			
	モネル	3.50	55.11 {5.62}			
	4~6% Cr 鋼	3.75	62.08 {6.33}			
	ステンレス鋼	3.75	62.08 {6.33}			

ガスケットの材料		ガスケット係数 $m^{(2)}$	最小設計締付圧力 y (N/mm ² {kgf/mm ² })	ガスケットの形状	座面の形状 (付表 2 参照)	ガスケット座の基本幅 (付表 2 参照)
のこ歯形ガスケット	軟質アルミニウム	3.25	37.95 { 3.87 }		1a, 1b, 1c, 1d, 2, 3	
	軟質の銅又は黄銅	3.50	44.82 { 4.57 }			
	軟鋼又は鉄	3.75	52.37 { 5.34 }			
	モネル又は 4~6% Cr 鋼	3.75	62.08 { 6.33 }			
	ステンレス鋼	4.25	69.63 { 7.10 }			
金属平形ガスケット	軟質アルミニウム	4.00	60.70 { 6.19 }		1a, 1b, 1c, 1d, 2, 3, 4, 5, 7, 8	I
	軟質の銅又は黄銅	4.75	89.63 { 9.14 }			
	軟鋼又は鉄	5.50	124.1 { 12.66 }			
	モネル又は 4~6% Cr 鋼	6.00	6 { 15.33 }			
	ステンレス鋼	6.50	150.3 { 18.28 }			
リングジョイントガスケット	軟質アルミニウム	4.00	60.70 { 6.19 }		6	
	軟鋼又は鉄	5.50	124.4 { 12.66 }			
	モネル又は 4~6% Cr 鋼	6.00	6 { 15.33 }			
	ステンレス鋼	6.50	150.3 { 18.28 }			
			4			
			179.2			
			7			

注⁽²⁾ ガスケット係数 m は、ガスケットが全部ボルト穴の内側から内方にだけあるものに適用する。

(3) このガスケットは、過大な締付けによって樹脂がコールドフローを起こす場合がある。そのため、全面座及び平面座フランジでの使用に当たっては、フランジと接触しているガスケットの投影面積当たりの締付け力 W_g/A_g として、次の表に示す最大許容締付圧力を上回らないよう注意が必要である。

ふっ素樹脂系ガスケットの最大締付圧力

ガスケットの材料	最大許容締付圧力 N/mm ² {kgf/mm ² }
無機質充てん剤を含むふっ素樹脂 (PTFE)	39~69 {4~7}
ふっ素樹脂 (PTFE) 被覆ガスケット (被覆に接合面のある場合を含む。)	39~59 {4~6}

備考 この値は、常温の場合に適用する。

(4) この表の値は、グラスライニングフランジには適用しない。

(5) 渦巻形ガスケットのボルト荷重算出に際して、この表に示す m 及び y によって求められるボルト荷重 W_{m1} 及び W_{m2} では、十分な密封性が保ち得ないと予想される場合、ボルト締付力として次の表に示すガスケット投影面積当たりの締付け力 W_g/A_g で与えられた最小締付圧力を満足する必要がある。

渦巻形ガスケットの最小締付圧力

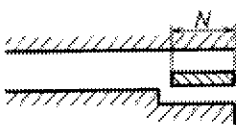
フィラー材流体の性状	最小締付圧力 N/mm^2 { kgf/mm^2 }	
	石綿紙フィラー 黒鉛質フィラー	ふっ素樹脂 (PTFE) ファイバー
水蒸気, 液体	34.3 {3.5}	34.3 {3.5}
気体	68.6 {7.0}	49.0 {5.0}

⑨ ガスケットの重なりがある面は, *を付けた座面形状のナビン (突起した接触面) がある側 (付表 2 の座面の形状参照。) に向けてはならない。

- 備考1.** この表には, 一般に多く用いるガスケットの材料とその接触面の形状を, 2.に示すガスケット座の有効幅 b を使ったときに実際に使用して満足であることが一般的に明らかな m と y の推奨数値と共に示す。
2. この表の値は, 各ガスケット材料についての代表的特性値を示したものであって, 同形式のガスケットすべてを包括するものではない。したがって, この表の値は, 形式の差によって幅をもつと考えられる。
3. アルミニウム合金製管フランジに異種金属ガスケットを選定する場合は, 腐食に対する十分な配慮が必要である。

付表2 ガスケット座の基本幅 $\frac{w+T}{2}$

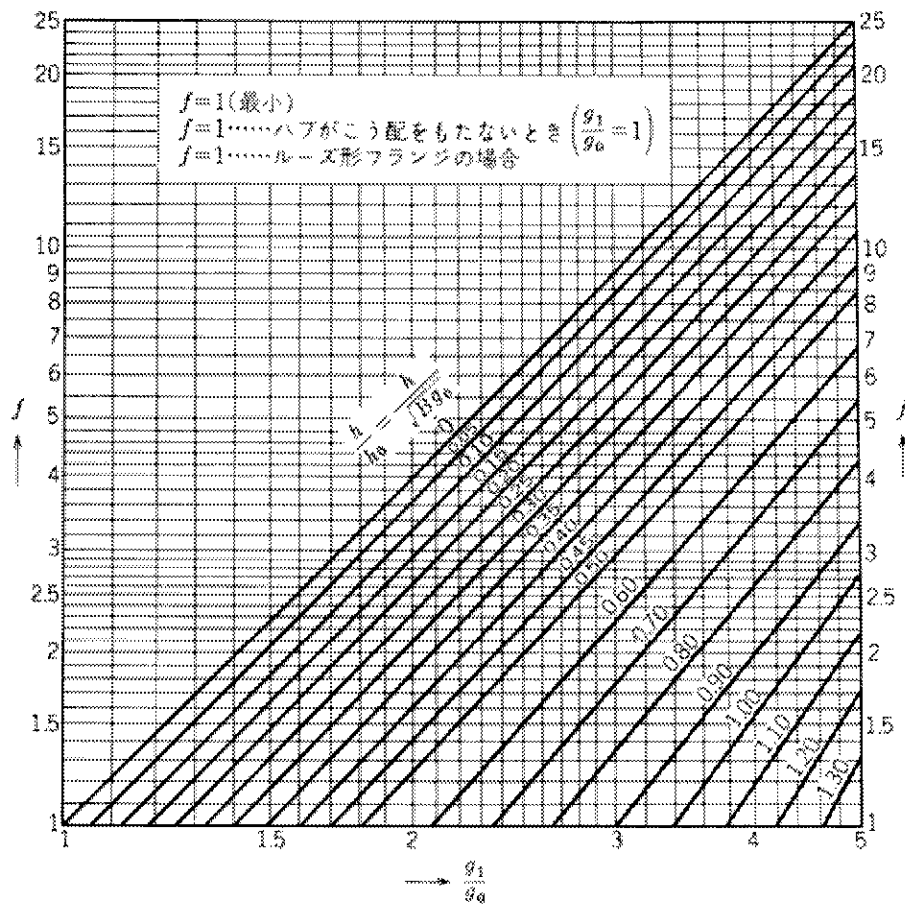
座面の形状		ガスケット座の基本幅 b_0	
		I	II
1a		$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{2}$
1b			
1c		$\frac{w+T}{2}$; ただし $\frac{w+N}{4}$ を最大とする。	$\frac{w+T}{2}$; ただし $\frac{w+N}{4}$ を最大とする。
1d			
2		$\frac{w+N}{4}$	$\frac{w+3N}{8}$
3		$\frac{N}{4}$	$\frac{3N}{8}$
4 (')		$\frac{3N}{8}$	$\frac{7N}{16}$
5 (')		$\frac{N}{4}$	$\frac{3N}{8}$
6		$\frac{w}{8}$	—
7		$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{2}$
8		$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{2}$

座面の形状		ガスケット座の基本幅 b_0	
		I	II
9		—	$\frac{N}{2}$
10		—	$\frac{N}{2}$

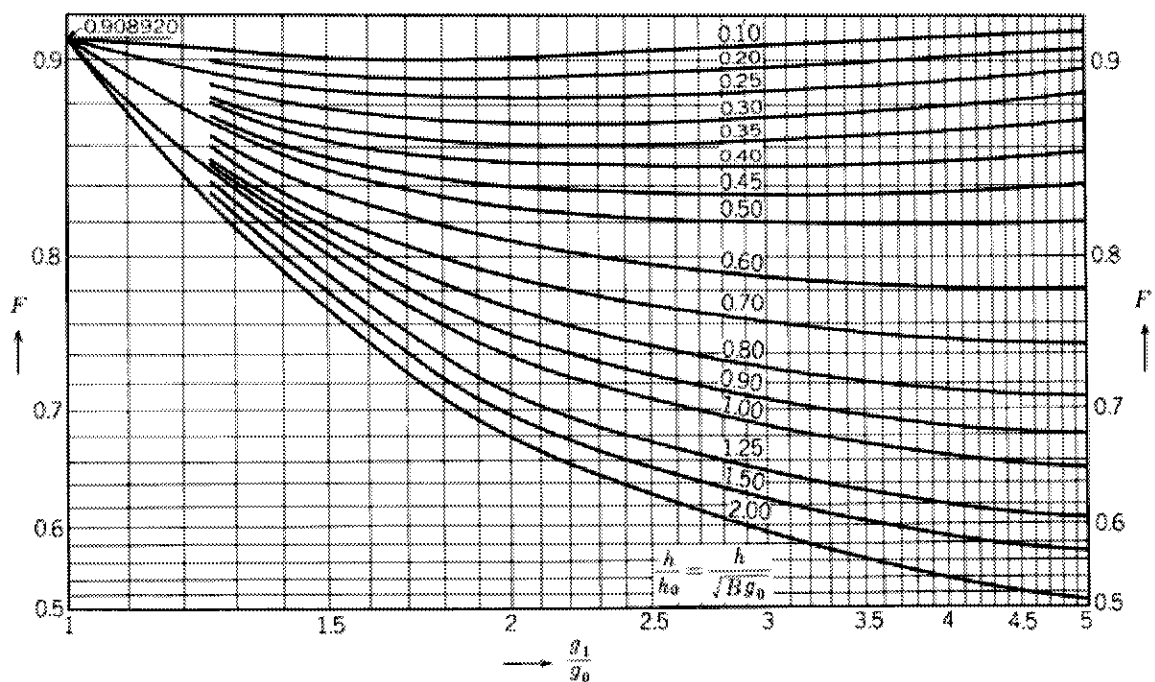
注(7) この歯が、深さ0.4mm、歯のピッチが0.8mmを超えない場合は**1b**又は**1d**を用いる。

備考 この表でガスケット座基本幅 b_0 の I 及び II の区分は、**付表 1** 参照のこと。

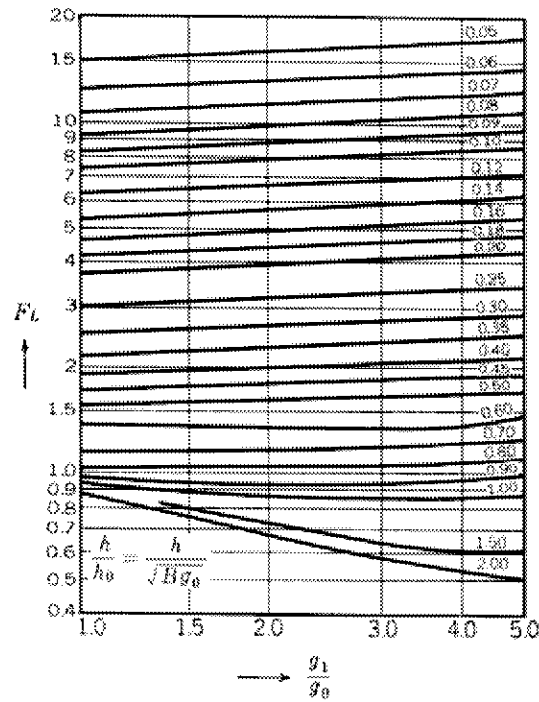
付図1 f の値 (ハブ応力修正係数。算式を付表3に示す)



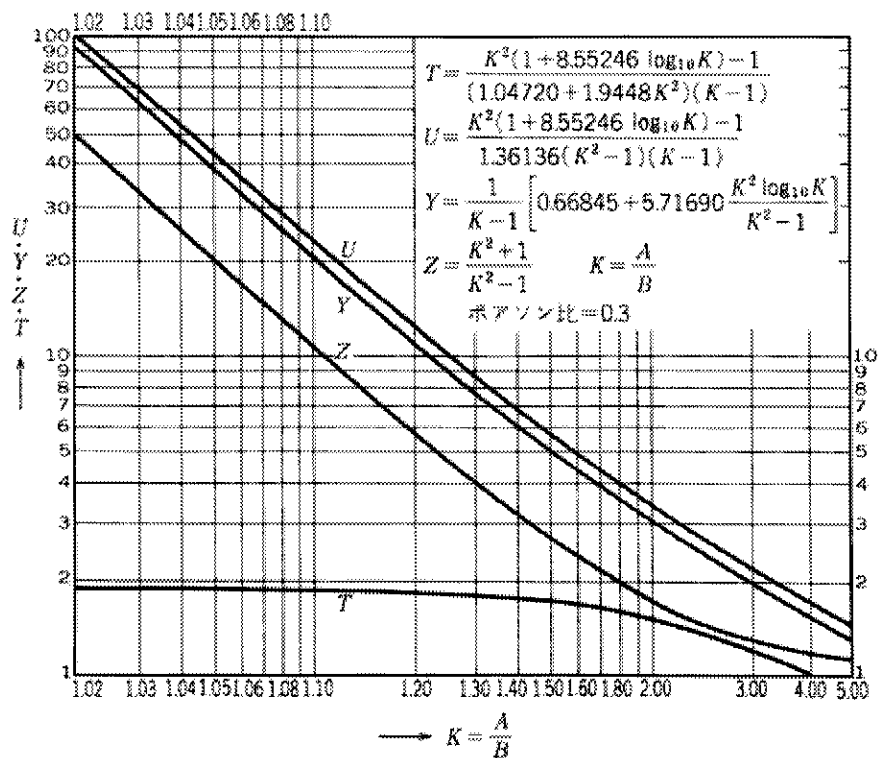
付図2 F の値 (一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される任意形フランジの係数。算式を付表3に示す。)



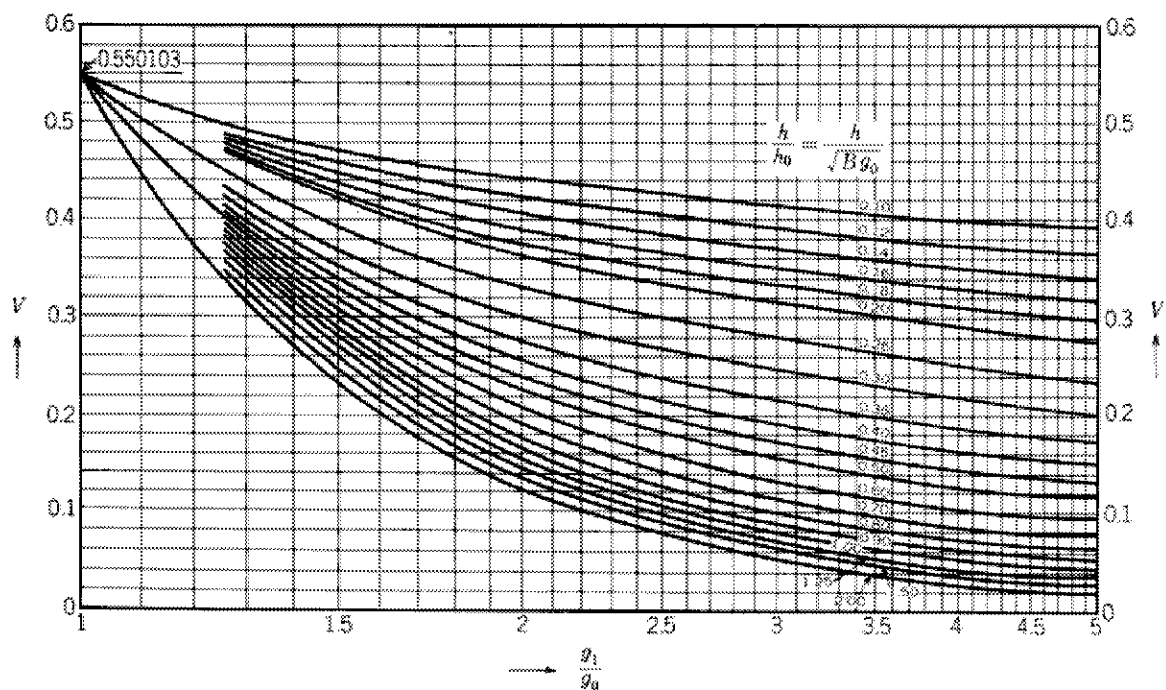
付図3 F_L の値 (ルーズ形フランジの係数。算式を付表3に示す。)



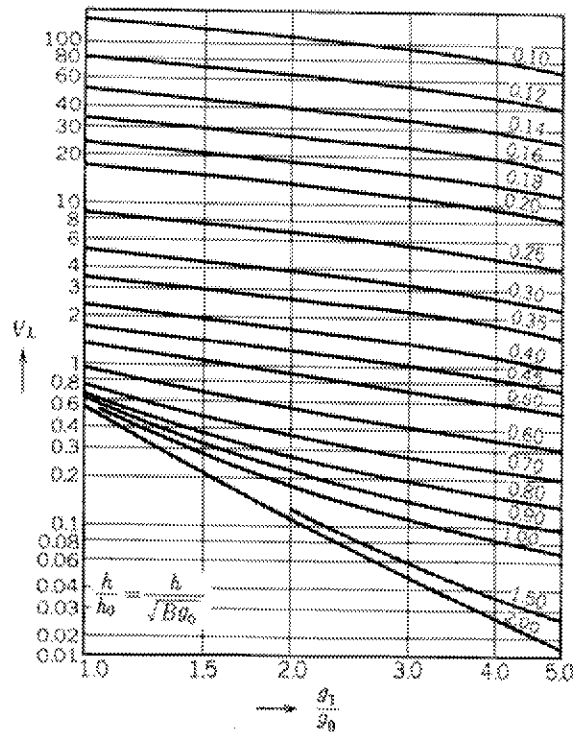
付図4 T, U, Y 及び Z の値



付図5 V の値 (一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される
任意形フランジの係数。算式を付表3に示す。)



付図6 V_L の値 (ルーズ形フランジの係数。算式を付表3に示す。)



付表3 フランジ係数の算式

一体形フランジ	ハブ付ルーズ形フランジ
付図2の係数Fは、次による。 $F = -\frac{E_6}{\left(\frac{C}{2.73}\right)^{\frac{1}{4}} \frac{(1+A)^3}{C}}$ 付図5の係数Vは、次による。 $V = -\frac{E_4}{\left(\frac{2.73}{C}\right)^{\frac{1}{4}} (1+A)^3}$ 付図1の係数fは、次による。 $f = C_{36}/(1+A)$ 上の式に用いるA, C, C_{36}, E_4及びE_6は、g_1, g_0, h及びh_0の値を基にした以下の式(1)～(45)を用いて得られる。	付図3の係数F_Lは、次による。 $F_L = \frac{C_{18}\left(\frac{1}{2} + \frac{A}{6}\right) + C_{21}\left(\frac{1}{4} + \frac{11A}{84}\right) + C_{24}\left(\frac{1}{70} + \frac{A}{105}\right) - \frac{1}{40} + \frac{A}{72}}{\left(\frac{C}{2.73}\right)^{\frac{1}{4}} \frac{(1+A)^3}{C}}$ 付図6の係数V_Lは、次による。 $V_L = -\frac{\frac{1}{4} - \frac{C_{24}}{5} - \frac{3C_{21}}{2} - C_{18}}{\left(\frac{2.73}{C}\right)^{\frac{1}{4}} (1+A)^3}$ 付図1の係数fは、1とする。 $f = 1$ 上の式に用いるA, C, C_{18}, C_{21}及びC_{24}は、g_1, g_0, h及びh_0の値を基にした以下の式(1)～(5), (7), (9), (10), (12), (14), (16), (18), (20), (23)及び(26)を用いて得られる。

式

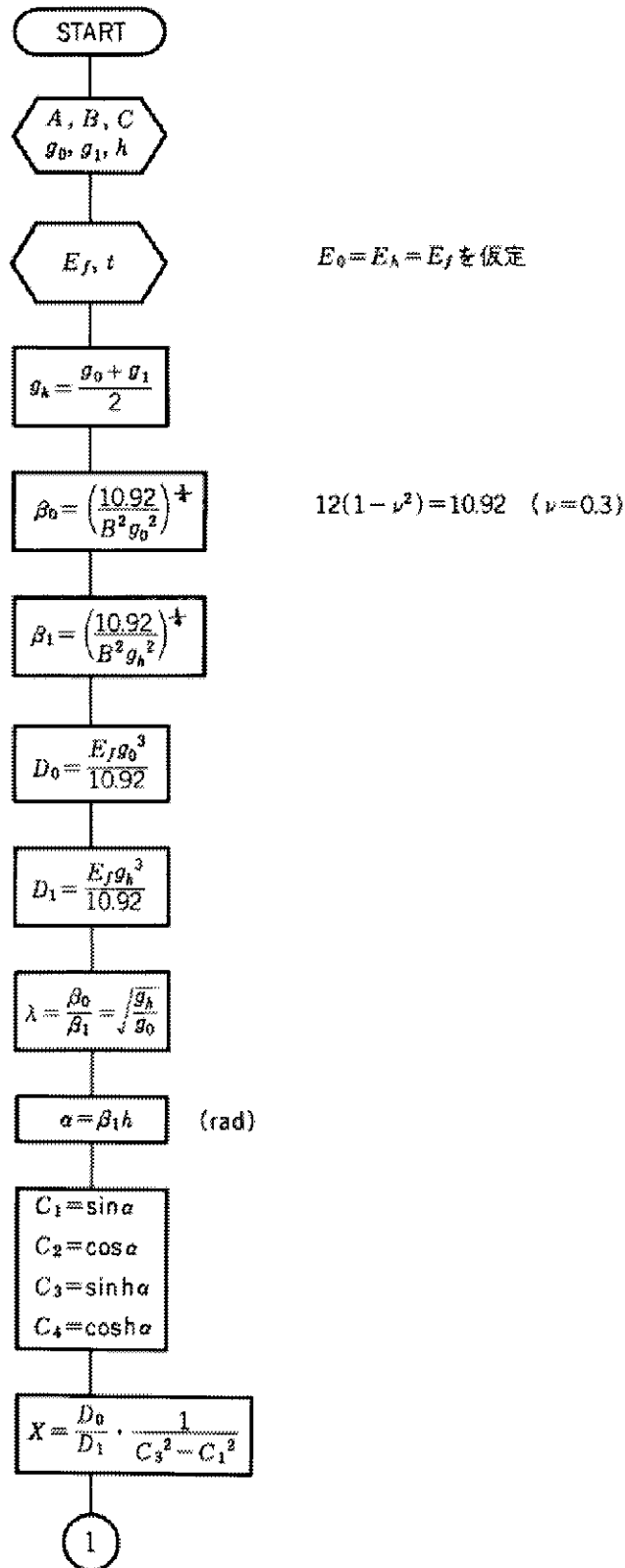
- (1) $A = (g_1/g_0) - 1$
- (2) $C = 43.68(h/h_0)^4$
- (3) $C_1 = 1/3 + A/12$
- (4) $C_2 = 5/42 + 17A/336$
- (5) $C_3 = 1/210 + A/360$
- (6) $C_4 = 11/360 + 59A/5\,040 + (1+3A)/C$
- (7) $C_5 = 1/90 + 5A/1\,008 - (1+A)^3/C$
- (8) $C_6 = 1/120 + 17A/5\,040 + 1/C$
- (9) $C_7 = 215/2\,772 + 51A/1\,232 + (60/7 + 225A/14 + 75A^2/7 + 5A^3/2)/C$
- (10) $C_8 = 31/6\,930 + 128A/45\,045 + (6/7 + 15A/7 + 12A^2/7 + 5A^3/11)/C$
- (11) $C_9 = 533/30\,240 + 653A/73\,920 + (1/2 + 33A/14 + 39A^2/28 + 25A^3/84)/C$
- (12) $C_{10} = 29/3\,780 + 3A/704 - (1/2 + 33A/14 + 81A^2/28 + 13A^3/12)/C$
- (13) $C_{11} = 31/6\,048 + 1\,763A/665\,280 + (1/2 + 6A/7 + 15A^2/28 + 5A^3/42)/C$
- (14) $C_{12} = 1/2\,925 + 71A/300\,300 + (8/35 + 18A/35 + 156A^2/385 + 6A^3/55)/C$
- (15) $C_{13} = 761/831\,600 + 937A/1\,663\,200 + (1/35 + 6A/35 + 11A^2/70 + 3A^3/70)/C$
- (16) $C_{14} = 197/415\,800 + 103A/332\,640 - (1/35 + 6A/35 + 17A^2/70 + A^3/10)/C$
- (17) $C_{15} = 233/831\,600 + 97A/554\,400 + (1/35 + 3A/35 + A^2/14 + 2A^3/105)/C$
- (18) $C_{16} = C_1C_7C_{12} + C_2C_8C_3 + C_3C_8C_2 - (C_3^2 + C_8^2C_1 + C_2^2C_{12})$
- (19) $C_{17} = [C_4C_7C_{12} + C_2C_8C_{13} + C_3C_8C_9 - (C_{13}C_7C_3 + C_8^2C_4 + C_{12}C_2C_9)]/C_{16}$
- (20) $C_{18} = [C_5C_7C_{12} + C_2C_8C_{14} + C_3C_8C_{10} - (C_{14}C_7C_3 + C_8^2C_5 + C_{12}C_2C_{10})]/C_{16}$
- (21) $C_{19} = [C_6C_7C_{12} + C_2C_8C_{15} + C_3C_8C_{11} - (C_{15}C_7C_3 + C_8^2C_6 + C_{12}C_2C_{11})]/C_{16}$
- (22) $C_{20} = [C_1C_9C_{12} + C_4C_8C_3 + C_3C_{13}C_2 - (C_3^2C_9 + C_{13}C_8C_1 + C_{12}C_4C_2)]/C_{16}$

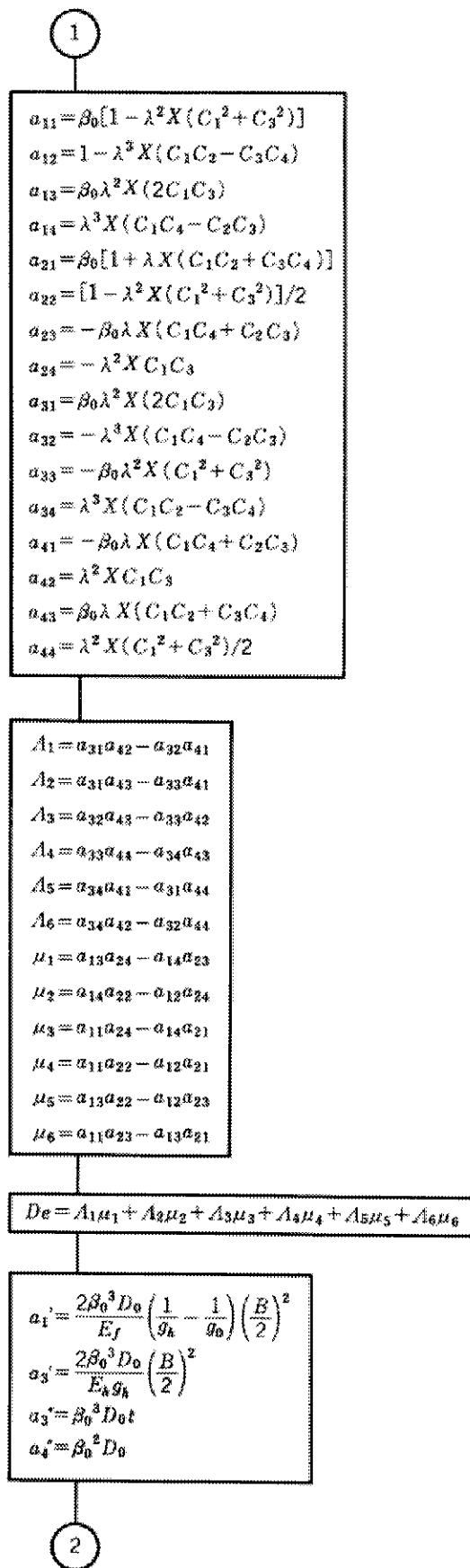
式

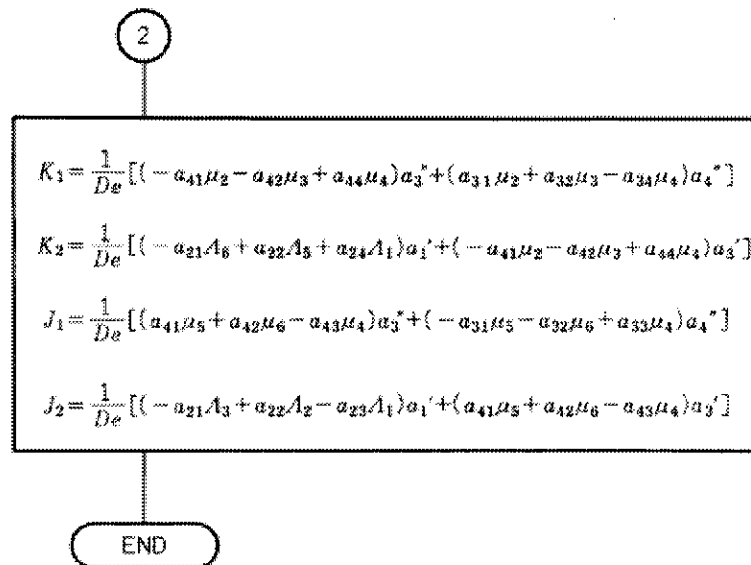
-
- (23) $C_{21} = [C_1 C_{10} C_{12} + C_5 C_8 C_3 + C_3 C_{14} C_2 - (C_3^2 C_{10} + C_{14} C_8 C_1 + C_{12} C_5 C_2)] / C_{16}$
- (24) $C_{22} = [C_1 C_{11} C_{12} + C_6 C_8 C_3 + C_3 C_{15} C_2 - (C_3^2 C_{11} + C_{15} C_8 C_1 + C_{12} C_6 C_2)] / C_{16}$
- (25) $C_{23} = [C_1 C_7 C_{13} + C_2 C_9 C_3 + C_4 C_8 C_2 - (C_3 C_7 C_4 + C_8 C_9 C_1 + C_2^2 C_{13})] / C_{16}$
- (26) $C_{24} = [C_1 C_7 C_{14} + C_2 C_{10} C_3 + C_5 C_8 C_2 - (C_3 C_7 C_5 + C_8 C_{10} C_1 + C_2^2 C_{14})] / C_{16}$
- (27) $C_{25} = [C_1 C_7 C_{15} + C_2 C_{11} C_3 + C_6 C_8 C_2 - (C_3 C_7 C_6 + C_8 C_{11} C_1 + C_2^2 C_{15})] / C_{16}$
- (28) $C_{26} = -(C/4)^{\frac{1}{4}}$
- (29) $C_{27} = C_{20} - C_{17} - 5/12 + C_{17} C_{26}$
- (30) $C_{28} = C_{22} - C_{19} - 1/12 + C_{19} C_{26}$
- (31) $C_{29} = -(C/4)^{\frac{1}{2}}$
- (32) $C_{30} = -(C/4)^{\frac{3}{4}}$
- (33) $C_{31} = 3A/2 - C_{17} C_{30}$
- (34) $C_{32} = 1/2 - C_{19} C_{30}$
- (35) $C_{33} = 0.5 C_{26} C_{32} + C_{28} C_{31} C_{29} - (0.5 C_{30} C_{28} + C_{32} C_{27} C_{29})$
- (36) $C_{34} = 1/12 + C_{18} - C_{21} - C_{18} C_{26}$
- (37) $C_{35} = C_{18} C_{30}$
- (38) $C_{36} = (C_{28} C_{35} C_{29} - C_{32} C_{34} C_{29}) / C_{33}$
- (39) $C_{37} = [0.5 C_{26} C_{35} + C_{34} C_{31} C_{29} - (0.5 C_{30} C_{34} + C_{35} C_{27} C_{29})] / C_{33}$
- (40) $E_1 = C_{17} C_{36} + C_{18} + C_{19} C_{37}$
- (41) $E_2 = C_{20} C_{36} + C_{21} + C_{22} C_{37}$
- (42) $E_3 = C_{23} C_{36} + C_{24} + C_{25} C_{37}$
- (43) $E_4 = 1/4 + C_{37}/12 + C_{36}/4 - E_3/5 - E_2/2 - E_1$
- (44) $E_5 = E_1(1/2 + A/6) + E_2(1/4 + 11A/84) + E_3(1/7C + A/105)$
- (45) $E_6 = E_5 - C_{36}(7/120 + A/36 + 3A/C) - 1/40 - A/72 - C_{37}(1/60 + A/120 + 1/C)$
-

参考 剛性計算のフローチャート 計算のフローチャートを参考に示す。

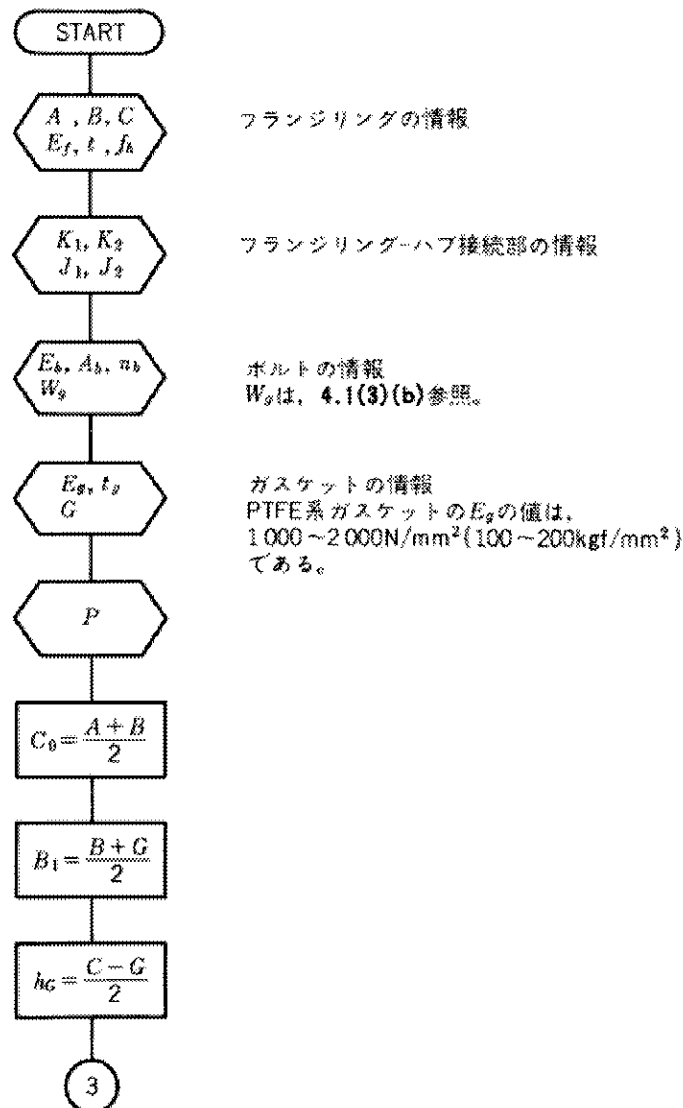
(1) K_1, K_2, J_1, J_2 の計算

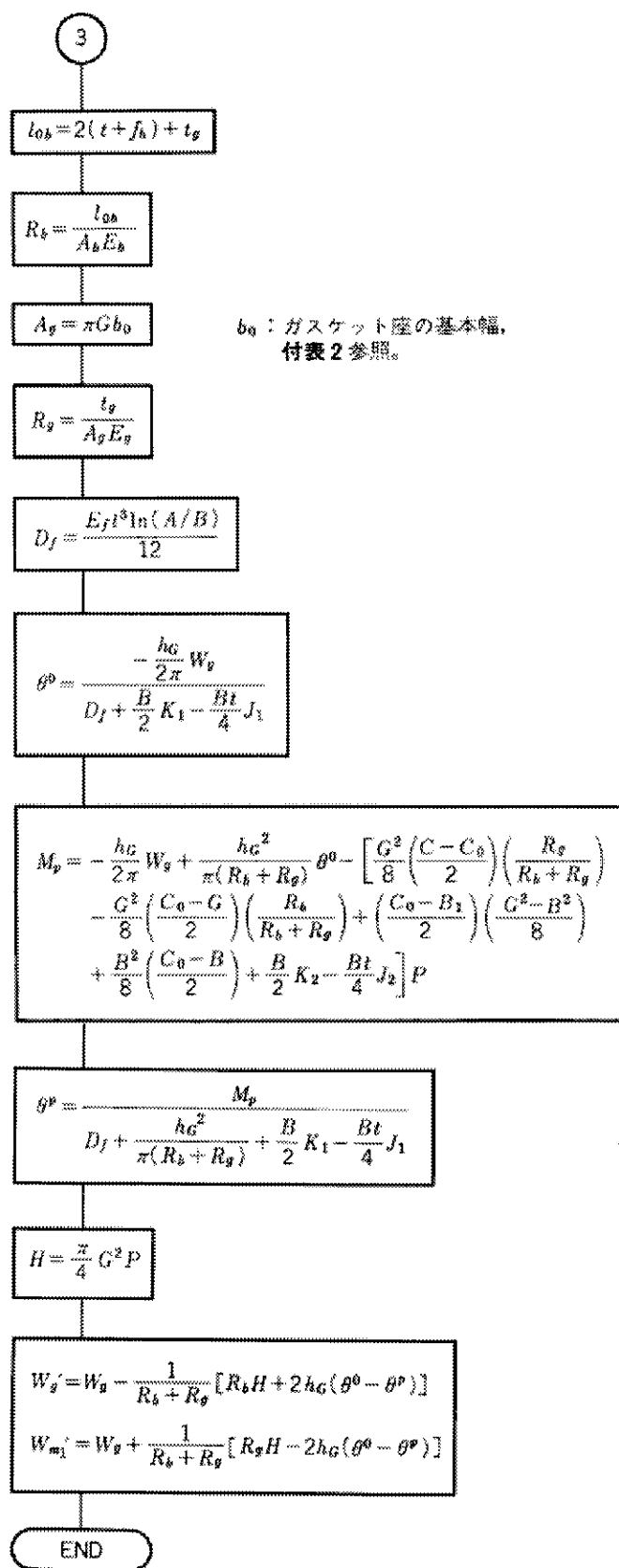






(2) W'_g, W_{m1} 計算





機械要素部会 フランジ専門委員会 構成表（昭和 61 年 8 月 1 日制定時）

	氏名		所属
(委員長)	小 玉	正 雄	埼玉大学名誉教授
	吹 沢	正 憲	通商産業省機械情報産業局
	寺 沢	一 雄	大阪大学名誉教授
	高 橋	幸 伯	東京農工大学
	野 本	敏 治	東京大学
	榎 沢	誠 誠	東京大学
	丸 尾	智 彦	工業技術院機械技術研究所
	平 野	隆 之	工業技術院標準部
	石 川	久 能	社団法人軽金属溶接構造協会
	大 山	康 郎	日立金属株式会社
	川 口	一 夫	エヌケー金属加工株式会社
	川 村	治 男	株式会社北沢パルプ
	高 坂	保 夫	日本弁管工業株式会社
	河 村	繁 繁	株式会社日軽技研
	笹 原	敬 史	岡野パルプ製造株式会社
	鳥 居	鶴 松	株式会社赤荻フランジ製作所
	森 田	宏 史	瀬尾高圧工業株式会社
	相 沢	一 宏	石川島播磨重工業株式会社
	安 達	振 作	高圧ガス保安協会
	秋 澤	清 一	日揮株式会社
	大 貫	一 栄	社団法人日本水道協会
	小 郷	一 郎	財団法人日本船舶標準協会
	児 玉	和 郎	株式会社五陵社
	杉 山	守 平	防衛庁技術研究本部
	藤 田	英 彦	千代田化工建設株式会社
	星 光	浩 浩	株式会社荏原製作所
	吉 田	洋 三	三菱重工業株式会社
	浦 田	憲 司	日本アルミニウム工業株式会社
	尾 川	任 功	日本酸素株式会社
	瀬 戸	清 治	三菱金属株式会社
	初 谷	正 治	社団法人軽金属溶接構造協会
	古 山	昌 宏	日本バルカー工業株式会社
(事務局)	高 橋	和 敬	工業技術院標準部機械規格課
(事務局)	永 井	裕 司	工業技術院標準部機械規格課（平成 7 年 2 月 1 日改正時）

まえがき

この追補は、工業標準化法に基づき、日本工業標準調査会の審議を経て、経済産業大臣が改正したもので、これによって、**JIS B 2206:1995** は改正され、一部が置き換えられた。

白 紙

アルミニウム合金製管フランジの計算基準 (追補 1)

Basis for calculation of aluminium alloy pipe flanges (Amendment 1)

JIS B 2206:1995 を、次のように改正する。

箇条 1. (適用範囲) の備考 3. を削除する。したがって、この規格から { } を付けて示してある単位、数値及び計算式を削除する。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“無機質充てん剤を含むふっ素樹脂 (PTFE)⁽³⁾”を“無機質充てん剤を含むふっ素樹脂 (PTFE)⁽⁴⁾”に置き換える。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“ふっ素樹脂 (PTFE) 被覆ガスケット⁽³⁾⁽⁴⁾”を“ふっ素樹脂 (PTFE) 被覆ガスケット⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾”に置き換える。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“ふっ素樹脂 (PTFE) 被覆ガスケット⁽³⁾⁽⁴⁾ (被覆に融着などの接合面のある場合)”を“ふっ素樹脂 (PTFE) 被覆ガスケット⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ (被覆に融着などの接合面のある場合)”に置き換える。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“布又は多くの石綿を含まないゴムシート”を“布又は多くの繊維を含まないゴムシート⁽³⁾”に置き換える。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“石綿ジョイントシート”を“ジョイントシート⁽³⁾”に置き換える。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“石綿布入ゴムシート (金線入又はなし)”を“綿布以外の布入ゴムシート (金線入又はなし) ⁽³⁾”に置き換える。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“渦巻形ガスケット⁽⁵⁾ (石綿又は他の非金属フィラー)”を“渦巻形ガスケット⁽³⁾⁽⁶⁾”に置き換える。また、“渦巻形ガスケット⁽⁵⁾ (石綿又は他の非金属フィラー)”の右欄の“軟質アルミニウム又は軟質銅”を削除する。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“石綿糸入り金属波形ガスケット又は波形メタルジャケット形ガスケット (石綿板入)”を“繊維入金属波形ガスケット又は波形メタルジャケット形ガスケット (板状クッシ

ョン材入) (3)”に置き換える。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“平形メタルジャケット形ガスケット (石綿板入)”を“平形メタルジャケット形ガスケット (板状クッション材入) (3)”に置き換える。

付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“平形メタルジャケット形ガスケット (石綿板入)”の“座面の形状 (付表 2 参照)”欄の“注(6)”を“注(7)”に置き換える。

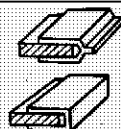
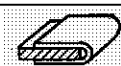
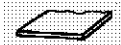
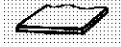
付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“リングジョイントガスケット”の“最小設計締付圧力 y ”欄の値“124.46”を“124.16”に置き換える。

付表 1 の説明欄の“注(3)”を“注(4)”に置き換え、以下番号を繰り下げ、新たに“注(3)”これらのガスケットには石綿を使用したものを含まない。また、これらのガスケットを使用する場合には、 m の値、 y の値及び適用可能温度範囲を確認すること。”を追加する。

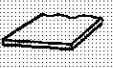
付表 1 の説明欄の注(5) [修正後の注(6)] の表中の“最小締付圧力”欄の“石綿紙フィラー”を削除する。

したがって、付表 1 を、次の表に置き換える。

付表1 ガスケットの材料と接触面

ガスケットの材料		ガスケット係数 $m^{(2)}$	最小設計締付圧力 $y(N/mm^2)$	ガスケットの形状	座面の形状 (付表 2 参照)	ガスケット座の基本幅 (付表 2 参照)
セルフシールガスケット (O リング, 金属, ゴム, その他セルフシーリングとみなされるもの)		0	0	—	—	—
無機質充てん剤を含む ふっ素樹脂(PTFE) ⁽⁴⁾	厚さ 3.0 mm	2.5	19.6		1a, 7, 8	II
	厚さ 2.0 mm	3.0	19.6			
	厚さ 1.5 mm	3.2	22.5			
	厚さ 1.0 mm	3.5	24.5			
ふっ素樹脂(PTFE)被覆ガスケット ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾		3.5	14.7			
ふっ素樹脂(PTFE)被覆ガスケット ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ (被覆に融着などの接合面のある場合)		4.0	19.6			
布又は多くの繊維を含 まないゴムシート ⁽³⁾	スプリング硬さ(JIS A)75 未満	0.50	0		1a, 1b, 1c, 1d,	4, 5, 7, 8
	スプリング硬さ(JIS A)75 以上	1.00	1.37			
ジョイントシート ⁽³⁾	厚さ 3.2 mm	2.00	10.98			
	厚さ 1.6 mm	2.75	25.50			
	厚さ 0.8 mm	3.50	44.82			
綿布入ゴムシート		1.25	2.75			
綿布以外の布入ゴムシート (金線入又はなし) ⁽³⁾	三重	2.25	15.20			
	二重	2.50	20.01			
	一重	2.75	25.50			
植物繊維		1.75	7.55			
渦巻形ガスケット ⁽³⁾⁽⁶⁾	炭素鋼	2.50	68.89		1a, 1b, 7, 8, 9, 10	
	ステンレス鋼又はモネル	3.00	68.89			
繊維入金属波形ガスケット又は波形メタルジャケット形ガスケット (板状クッション材入) ⁽³⁾	軟質アルミニウム	2.50	20.01		1a, 1b, 7, 8	
	軟質の銅又は黄銅	2.75	25.50			
	軟鋼又は鉄	3.00	30.99			
	モネル又は 4~6%Cr 鋼	3.25	37.95			
	ステンレス鋼	3.50	44.82			
金属波形ガスケット	軟質アルミニウム	2.75	25.50		1a, 1b, 1c, 1d, 7, 8	
	軟質の銅又は黄銅	3.00	30.99			
	軟鋼又は鉄	3.25	37.95			
	モネル又は 4~6%Cr 鋼	3.50	44.82			
	ステンレス鋼	3.75	52.37			
平形メタルジャケット形ガスケット (板状クッション材入) ⁽³⁾	軟質アルミニウム	3.25	37.95		1a, 1b, 1c* , 1d* , 2* ⁽⁷⁾ , 7, 8	
	軟質の銅又は黄銅	3.50	44.82			
	軟鋼又は鉄	3.75	52.37			
	モネル	3.50	55.11			
	4~6%Cr 鋼	3.75	62.08			
	ステンレス鋼	3.75	62.08			

付表 1 ガasketの材料と接触面 (続き)

ガasketの材料		ガasket係数 m (²)	最小設計締付圧力 y (N/mm ²)	ガasketの形状	座面の形状 (付表 2 参照)	ガasket座の基本幅 (付表 2 参照)
のこ歯形ガasket	軟質アルミニウム	3.25	37.95		1a, 1b, 1c, 1d, 2, 3	II
	軟質の銅又は黄銅	3.50	44.82			
	軟鋼又は鉄	3.75	52.37			
	モネル又は 4~6%Cr 鋼	3.75	62.08			
	ステンレス鋼	4.25	69.63			
金属平形ガasket	軟質アルミニウム	4.00	60.70		1a, 1b, 1c, 1d, 2, 3, 4, 5, 7, 8	I
	軟質の銅又は黄銅	4.75	89.63			
	軟鋼又は鉄	5.50	124.16			
	モネル又は 4~6%Cr 鋼	6.00	150.34			
	ステンレス鋼	6.50	179.27			
リングジョイントガasket	軟質アルミニウム	4.00	60.70		6	
	軟鋼又は鉄	5.50	124.16			
	モネル又は 4~6%Cr 鋼	6.00	150.34			
	ステンレス鋼	6.50	179.27			

注⁽²⁾ ガasket係数 m は、ガasketが全部ボルト穴の内側から内方にだけあるものに適用する。

- (³) これらのガasketには石綿を使用したものを含まない。また、これらのガasketを使用する場合には、 m の値、 y の値及び適用可能温度範囲を確認すること。
- (⁴) このガasketは、過大な締付けによって樹脂がコールドフローを起こす場合がある。そのため、全面座及び平面座フランジでの使用に当たっては、フランジと接触しているガasketの投影面積当たりの締付力 W_g/A_g として、次の表に示す最大許容締付圧力を上回らないよう注意が必要である。

ふっ素樹脂系ガasketの最大締付圧力

ガasketの材料	最大許容締付圧力 N/mm ²
無機質充てん剤を含むふっ素樹脂(PTFE)	39~69
ふっ素樹脂(PTFE)被覆ガasket (被覆に接合面のある場合を含む。)	39~59

備考 この値は、常温の場合に適用する。

- (⁵) この表の値は、グラスライニングフランジには適用しない。
- (⁶) 渦巻形ガasketのボルト荷重算出に際して、この表に示す m 及び y によって求められるボルト荷重 W_{m1} 及び W_{m2} では、十分な密封性が得られないと予想される場合、ボルト締付力として次の表に示すガasket投影面積当たりの締付力 W_g/A_g で与えられた最小締付圧力を満足する必要がある。

渦巻形ガasketの最小締付圧力

流体の性状	最小締付圧力 N/mm ²	
	黒鉛質フィラー	ふっ素樹脂(PTFE)フィラー
水蒸気、液体	34.3	34.3
気体	68.6	49.0

- (⁷) ガasketの重なりがある面は、*を付けた座面形状のナビン (突起した接触面) がある側 (付表 2 の座面の形状参照。) に向けてはならない。

- 備考 1. この表には、一般に多く用いるガasketの材料とその接触面の形状を、2.に示すガasket座の有効幅 b を使ったときに実際に使用して満足であることが一般的に明らかな m と y の推奨数値と共に示す。
2. この表の値は、各ガasket材料についての代表的特性値を示したものであって、同形式のガasketすべてを包括するものではない。したがって、この表の値は、形式の差によって幅をもつと考えられる。
3. アルミニウム合金製管フランジに異種金属ガasketを選定する場合は、腐食に対する十分な配慮が必要である。

