

管フランジの計算基準

Basis for calculation of pipe flanges

1. 適用範囲 この規格は、リングガスケットを用いるボルト締め管フランジ（以下、フランジという。）の応力計算基準について規定する。

なお、全面形ガスケットを用いる全面座フランジの計算基準を**参考 1**に、金属面接触フランジの計算基準を**参考 2**に示す。

備考1. この規格に定める計算基準は、ガスケット締付時及び使用状態（加圧状態。以下、同じ。）という二つの独立した仮想段階を想定し、各々の段階においてフランジに発生する応力を計算し、評価するときに用いるものである。したがって、ここで計算に使われる荷重は、ボルトを締め付けるとき及び内圧力又は外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していない。

- (1) フランジを据え付けるときに働く無理な強制力
- (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使用状態のいずれの場合においても、ボルト穴の中心円の外側でフランジ面どうしが接触する場合には適用できない。

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、参考として示したものである。

2. 記号 この規格で用いる記号は、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 の計算式において、 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。

$$b_0 \leq 6.35 \text{ mm のとき} \quad b = b_0$$

$$b_0 > 6.35 \text{ mm のとき} \quad b = 2.52 \sqrt{b_0}$$

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_t 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 $\frac{U}{V} h_0 g_0^2$
 ルーズ形フランジの場合は $\frac{U}{V_L} h_0 g_0^2$

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)

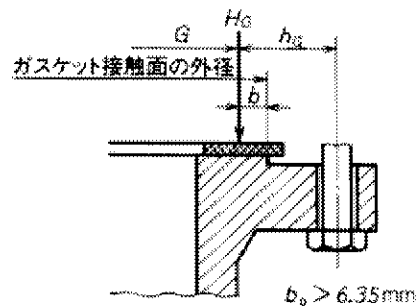
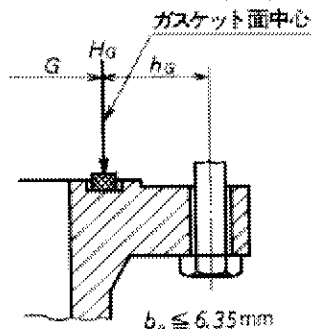
e : 係数で、一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される任意形フランジの場合は $\frac{F}{h_0}$ ルーズ形フランジの場合は $\frac{F_L}{h_0}$

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、3.2 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 : $\frac{2\pi b G m P}{100} \left\{ \frac{2\pi b}{100} G m P \right\}$, 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 3.2 の図 1 による。

h_D : ボルト穴の中心円から H_D 作用点までの半径方向の距離 (mm) で, 3.4 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, 3.4 の表 1 による。

h_T : ボルト穴の中心円から H_T 作用点までの半径方向の距離 (mm) で, 3.4 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) ガスケット締付時 $M = M_g$

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 : $H_G h_G$, ガスケット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 : ガスケット締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 : ガスケット係数で, 付表 1 による。

N : ガスケットの接触面の幅 (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 : $\frac{C-B}{2} - g_1$, 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, 0.25 g_1 以上。ただし, 4.5mm 以上とする。

T : $K \left(= \frac{A}{B} \right)$ 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, ガスケット座面の高さ及びガスケット溝の深さは含めない。

t_n : 接続管の厚さ (mm)

t_f : 一体形フランジとして計算する場合は 2 g_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 : $K \left(= \frac{A}{B} \right)$ 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 : ガスケット締付時のボルト荷重 (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締付けに必要な最小ボルト荷重 (N {kgf})

$Y : K\left(=\frac{A}{B}\right)$ の値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締付圧力 (N/mm² {kgf/mm²}) で、付表 1 による。

$Z : K\left(=\frac{A}{B}\right)$ 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 (N/mm² {kgf/mm²})

σ_T : フランジの周方向応力 (N/mm² {kgf/mm²})

σ_a : 常温におけるボルト材料の許容引張応力 (N/mm² {kgf/mm²})

σ_b : 使用温度におけるボルト材料の許容引張応力 (N/mm² {kgf/mm²})

σ_f : 使用温度におけるフランジ材料の許容引張応力 (N/mm² {kgf/mm²})

なお、ガasket締付時に対しては常温における許容引張応力 (N/mm² {kgf/mm²})

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 (N/mm² {kgf/mm²})

なお、ガasket締付時に対しては、常温における許容引張応力 (N/mm² {kgf/mm²})

3. フランジの計算

3.1 フランジの計算 フランジの計算は、一般に 3.2～3.5 による。ただし、外圧力を受けるフランジ、割フランジ及び円形穴をもつ非円形フランジは、4., 5., 6.による。

3.2 フランジの種類 ここで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。

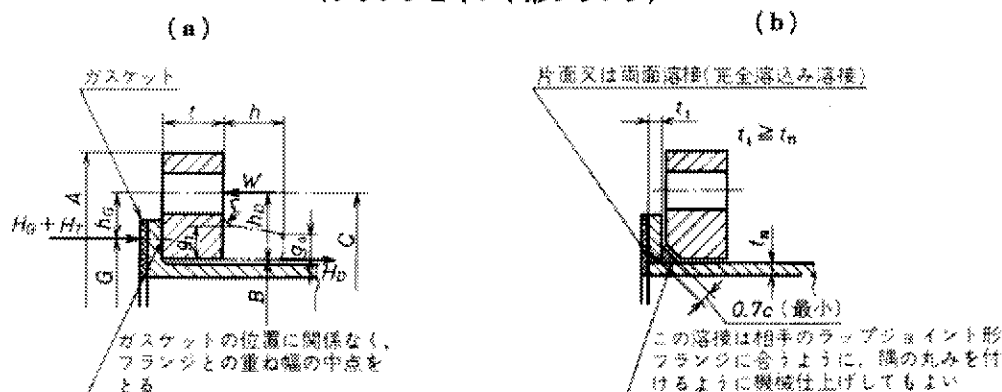
(2) 一体形フランジ [図 1(f), (g), (h), (i), (j)] フランジを管と一体に鋳造若しくは鍛造したもの、又は図 1(g)～(j)のようにフランジと管とが一体となるように完全溶込み溶接したもの。

(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。

$$g_0 = 16 \text{ mm}, \quad \frac{B}{g_0} = 300, \quad P = 2 \text{ MPa} \{20 \text{ kgf/cm}^2\}, \quad \text{使用温度} = 370^\circ\text{C}$$

図1 フランジの種類

(1) ルーズ形フランジ
(ラップジョイント形フランジ)



(差込み形フランジ)

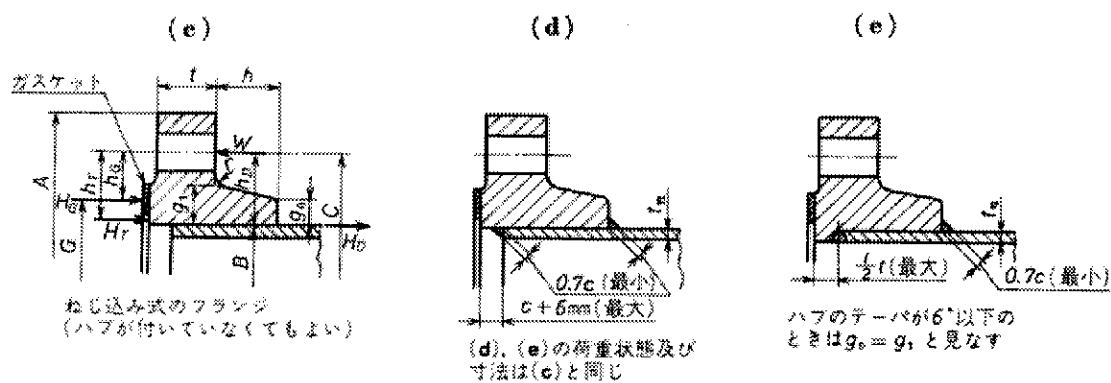
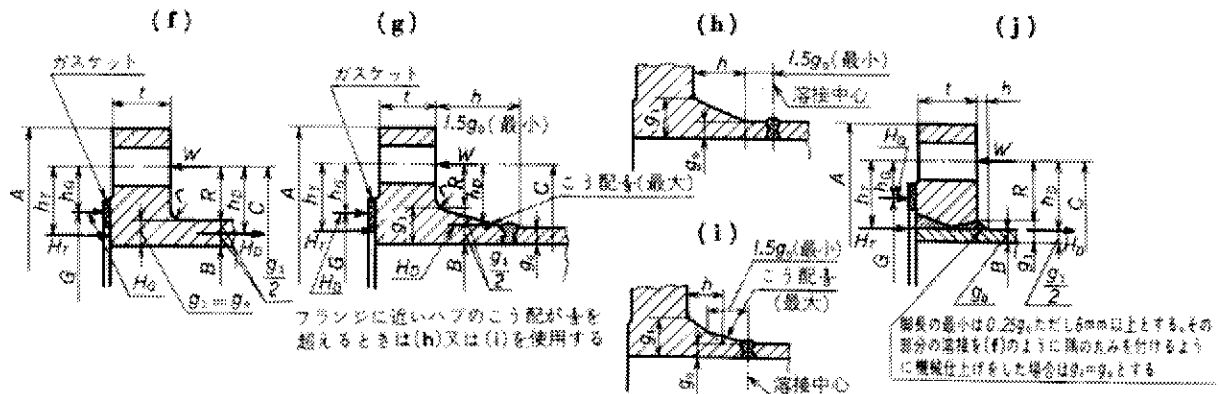
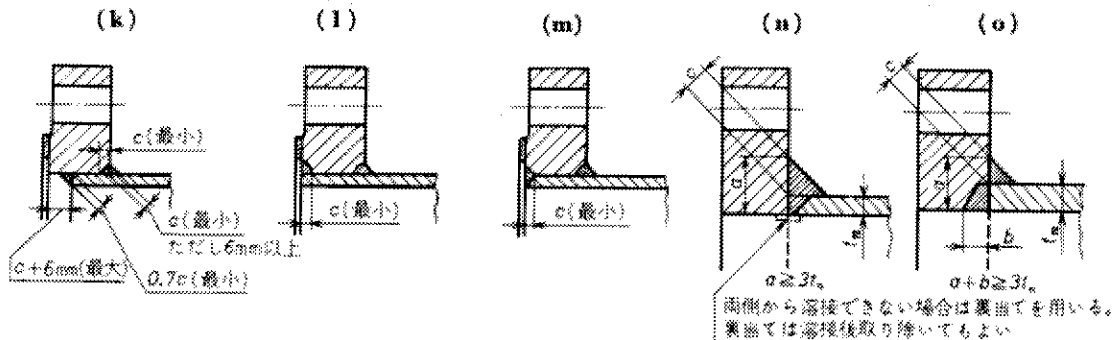


図1 (続き)

(2) 一体形フランジ



(3) 任意形フランジ



3.3 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

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

$$\left\{ W_{m1} = H + H_p = \frac{\pi}{400} G^2 P + \frac{2\pi b}{100} G m P = \frac{\pi G P}{400} (G + 8bm) \right\}$$

(b) ガasket締付時に必要なボルト荷重

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

(c) セルフシールガスケットを使用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 使用状態及びガスケット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 締めす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asket締付時のボルト荷重を基準にして計算してもよい。

3.4 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) 使用状態でのフランジ荷重に対するモーメントアーム 使用状態での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 使用状態での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	$R+0.5g_1$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{R+g_1+h_G}{2}$
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	$\frac{C-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{h_{D1}+h_G}{2}$

(3) ガasket締付時にフランジに作用するモーメント ガasket締付時にフランジに作用するモーメントは、次による。

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

3.5 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asket締付時の応力は、次の式によって計算する。

$$\begin{aligned} \text{ハブの軸方向応力} & \quad \sigma_H = 0 \\ \text{フランジの半径方向応力} & \quad \sigma_R = 0 \end{aligned}$$

$$\text{フランジの周方向応力} \quad \sigma_T = \frac{YM}{t^2 B}$$

- (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。

$$\text{ハブの軸方向応力} \quad \sigma_H = \frac{fM}{Lg_1^2 B}$$

$$\text{フランジの半径方向応力} \quad \sigma_R = \frac{(1.33te+1)M}{Lt^2 B}$$

$$\text{フランジの周方向応力} \quad \sigma_T = \frac{YM}{t^2 B} - Z\sigma_R$$

3.6 フランジの計算応力に対する許容値

3.6.1 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 $= \sigma_f$ (ねずみ鋳鉄フランジ)

$= 1.5$ の [ねずみ鋳鉄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 $1.5\sigma_n$ のうちいずれか小さい方
(b) 図1の(g), (h), (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 $= \sigma_f$

- (3) フランジの周方向応力 σ_T の許容値 $= \sigma_f$

- (4) $\frac{\sigma_H + \sigma_R}{2}$ の許容値 $= \sigma_f$

- (5) $\frac{\sigma_H + \sigma_T}{2}$ の許容値 $= \sigma_f$

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

3.6.3 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。

3.6.4 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、溶接部のせん断応力は、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、3.3(1)の W_{m1} 及び W_{m2} を用いて計算する。

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。

$$M_g = Wh_G$$

$$\begin{aligned} \text{ここに, } W &= \frac{A_{m2} + A_b}{2} \sigma_a \\ H_D &= \frac{\pi}{4} B^2 P_e \left\{ H_D = \frac{\pi}{400} B^2 P_e \right\} \\ H_T &= H - H_D \\ H &= \frac{\pi}{4} G^2 P_e \left\{ H = \frac{\pi}{400} G^2 P_e \right\} \end{aligned}$$

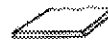
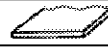
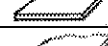
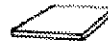
5. 割フランジ ラップジョイント形の割フランジについては、3.4 及び 3.5 の規定を次の条件に従って準用する。

- (1) フランジに作用するモーメント M は、3.4 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。

6. 円形穴をもつ非円形フランジ 円形穴をもつ非円形フランジは、次のように仮定したうえで、3.2～3.6 の規定を準用する。

- (1) 円形穴と同心でフランジの外側縁に内接する円の直径を、フランジの外径 A (mm) とする。
- (2) 最外側のボルトの中心を通る円の直径を、ボルト中心円の直径 C (mm) とする。

付表1 ガasketの材料と接触面

ガスケットの材料		ガスケット係数 $m(^{\circ})$	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)
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	—	—	—
布又は多くの石棉を含まないゴムシート	スプリング硬さ (JIS A) 75 未満 スプリング硬さ (JIS A) 75 以上	0.50 1.00	0 1.37 { 0.14}		1a, 1b, 1c, 1d, 4, 5	II
石棉ジョイントシート	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}			
石棉布入ゴムシート (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}			
渦巻形ガスケット (石棉入)	炭素鋼	2.50	68.89 { 7.03}		1a, 1b	
	ステンレス鋼又はモネル	3.00				
石棉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 (石棉板入)	軟質アルミニウム	2.50	20.01 { 2.04}	 		
	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}			
金属波形ガスケット	軟質アルミニウム	2.75	25.50 { 2.60}		1a, 1b, 1c, 1d	
	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スケット (石棉板入)	軟質アルミニウム	3.25	37.95 { 3.87}	   	1a, 1b, 1c*, 1d*, 2*(²)	
	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}			
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	I
	軟質の銅又は黄銅	4.75	89.63 { 9.14}			
	軟鋼又は鉄	5.50	124.16 { 12.66}			
	モネル又は 4～6％Cr 鋼	6.00	150.34 { 15.33}			
	ステンレス鋼	6.50	179.27 { 18.28}			

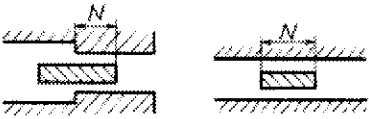
ガスケットの材料		ガスケット係数 $m^{(1)}$	最小設計締付圧力 y (N/mm ² {kgf/mm ² })	ガスケットの形状	座面の形状 (付表 2 参照)	ガスケット座の基本幅 (付表 2 参照)
リングジョイントガスケット	軟鋼又は鉄	5.50	124.46 {12.66}		6	
	モネル又は 4~6%Cr 鋼	6.00	150.34 {15.33}			
	ステンレス鋼	6.50	179.27 {18.28}			

注⁽¹⁾ ガスケット係数 m は、ガスケットが全部ボルト穴の内側縁から内方にだけあるものに適用する。

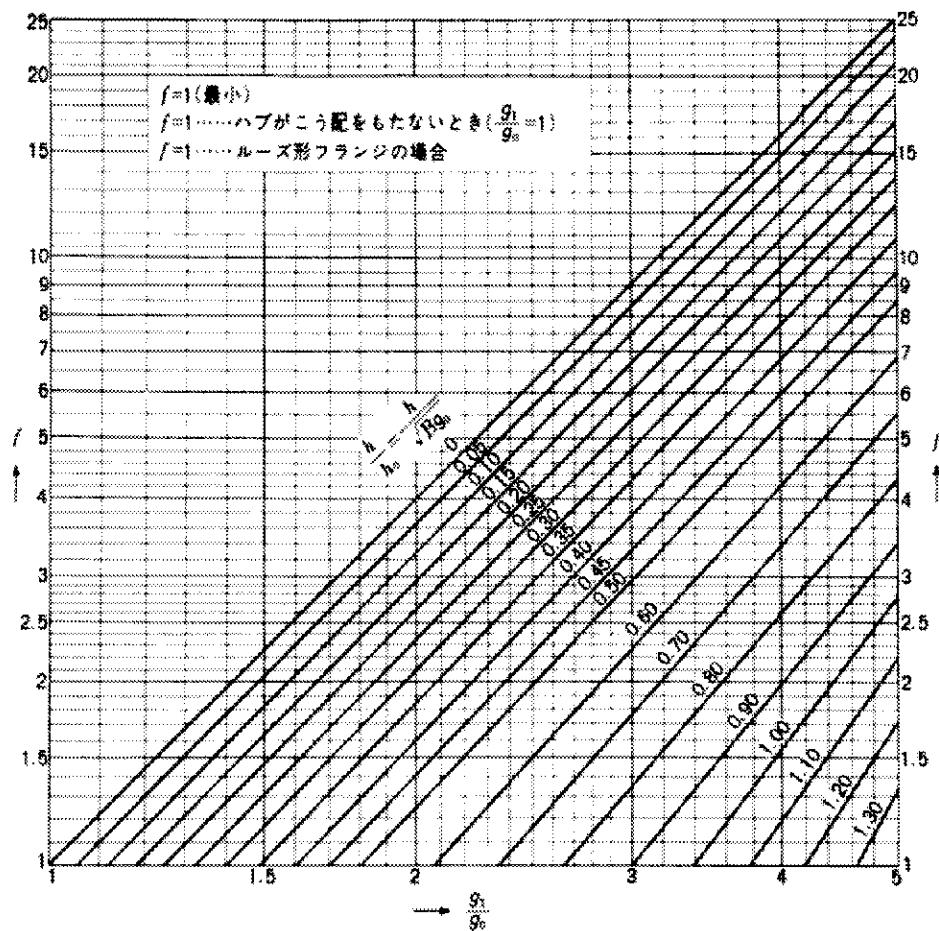
注⁽²⁾ ガスケットの重なりがある面は、*を付けた座面形状のナビン（突起した接触面）がある側（付表 2 の座面の形状参照。）に向けてはならない。

備考 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している。

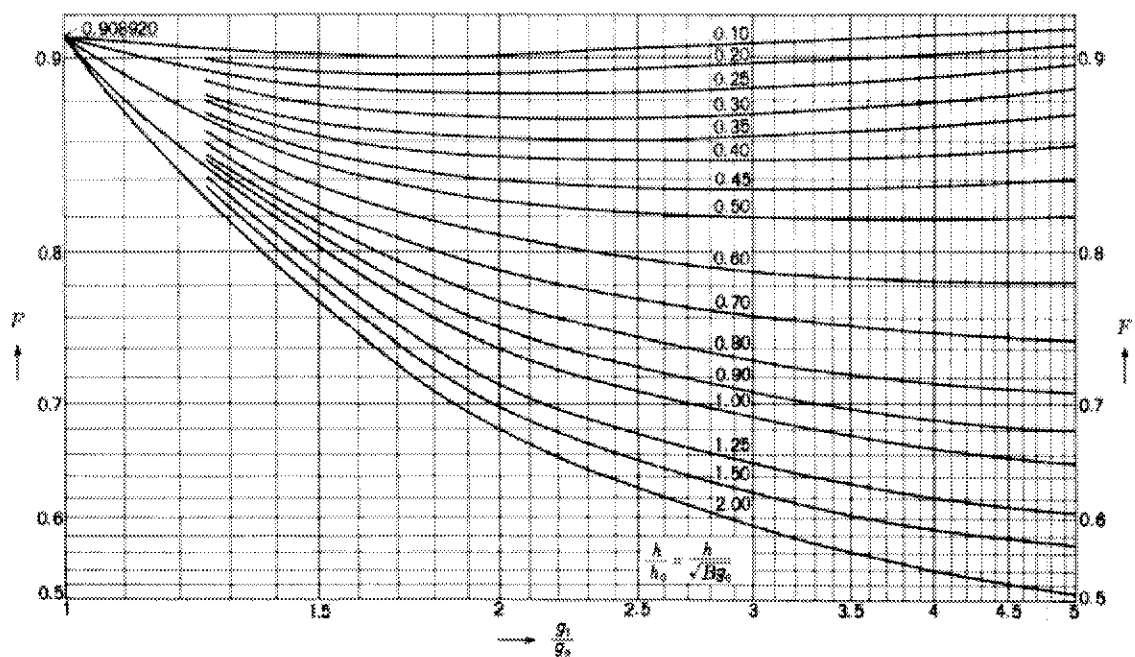
付表 2 ガスケット座の基本幅

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			

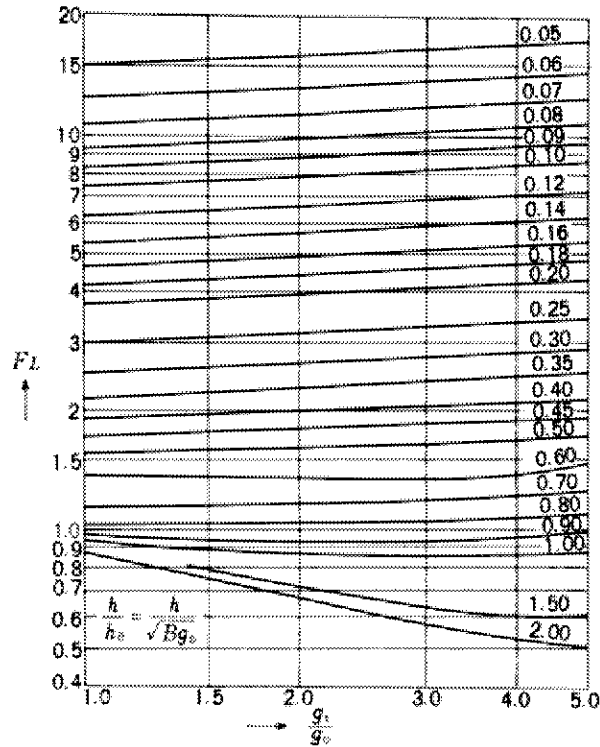
付図1 f の値 (ハブ応力修正係数。算式を付表3に示す。)



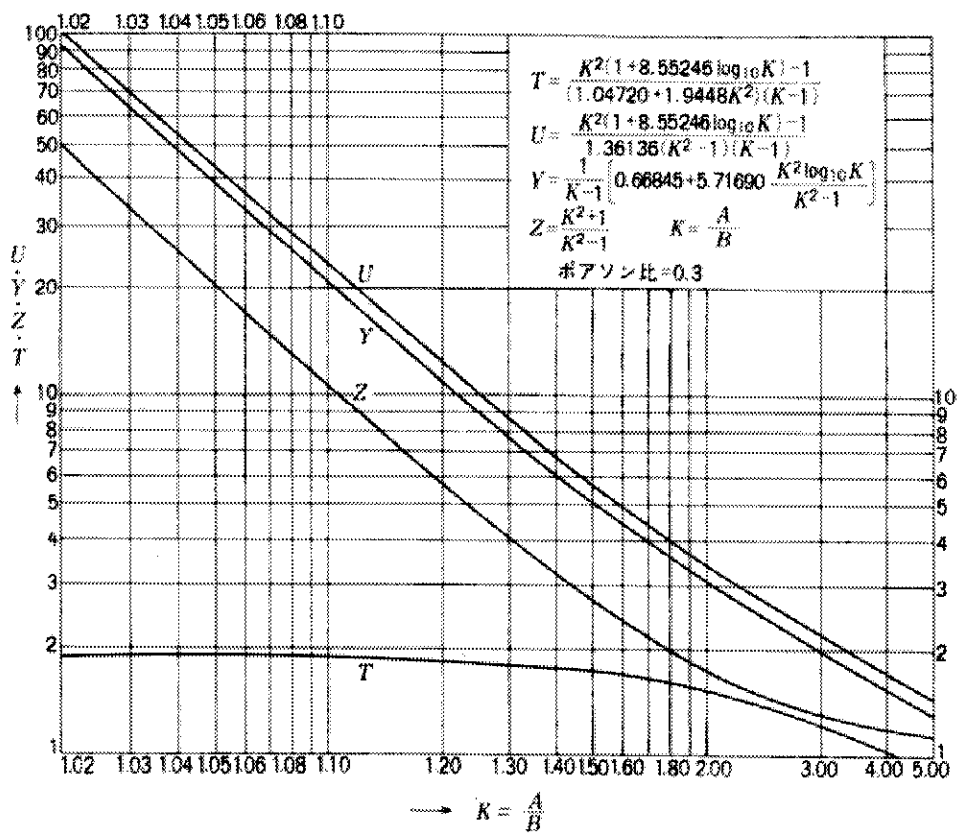
付図2 F の値 (一体形フランジ及び一体形フランジとして計算される任意形フランジの係数。算式を付表3に示す。)



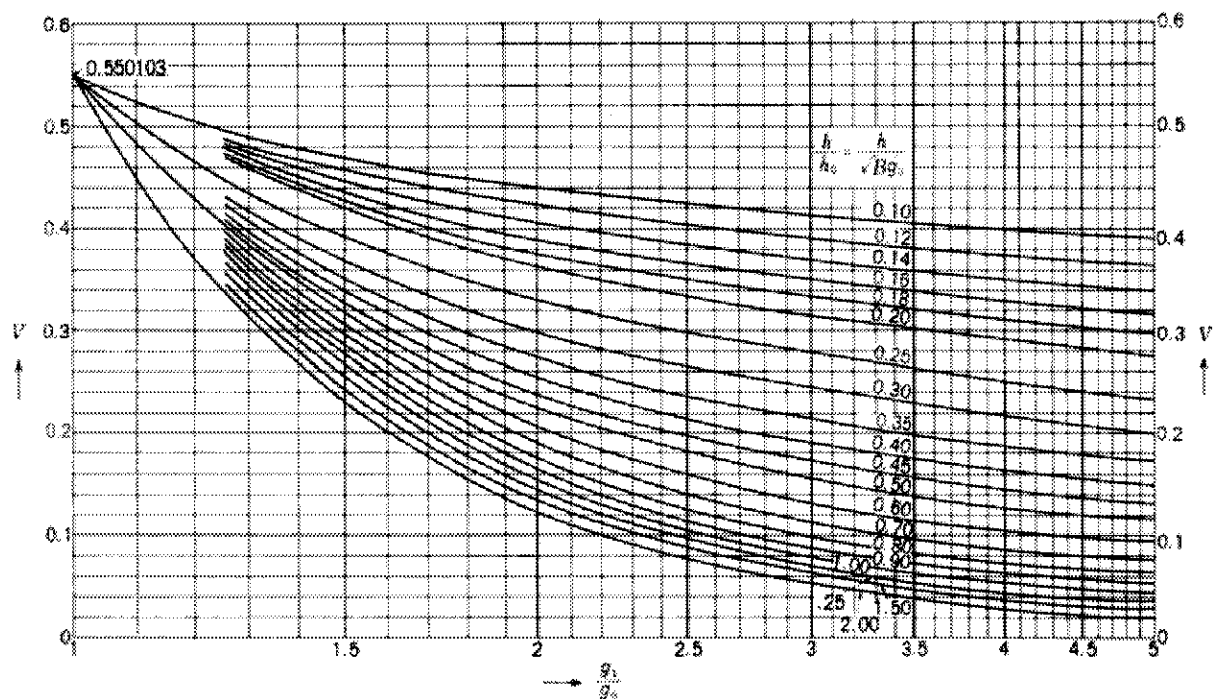
付図3 F_L の値 (ルーズ形フランジの係数。算式を付表3に示す。)



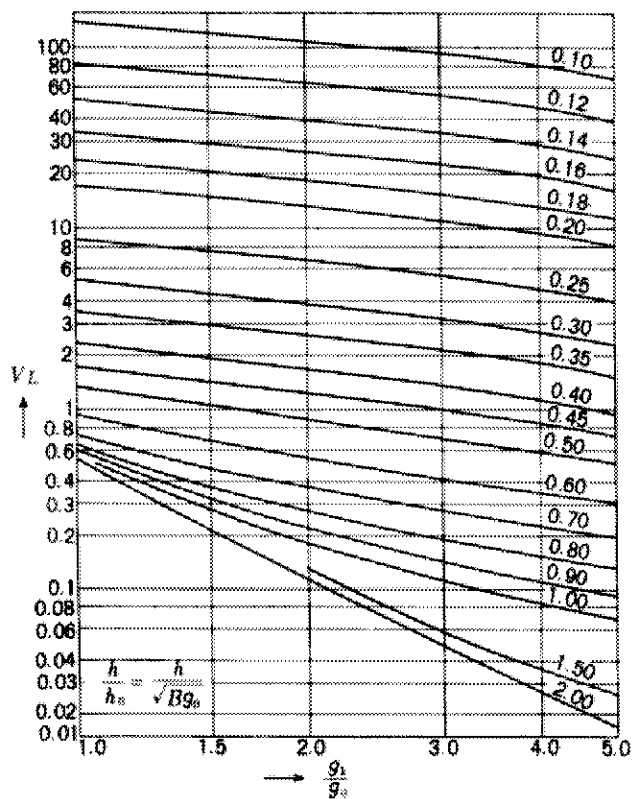
付図4 T , U , Y 及び Z の値



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

参考 1 全面形ガスケットを用いる全面座フランジ

この参考は、全面形ガスケットを用いる全面座フランジについて記述するものであり、規定の一部ではない。

1. 適用範囲 この参考 1 は、全面形ガスケットを用いる全面座フランジ⁽¹⁾（以下、フランジという。）の応力計算方法について示す。

注⁽¹⁾ 参考 1 付図参照。

備考 1. この参考 1 で示す全面座フランジには、次のような制限が付けてある。

- (1) 用いる全面形ガスケットは、非金属で厚さ 1.5mm 以上のものとする。
 - (2) フランジ面は、全面にわたって平面であること。
また、ボルト締付後、フランジ面全面にわたってガスケットと均一な接触が得られること。
 - (3) 計算に用いる荷重は、内圧荷重、ボルト締付荷重及びガスケット荷重だけであり、次に示すような荷重は考慮していない。
 - (a) 配管系から伝えられる外力
 - (b) フランジ内部又はボルトに生じる熱応力
 - (c) 据え付けるときに生じる無理な強制力
 - (4) フランジの形式は、本体 3.1 に示す差込み形、一体形、任意形を使用することができるが、ラップジョイント形は使用してはならない。
 - (5) 組み合わせる二つのフランジは、寸法・形状、材料の機械的性質が同一でなければならない。
- 2.** この参考 1 の中で { } を付けて示してある単位及び数式は、従来単位によるものであって、参考として示したものである。

2. 記号 この参考 1 で用いる記号は、次による。

300

B 2205-1991

3. ボルト荷重及びボルトの断面積

(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) 使用状態のボルト荷重

$$\begin{aligned}
 W_{m1} &= H' + H'_p + H_R \\
 &= \frac{\pi}{4}(C - d_h)^2 P + 2\pi b'' G' m P + \frac{H_D h_D + H'_T h'_T + H'_P h'_P}{h_R} \\
 \left\{ W_{m1} = H' + H'_p + H_R = \frac{\pi}{400}(C - d_h)^2 P + \frac{2\pi b''}{100} G' m P + \frac{H_D h_D + H'_T h'_T + H'_P h'_P}{h_R} \right\}
 \end{aligned}$$

(b) ガasket締付時のボルト荷重

$$W_{m2} = \pi C b' y = 4\pi C y \sqrt{b'_0}$$

(2) **ボルトの所要総有効断面積** 実際に使用するボルトの総有効断面積 A_b は、 A_{m1} 、 A_{m2} のうちの大きい方の値を A_m として、 A_m より大きくなければならない。

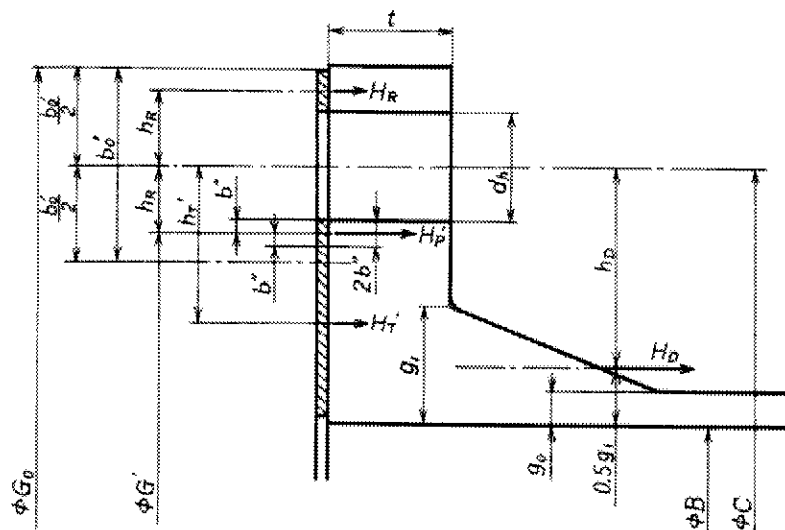
4. フランジの計算厚さ フランジの計算厚さは、次による。

$$t = \sqrt{\frac{6M_0}{\sigma_f(\pi C - nd_h)}}$$

5. 最大ボルト間隔 ボルト間隔は、次による値を超えないことが望ましい。

$$2d_b + \left(\frac{E_0}{E_a}\right)^{\frac{1}{4}} \times \left(\frac{6t}{m+0.5}\right)$$

参考 1 付図 1 全面形ガスケットを用いる全面座フランジ



参考 2 金属面接触フランジ

この参考は、金属面接触フランジの応力計算方法について記述するものであり、規定の一部ではない。

1. 適用範囲 この参考 2 は、金属面接触フランジの応力計算方法について示す。

備考1. この参考2で示す金属面接触フランジ（以下、フランジという。）には、次のような制限が付けてある。

- (1) ガasketはセルフシールガasketを用い、ガasketの位置はボルトの中心円の内側にあること。
 - (2) フランジ面は平面で、ガasketは比較的低いボルト締付荷重でフランジ面の全接触が可能なるものであること。
 - (3) ボルト締付け後、フランジ面全面にわたって金属どうしの均一な接触が得られること。
 - (4) 計算に用いる荷重は、内圧荷重と、(2)及び(3)の制限を満たすボルト締付荷重とガasket荷重だけであり、次に示すような荷重は考慮していない。
 - (a) 配管系から伝えられる外力
 - (b) フランジ内部又はボルトに生じる熱応力
 - (c) 据え付けるときに生じる無理な強制力
 - (5) フランジの形式は、本体の図 1 に示すようなルーズ形、一体形及び任意形とし、ラップジョイント形は除く。
 - (6) 組み合わせる二つのフランジは、寸法・形状、材料の機械的性質が必ずしも同一でなくてもよいが、4.に示すクラスの分類に従って、5.の計算を実施する。
 - (7) クラス 1 の場合は、金属スペーサを使用してもよいが、クラス 2 及びクラス 3 の場合は、金属スペーサを使用しない。クラス 1 で金属スペーサを使用する場合は、ボルト穴の中心円の外側までであるものとする（クラスの規定は、4.参照）。
 - (8) スリーブ、カラー、多層座金などでボルトの有効長さが著しく長くないこと。
2. リングガasketを使用するフランジの場合、ボルト締付状態及び使用状態（加圧状態。以下、同じ。）という二つの独立した仮想段階を想定し、各々の状態においてフランジに発生する応力を計算し、評価するが、金属面接触平面フランジは、使用状態だけ評価すればよい。これは、金属面接触フランジの構造から、ボルト締付状態ではフランジに過大な応力は発生せず、またボルトの応力は、使用状態における応力の方がボルト締付状態における応力より必ず大きくなるためである。
3. 任意形フランジを一体形とみなすか、ルーズ形とみなすかの判定基準は、本体の 3.2(3)による。
4. この参考 2 に示した次の事項は、本体と全く同じものである。
- (1) 6.の許容応力
 - (2) 参考 2 付図 1 のフランジの形式及び構造（ただし、ラップジョイント形を削除した点、 H_c 、 h_c を図示した点及びガasket用の溝を図示した点は除く。）
 - (3) 参考 2 付表 1 のモーメントアーム
5. この参考 2 の中で { } を付けて示してある単位及び数式は、従来単位によるものであって、

参考として示したものである。

2. 記号

- (1) この**参考 2** で用いる記号は、次による。

$$-\left[0.745-1.567J_s \log \frac{A}{B_1}\right] \div (1+1.3J_s) \cdots \cdots \cdots (1)$$

$$\left[\frac{\pi}{32} (PB_1^3) - 1.3J_P M_P \right] \div (1 + 1.3J_s) \dots\dots\dots (2)$$

$$\left\{ \left[\frac{\pi}{32} \left(\frac{P}{100} B_1^3 \right) - 1.3J_P M_P \right] \div (1 + 1.3J_s) \right\}$$

$$-\left[0.575-1.206J_s \log \frac{A}{B_1}\right] \div \left(J_s + \frac{t_1^3}{F_1'}\right) \dots\dots\dots (3)$$

$$-(J_P M_P) \div \left(J_s + \frac{t_1^3}{F_1'} \right) \dots\dots\dots (4)$$

400

B 2205-1991

404

B 2205-1991

$$\frac{g_0^2(h_0 + Ft)}{V} \text{ (カテゴリ 1 の場合) } \cdots \cdots \cdots (5a)$$

$$\frac{g_0^2(h_0 + F_L t)}{V_L} \quad (\text{カテゴリ 2 の場合}) \dots\dots\dots (5b)$$

0 (カテゴリ 3 の場合)(5c)

$$\frac{g_0^2(h_0 + Ft_1)}{V} \quad (\text{カテゴリ 1 の場合}) \quad \dots\dots\dots(6a)$$

$$\frac{g_0^2(h_0+F_Lt_1)}{V_L} \text{ (カテゴリ 2 の場合) } \dots\dots\dots (6b)$$

0 (カテゴリ 3 の場合)(6c)

480

B 2205-1991

500

B 2205-1991

502

B 2205-1991

550

B 2205-1991

562

B 2205-1991

$$l = 2t + t_s + d_{bn} \dots\dots\dots (\text{クラス 1 の場合})$$

$$l = t_I + t_{II} + d_{bn} \dots\dots\dots (\text{クラス 3 の場合})$$

570

B 2205-1991

572

B 2205-1991

576

B 2205-1991

580

B 2205-1991

582

B 2205-1991

600

B 2205-1991

606

B 2205-1991

614

B 2205-1991

618

B 2205-1991

674

B 2205-1991

700

B 2205-1991

702

B 2205-1991

704

B 2205-1991

710

B 2205-1991

714

B 2205-1991

- (2) 記号の右下に付けたⅠ及びⅡは、クラス2又はクラス3で同一ではないフランジを組み合わせた場合、各々のフランジを区別するものである。Ⅰは、径を絞り込む側ではない方のフランジに付し、Ⅱは、径を絞り込む側のフランジ（平板を含む。）に付ける（以下、前者を“フランジⅠ”，後者を“フランジⅡ”という。）（参考2付図4及び参考2付図5参照）。

また、クラス2又はクラス3で、Ⅰ、Ⅱが示されていないときはフランジⅠの記号を示す。

- (3) 特に注記がない限り、 B_1, J_s, J_p, F_1 及び M_p は、クラス2又はクラス3の場合、フランジⅠの寸法に基づく。

3. 接面反力とボルト締付荷重 接面反力とボルト締付荷重は、次による。

- (1) 5.に示す応力計算方法は、使用状態でボルト穴の中心円の外側 $h_c=h_{Cmax}$ 又は $h_c<h_{Cmax}$ の位置に接面反力 H_c が作用することを前提としている。接面反力 H_c を決定するには、式(9)及び式(27)に示すようにモーメントアーム h_c が分からなければならない。

- (a) ボルト締付荷重を管理せずに、通常のスパナでボルトを締め付ける場合は、 $h_c=h_{Cmax}$ として、5.の計算を実施する。
- (b) 特定の σ_f 〔式(12)及び式(30)〕に対する一連の計算値を求めたいときは、 h_c を変数として、繰り返し計算を実施し、 σ_f を収束させる。この場合は、ボルト締付荷重を管理して、実際の初期ボルト応力が、算出された σ_f に等しくなっていることを確認しなければならない。

- (2) ボルトを締め付ける場合、次の点に注意すること。

- (a) 各ボルトを均一に締め付ける。
- (b) ボルトの締付荷重を管理せずに、通常のスパナでボルトを締め付ける場合は、ボルトに降伏が生じるほどの過大な締付けを行わないように注意すること。
- (c) ボルトの締付荷重が極端に小さい場合は、フランジ面の開きが発生することもあるので、十分に締め付けること。

4. クラス及びカテゴリーの分類 金属面接触フランジは、フランジの組合せによって3種類のクラスに分類し、更に各々のフランジを管の取付方法によって、3種類のカテゴリーに分類する。

- (1) **クラス分類** 金属面接触フランジは、ボルトの中心円の外側でフランジ面が互いに接触するので、一つのフランジの挙動はもう一方のフランジの剛性に影響される。そこで、互いの変形に影響を及ぼす度合いによって、フランジの組合せを、次のように3種類のクラスに分類する。

- (1.1) **クラス1** 寸法、形状、材料の縦弾性係数、許容応力が同一のフランジを組み合わせた場合を、クラス1とする。ただし、一方のフランジに小さなガスケット用の溝を設けても、同一の寸法、形状とみなしてよい（参考2付図3参照）。ただし、同一の寸法、形状及び縦弾性係数をもつフランジの組合せで、許容応力だけが異なる場合は、低い方の許容応力を両方のフランジに適用するならば、クラス1としてもよい⁽¹⁾。

また、剛体にボルト締めされるフランジは、式(12)の中で l を $2l$ に置き換えて、クラス1として応力計算を行うことができる。

注⁽¹⁾ このような処置を行うのは、同一の寸法・形状のフランジの組合せを得るためであり、同一の寸法・形状でなくてもよい場合は、クラス2として計算を行う。

- (1.2) **クラス2** クラス1の分類に入らないフランジの組合せで、フランジⅡの内径が、フランジⅠのボルト穴の中心円の直径の $\frac{1}{2}$ を超える場合を、クラス2とする（参考2付図4参照）。寸法、形状が同

一でも、縦弾性係数が異なるフランジの組合せの場合もクラス 2 となる。

(1.3) **クラス 3** 次の場合は、クラス 3 とする。

- (a) クラス 1 の分類に入らないフランジの組合せで、フランジ II の内径が、フランジ I のボルト穴の中心円の直径の $\frac{1}{2}$ 以下の場合。
- (b) フランジ I のボルト穴の中心円の直径の $\frac{1}{2}$ 以下の内径の穴が平板の中央にあり、その穴が十分に補強されている場合⁽²⁾。
- (c) 穴がない平板を用いる場合。

(a), (b)の場合も、応力計算は、フランジ II を穴がない平板とみなして行う (参考 2 付図 5 参照)。

注⁽²⁾ 5.(3)(b)参照。

(2) **カテゴリの分類** カテゴリの分類は、次による。

(2.1) **カテゴリ 1** 一体形フランジ又は任意形のフランジで一体形として計算するフランジは、カテゴリ 1 とする。

(2.2) **カテゴリ 2** ハブ付きのルーズ形フランジで、ハブを強度部材とみなす場合は、カテゴリ 2 とする。

(2.3) **カテゴリ 3** 次の場合は、カテゴリ 3 とする。

- (a) ハブ付きのルーズ形フランジで、ハブを強度部材とみなさない場合。
- (b) ハブなしルーズ形フランジの場合。
- (c) 任意形のフランジで、ハブがないルーズ形として計算する場合。

カテゴリ 3 の場合、各計算式で用いる B_1 の代わりに B を用いること。

5. フランジ及びボルトの計算応力 4.で定めたフランジの組合せのクラス及びカテゴリに分類して、計算手順を示す。ここでは、引張応力は正符号で、圧縮応力は負符号で表す。参考 2 表 1 にクラス・カテゴリごとに使用する式を一覧表とした。ただし、2.の中にも幾つかの共通式があるので、あらかじめ算出しておく必要がある。

参考 2 表 1 クラス及びカテゴリごとに適用する計算式

732

B 2205-1991

734

B 2205-1991

736

B 2205-1991

750

B 2205-1991

(1) クラス 1 フランジの計算

フランジとハブの相互作用によるフランジのモーメント

$$M_S = -\frac{J_P F' M_P}{t^3 + J_S F'} \dots\dots\dots (7)$$

フランジ内径部の傾きとフランジ材料の縦弾性係数の積

$$E\theta_B = \frac{5.46}{\pi^3} (J_S M_S + J_P M_P) \dots\dots\dots (8)$$

フランジの接面反力

$$H_c = \frac{(M_P + M_S)}{h_c} \dots\dots\dots (9)$$

使用状態におけるボルト荷重

$$W_{m1} = H + H_G + H_C \dots\dots\dots (10)$$

使用状態におけるボルトの応力

$$\sigma_{b0} = \frac{W_{m1}}{A_b} \dots\dots\dots (11)$$

初期ボルト応力

$$\sigma_i = \sigma_{b0} - \frac{1.159 h_c^2 (M_P + M_S)}{a t^3 l r_E B_1} \dots\dots\dots (12)$$

ボルト穴の中心円におけるフランジの半径方向応力

$$\sigma_R = \frac{6(M_P + M_S)}{t^2 (\pi C - nD)} \dots\dots\dots (13)$$

内径におけるフランジの半径方向応力

$$\sigma_R = -\left(\frac{2Ft}{h_0 + Ft} + 6 \right) \frac{M_S}{\pi B_1 t^2} \dots\dots\dots (14a)$$

$$\sigma_R = -\left(\frac{2F_L t}{h_0 + F_L t} + 6 \right) \frac{M_S}{\pi B_1 t^2} \dots\dots\dots (14b)$$

$$\sigma_R = 0 \dots\dots\dots (14c)$$

内径におけるフランジの周方向応力

$$\sigma_T = \frac{tE\theta_B}{B_1} + \left(\frac{2FtZ}{h_0 + Ft} - 1.8 \right) \frac{M_S}{\pi B_1 t^2} \dots\dots\dots (15a)$$

$$\sigma_T = \frac{tE\theta_B}{B_1} + \left(\frac{2F_L tZ}{h_0 + F_L t} - 1.8 \right) \frac{M_S}{\pi B_1 t^2} \dots\dots\dots (15b)$$

$$\sigma_T = \frac{tE\theta_B}{B_1} \dots\dots\dots (15c)$$

ハブの軸方向応力

$$\sigma_H = \frac{h_0 E \theta_B f}{0.91 (g_1 / g_0)^2 B_1 V} \dots\dots\dots (16a)$$

$$\sigma_H = \frac{h_0 E \theta_B}{0.91 (g_1 / g_0)^2 B_1 V_L} \dots\dots\dots (16b)$$

$$\sigma_H = 0 \dots\dots\dots (16c)$$

(2) クラス 2 フランジの計算

(2.1) クラス 2 のフランジの計算は、次の(3)に示すクラス 3 のフランジの計算手順を次のように変更して行う。

- (a) クラス 3 の計算手順に、次の M_p' 、 C_5 及び C_6 の計算式を追加する。これらの計算式は、フランジ II を対象とするものであり、ここでは、フランジ II をリングガスケットを用いる通常のフランジとみなし、外径 A 、ボルトの中心円の直径 C 、ガスケット反力の作用する位置の径 G は、いずれもフランジ I の B_1 と等しい寸法であるとみなしている ($A=C=G=B_1$)。

$$M_p' = H_D' h_D' + H_T' h_T' \quad (\text{N} \cdot \text{mm} \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \})$$

764

B 2205-1991

766

B 2205-1991

$$H_D' = \frac{\pi}{4} B_{II}^2 P \{ H_D' = \frac{\pi}{400} B_{II}^2 P \}$$

$$H_T' = \frac{\pi}{4} P(B_I^2 - B_{II}^2) \{ H_T' = \frac{\pi}{400} P(B_I^2 - B_{II}^2) \}$$

$$h_D' = \frac{B_I - B_{II} - g_{III}}{2} \quad (\text{カテゴリ 1 及び 2})$$

$$h_D' = \frac{B_I - B_{II}}{2} \quad (\text{カテゴリ 3})$$

$$h_T' = \frac{B_I - B_{II}}{4} \quad (\text{カテゴリ 1, 2 及び 3})$$

$$C_5 = M_P' \quad (\text{N} \cdot \text{mm} \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \})$$

$$C_6 = \frac{0.91 t_{II}^3 V}{L h_0 g_0^2} \quad (\text{カテゴリ 1 及び 2})$$

$$C_6 = \frac{0.829}{\log \left(\frac{B_I}{B_{III}} \right)} \quad (\text{カテゴリ 3})$$

フランジ II の A, C, G 寸法が、フランジ I の B_1 に等しいとみなして計算するのは、 M_P', C_5, C_6 の算出をするとき、(d) の場合だけである。

- (b) クラス 3 の計算手順の中で、 C_1 を求める式(1)及び C_2 を求める式(2)は、次のように置き換える。

$$C_1 = \left[1 - 2.095 J_S \log \left(\frac{A}{B_1} \right) \right] + [-C_6 - 1.738 J_S]$$

$$C_2 = [1.738 J_P M_P - C_5 C_6] + [-C_6 - 1.738 J_S]$$

- (c) クラス 3 の計算手順の中で、式(26)は、次のように置き換える。

$$E_{II} \theta_{BH} = \frac{5.46}{\pi_{II}^3} (J_S M_{bII} + J_P M_P) + \frac{(E_{II}^* \theta_{rbII})}{t_{II}^3}$$

- (d) クラス 3 の計算式で、式(17)から式(37)までは、そのまま使用する。しかし、式(38)は使用せず、次の計算式を使用する。

軸方向ハブ応力

$$\sigma_{HII} = \frac{f(M_P' - M_{SH})}{L g_{III}^2 B_{II}} \quad (\text{カテゴリ 1 及び 2})$$

$$\sigma_{HII} = 0 \quad (\text{カテゴリ 3})$$

フランジの半径方向応力

$$\sigma_{RII} = \frac{(1.33 t_{II} e + 1)(M_P' - M_{SH})}{L t_{II}^2 B_{II}} \quad (\text{カテゴリ 1 及び 2})$$

$$\sigma_{RII} = 0 \quad (\text{カテゴリ 3})$$

フランジの周方向応力

$$\sigma_{TH} = \frac{Y(M_P' - M_{SH})}{t_H^2 B_H} - Z\sigma_{RH} \quad (\text{カテゴリ 1 及び 2})$$

$$\sigma_{TH} = \frac{Y(M_P' - M_{SH})}{t_H^2 B_H} \quad (\text{カテゴリ 3})$$

係数 f, L, e, Y, Z は、フランジ II の A, C, G 寸法がフランジ I の B_1 に等しいとみなして算出する。

(2.2) (2.1)で示した方法以外に、次の方法でクラス 2 のフランジを計算してもよい。

フランジ I 及び II が各々全く同一のフランジと組み合わせたと想定し、各々クラス 1 の計算を実施し、すべての応力が許容応力以下になるようにする。ただし、 h_e の値は、フランジ I、フランジ II 共に、同じ値を用い、 l の値は、各々想定しているフランジの組合せのフランジ厚さで算定する。

なお、この方法は、(2.1)の方法に比べてより安全側に計算され、ボルトの応力も大きめに算定される。

(2.3) クラス 2 のフランジの場合、(2.1)又は(2.2)の計算を実施すれば、フランジ II に対して、平板としての板厚計算及び穴の補強計算は、実施する必要はない。

(3) クラス 3 フランジの計算

(a) 計算

係数 E^* と非平衡モーメントによるフランジ面の傾きの変化量 θ_{rb} の積

$$E_I^* \theta_{rbI} = \frac{X(C_4 - C_2)}{1.206 \log\left(\frac{A}{B_1}\right) - XC_3 - (1-X)C_1} \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$E_{II}^* \theta_{rbII} = -(E_I^* \theta_{rbI}) \left(\frac{E_{II}^*}{E_I^*} \right) \quad \dots\dots\dots (18)$$

径 B_1 部のフランジのモーメント

$$M_{SI} = C_3(E_I^* \theta_{rbI}) + C_4 \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$M_{SH} = C_1(E_{II}^* \theta_{rbII}) + C_2 \quad \dots\dots\dots (20)$$

径 B_1 部の非平衡モーメント

$$M_{ul} = 1.206 E_I^* \theta_{rbI} \log\left(\frac{A}{B_1}\right) \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$M_{uII} = 1.206 E_{II}^* \theta_{rbII} \log\left(\frac{A}{B_1}\right) \quad \dots\dots\dots (22)$$

径 B_1 部の平衡モーメント

$$M_{bl} = M_{SI} - M_{ul} \quad \dots\dots\dots (23)$$

$$M_{bII} = M_{SH} - M_{uII} \quad \dots\dots\dots (24)$$

径 B_1 部のフランジの傾きとフランジ材料の縦弾性係数との積

$$E_I \theta_{BI} = \frac{5.46}{\pi_I^3} (J_S M_{bl} + J_P M_P) + \frac{(E_I^* \theta_{rbI})}{t_I^3} \quad \dots\dots\dots (25)$$

$$E_{II}\theta_{BII} = \frac{-1.337 \left(M_{SH} - \frac{\pi P B_1^3}{32} \right)}{t_{II}^3} \dots\dots\dots (26)$$

$$\left\{ E_{II}\theta_{BII} = \frac{-1.337 \left(M_{SH} - \frac{\pi P B_1^3}{3200} \right)}{t_{II}^3} \right\}$$

フランジの接面反力

$$H_c = \frac{(M_P + M_{bl})}{h_c} \dots\dots\dots (27)$$

使用状態におけるボルト荷重

$$W_{m1} = H + H_G + H_C \dots\dots\dots (28)$$

使用状態におけるボルト応力

$$\sigma_{b0} = \frac{W_{m1}}{A_b} \dots\dots\dots (29)$$

初期ボルト応力

$$\sigma_i = \sigma_{b0} - \frac{1.159 h_c^2 (M_P + M_{bl})}{2(1-X)at_I^3 l_{rEI} B_1} \dots\dots\dots (30)$$

ボルト穴の中心円におけるフランジの半径方向応力 (フランジ I)

$$\sigma_{RI} = \frac{6(M_P + M_{SI})}{t_I^2 (\pi C - nD)} \dots\dots\dots (31)$$

内径におけるフランジの半径方向応力 (フランジ I)

$$\sigma_{RI} = - \left(\frac{2F t_I}{h_0 + F t_I} + 6 \right) \frac{M_{SI}}{\pi B_1 t_I^2} \dots\dots\dots (32a)$$

$$\sigma_{RI} = - \left(\frac{2F_L t_I}{h_0 + F_L t_I} + 6 \right) \frac{M_{SI}}{\pi B_1 t_I^2} \dots\dots\dots (32b)$$

$$\sigma_{RI} = 0 \dots\dots\dots (32c)$$

内径におけるフランジの周方向応力 (フランジ I)

$$\sigma_{TI} = \frac{t_I E_I \theta_{BI}}{B_1} + \left(\frac{2F t_I Z}{h_0 + F t_I} - 1.8 \right) \frac{M_{SI}}{\pi B_1 t_I^2} \dots\dots\dots (33a)$$

$$\sigma_{TI} = \frac{t_I E_I \theta_{BI}}{B_1} + \left(\frac{2F_L t_I Z}{h_0 + F_L t_I} - 1.8 \right) \frac{M_{SI}}{\pi B_1 t_I^2} \dots\dots\dots (33b)$$

$$\sigma_{TI} = \frac{t_I E_I \theta_{BI}}{B_1} \dots\dots\dots (33c)$$

軸方向ハブ応力 (フランジ I)

$$\sigma_{HI} = - \frac{h_0 E_I \theta_{BI} f}{0.91 \left(\frac{g_1}{g_0} \right)^2 B_1 V} \dots\dots\dots (34a)$$

$$\sigma_{HI} = -\frac{h_0 E_I \theta_{BI}}{0.91 \left(\frac{g_1}{g_0} \right)^2 B_1 V_L} \dots\dots\dots (34b)$$

$$\sigma_{HI} = 0 \dots\dots\dots (34c)$$

ボルト穴の中心円におけるフランジの半径方向応力（フランジ II）

$$\sigma_{RII} = \frac{6(M_P + M_{SH})}{t_{II}^2 (\pi C - nD)} \dots\dots\dots (35)$$

径 B_1 部の半径方向応力（フランジ II）

$$\sigma_{RII} = \frac{6M_{SH}}{\pi B_1 t_{II}^2} \dots\dots\dots (36)$$

径 B_1 部の周方向応力（フランジ II）

$$\sigma_{TH} = \frac{t_{II} E_{II} \theta_{BH}}{B_1} - \frac{1.8 M_{SH}}{\pi B_1 t_{II}^2} \dots\dots\dots (37)$$

フランジ中央の半径方向及び周方向応力（フランジ II）

$$\sigma_{RII} = \sigma_{TH} = \frac{0.3094 P B_1^2}{t_{II}^2} - \frac{6M_{SH}}{\pi B_1 t_{II}^2} \dots\dots\dots (38)$$

$$\left\{ \sigma_{RII} = \sigma_{TH} = \frac{0.3094 \frac{P}{100} B_1^2}{t_{II}^2} - \frac{6M_{SH}}{\pi B_1 t_{II}^2} \right\}$$

- (b) (a)に従ってフランジ II の厚さを決定すれば、平板としての板厚計算は実施する必要はない。ただし、フランジ II の中央に開いている穴は、JIS B 8243 に従って穴の補強計算を実施し、穴の構造も、JIS B 8243 に従う。

6. 許容応力 5.で求めた各応力は、次の許容応力値を超えてはならない。

- (1) 使用状態におけるボルトの応力 σ_{b0} は、 σ_b を超えてはならない。

$$\sigma_{b0} \leq \sigma_b$$

- (2) ハブの軸方向応力 σ_H の制限は、次による。

鋳鉄のフランジの場合は、 σ_f を超えてはならない。

$$\sigma_H \leq \sigma_f$$

鋳鉄以外の材料のフランジの場合は、次の制限のあるものを除いて、 $1.5\sigma_f$ を超えてはならない。

$$\sigma_H \leq 1.5\sigma_f$$

- (a) カテゴリ 1 のフランジのうち、参考 2 付図 1 の(h)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任意形フランジで一体形フランジとして計算した場合、ハブの軸方向応力 σ_H は、 $1.5\sigma_f$ 又は $1.5\sigma_n$ のうち、いずれか小さい方の値を超えてはならない。

$$\sigma_H \leq (1.5\sigma_f \text{ 又は } 1.5\sigma_n \text{ のうち小さい方の値})$$

- (b) カテゴリ 1 のフランジのうち、参考 2 付図 1 の(e), (f), (g)の一体形フランジの場合、ハブの軸方向応力 σ_H は、 $1.5\sigma_f$ 又は $2.5\sigma_n$ のうち、いずれか小さい方の値を超えてはならない。

$$\sigma_H \leq (1.5\sigma_f \text{ 又は } 2.5\sigma_n \text{ のうち小さい方の値})$$

- (3) フランジの半径方向応力 σ_R は σ_f を超えてはならない。

$$\sigma_R \leq \sigma_f (\sigma_R \text{ は, 5. で算出されるすべての } \sigma_R)$$

- (4) フランジの周方向応力 σ_T は σ_f を超えてはならない。

$$\sigma_T \leq \sigma_f (\sigma_T \text{ は, 5. で算出されるすべての } \sigma_T)$$

- (5) $\frac{\sigma_H + \sigma_R}{2} \leq \sigma_f$ (σ_R は, 内径における σ_R)

$$\frac{\sigma_H + \sigma_T}{2} \leq \sigma_f (\sigma_T \text{ は, 内径における } \sigma_T)$$

参考 2 付図 1

780
B 2205-1991

参考 2 付図 2

782

B 2205-1991

参考 2 付図 3 クラス 1

参考 2 付図 4 クラス 2

800

B 2205-1991

804

B 2205-1991

参考 2 付図 5 クラス 3

808

B 2205-1991

参考 2 付表 1 モーメントアーム

820

B 2205-1991

822

B 2205-1991

826

B 2205-1991

機械要素部会 フランジ専門委員会 構成表（昭和 61 年 2 月 1 日制定時）

832

B 2205-1991

838

B 2205-1991

842

B 2205-1991

846

B 2205-1991

848

B 2205-1991

852

B 2205-1991

856

B 2205-1991

860

B 2205-1991

862

B 2205-1991

866

B 2205-1991

876

B 2205-1991

880

B 2205-1991

882

B 2205-1991

886

B 2205-1991

888

B 2205-1991

892

B 2205-1991

894

B 2205-1991

896

B 2205-1991

900

B 2205-1991

902

B 2205-1991

904

B 2205-1991

906

B 2205-1991

940

B 2205-1991

942

B 2205-1991

948

B 2205-1991

950

B 2205-1991

970

B 2205-1991

978

B 2205-1991

980

B 2205-1991

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 2205:1991** は改正され、一部が置き換えられた。

B 2205 : 0000

白紙

管フランジの計算基準 (追補 1)

Basis for calculation of pipe flanges (Amendment 1)

JIS B 2205:1991 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。従って、この規格から { } を付けて示してある単位、数値及び算式を削除する。

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^(?)”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^(?)”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）^(?)”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（石綿入り）”を“渦巻形ガスケット^(?)”に置き換える。

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）^(?)”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）^(?)”に置き換える。

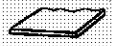
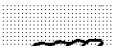
付表 1 の“ガスケットの材料”欄の“平形メタルジャケット形ガスケット（石綿板入）”の“座面の形状（付表 2 参照）”欄の“注^(?)”を“注^(?)”に置き換える。

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。

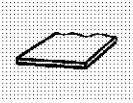
付表 1 の説明欄の“注⁽²⁾”を“注⁽³⁾”に置き換え、新たに“注⁽²⁾”これらのガスケットには石綿を使用したものを含まない。また、これらのガスケットを使用する場合には、 m の値、 y の値及び適用可能温度範囲を確認すること。”を追加する。

従って、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 $m^{(1)}$	最小設計締付圧力 $p(\text{N/mm}^2)$	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	—	—	—
布又は多くの繊維を含まないゴムシート ⁽²⁾ ジョイントシート ⁽²⁾	スプリング硬さ(JIS A)75 未満	0.50	0		1a, 1b, 1c, 1d, 4, 5	Ⅱ
	スプリング硬さ(JIS A)75 以上	1.00	1.37			
	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) ⁽²⁾	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 ⁽²⁾	炭素鋼	2.50	68.89		1a, 1b	
	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) ⁽²⁾	軟質アルミニウム	2.50	20.01			
	軟質の鋼又は黄銅	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	
	軟質の鋼又は黄銅	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) ⁽²⁾	軟質アルミニウム	3.25	37.95		1a, 1b, 1c* , 1d* , 2* ⁽³⁾	
	軟質の鋼又は黄銅	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 $m^{(1)}$	最小設計締付圧力 $y(\text{N/mm}^2)$	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
	軟質の鋼又は黄銅	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	I
	軟質の鋼又は黄銅	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	軟鋼又は鉄	5.50	124.16		6	
	モネル又は 4~6 %Cr 鋼	6.00	150.34			
	ステンレス鋼	6.50	179.27			

注⁽¹⁾ ガasket係数 m は、ガasketが全部ボルト穴の内側縁から内方にだけあるものに適用する。

(2) 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。

(3) 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 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している。