

【付録-VI】 マンホールの構造検討書

「マンホールの設計_強度計算書」

(a) プラグコンクリート支圧強度の検討

プラグコンクリート支圧強度の検討は、「コンクリート標準示方書」[設計編]に基づき終局限界状態について照査する。

使用するコンクリートの安全係数を表4.3.2-12に示す。

表4.3.2-12 コンクリートの安全係数

	材料係数 γ_c	部材係数 γ_b	構造解析係数 γ_a	荷重係数 γ_f	構造物係数 γ_i
終局限界状態	1.3	1.15	1.0	1.1	1.2
疲労限界状態	1.3	1.0	1.0	1.0	1.1

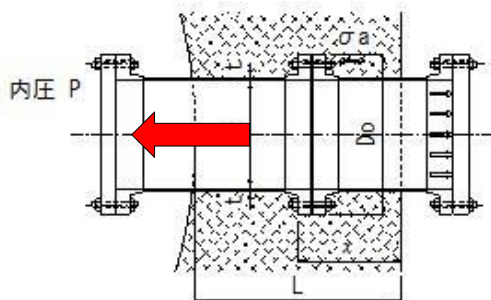
① 支圧応力の算出

支圧応力 σ_a は、ふた板の受ける内圧の合計を伝達板の面積で割り、伝達板の平均応力で評価する。

また、プラグコンクリートの内部圧縮応力も考慮する。プラグ内部の圧縮応力は再内面で内圧に等しく、埋設部終端でゼロになると考え、その中間部では線形分布と仮定して下記により計算する。

$$\sigma_a = \frac{\frac{\pi}{4} (D+2 \cdot t)^2 \cdot P \cdot \gamma_f}{\frac{\pi}{4} \{D_o^2 - (D+2 \cdot t)^2\}} + P \left(1 - \frac{x}{L}\right) \cdot \gamma_f$$

$$= \left\{ \frac{(D+2 \cdot t)^2}{\{D_o^2 - (D+2 \cdot t)^2\}} + \left(1 - \frac{x}{L}\right) \right\} P \cdot \gamma_f = 8.13 \text{ MPa} \quad \cdots(4.3.2-17)$$



ここに、

P	: 運用上限圧力	=	5.1 MPa
D	: 内径	=	800 mm
t	: 内筒板厚	=	25 mm
D _o	: 伝達板外径	=	1,180 mm
x/L	: 伝達板位置	=	0.63
(L = 1,500 mm , x = 950 mm)			

② 終局限界状態の検討

設計支圧強度 f_{ad} は、設計基準強度 f_{ck} 、設計圧縮強度 f_{cd} と以下の関係にある。

$$f_{ad} = f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \quad \cdots(4.3.2-18)$$

$$= 38.46 \text{ MPa}$$

ここに、

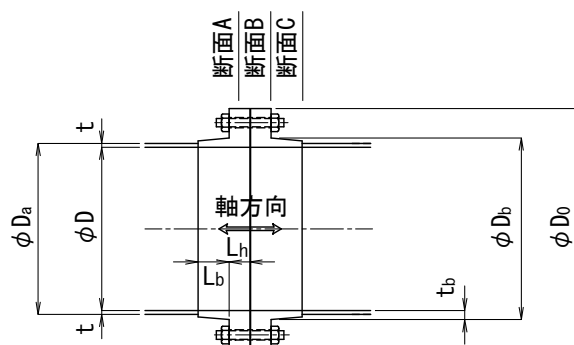
f_{ck} : 設計基準強度 = 50 MPa

照査は以下の評価式により行う。

$$\frac{\gamma_i \cdot \gamma_a \cdot \sigma_a}{0.85 \cdot \frac{f_{ad}}{\gamma_b}} = 0.34 \leq 1.0 \quad \cdots(4.3.2-19)$$

(b) 伝達板の強度検討

伝達板強度検討に用いる寸法記号と強度検討の対象とする3断面 A, B, C を以下に示す。



①断面 A では、伝達板の受けるコンクリート支圧荷重 q により発生するモーメント M_q による曲げ応力と、コンクリート支圧荷重 q によるせん断応力を検討する。

②断面 B では、上記モーメント M_q と、 L_h 部と L_b での剛性の違いにより生じる内圧 P によるモーメント M_p の、両者による曲げ応力と、内圧 P により内筒に発生する引張応力とを重畳させた軸方向応力を検討する。

③断面 C では、上記モーメント M_q と M_p が、距離 L_b で減衰した時の両者による曲げ応力と、内圧 P により内筒に発生する引張応力とを重畳させた軸方向応力を検討する。

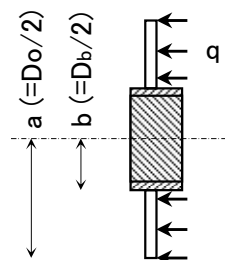
応力評価に用いる許容応力は、JIS B8265「4.3 材料の許容応力」を参照し、曲げ応力及びそれを含む軸方向応力に対して、 $1.5\sigma_a$ 、せん断応力に対して、 $0.8\sigma_a$ とする。

(ここに σ_a は JIS B8265 に規定する許容引張応力)

① 断面 A : 曲げ応力およびせん断応力の検討

i) 曲げ応力

伝達板の曲げ応力は、内圧 P がある時、右図のように伝達板に加わる分布荷重を q として、周辺自由、内縁位置で拘束された円盤でモデル化し、理論式から内縁の応力 σ_{Ab} として求める。



$$q = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot D_a^2 \cdot P}{\frac{\pi}{4} \cdot \{D_o^2 - D_a^2\}} = \frac{D_a^2 \cdot P}{\{D_o^2 - D_a^2\}} = 5.500 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(4.3.2-24)$$

ここに、

$$\begin{array}{ll} P : \text{運用上限圧力} & = 5.1 \text{ MPa} \\ D_a : \text{内筒外径} & = 850 \text{ mm} \end{array} \quad \begin{array}{ll} D_b : \text{伝達板根元径} & = 890 \text{ mm} \\ D_o : \text{伝達板外径} & = 1,180 \text{ mm} \end{array}$$

$$\begin{aligned} C_8 &= \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 + \nu + (1 - \nu) \cdot \left(\frac{b}{a} \right)^2 \right\} = 0.8491 \\ C_9 &= \frac{b}{a} \cdot \left\{ \frac{1 + \nu}{2} \cdot \ln \frac{a}{b} + \frac{1 - \nu}{4} \cdot \left\{ 1 - \left(\frac{b}{a} \right)^2 \right\} \right\} = 0.1952 \\ L_{17} &= \frac{1}{4} \cdot \left\{ 1 - \frac{1 - \nu}{4} \cdot \left\{ 1 - \left(\frac{b}{a} \right)^4 \right\} - \left(\frac{b}{a} \right)^2 \cdot \left\{ 1 + (1 + \nu) \cdot \ln \frac{a}{b} \right\} \right\} = 0.0260 \end{aligned} \quad \dots(4.3.2-27)$$

$$M_q = \frac{q \cdot a^2}{C_8} \cdot \left\{ \frac{C_9}{2 \cdot a \cdot b} \cdot (a^2 - b^2) - L_{17} \right\} = 67,062 \text{ N-mm} \quad \dots(4.3.2-26)$$

$$\sigma_{Ab} = M_q \cdot \frac{6}{L_h^2} = 40.2 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(4.3.2-25)$$

ここに、

$$\begin{array}{ll} a & = D_o/2 = 590 \text{ mm} \\ b & = D_b/2 = 445 \text{ mm} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \nu & : \text{ポアソン比} = 0.3 \\ L_h & : \text{伝達板根元の板幅} = 100 \text{ mm} \end{array}$$

ii)せん断応力

せん断応力は、伝達板の受ける荷重を伝達板根元の断面積で割り、下式で求める。

$$\tau_A = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot (D_o^2 - D_b^2) \cdot q}{\pi \cdot D_b \cdot L_h} = \frac{(D_o^2 - D_b^2) \cdot q}{4 \cdot D_b \cdot L_h} = 9.3 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(4.3.2-28)$$

iii)応力評価

算出応力を以下のように評価する。

$$\text{曲げ応力} : \sigma_{Ab} = 40.2 \text{ N/mm}^2 \leq 1.5 \cdot \sigma_a = 181.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{せん断応力} : \tau_A = 9.3 \text{ N/mm}^2 \leq 0.8 \cdot \sigma_a = 96.8 \text{ N/mm}^2$$

ここに σ_a は JIS B8265 に規定する許容引張応力である。

② 断面 B : 軸方向応力の検討

i)剛性の違いにより生じる内圧 P によるモーメント M_p

図4.3.2-28 の L_h 部の板厚として、その平均板厚をとり t_o とする。

この t_o と t_b の違いにより断面Bに以下のモーメント M_p が生じる。

$$k_1 = \frac{\sqrt[4]{3 \cdot (1 - \nu^2)}}{\sqrt{\frac{D}{2} \cdot t_b}} = 0.009581 \quad \dots(4.3.2-30)$$

$$M_p = -\frac{P}{2 \cdot k_1^2} \cdot \frac{1 - \alpha - \alpha^2 + \alpha^3}{1 + \alpha^4 + 2 \cdot (\alpha^{3/2} + \alpha^2 + \alpha^{5/2})} = -14,289 \text{ N-mm/mm} \quad \dots(4.3.2-29)$$

ここに、

$$t_b : \text{伝達板根元の板厚} = 45 \text{ mm}$$

$$t_o : \text{平均板厚} = 190 \text{ mm}$$

$$\alpha = t_b / t_o = 0.236842$$

ii)曲げ応力

上記 M_p と(4.3.2-26) 式による M_q は、伝達板の中で打ち消し合う箇所と重畳する箇所が存在するが、ここでは重畳する箇所で検討を進める。

断面Bでは M_q が半分になることも考慮して曲げ応力は下式で求まる。

$$\sigma_{Bb} = \frac{\left| \frac{M_q}{2} \right| + |M_p|}{t_b^2 / 6} = 141.7 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(4.3.2-31)$$

iii)引張応力

断面Bに発生する引張応力は、下式で求まる。

$$\sigma_{Bt} = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_b^2 - D^2)} = \frac{D^2 \cdot P}{(D_b^2 - D^2)} = 21.5 \text{ N/mm}^2 \quad \dots(4.3.2-32)$$

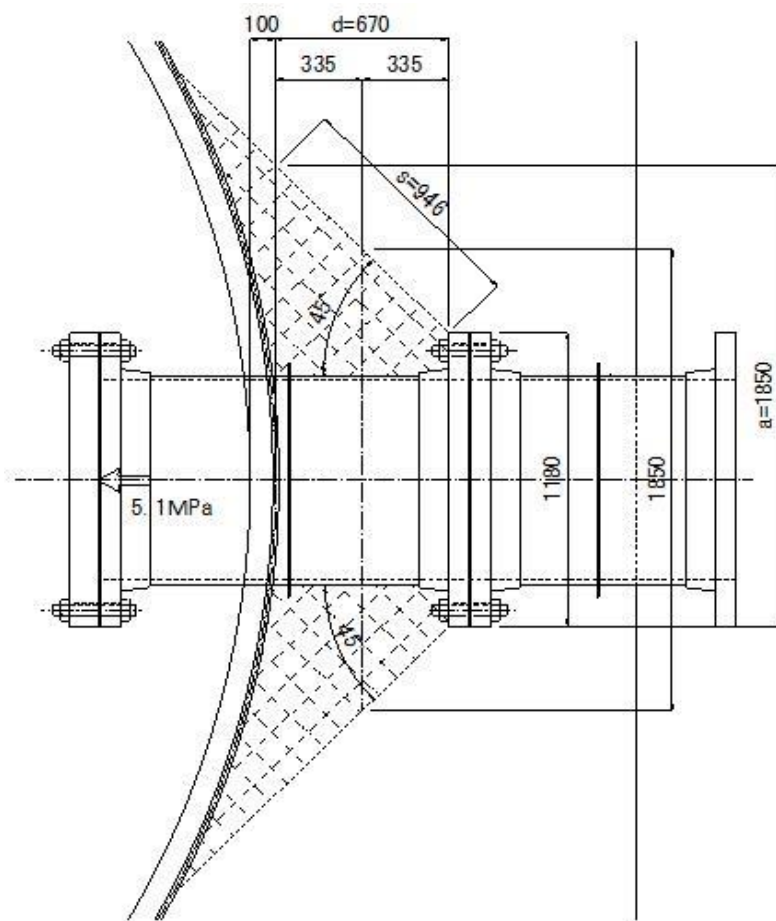
iv)応力評価

算出応力を以下のように評価する。

$$\sigma_{Bb} + \sigma_{Bt} = 163.1 \text{ N/mm}^2 \leq 1.5 \cdot \sigma_a = 181.5 \text{ N/mm}^2$$

ここに σ_a は JIS B8265 に規定する許容引張応力である。

(c) プラグコンクリートの押し抜きせん断強度の検討



コンクリートのせん断面積

$$A_c = \pi \cdot a \cdot s$$

$$= \pi \times 1.850 \times 0.946 = 5.498 \text{ m}^2$$

コンクリート標準示方書より、

$$T_a = \varphi \cdot 0.23 \cdot f_{ck}^{2/3} \cdot A_c = 1/2 \times 0.23 \times 50^{2/3} \times 5,498,000$$

$$= 8,581,224 \text{ N} < 5,100,000 \text{ N} \quad \text{***OK***}$$

ここで、

f_{ck} : コンクリートの設計基準強度

T_a : コンクリート躯体のコーン状破壊による許容引張耐力 (N)

φ : 低減係数 = 1/2

$$\tau_p = \frac{P}{b_p \cdot d} = \frac{5,100,000}{\pi \times 1,850 \times 672}$$

$$= 1.31 \text{ N/mm}^2 < \tau_{pa} = \frac{f_{ck}}{30} = 1.7 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

b_p : 部材の有効高の1/2の距離だけ離れた面の外周の長さ

d : 部材断面の有効高さ

τ_{pa} : コンクリートの許容せん断耐力

(2001年版 建築物の構造関係技術基準解説書より)

(3) 検討結果

(a) プラグコンクリート支圧強度の検討結果

検討結果を表4.3.2-13に示す。

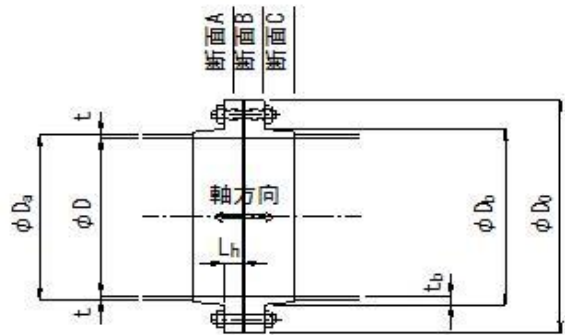
終局限界状態における評価式の値はいずれも1.0以下であり、
検討した構造寸法で問題ない。

表4.3.2-13 プラグコンクリート支圧強度の検討結果

設計条件	1		運用上限圧力		Pu	MPa	5.1
	2		運用下限圧力		P1	MPa	5.0
	3		圧力変動繰返し数		N		10,000
	4		内 径		D	mm	800
	5		内筒板厚		t	mm	25
	6		伝達板外径		Do	mm	1,180
	7		伝達板位置		x/L		0.63
	終局限界状態	コンクリートの安全係数	8	材料係数	γ c		1.3
			9	部材係数	γ b		1.15
			10	構造解析係数	γ a		1.0
			11	荷重係数	γ f		1.1
			12	構造係数	γ i		1.2
		コンクリートの設計強度	13	設計基準強度	fck	MPa	50
			14	設計圧縮強度	fcd	MPa	38.46
			15	設計支圧強度	fad	MPa	38.46
計算及び評価	終局限界状態	22 支圧応力 (4.3.2-17)式			σ a	MPa	8.13
		23 評価式 (4.3.2-19)式					0.34 ≤ 1.0 (∴OK)

(b) 伝達板の強度検討結果

「(b)伝達板の強度検討」に示すように伝達板の強度検討は下記3断面A,B,Cに対して行う。



① 断面 A：曲げ応力およびせん断応力の検討結果

検討結果を表4.3.2-14に示す。計算応力は許容応力以下で問題ない。

表4.3.2-14 断面 A：伝達板の強度検討結果

設計条件	1	設計圧力	P	MPa	5.1
	2	設計温度	P1	°C	0 ~ 40
	3	使用材料名	JIS G3202 SFVC2A		
	4	設計温度における材料の許容引張応力	σ_a	N/mm ²	121
	5	内 径	D	mm	800
	6	内筒板厚	t	mm	25
	7	内筒外径	D _a	mm	850
	8	伝達板外径	D _o	mm	1,180
	9	伝達板根元径	D _b	mm	890
	10	伝達板根元(断面A)の板幅	L _h	mm	100
	11	伝達板根元(断面B)の板厚	t _b	mm	45
計算	12	分布荷重 (4.3.2-24式)	q	N/mm ²	5.500
	13	モーメント計算係数 (4.3.2-27)式	C ₈		0.8491
	14	モーメント計算係数 (4.3.2-27)式	C ₉		0.1952
	15	モーメント計算係数 (4.3.2-27)式	L ₁₇		0.0260
	16	曲げモーメント (4.3.2-26)式	M _q	N-mm	67,062
	17	伝達板根元に発生する曲げ応力 (4.3.2-25)式	$\sigma_{A b}$	N/mm ²	40.2
	18	伝達板根元に発生するせん断応力 (4.3.2-28)式	T _A	N/mm ²	9.3
評価	19	内伝達板根元に発生する曲げ応力	$\sigma_{A b} = 40.2 \leq 1.5 \cdot \sigma_a = 181.5$ OK		
	20	伝達板根元に発生するせん断応力	$T_{A} = 9.3 \leq 0.8 \cdot \sigma_a = 96.8$ OK		

② 断面 B：軸方向応力の検討結果

検討結果を表4.3.2-15に示す。計算応力は許容応力以下であり問題ない。

表 4.3.2-15 断面B：伝達板の強度検討結果

計 算	1	計算係数 k_1 (4.3.2-30)式				0.009581
	2	計算係数 α				0.2368421
	3	モーメント M_p (4.3.2-29)式				N-mm/mm
	4	モーメント	$M_q / 2$	+	M_p	N-mm/mm
	5	断面定数 $t b^2 / 6$				mm ³ /mm
	6	断面Bの表面に発生する曲げ応力 (4.3.2-31)式			σ_{Bb}	N/mm ²
	7	断面Bに発生する引張応力 (4.3.2-32)式			σ_{Bt}	N/mm ²
評 価	8	断面Bでの軸方向応力 $\sigma_{Bb} + \sigma_{Bt}$			$163.1 \leq 1.5 \cdot \sigma_a = 181.5$ OK	

(c) 内筒の強度検討結果

検討結果を表4.3.2-18に示す。
内筒の一部はコンクリート(プラグ)に覆われ、内圧の一部はコンクリートに伝達されてコンクリートで受け持たれるため、内筒としては荷重分担が減り発生応力は小さくなるが、ここでは荷重条件が厳しいコンクリートに覆われていない部分を対象とした。

表4.3.2-18 内筒の強度検討

円筒胴の胴板					内圧、 $P<0.385\cdot\sigma\ a\cdot\eta$			
JIS B8265 付属書 E： $t = P\cdot D_i / (2\cdot\sigma\ a\cdot\eta - 1.2\cdot P)$								
設計条件	1	設計圧力	P	MPa	5.1	計 算	10 ① $1.2\cdot P$	6.12
	2	設計温度		℃	0～40		11 ② $2\cdot\sigma\ a\cdot\eta$	206.00
	3	使用材料名	JIS G3103 SB410				12 ③ ②-①	199.88
	4	設計温度 における材料の 許容引張応力	$\sigma\ a$	N/mm ²	103		13 ④ $P\cdot D_i$	4,080
	5	溶接継手の種類	突合せ両側溶接				14 $t = ④/③$	20.4
	6	放射線透過 試験の割合	100%			15 最小厚さ +腐れしろ	mm	21.4
	7	溶接継手の効率	η	(B-1)	1.00	16 使用厚さ	mm	25
	8	胴の内径	D_i	mm	800	実際の購入板厚は曲げしろ 2mmを 加え、27mmとする。		
	9	腐れしろ		mm	1.0			

表4.3.2-19にボルト荷重の計算、表4.3.2-20にフランジに発生する応力の検討結果を示す。
応力検討結果はいずれの応力も許容応力以内であり、検討したフランジ寸法で問題ない。

内圧、一体形フランジ

ボルト荷重の計算

JIS B8265 付属書 G

設計条件	1	設計圧力	P	MPa	5.1
	2	設計圧力		°C	0~40
	3	使用材料名	JIS G3202 SFVC2A		
	4	設計温度	σ_{fb}	N/mm ²	121
	5	常温	σ_{fa}	N/mm ²	121
	6	使用厚さ	t_o	mm	120
	7	外径	A	mm	1,180
	8	内径	B	mm	800
	9	ハブ先端厚さ	g_o	mm	25
	10	フランジ背面のハブの厚さ	g_i	mm	45
	11	ハブの長さ	h	mm	95

形状 単位:mm (腐れ後)

n: ボルト本数 = 24 本
d: ボルト呼び径 = M48

設計条件

ボルト

胴

ボルト荷重の条件

ガスケット	12	使用材料名	渦巻形金属ガスケット (ステンレス鋼)		
	13	座面の形状	溝形 1a		
	14	区分	I II		
	15	幅	N	mm	25
	16	厚さ		mm	4.5
	17	座の基本幅	b_o	mm	12.5
	18	座の有効幅	b_1	mm	8.91
	19	ガスケット荷重反力径	G	mm	856.2
	20	ガスケット係数	m	mm	3.00
	21	最小設計締付圧力	y	N/mm ²	68.9
	22	使用材料名	JIS G4107 SNB-7 (2種)		
許容引張応力	23	設計温度	σ_b	N/mm ²	172
	24	常温	σ_a	N/mm ²	172
	25	ボルト中心円の直径	C	mm	1,040
ねじの	26	谷底径	d	mm	42.587
	27	使用本数	n	本	24
	28	使用材料名	JIS G3103 SB410		
許容引張応力	29	設計温度	σ_{nb}	N/mm ²	103
	30	常温	σ_{na}	N/mm ²	103
使用状態	31	$H=(\pi/4) \cdot x \cdot G^2 \cdot P$			2,936,368
	32	$H_p=2 \cdot \pi \cdot b_1 \cdot G \cdot m \cdot P$			733,334
	33	① $H+H_p$			3,669,703
	34	$W_{m1}=\max(①, W_{m11})=W_o$			3,669,703
ガスケット締付時	35	② $\pi \cdot b_1 \cdot G \cdot y$			1,651,201
	36	$W_{m2}=\max(②, W_{m21})$			1,651,201
ボルトの所要断面	37	$A_{m1}=W_{m1}/\sigma_b$			21,335
	38	$A_{m2}=W_{m2}/\sigma_a$			9,600
	39	$A_m=\max(A_{m1}, A_{m2})$			21,335
40	ボルト総断面積 $A_b=(\pi/4) \cdot d^2 \cdot n > A_m$				34,187
41	ガスケット締付時ボルト荷重 $W_g=(A_m+A_b)/2 \cdot x \cdot \sigma_a$				4,774,894

フランジに作用するモーメントの計算	42	$R=(C-B)/2 - g_1$			75
	フランジの荷重(使用状態)		モーメントアーム		モーメント(使用状態)
	43	$H_D=(\pi/4) \cdot B^2 \cdot P$	2,563,540	44 $h_D=R+0.5 \cdot g_1$	97.5
	46	$H_G=W_o-H$	733,334	47 $h_G=(C-G)/2$	91.9
	49	$H_T=H-H_D$	372,829	50 $h_T=(R+g_1+h_G)/2$	105.95
	52	使用状態における全モーメント $M_o=M_D+M_G+M_T$			356,839,729
	53	ガスケット締付時における全モーメント $M_g=W_g \cdot (C-G)/2$			438,812,777
45	$M_D=H_D \cdot x \cdot h_D$				249,945,112
48	$M_G=H_G \cdot x \cdot h_G$				67,393,433
51	$M_T=H_T \cdot x \cdot h_T$				39,501,184

表4.3.2-20 フランジに発生する応力

内圧、一体形フランジ			応力の検討		
JIS B8265 付属書 G					
計 算	1	$h_o = \sqrt{(B \cdot g_o)}$		141.4214	
	2	h/h_o		0.67175	
	3	g_1/g_o		1.80000	
	4	ハブ応力修正係数 f (最少値 1.0)		1.00000	
	5	一体形フランジの係数 F		0.80360	
	6	$K = A/B$		1.47500	
	7	係数 T		1.72156	
	8	係数 U		5.67779	
	9	係数 Y		5.16680	
	10	係数 Z		2.70122	
	11	一体形フランジの係数 V		0.21978	
	12	$e = F/h_o$		0.00568	
	13	$d = (U/V) \cdot h_o \cdot g_o^2$		2,283,446	
	14	$L = \{(t_o \cdot e + 1)/T\} + (t_o^3/d)$		1.73370	
	15	$B_1 = B + g_o$		825	
	使用 状態	許容応力		15 $\sigma_{Fb} = 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ 又は $2.5 \cdot \sigma_{nb}$ の小なる方	181.5
		応力の 検討	16	ハブ軸方向応力 $\sigma_{Ho} = f \cdot M_o / (L \cdot g_1^2 \cdot B_1)$	123.2 $< \sigma_{Fb} = 181.5$
			17	フランジの半径方向応力 $\sigma_{Ro} = \{(1.33 \cdot t_o \cdot e + 1) \cdot M_o\} / (L \cdot t_o^2 \cdot B)$	34.07 $< \sigma_{fb} = 121$
			18	フランジの周方向応力 $\sigma_{To} = (Y \cdot M_o) / (t_o^2 \cdot B) - Z \cdot \sigma_{Ro}$	68.01 $< \sigma_{fb} = 121$
			19	$(\sigma_{Ho} + \sigma_{Ro})/2$	78.64 $< \sigma_{fb} = 121$
			20	$(\sigma_{Ho} + \sigma_{To})/2$	95.61 $< \sigma_{fb} = 121$
	ガasket 締付時	許容応力		21 $\sigma_{Fa} = 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ 又は $2.5 \cdot \sigma_{na}$ の小なる方	182
		応力の 検討	22	ハブ軸方向応力 $\sigma_{Hg} = f \cdot M_g / (L \cdot g_1^2 \cdot B_1)$	151.50 $< \sigma_{Fa} = 182$
			23	フランジの半径方向応力 $\sigma_{Rg} = \{(1.33 \cdot t_o \cdot e + 1) \cdot M_g\} / (L \cdot t_o^2 \cdot B)$	41.90 $< \sigma_{fa} = 121$
			24	フランジの周方向応力 $\sigma_{Tg} = (Y \cdot M_g) / (t_o^2 \cdot B) - Z \cdot \sigma_{Rg}$	83.64 $< \sigma_{fa} = 121$
			25	$(\sigma_{Hg} + \sigma_{Rg})/2$	96.70 $< \sigma_{fa} = 121$
26			$(\sigma_{Hg} + \sigma_{Tg})/2$	117.57 $< \sigma_{fa} = 121$	

JIS B8265-535-, -537-より、

図 G.4 の係数 f は、次の式による。

$$f = C_{36}/(1+A)$$

図 G.6 の係数 F は、次の式による。

$$F = -\frac{E_6}{\left(\frac{C}{2.73}\right)^{\frac{1}{4}} \frac{(1+A)^3}{C}}$$

図 G.9 の係数 V は、次の式による。

$$V = \frac{E_4}{\left(\frac{2.73}{C}\right)^{\frac{1}{4}} (1+A)^3}$$

上の三つの式に用いる A , C , C_{36} , E_4 及び E_6 は, g_1 , g_0 , h 及び h_0 の値を基にした次の式 (1)~(45) を用いて得られる。ただし, $g_1=g_0$ ($h=h_0$) の場合には, 計算式によらず, 次による。

$f=1$, $F=0.908\ 920$ 及び $V=0.550\ 103$

$$T = \frac{K^2(1+8.552\ 46 \log_{10} K) - 1}{(1.047\ 20 + 1.944\ 8 K^2)(K-1)}$$

$$U = \frac{K^2(1+8.552\ 46 \log_{10} K) - 1}{1.361\ 36 (K^2-1)(K-1)}$$

$$Y = \frac{1}{K-1} \left(0.668\ 45 + 5.716\ 90 \frac{K^2 \log_{10} K}{K^2-1} \right)$$

$$Z = \frac{K^2+1}{K^2-1} \quad K = \frac{A}{B}$$

ポアソン比 = 0.3

$A =$	0.80000	$C_{21} =$	-0.00057
$C =$	8.89441	$C_{22} =$	0.00028
$C_1 =$	0.40000	$C_{23} =$	0.24280
$C_2 =$	0.15952	$C_{24} =$	-0.27554
$C_3 =$	0.00698	$C_{25} =$	0.14191
$C_4 =$	0.42218	$C_{26} =$	-1.22114
$C_5 =$	-0.64061	$C_{27} =$	-2.75060
$C_6 =$	0.12346	$C_{28} =$	-0.76286
$C_7 =$	263.08021	$C_{29} =$	-1.49117
$C_8 =$	0.44537	$C_{30} =$	-1.82093
$C_9 =$	0.41027	$C_{31} =$	3.11382
$C_{10} =$	-0.52766	$C_{32} =$	1.05732
$C_{11} =$	0.18596	$C_{33} =$	-2.13470
$C_{12} =$	0.10792	$C_{34} =$	-3.46213
$C_{13} =$	0.03377	$C_{35} =$	2.90710
$C_{14} =$	-0.04114	$C_{36} =$	1.00790
$C_{15} =$	0.01758	$C_{37} =$	0.36326
$C_{16} =$	11.26293	$E_1 =$	-0.42600
$C_{17} =$	1.05101	$E_2 =$	0.00005
$C_{18} =$	-1.59649	$E_3 =$	0.02073
$C_{19} =$	0.30606	$E_4 =$	0.95403
$C_{20} =$	0.00051	$E_5 =$	-0.26933
		$E_6 =$	-0.70791

検討結果を表4.3.2-21に示す。

胴のフランジにボルトで取り付けられる円形平板

胴のフランジにボルトで取り付けられる円形平板									
JIS B8265 付属書 K $t = d \cdot \sqrt{(C \cdot P / \sigma a)}$									
設計条件	1	設計圧力	P	MPa	5.1	計算	使用状態	10 ① $1.9 \cdot W_{m1} \cdot hG$	640,766,765
	2	設計温度		℃	0～40			11 ② $P \cdot d^3$	3,201,074,978
	3	使用材料名	JIS G3202 SFVC2A					12 ③ $C_{f1} = 0.3 + \textcircled{1} / \textcircled{2}$	0.5002
	4	設計温度における材料の許容引張応力	σa	N/mm ²	121			13 ④ $C_{f1} \cdot P / \sigma a$	0.0211
	5	ガスケットの荷重反力径	d	mm	856.2			14 ⑤ $t = d \cdot \sqrt{\textcircled{4}}$	124.32
	6	モーメントアーム	hG	mm	91.9		ガスケット締付時	15 ⑥ $1.9 \cdot W_g \cdot hG$	833,744,276
	7	使用状態でのボルト荷重	W _{m1}	N	3,669,703			16 ⑦ $C_{f2} = 0.3 + \textcircled{6} / \textcircled{2}$	0.5605
	8	ガスケット締付時のボルト荷重	W _g	N	4,774,894			17 ⑧ $C_{f2} \cdot P / \sigma a$	0.0236
	9	腐れしろ		mm	1.0			18 ⑨ $t = d \cdot \sqrt{\textcircled{8}}$	131.59
	ふた板全高さ 140mm 内、はめ込み凸部 7mm							19 最小厚さ	mm
20 最小厚さ+腐れしろ						mm	132.59		
21 使用厚さ						mm	133		