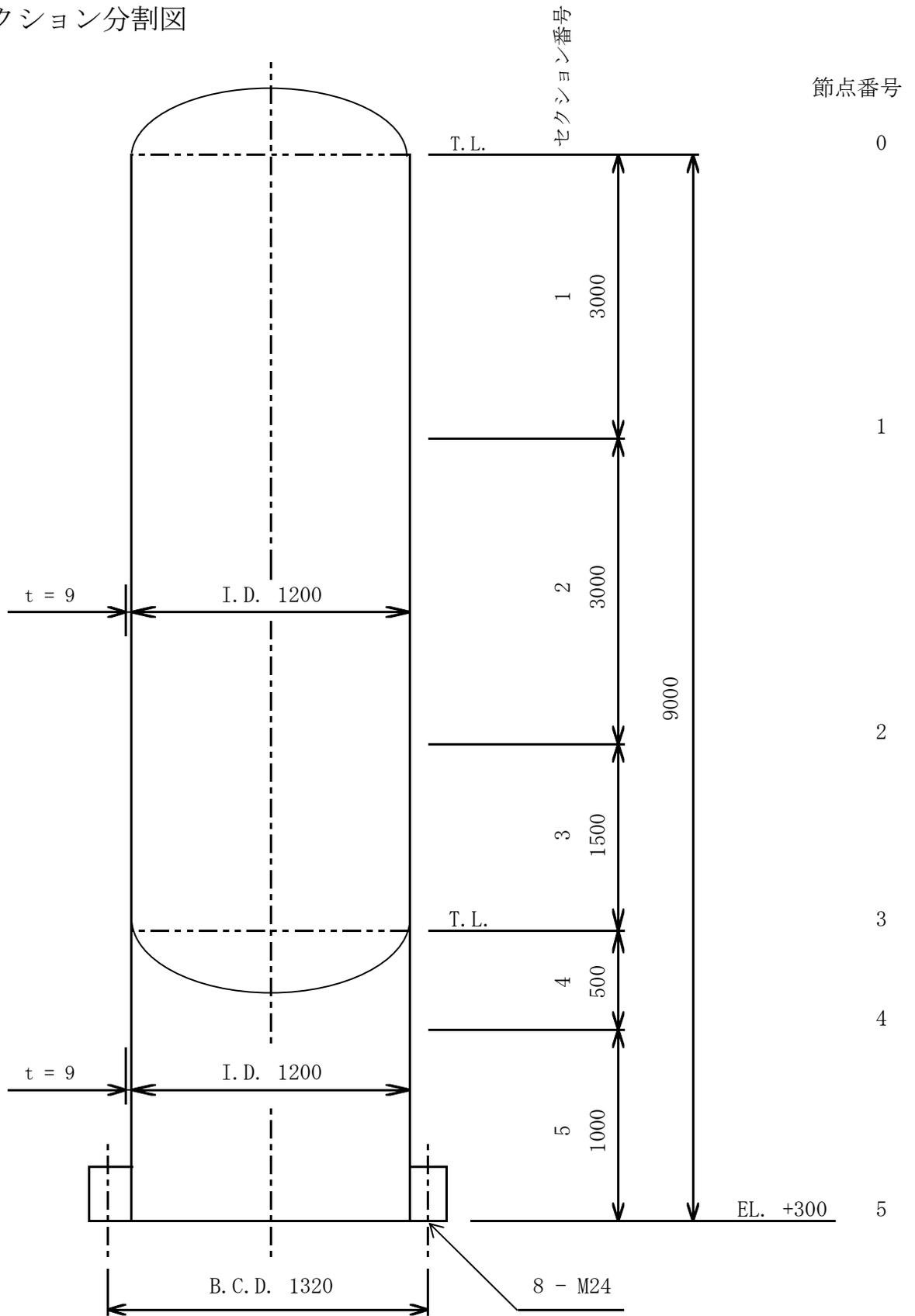


計算書様式 J-02A 準拠		機器番号： V-3450		1 頁													
		塔類		〔 スカート支持の自立のものであって、 $Ht/Dm \geq 4.0$ で、かつ、胴の内径及び板厚変化が少ないもの 〕 注1													
1. 応答解析等																	
設計条件	貯蔵能力 (詳細は 頁による)		W	t	---												
	事業所境界線までの最短距離		X	m	---												
	内容物				燃料ガス												
	設置場所				神奈川県												
	地域区分				特A												
	地域係数 注4		ν_1		1.0												
	地盤種別				第4種地盤												
	表層地盤増幅係数 注4		ν_2		2.0												
	重要度分類				III												
	重要度係数 注4		ν_3		0.50												
	固有周期の算定方法				レーリー法												
	ベースプレートからの高さ		Ht	m	9.000												
	胴の平均直径 (詳細は 注3 による)		Dm	m	1.209												
応答解析等	Ht / Dm ≥ 4.0 の検討				7.44 ≥ 4.0 適												
	地震動のレベルに基づく係数		μ_k		1.0 (レベル1地震動)												
	地表面における第一設計地震動 (注3)	水平震度 $0.150 \mu_k \nu_1 \nu_2 \nu_3$	K_{OH}		0.15												
		鉛直震度 $0.075 \mu_k \nu_1 \nu_2 \nu_3$	K_{OV}		0.075												
	固有周期 (詳細は 9 頁による) 注2		T	s	0.08												
	モード解析法の検討(下表(a)による)				不要												
	設計修正震度	応答倍率(基準応答倍率×補正係数) $T < 0.3$ のとき $\nu_5 \geq 1.5$, $T \geq 0.3$ のとき $\nu_5 \geq 0.75$		ν_5		$1.196 \times 1.18 = 1.411 \rightarrow 1.500$											
水平震度 $\nu_5 K_{OH}$ (0.2を下回る場合は0.2)		K_{MH}		0.225													
鉛直震度 $\nu_6 K_V = 1.5 K_{OV}$ 注3		K_{MV}		0.113													
<p>表(a)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">モード解析法の検討</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">下表の地盤種別に応じ、同表の固有周期の値を超える場合は、当該塔類の水平方向応答解析はモード解析放によること。</td> </tr> <tr> <th>地盤種別</th> <th>固有周期(秒)</th> </tr> <tr> <td>第1種地盤</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>第2種又は第3種地盤</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>第4種地盤</td> <td>1.5</td> </tr> </tbody> </table>		モード解析法の検討		下表の地盤種別に応じ、同表の固有周期の値を超える場合は、当該塔類の水平方向応答解析はモード解析放によること。		地盤種別	固有周期(秒)	第1種地盤	0.5	第2種又は第3種地盤	1.0	第4種地盤	1.5	<p>注：1. 「胴の内径及び板厚変化が少ないもの」とは、胴の最小内径に対する最大内径との比が2.0以下であり、かつ、胴の周継手の上下の肉厚の比が0.5以上で、2.0以下のものをいう。</p> <p>2. 固有周期の算定をレーリー法等により算定する場合は、計算した別紙の頁を記載すること。</p> <p>3. 胴の平均直径：Dm</p> $Dm = (D1 \cdot H1) / Ht$ $= (1.209 \times 9.000) / 9.000$ $= 1.209 \text{ m}$			
モード解析法の検討																	
下表の地盤種別に応じ、同表の固有周期の値を超える場合は、当該塔類の水平方向応答解析はモード解析放によること。																	
地盤種別	固有周期(秒)																
第1種地盤	0.5																
第2種又は第3種地盤	1.0																
第4種地盤	1.5																

セクション分割図



地震によるモーメントの算出 (修正震度法)

セクション (1)

算定部位： 胴板

セクション高さ： 9.0000 - 6.000 m セクション長さ： 3000 mm
(EL.+ 9.3000 - 6.300 m)

等分布荷重		重量 (kg)	重量 (N)	重心位置 (mm)	モーメント (N・mm)
品名					
1 胴板 (t9)		(813)	7973 ×	1500 =	11959500
2 保温		(131)	1285 ×	1500 =	1927500
3 燃料ガス		(5)	49 ×	1500 =	73500
4 その他		(57)	559 ×	1500 =	838500
5		()	×	=	
6		()	×	=	
7		()	×	=	
8		()	×	=	
9		()	×	=	
10		()	×	=	
(等分布荷重 小計)		(1006)	9865	---	14799000
集中荷重					
1 鏡板		(112)	1098 ×	3000 =	3294000
2 N-1(200A)ノズル		(34)	333 ×	2800 =	932400
3 N-3(25A)ノズル		(3)	29 ×	3000 =	87000
4 N-4(80A)ノズル		(9)	88 ×	3000 =	264000
5 N-5(50A)ノズル		(6)	59 ×	3000 =	177000
6 リフティングラゲ		(20)	196 ×	3000 =	588000
7 保温		(19)	186 ×	3000 =	558000
8		()	×	=	
9		()	×	=	
10		()	×	=	
11		()	×	=	
12		()	×	=	
13		()	×	=	
14		()	×	=	
15		()	×	=	
(集中荷重 小計)		(203)	1991 ×	2964 =	5900400
合計重量		(1209)	11856	1746	20699400

偏心モーメント Me1 (機器中心よりの距離) × =

	(kg) 上側	(N)	(kg) 下側	(N)
節点配分 W b	(503)	4933	(503)	4933
集中 W c	(201)	1967	(2)	24

セクション (1) における重心位置 本セクションより上に (運転状態) 1746 mm

地震によるモーメントの算出 (修正震度法)

セクション (2)

算定部位： 胴 板

セクション高さ： 6.000 - 3.000 m セクション長さ： 3000 mm
(EL.+ 6.300 - 3.300 m)

等分布荷重

品 名	重量 (kg)	重量 (N)	重心位置 (mm)	モーメント (N・mm)
1 胴板 (t9)	(813)	7973 ×	1500 =	11959500
2 保温	(132)	1294 ×	1500 =	1941000
3 燃料ガス	(6)	59 ×	1500 =	88500
4 その他	(46)	451 ×	1500 =	676500
5	()	×	=	
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
(等分布荷重 小計)	(997)	9777	---	14665500

集中荷重

1 N-8(15A)ノズル	(1)	10 ×	0 =	0
2	()	×	=	
3	()	×	=	
4	()	×	=	
5	()	×	=	
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
11	()	×	=	
12	()	×	=	
13	()	×	=	
14	()	×	=	
15	()	×	=	
(集中荷重 小計)	(1)	10 ×	0 =	0

合計重量 (998) 9787 1498 14665500

偏心モーメント Me2 () × (機器中心よりの距離) =

	(kg) 上側	(N)	(kg) 下側	(N)
節点配分 W b	(499)	4889	(499)	4889
集中 W c	(0)	0	(1)	10

(運転状態)

セクション (1)~(2) における重心位置 本セクションより上に 3277 mm

地震によるモーメントの算出 (修正震度法)

セクション (3)

算定部位： 胴板

セクション高さ： 3.000 - 1.500 m セクション長さ： 1500 mm
(EL.+ 3.300 - 1.800 m)

等分布荷重

品名	重量 (kg)	重量 (N)	重心位置 (mm)	モーメント (N・mm)
1 胴板 (t9)	(407)	3991 ×	750 =	2993250
2 保温	(66)	647 ×	750 =	485250
3 燃料ガス	(3)	29 ×	750 =	21750
4 その他	(49)	481 ×	750 =	360750
5	()	×	=	
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
(等分布荷重 小計)	(525)	5148	---	3861000

集中荷重

1 鏡板	(112)	1098 ×	0 =	0
2 N-6(100A)ノズル	(12)	118 ×	0 =	0
3 N-7(80A)ノズル	(9)	88 ×	500 =	44000
4 M-1(500A)マンホール	(330)	3236 ×	500 =	1618000
5 保温	(19)	186 ×	0 =	0
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
11	()	×	=	
12	()	×	=	
13	()	×	=	
14	()	×	=	
15	()	×	=	
(集中荷重 小計)	(482)	4727 ×	352 =	1662000

合計重量

(1007) 9875 559 5523000

偏心モーメント Me3

() × (機器中心よりの距離) =

	(kg) 上側	(N)	(kg) 下側	(N)
節点配分 W b	(263)	2574	(263)	2574
集中 W c	(113)	1108	(369)	3619

(運転状態)

セクション (1)~(3) における重心位置 本セクションより上に 3456 mm

地震によるモーメントの算出 (修正震度法)

セクション (4)

算定部位： スカート(耐圧部に直接溶接する)

セクション高さ： 1.500 - 1.000 m セクション長さ： 500 mm
(EL.+ 1.800 - 1.300 m)

等分布荷重		重量 (kg)	重量 (N)	重心位置 (mm)	モーメント (N・mm)
品名					
1	スカート (t9)	(134)	1314 ×	250 =	328500
2	その他	(10)	98 ×	250 =	24500
3		()	×	=	
4		()	×	=	
5		()	×	=	
6		()	×	=	
7		()	×	=	
8		()	×	=	
9		()	×	=	
10		()	×	=	
(等分布荷重 小計)		(144)	1412	---	353000
集中荷重					
1	N-2(200A)ノズル	(34)	333 ×	200 =	66600
2	スカートベント	(4)	39 ×	350 =	13650
3	パイプオープニング	(3)	29 ×	0 =	0
4		()	×	=	
5		()	×	=	
6		()	×	=	
7		()	×	=	
8		()	×	=	
9		()	×	=	
10		()	×	=	
11		()	×	=	
12		()	×	=	
13		()	×	=	
14		()	×	=	
15		()	×	=	
(集中荷重 小計)		(41)	402 ×	200 =	80250
合計重量		(185)	1814	239	433250

偏心モーメント Me4 (機器中心よりの距離) × =

	(kg) 上側	(N)	(kg) 下側	(N)
節点配分 W b	(72)	706	(72)	706
集中 W c	(16)	161	(25)	242

セクション (1)~(4) における重心位置 本セクションより上に (運転状態) 3753 mm

地震によるモーメントの算出 (修正震度法)

セクション (5)

算定部位： スカート(耐圧部に直接溶接しない)

セクション高さ： 1.000 - 0.000 m セクション長さ： 1000 mm
(EL.+ 1.300 - 0.300 m)

等分布荷重		重量 (kg)	重量 (N)	重心位置 (mm)	モーメント (N・mm)
品名					
1	スカート (t9)	(268)	2628 ×	500 =	1314000
2	その他	(17)	167 ×	500 =	83500
3		()	×	=	
4		()	×	=	
5		()	×	=	
6		()	×	=	
7		()	×	=	
8		()	×	=	
9		()	×	=	
10		()	×	=	
(等分布荷重 小計)		(285)	2795	---	1397500
集中荷重					
1	マンウェイ	(6)	59 ×	500 =	29500
2	テーリングラグ	(20)	196 ×	100 =	19600
3		()	×	=	
4		()	×	=	
5		()	×	=	
6		()	×	=	
7		()	×	=	
8		()	×	=	
9		()	×	=	
10		()	×	=	
11		()	×	=	
12		()	×	=	
13		()	×	=	
14		()	×	=	
15		()	×	=	
(集中荷重 小計)		(26)	255 ×	193 =	49100
合計重量		(311)	3050	474	1446600
ベースブロック		190	1863		
偏心モーメント Me5		()	×	(機器中心よりの距離)	=
節点配分 W b		(143)	1397	(kg) 上側	(N)
集中 W c		(5)	49	(kg) 下側	(N)

(運転状態)

セクション (1)~(5) における重心位置 本セクションより上に 4181 mm

レーリ一法による固有周期の計算 (2/2)
(運転時)

	セクション端				セクション中央				セクション端															
	たわみ Wn	たわみ Mtn	たわみ Sn	$\delta_{en} + \delta_{eMn}$ δ_{eTn} mm	たわみ Wn	たわみ Mtn	たわみ Sn	δ_{cn} mm	たわみ Wn	たわみ Mtn	たわみ Sn	$\delta_{en} + \delta_{eMn}$ δ_{cTn} mm	たわみ Wn	たわみ Mtn	たわみ Sn	$\theta_{n+\theta}$ Mn θ_{rn} rad.	中央での 総たわみ量 yn mm	端部での 総たわみ量 an mm	総たわみ角 θ n rad.	Wn·yn ²	Wn·yn			
頂部																								
セクション 1	0.03390	0.00000	0.00000	0.03390	0.01200	0.00000	0.00000	0.01200	1.507E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.01200	1.507E-05	0.000E+00	0.000E+00	1.507E-05	2.027	2.609	3.886E-04	4.871E+04	2.403E+04			
セクション 2	0.02798	0.06779	0.09039	0.18616	0.00991	0.01695	0.02825	0.05511	1.244E-05	4.520E-05	4.520E-05	0.05511	1.244E-05	4.520E-05	4.520E-05	1.028E-04	0.917	1.454	3.736E-04	8.235E+03	8.978E+03			
セクション 3	0.00353	0.06483	0.02063	0.08899	0.00125	0.01621	0.00645	0.02390	3.137E-06	8.645E-05	2.063E-05	0.02390	3.137E-06	8.645E-05	2.063E-05	1.102E-04	0.271	0.456	2.707E-04	7.231E+02	2.672E+03			
セクション 4	0.00002	0.01143	0.00111	0.01256	0.00001	0.00286	0.00035	0.00321	6.403E-08	4.570E-05	3.337E-06	0.00321	6.403E-08	4.570E-05	3.337E-06	4.910E-05	0.089	0.126	1.605E-04	1.440E+01	1.616E+02			
セクション 5	0.00030	0.04894	0.00876	0.05801	0.00011	0.01224	0.00274	0.01508	4.009E-07	9.789E-05	1.314E-05	0.01508	4.009E-07	9.789E-05	1.314E-05	1.114E-04	0.015	0.058	1.114E-04	6.937E-01	4.600E+01			
																					5.768E+04	3.589E+04		

$$g = 9.80665 \times 1000 \text{ mm/sec}^2$$

$$T = 2\pi \left(\frac{\sum Wn \cdot yn^2}{g \sum Wn \cdot yn} \right)^{0.5} = \underline{\quad\quad\quad} \text{ 0.08 sec}$$

高圧ガス設備等耐震設計基準
修正震度法 (告示第五百十五号)

塔類[スカート支持, レグ支持で自立のもの]

セクション番号				1	2	3			
設計 条件	設計修正水平地震力を算定する位置のベースプレートからの高さ		H	m	9.000	6.000	3.000		
	常用の圧力		P _{OH}	MPa	0.190	0.190	0.190		
	通常の運転状態の最低圧力		P _{OL}	MPa	0.000	0.000	0.000		
	設計温度			°C	100	100	100		
	胴	内径 (腐れしろを除く)		Di	mm	1200	1200	1200	
		板厚 (腐れしろを除く)		t	mm	9	9	9	
		使用材料名				SUS304	SUS304	SUS304	
		表(a)による材料の区分				(2)	(2)	(2)	
		設計 温度	材料の引張強さ		Su	N/mm ²	488	488	488
			材料の降伏点又は0.2%耐力		Sy	N/mm ²	171	171	171
			材料の縦弾性係数		E	N/mm ²	189000	189000	189000
		常 温	材料の最小引張強さ		Suo	N/mm ²	520	520	520
			材料の最小降伏点又は0.2%耐力		Syo	N/mm ²	205	205	205
		継手の溶接効率		η		0.95	0.95	0.95	
円すい胴の円すい部分の頂角の1/2		θ	°	0	0	0			
水平地震力を算定する部分の自重と内容物の和 (注1)		W _H	N	6900	9845	8581			
応力を算定する位置に作用する自重と内容物の和 (注2)		W _V	N	11856	21643	31519			
応答 解析	設計水平震度 ν ₅ K _{OH} (0.2を下回る場合は0.2)		K _{MH}		0.225	0.225	0.225		
	設計鉛直震度 ν ₆ K _{OV}		K _{MV}		0.150	0.150	0.150		
	設計修正 地震力	水平地震力 K _{MH} W _H	F _{MH}	N	1552	2215	1931		
鉛直地震力 K _{MV} W _V		F _{MV}	N	889	2	2			
胴の 算定 応力 ・許 容 応 力 及 び 判 定	応力を算定する位置に作用するモーメント (注3)		M	N・mm	4657193	15959970	24507334		
	胴の平均直径 Di+t		Dm	mm	1209	1209	1209		
	許容引張応力(Sは下表(a)による) S・η		ft	N/mm ²	162.5	162.5	162.5		
	Sy 又は Syo の小なる値		Sy'	N/mm ²	171.0	171.0	171.0		
	0.6Et/[(1+0.004E/Sy')Dm]		S'	N/mm ²	155.7	155.7	155.7		
	許容圧縮応力 S 又は S' の小なる値		fc	N/mm ²	155.7	155.7	155.7		
	算 定 応 力 及 び 判 定	① Dm/4t				33.58	33.58	33.58	
		② (W _V -F _{MV})/π Dmt			N/mm ²	0.32	0.63	0.92	
		③ (W _V +F _{MV})/π Dmt			N/mm ²	0.37	0.63	0.92	
		④ 4M/π Dm ² t			N/mm ²	0.45	1.54	2.37	
引張応力(①×P _{OH} -②+④)/cos θ		σ _t	N/mm ²	6.5	7.3	7.8			
判定 σ _t ≤ ft			N/mm ²	6.5 ≤ 162.5	7.3 ≤ 162.5	7.8 ≤ 162.5			
圧縮応力(-①×P _{OL} +③+④)/cos θ		σ _c	N/mm ²	0.8	2.2	3.3			
判定 σ _c ≤ fc			N/mm ²	0.8 ≤ 155.7	2.2 ≤ 155.7	3.3 ≤ 155.7			
表(a)				S=171 N/mm ²	S=171 N/mm ²	S=171 N/mm ²			
区分	材料の種類	S(下記の小なる値)		注1は 10 頁による	注2は 10 頁による	注3は 10 頁による			
1	室温以下の温度で使用する低温用アルミニウム合金および9%ニッケル鋼	0.6Su, 0.9Sy							
2	室温以上の高温で使用するオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金鋼	0.6Suo, 0.6Su 0.9Syo, Sy							
3	上記以外	0.6Suo, 0.6Su 0.9Syo, 0.9Sy							

高圧ガス設備等耐震設計基準
修正震度法 (告示第五百十五号)

塔類[スカート支持で自立のもの]

3. 支持構造物 (スカート) の算定応力, 許容応力及びその判定

セクション番号				4	セクション番号				5			
設計条件	スカート (耐圧部材に直接溶接するもの)	使用材料名		SUS304	スカート (耐圧部材に直接溶接されないもの)	使用材料名		SS400				
		材料の区分		(2)		材料の区分		(3)				
		板厚	t1	mm		9	板厚	t2	mm	9		
		平均直径 (注1)	Dm1	mm		1209	平均直径 (注4)	Dm2	mm	1209		
		設計温度		°C		100	設計温度		°C	20		
		設計温度	材料の引張強さ	Su1		N/mm ²	488	温度計	材料の降伏点又は0.2%耐力	Sy2	N/mm ²	245
			材料の降伏点又は0.2%耐力	Sy1		N/mm ²	171.0		材料の縦弾性係数	E2	N/mm ²	203000
			材料の縦弾性係数	E1		N/mm ²	189000		常温	材料の最小引張強さ	Suo2	N/mm ²
		常温	材料の最小引張強さ	Suo1		N/mm ²	520	材料の最小降伏点又は0.2%耐力		Syo2	N/mm ²	245
			材料の最小降伏点又は0.2%耐力	Syo1		N/mm ²	205	開口部の水平方向最大長さ	Y2	mm	500	
		開口部の水平方向最大長さ	Y1	mm		210	応力を算定する位置に作用するモーメントの和 (注5)	M2	N・mm	35976017		
		応力を算定する位置に作用するモーメントの和 (注2)	M1	N・mm		28150663	応力を算定する位置に作用する自重と内容物の重量との和 (注6)	Wv2	N	36383		
応力を算定する位置に作用する自重と内容物の重量との和 (注3)	Wv1	N	33333	応力を算定する位置に作用する鉛直地震力 $K_{av}Wv2$	FMV2	N	3					
応力を算定する位置に作用する鉛直地震力 $K_{av}Wv1$	FMV1	N	2500	共通	円すい形のスカートの頂角の1/2の値	θ	°	0				
スカートの算定応力・許容応力及び判定	耐圧部材に直接溶接するもの	表 (a) に示す値		S1	N/mm ²	171.0						
		Sy1又はSyo1の小なる値		Sy1'	N/mm ²	171.0						
		$0.6E1 \cdot t1 / [(1+0.004E1/Sy1') Dm1]$		S1'	N/mm ²	155.7						
		Syo1又は0.7Suo1の小なる値		F1	N/mm ²	205.0						
		許容圧縮応力S1, S1' 又はF1の小なる値		fc1	N/mm ²	155.7						
		算定応力 (圧縮応力)		$\sigma c1$	N/mm ²	4.2						
		判定 $\sigma c1 \leq fc1$			N/mm ²	$4.2 \leq 155.7$						
		耐圧部材に直接溶接されないもの	Syo2又は0.7Suo2の小なる値		F2	N/mm ²	245.0					
			Sy2又はSyo2の小なる値		Sy2'	N/mm ²	245.0					
			$0.6E2 \cdot t2 / [(1+0.004E2/Sy2') Dm2]$		S2'	N/mm ²	210.2					
			許容圧縮応力F2又はS2'の小なる値		fc2	N/mm ²	210.2					
			算定応力 (圧縮応力)		$\sigma c2$	N/mm ²	6.0					
判定 $\sigma c2 \leq fc2$				N/mm ²	$6.0 \leq 210.2$							
表 (a)					注1は 2 頁による	注2は 10 頁による	注3は # 頁による					
					注4は 2 頁による	注5は 10 頁による	注6は # 頁による					
区分	材料の種類	S (下記の小なる値)										
1	室温以下の温度で使用する低温用アルミニウム合金および9%ニッケル鋼	0.6Su, 0.9Sy		$\sigma c1 = \left[\frac{Wv1+FMV1}{(\pi Dm1-Y1)t1} + \frac{4M1}{(\pi Dm1^2-2Dm1Y1)t1} \right] \frac{1}{\cos \theta}$								
2	室温以上の高温で使用するオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金鋼	0.6Suo, 0.6Su, 0.9Syo, Sy										
3	上記以外	0.6Suo, 0.6Su, 0.9Syo, 0.9Sy		$\sigma c2 = \left[\frac{Wv2+FMV2}{(\pi Dm2-Y2)t2} + \frac{4M2}{(\pi Dm2^2-2Dm2Y2)t2} \right] \frac{1}{\cos \theta}$								

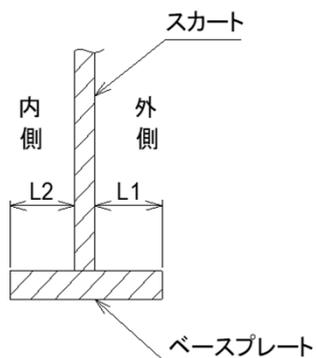
高圧ガス設備等耐震設計基準
修正震度法 (告示第五百十五号)

塔類[スカート支持で自立のもの]

4. 支持構造物 (ベースプレート, 基礎ボルト)の算定応力, 許容応力及びその判定

設計 ベースプレート	使用材料名			SS400	
	材料の最小降伏点又は0.2%耐力	Syo3	N/mm ²	235	
	材料の最小引張強さ	Suo3	N/mm ²	400	
	寸法 (下図(a)参照)	L1	mm	91	
	寸法 (下図(a)参照)	L2	mm	80	
	内径	d1	mm	1040	
	外径	d0	mm	1400	
	厚さ	t	mm	22	
条件 基礎ボルト	使用材料名			SS400	
	材料の最小降伏点又は0.2%耐力	Syo4	N/mm ²	235	
	材料の最小引張強さ	Suo4	N/mm ²	400	
	本数	N	本	8	
	谷径	d	mm	20.752 (M24)	
	基礎ボルトの中心からなる円の直径(詳細は2頁による)	D	mm	1320	
支持構造物の算定応力・許容応力及び判定	応力を算定する位置に作用する自重と内容物の和 (詳細は10頁による)		W _v	N	38246
	設計修正 地震力	水平地震力によるモーメント(詳細は10頁による)	M3	N・mm	35976017
		鉛直地震力 (詳細は10頁による)	F _{MV}	N	2868
	ベースプレートの算定応力	底面積 $\pi (d_0^2 - d_1^2) / 4$	Ab	mm ²	689894
		半径方向軸に対する断面係数 $\pi (d_0^4 - d_1^4) / 32d_0$	Z	mm ²	187355430
		許容曲げ応力Syo3又は0.7Suo3の小なる値	fb3	N/mm ²	235.0
		L1又はL2の大なる値	L	mm	91.0
		算定曲げ応力 ※1)	$\sigma b3$	N/mm ²	12.9
		判定 $\sigma b3 \leq fb3$		N/mm ²	$12.9 \leq 235.0$
	基礎ボルトの算定応力	有効断面積 $\pi d^2 / 4$	A	mm ²	338.2
		許容引張応力Syo4又は0.7Suo4の小なる値	ft4	N/mm ²	235.0
		算定引張応力 ※2)	$\sigma t4$	N/mm ²	27.2
判定 $\sigma t4 \leq ft4$			N/mm ²	$27.2 \leq 235.0$	

図(a)



$$\text{※1)} \quad \sigma b3 = \frac{3L^2}{t^2} \left(\frac{W_v + F_{MV}}{Ab} + \frac{M3}{Z} \right)$$

$$\text{※2)} \quad \sigma t4 = \frac{1}{NA} \left(-W_v + F_{MV} + \frac{4M3}{D} \right)$$

基礎ボルト埋込み深さの算出 - 引用文献-(高圧ガス設備等耐震設計指針 レベル 1 耐震性能評価 (耐震設計設備・基礎) 編)

$$L_{min.} = \left[\frac{\sigma_{ty} \cdot Ab1}{\pi \cdot d \cdot fa} \right]$$

機器番号	本数 N	ボルト サイズ	基礎ボルト Db	モーメント M (N-mm)	鉛直地震力 F _w (N)	運転重量 W _v (N)	ボルト幹径 d	基礎ボルト 引き抜き力 σ _{ty} ・Ab1 (N)	基礎ボルト 必要埋込み深さ La	基礎ボルト 埋込み深さ Ld	判定
V-3450	8	M 24	1320	35976017	2868	38246	24	9205	87.2	≧ 570	OK!

ここで、

$$\sigma_{ty} \cdot Ab1 = 1/N \times (4 \times M/Db + F_{WV} - Wv) \text{ ----- 算式}$$

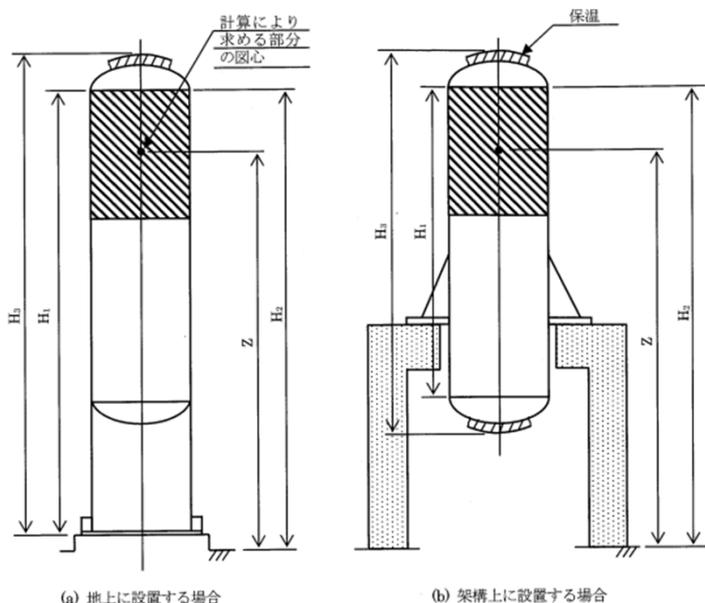
$$fa: \text{(表16.11) によるコンクリート付着応力} = 1.4 \text{ N/mm}^2$$

1. 風に対する基本設計条件				
地表面粗度区分 :	III	風速 : $V_0 =$	34	m/sec
	$Z_b =$	5	m	機器の高さ (TLまで) : $H_1 =$
	$Z_G =$	450	m	基礎面～地表面までの高さ :
	$\alpha =$	0.2	地表面から塔そう類の最高位高さ : $H_2 =$	
			9.3000	m

風 荷 重 の 算 出

設 計 条 件	セクション番号			1	2	3	4			
	塔そう類の当該部図心の地表面からの高さ		Z	m	7.980	4.800	2.550	1.550		
	各セクションの高さ		L	mm	3359	3000	1500	500		
	本体内径		Di	mm	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0		
	板厚		t	mm	9	9	9	9		
	保温厚さ		t _i	mm	50	50	50	0		
	保温された塔そう類の外径		B	m	1.318	1.318	1.318	1.218		
	計算に採用する相当直径		D	m	1.9180	1.9180	1.9180	1.8180		
	風 力 係 数	H2 ≤ Z _b の場合		: 1.0		-	-	-	-	
		Z _b < H2 の場合	Z ≤ Z _b : (Z _b /H2) ^{2α}		kz	-	0.7802	0.7802	0.7802	
Z _b < Z : (Z/H2) ^{2α}			0.9406	-		-	-			
		H1 / B		-	6.8285	6.8285	6.8285	7.3892		
係 数	H1/B ≤ 1 の場合		0.7kz		C _f	-	0.815	0.676	0.676	0.689
	1 < H1/B < 8 未満の場合		比例補間							
	8 ≤ H1/B の場合		0.9kz							
算	有効面積		A	m ²	6.443	5.754	2.877	0.909		
	平均風速の高さ方向 の分布を表す係数	H2 ≤ Z _b の場合 = 1.7(Z _b /Z _G) ^α		E _r	-	-				
		Z _b < H2 の場合 = 1.7(H2/Z _G) ^α				0.7825				
	ガスト影響係数 (下表(3)による)		G _f	-	2.500					
	風速の鉛直分布係数 = E _r ² · G _f		E	-	1.531					
	速度圧 = 0.6E · V ₀ ²		q	N/m ²	1061.8					
	各セクション風荷重 = q · C _f · A		F _w	N	5576	4131	2065	665		
風による等分布荷重 (連続梁計算書入力値)			N/mm	1.660	1.377	1.377	1.329			
結 果	風荷重総計 (水平力)		ΣF _w	N	5576	9706	11771	12436		
	風荷重による転倒モーメント		ΣM _w	N-m	9364	32287	48395	54447		

風荷重の総和 ΣF_w = 13765 N
 最大風モーメント ΣM_w = 67547 N-m



(1) 有効面積(A)は $A = D \cdot L$
 $D = 1.2xB$ 又は $(0.6+B)$ のいずれか大きい方

(2) Z_b, Z_G, α の地表面粗度区分に応じた値

地表面粗度区分	Z _b (m)	Z _G (m)	α
I	5	250	0.10
II	5	350	0.15
III	5	450	0.20
IV	10	550	0.27

(3) G_f の地表面粗度区分に応じた値

地表面粗度区分	H2 ≤ 10m	10m < H2 < 40m	40m ≤ H2
I	2.0	比例補間 した数値	1.8
II	2.2		2.0
III	2.5		2.1
IV	3.1		2.3

(4) ΣM_w = M_w(n-1) + ΣF_w(n-1) · Ln + F_{wn} · Ln/2

スカート有する塔そう類の強度計算 風荷重 (JPI-7R-35-2013)		塔そう類		機器番号 : V-3450		16 頁					
風 荷 重 の 算 出											
設 計 条 件	セクション番号				5						
	塔そう類の当該部図心の地表面からの高さ		Z	m	0.800						
	各セクションの高さ		L	mm	1000						
	本体内径		Di	mm	1200.0						
	板厚		t	mm	9						
	保温厚さ		t _i	mm	0						
	保温された塔そう類の外径		B	m	1.218						
	計算に採用する相当直径		D	m	1.8180						
	風 力 係 数	風力	H2 ≤ Zb の場合 : 1.0		kz	-	-				
			Zb < H2 の場合	Z ≤ Zb : (Zb/H2) ^{2α}			0.7802				
Zb < Z : (Z/H2) ^{2α}				-							
係数		H1/B ≤ 1 の場合		0.7kz		H1 / B	-	7.3892			
		1 < H1/B < 8 未満の場合		比例補間				C _f	-	0.689	
		8 ≤ H1/B の場合		0.9kz							
計 算	有効面積		A	m ²	1.818						
	平均風速の高さ方向の分布を表す係数	H2 ≤ Zb の場合 = 1.7(Zb/Z _G) ^α		E _r	-	-					
		Zb < H2 の場合 = 1.7(H2/Z _G) ^α				0.7825					
	ガスト影響係数 (前頁表(3)による)		G _f	-	2.500						
	風速の鉛直分布係数 = E _r ² · G _f		E	-	1.531						
	速度圧 = 0.6E · V ₀ ²		q	N/m ²	1061.8						
	各セクション風荷重 = q · C _f · A		F _w	N	1329						
	風による等分布荷重 (連続梁計算書入力値)			N/mm	1.329						
結 果	風荷重総計 (水平力)		ΣF _w	N	13765						
	風荷重による転倒モーメント		ΣM _w	N·m	67547						
風 荷 重 の 算 出											
設 計 条 件	セクション番号										
	塔そう類の当該部図心の地表面からの高さ		Z	m							
	各セクションの高さ		L	mm							
	本体内径		Di	mm							
	板厚		t	mm							
	保温厚さ		t _i	mm							
	保温された塔そう類の外径		B	m							
	計算に採用する相当直径		D	m							
	風 力 係 数	風力	H2 ≤ Zb の場合 : 1.0		kz	-					
			Zb < H2 の場合	Z ≤ Zb : (Zb/H2) ^{2α}							
Zb < Z : (Z/H2) ^{2α}											
係数		H1/B ≤ 1 の場合		0.7kz		H1 / B	-				
		1 < H1/B < 8 未満の場合		比例補間				C _f	-		
		8 ≤ H1/B の場合		0.9kz							
計 算	有効面積		A	m ²							
	平均風速の高さ方向の分布を表す係数	H2 ≤ Zb の場合 = 1.7(Zb/Z _G) ^α		E _r	-						
		Zb < H2 の場合 = 1.7(H2/Z _G) ^α									
	ガスト影響係数 (前頁表(3)による)		G _f	-							
	風速の鉛直分布係数 = E _r ² · G _f		E	-							
	速度圧 = 0.6E · V ₀ ²		q	N/m ²							
	各セクション風荷重 = q · C _f · A		F _w	N							
	風による等分布荷重 (連続梁計算書入力値)			N/mm							
結 果	風荷重総計 (水平力)		ΣF _w	N							
	風荷重による転倒モーメント		ΣM _w	N·m							

2. 胴の設計 (風に対する応力検討) (運転時)						
2.1 設計条件		セクション No.	1	2	3	
地表面よりの高さ		m	9.3000~6.300	6.300~3.300	3.300~1.800	
使用材料名			SUS304	SUS304	SUS304	
最高圧力	Ph	MPa	0.190	0.190	0.190	
最低圧力	Pl	MPa	0.000	0.000	0.000	
設計温度		℃	100	100	100	
胴内径	Di	mm	1200	1200	1200	
胴板厚さ	t	mm	9.0	9.0	9.0	
腐れしろ	α	mm	0.0	0.0	0.0	
胴平均径 (腐食後)	Dm	mm	1209.0	1209.0	1209.0	
円錐胴の場合の1/2頂角	θ	degree	0	0	0	
溶接効率	η		0.95	0.95	0.95	
運転重量	W	N	11856	21643	31519	
風による最大モーメント	Mw	N・m	9364	32287	48395	
偏心モーメント	Me	N・m	0	0	0	
常 温	許容引張応力	Sca	N/mm ²	129	129	129
	引張強さ	Sua	N/mm ²	520	520	520
	降伏点又は耐力	Sya	N/mm ²	205	205	205
	縦弾性係数	Ea	N/mm ²	195000	195000	195000
設 計 温 度	許容引張応力	Sc	N/mm ²	122	122	122
	引張強さ	Su	N/mm ²	488	488	488
	降伏点又は耐力	Sy	N/mm ²	171	171	171
	縦弾性係数	E	N/mm ²	189000	189000	189000
2.2 許容応力						
短期許容引張応力 : FSt (N/mm ²)						
Ss = 0.6Sua or 0.6Su or 0.9Sya or 1.0Syの最小値			171.0	171.0	171.0	
FSt = Ss η			162.4	162.4	162.4	
長期許容引張応力 : FLt (N/mm ²)						
SL = Sca or Scの最小値			122.0	122.0	122.0	
FLt = SL η			115.9	115.9	115.9	
短期許容圧縮応力 : FSc (N/mm ²)			E' = Ea又はE、Sy' = Sya又はSy			
Ss' = 0.6 E' (t-α)/(1+0.004×E'/Sy') Dm			155.7	155.7	155.7	
FSc = Ss or Ss'の最小値			155.7	155.7	155.7	
長期許容圧縮応力 : FLc (N/mm ²)			E' = Ea又はE、Sy' = Sya又はSy			
SL' = 0.3 E' (t-α)/(1+0.004×E'/Sy') Dm			77.8	77.8	77.8	
FLc = SL or SL'の最小値			77.8	77.8	77.8	
2.3 単位長さ当り荷重 (N/mm)						
最高圧力	ah = Ph・Dm/4		57.5	57.5	57.5	
最低圧力	al = Pl・Dm/4		0.0	0.0	0.0	
運転重量	b = W/π Dm		3.2	5.7	8.3	
最大モーメント	c = 4000Mw/π Dm ²		8.2	28.2	42.2	
偏心モーメント	d = 4000Me/π Dm ²		0.0	0.0	0.0	
2.4 複合引張及び圧縮応力の算定と判定 (N/mm ²)						
短期引張応力			7.0	8.9	10.2	
σ t = (ah-b+c+d)/(t-α)・(1/cos θ) ≤ FSt			≤ 162.4 OK!	≤ 162.4 OK!	≤ 162.4 OK!	
長期引張応力			6.1	5.8	5.5	
σ t' = (ah-b+d)/(t-α)・(1/cos θ) ≤ FLt			≤ 115.9 OK!	≤ 115.9 OK!	≤ 115.9 OK!	
短期圧縮応力			1.3	3.8	5.7	
σ c = (-al+b+c+d)/(t-α)・(1/cos θ) ≤ FSc			≤ 155.7 OK!	≤ 155.7 OK!	≤ 155.7 OK!	
長期圧縮応力			0.4	0.7	1.0	
σ c' = (-al+b+d)/(t-α)・(1/cos θ) ≤ FLc			≤ 77.8 OK!	≤ 77.8 OK!	≤ 77.8 OK!	

3. スカートの設計・耐圧部材用 (風に対する応力検討) (運転時)

3.1 スカートの設計条件

セクション No.		4	
使用材料名			SUS304
地表面よりの高さ		m	1.800 ~ 1.300
設計温度		°C	100
スカート平均直径(腐食後)	Dm	mm	1209.0
スカート開口部の幅	Y	mm	210
スカート板厚	ts	mm	9.0
円錐形スカートの1/2頂角	θ	degree	0
運転重量	W	N	33333
風による最大モーメント	Mw	N・m	54447
偏心モーメント	Me	N・m	0
腐れしろ	α	mm	0

常 温 時

許容引張応力	Sca	N/mm ²	129
引張強さ	Sua	N/mm ²	520
降伏点又は耐力	Sya	N/mm ²	205
縦弾性係数	Ea	N/mm ²	195000

設 計 温 度 時

許容引張応力	Sc	N/mm ²	122
引張強さ	Su	N/mm ²	488
降伏点又は耐力	Sy	N/mm ²	171
縦弾性係数	E	N/mm ²	189000

3.2 許容応力

(1) 短期許容圧縮応力 : $fc1$ (N/mm²) $E' = Ea$ 又は E , $Sy' = Sya$ 又は Sy

$$Ss = 0.6Sua \text{ or } 0.6Su \text{ or } 0.9Sya \text{ or } 1.0Sy \text{ の最小値} \quad 171.0$$

$$Ss' = 0.6 E' \cdot (ts - \alpha) / (1 + 0.004 \cdot E' / Sy') Dm \quad 155.7$$

$$fc1 = Ss \text{ or } Ss' \text{ の最小値} \quad 155.7$$

(2) 長期許容圧縮応力 : $fc1'$ (N/mm²) $E' = Ea$ 又は E , $Sy' = Sya$ 又は Sy

$$SL = Sca \text{ or } Sc \text{ の最小値} \quad 122.0$$

$$SL' = 0.3 E' \cdot (ts - \alpha) / (1 + 0.004 \cdot E' / Sy') Dm \quad 77.8$$

$$fc1' = SL \text{ or } SL' \text{ の最小値} \quad 77.8$$

3.3 スカートの単位長さ当り荷重 (N/mm)

運転荷重	$b = W / (\pi Dm - Y)$	9.3
最大モーメント	$c = 4000Mw / (\pi Dm^2 - 2Dm \cdot Y)$	53.4
偏心モーメント	$d = 4000Me / (\pi Dm^2 - 2Dm \cdot Y)$	0.0

3.4 スカートの複合圧縮応力の算定と判定 (N/mm²)

短期圧縮応力

$$\sigma c1 = (b+c+d) / (ts - \alpha) \cdot (1 / \cos \theta) \leq fc1 \quad 7.0 \leq 155.7$$

OK!

長期圧縮応力

$$\sigma c1' = (b+d) / (ts - \alpha) \cdot (1 / \cos \theta) \leq fc1' \quad 1.1 \leq 77.8$$

OK!

4. スカートの設計・支持構造材用 (運転時)

4.1 スカートの設計条件

セクション No.			5
使用材料名			SS400
地表面よりの高さ		m	1.300~0.300
#REF!		°C	20
スカート平均直径	Dm	mm	1209.0
スカート開口部幅	Y	mm	500
スカート板厚	ts	mm	9.0
円錐形スカートの1/2頂角	θ	degree	0
運転重量	W	N	36383
風モーメント	Mw	N·m	67547
偏心モーメント	Me	N·m	0
腐れしろ	α	mm	0
常 温 時			
許容引張応力	Sca	N/mm ²	100
引張強さ	Sua	N/mm ²	400
降伏点又は耐力	Sya	N/mm ²	245
縦弾性係数	Ea	N/mm ²	203000
#REF!			
許容引張応力	Sc	N/mm ²	100
引張強さ	Su	N/mm ²	400
降伏点又は耐力	Sy	N/mm ²	245
縦弾性係数	E	N/mm ²	203000

4.2 許容応力

(1) 短期許容圧縮応力 : fc2 (N/mm ²)	
Ss = 0.7Sua, 0.7Su or Sya, Sy の最小値	245.0
Ss' = 0.6 Ea · (ts- α)/(1+0.004 · Ea/Sya)Dm	210.1
fc2 = Ss or Ss' の最小値	210.1
(2) 長期許容圧縮応力 : fc2' (N/mm ²)	
SL = Sca, Scの最小値	100.0
SL' = 0.3Ea · (t- α)/(1+0.004 · Ea/Sya)Dm	105.0
fc2' = SL or SL' の最小値	100.0

4.3 スカートの単位長さ当り荷重 (N/mm)

運転荷重	b = W/(π Dm-Y)	11.1
最大モーメント	c = 4000Mw/(π Dm ² -2Dm·Y)	79.9
偏心モーメント	d = 4000Me/(π Dm ² -2Dm·Y)	0.0

4.4 スカートの複合圧縮応力の算定と判定 (N/mm²)

短期圧縮応力			
$\sigma c2 = (b+c+d)/(ts-\alpha) \cdot (1/\cos \theta) \leq fc2$	10.2	\leq	210.1
	OK!		
長期圧縮応力			
$\sigma c2' = (b+d)/(ts-\alpha) \cdot (1/\cos \theta) \leq fc2'$	1.3	\leq	100.0
	OK!		

5. 基礎ボルト及びベースプレートの設計 (風に対する応力検討)

5.1 設計条件 (運転時)		セクション No.		5	
運転重量 [据付重量 (注1.)]	W	N	38246	[34510]	
風による最大モーメント	Mw	N・m	67547		
偏心モーメント	Me	N・m	0		
5.2 ベースプレート					
材料名			SS400		
ベースプレート外径	DBo	mm	1400		
ベースプレート内径	DBi	mm	1040		
ベースプレート内又は外の大きい幅	L	mm	91		
ベースプレート板厚	tp	mm	22		
降伏点又は耐力	Syp	N/mm ²	235		
引張強さ	Sup	N/mm ²	400		
断面積	A	mm ²	689893		
断面係数	Z	mm ³	187355430		
5.2.1 ベースプレートの許容曲げ応力 : fp (N/mm ²)					
fp = Syp or 0.7Supの最小値			235		
コンクリート許容耐力= 2/3×Fc	fcon	N/mm ²	14.00		
コンクリート付着応力	μ	N/mm ²	1.400		
ここで、28日コンクリート耐力 Fc = 21 N/mm ² とする。					
5.2.2 ベースプレートの曲げ応力の算定と判定 (N/mm ²)					
圧縮応力					
B = 1000 (Mw+Me) / Z + W / A ≤ fcon		0.42	≤	14.00	
		OK!			
曲げ応力					
σp = 3L ² ・B / tp ² ≤ fp		21.6	≤	235	
		OK!			
5.3 基礎ボルト					
基礎ボルト材料名			SS400		
基礎ボルト本数	N	-	8		
ボルトサークル径	Db	mm	1320		
基礎ボルト谷径	d	mm	(M 24)	20.752	(dB = φ 24)
ボルト断面積	Ab	mm ²	338.2		
引張強さ	Sub	N/mm ²	400		
降伏点又は耐力	Syb	N/mm ²	235		
5.3.1 基礎ボルトの許容引張応力 : fb (N/mm ²)					
fb = Syb or 0.7Sub の最小値			235		
5.3.2 基礎ボルトの引張応力の算定と判定 : σB (N/mm ²)					
ボルト引抜き力					
F = ($\frac{4000 (Mw+Me)}{N \cdot Db} - \frac{W}{N}$)		20806	(N)		
		[21273]			
σB = F / Ab ≤ fb		61.5	≤	235	
		[62.9]	OK!		
5.3.3 基礎ボルトの埋め込み深さの算定と判定 : LB (mm)					
LB = F / (μ ・ π ・ dB)		197.2	≤	570	
		[201.6]	OK!		

注1). 据付重量 (空重量) = 34510 N