

高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準 (レベル1) KHKS 0861 静的震度法	塔類 [スカート支持の自立のものであって、重要度がⅡ又はⅢで、かつ、ベースプレートからの高さが2.0m未満のもの]
--	---

1. 応答解析等

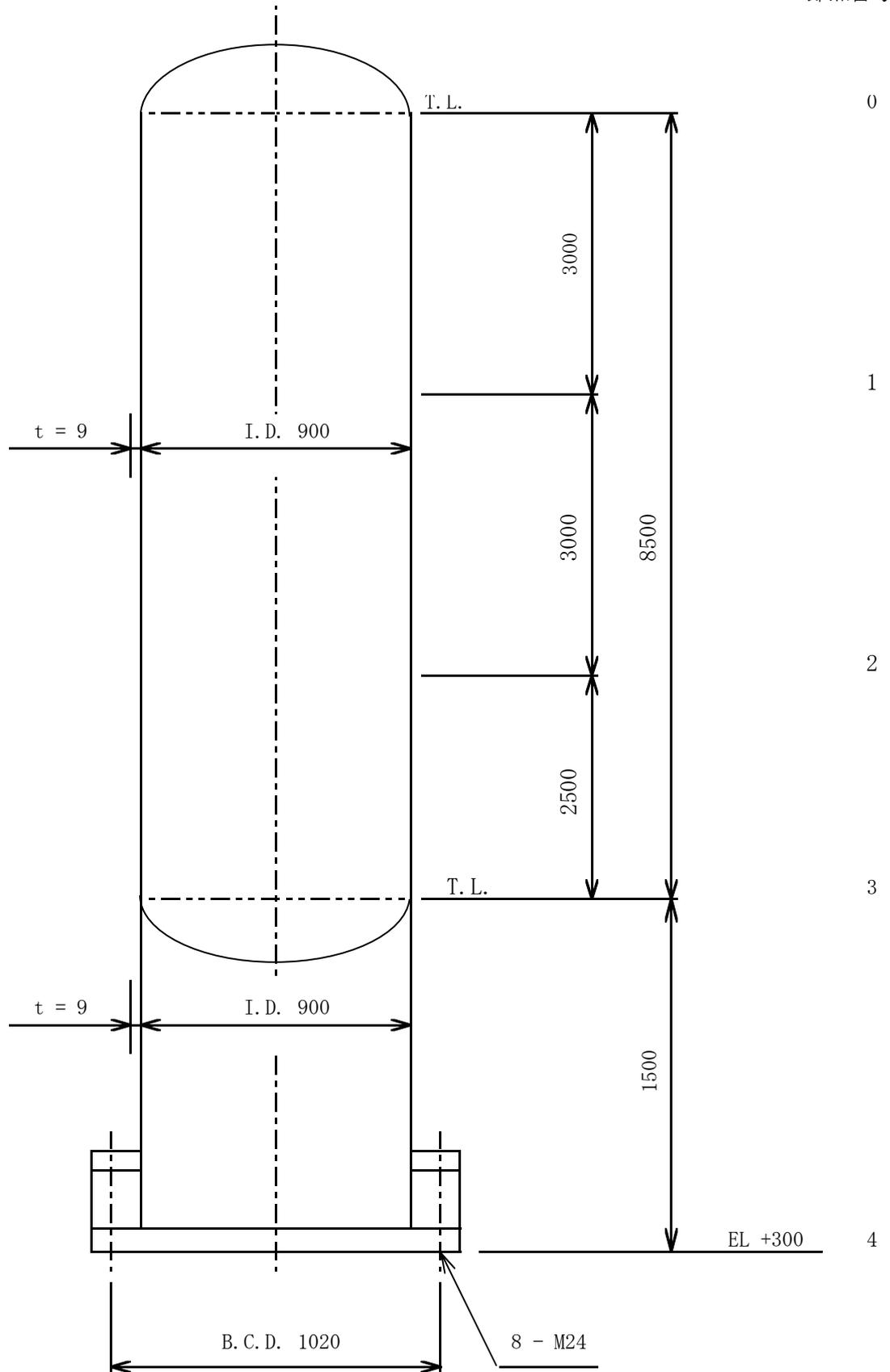
設計条件	貯蔵能力 (詳細は 頁による)	W	t	---
	事業所境界線までの最短距離	X	m	---
	内 容 物			エタン
	高 圧 ガ ス の 種 類			可燃性
	重 要 度 分 類			表 () III
	重 要 度 係 数	β_1		0.50
	設 置 場 所 [①. コンビ則の特定製造事業所 ②. 上記以外]			千葉県
	地 域 区 分			特A
	地 域 係 数	β_2		1.0
	地 盤 種 別			第4種地盤
	表 層 地 盤 増 幅 係 数	β_3		2.0
	ベ ー ス プ レ ー ト か ら の 高 さ	H_t	m	10.000
運 転 重 量	W_v	N	37265	
応答解析等	$\beta_1 \beta_2$ (0.33未満の場合は0.33)	β_x		0.5
	地震動のレベルに基づく係数	μ_k		1.0
	地表面における設計地震動	水平震度 $0.150 \mu_k \beta_x \beta_3$	K_H	
鉛直震度 $0.075 \mu_k \beta_x \beta_3$ 注1		K_V		-

注：1. 鉛直方向の設計地震動の評価を省略することができる。

2. μ_k ：地震動レベルに基づく係数：レベル1地震動 = 1.0 とする。

セクション分割図

節点番号



地震によるモーメントの算出 (静的震度法)

セクション (1)

算定部位： 鏡板

セクション高さ： 10.000 - 7.000 m セクション長さ： 3000 mm
(EL+ 10.300 - 7.300 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)	(605)	5933 ×	1500 =	8899500
2 保温	(104)	1020 ×	1500 =	1530000
3 その他	(69)	677 ×	1500 =	1015500
4	()	×	=	
5	()	×	=	
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
(等分布荷重 小計)	(778)	7630	---	11445000

集中荷重

1 鏡板	(310)	3040 ×	3000 =	9120000
2 N-1(8B)ノズル	(34)	333 ×	2500 =	832500
3 N-3(2B)ノズル	(6)	59 ×	3000 =	177000
4 N-4(2B)ノズル	(6)	59 ×	3000 =	177000
5 N-5(3B)ノズル	(9)	88 ×	2000 =	176000
6 N-8(3/4B)ノズル	(2)	20 ×	1850 =	37000
7 リフティングラグ	(20)	196 ×	3000 =	588000
8 保温	(12)	118 ×	3000 =	354000
9	()	×	=	
10	()	×	=	
11	()	×	=	
12	()	×	=	
13	()	×	=	
14	()	×	=	
15	()	×	=	
(集中荷重 小計)	(399)	3913 ×	2929 =	11461500

合計重量 (1177) 11542 1985 22906500

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(等分布)	(389)	3815	(389)	3815
節点配分(集中)	(390)	3821	(9)	92

(運転状態)

セクション (1) における重心位置 本セクションより上に 1985mm

地震によるモーメントの算出 (静的震度法)

セクション (2)

算定部位： シェル

セクション高さ： 7.000 - 4.000 m セクション長さ： 3000 mm
(EL+ 7.300 - 4.300 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)	(605)	5933 ×	1500 =	8899500
2 保温	(104)	1020 ×	1500 =	1530000
3 その他	(43)	422 ×	1500 =	633000
4	()	×	=	
5	()	×	=	
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
(等分布荷重 小計)	(752)	7375	---	11062500

集中荷重

1 N-10 (6B) ノズル	(22)	216 ×	2000 =	432000
2	()	×	=	
3	()	×	=	
4	()	×	=	
5	()	×	=	
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
11	()	×	=	
12	()	×	=	
13	()	×	=	
14	()	×	=	
15	()	×	=	
(集中荷重 小計)	(22)	216 ×	2002 =	432000

合計重量 (774) 7590 1514 11494500

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(等分布)	(376)	3687	(376)	3687
節点配分(集中)	(15)	144	(7)	72

(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 3608 mm

地震によるモーメントの算出 (静的震度法)

セクション (3)

算定部位： シェル

セクション高さ： 4.000 - 1.500 m セクション長さ： 2500 mm
(EL+ 4.300 - 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)	(504)	4943 ×	1250 =	6178750
2 保温	(87)	853 ×	1250 =	1066250
3 その他	(82)	804 ×	1250 =	1005000
4	()	×	=	
5	()	×	=	
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
(等分布荷重 小計)	(673)	6600	---	8250000

集中荷重

1 鏡板	(310)	3040 ×	0 =	0
2 N-2(8B)ノズル	(34)	333 ×	500 =	166500
3 N-7(2B)ノズル	(6)	59 ×	0 =	0
4 M(20B)マンホール	(330)	3236 ×	500 =	1618000
5 メイバンダイ	(2)	20 ×	500 =	10000
6 保温	(12)	118 ×	0 =	0
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
11	()	×	=	
12	()	×	=	
13	()	×	=	
14	()	×	=	
15	()	×	=	
(集中荷重 小計)	(694)	6806 ×	264 =	1794500

合計重量 (1367) 13406 749 10044500

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(等分布)	(337)	3300	(337)	3300
節点配分(集中)	(73)	718	(621)	6088

(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 3900 mm

地震によるモーメントの算出 (静的震度法)

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 - 0.000 m セクション長さ： 1500 mm
(EL+ 1.800 - 0.300 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 スカート (t9)	(303)	2971 ×	750 =	2228250
2 その他	(24)	235 ×	750 =	176250
3	()	×	=	
4	()	×	=	
5	()	×	=	
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
(等分布荷重 小計)	(327)	3207	---	2404500

集中荷重

1 N-6(3B)ノズル	(9)	88 ×	1000 =	88000
2 N-9(3/4B)ノズル	(2)	20 ×	1150 =	23000
3 マンウェイ	(17)	167 ×	500 =	83500
4 パイプウェイ	(3)	29 ×	500 =	14500
5 スカートベント	(4)	39 ×	1350 =	52650
6	()	×	=	
7	()	×	=	
8	()	×	=	
9	()	×	=	
10	()	×	=	
11	()	×	=	
12	()	×	=	
13	()	×	=	
14	()	×	=	
15	()	×	=	
(集中荷重 小計)	(35)	343 ×	762 =	261650

合計重量	(362)	3550	751	2666150
------	---------	------	-----	---------

ベースブロック	120	1177
---------	-----	------

(機器中心よりの距離)

偏心モーメント Me4	()	×	=
-------------	-----	---	---

	(kg) 上側	(N)	(kg) 下側	(N)
節点配分(等分布)	(164)	1603	(164)	1603
節点配分(集中)	(18)	174	(17)	169

(運転状態)

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 4787 mm

高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準 (レベル1) KHKS 0861 静的震度法	塔類[スカート支持, レグ支持で自立のもの]
--	------------------------

2. 応答解析 (設計静的水平地震力), 胴の算定応力, 許容応力及びその判定

セクション番号				1	2	3		
設計 条件	設計静的水平地震力を算定する位置の地表面からの高さ	H	m	10.300	7.300	4.300		
	常用の圧力	P _{OH}	MPa	0.500	0.500	0.500		
	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	50	50	50		
	胴	内径 (腐れしろを除く)	Di	mm	902	902	902	
		板厚 (腐れしろを除く)	t	mm	8	8	8	
		使用材料名			SB410	SB410	SB410	
	表(a)による材料の区分				(3)	(3)	(3)	
	設計 温度	材料の引張強さ	Su	N/mm ²	410	410	410	
		材料の降伏点又は0.2%耐力	Sy	N/mm ²	220.1	220.1	220.1	
		材料の縦弾性係数	E	N/mm ²	201000	201000	201000	
		常温	材料の最小引張強さ	Suo	N/mm ²	410	410	410
	材料の最小降伏点又は0.2%耐力		Syo	N/mm ²	225	225	225	
	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		
応答	水平方向 応答倍率	H ≤ 16の場合 β ₄ = 2.0	β ₄	2.000	2.000	2.000		
		16 < H ≤ 35の場合 β ₄ = 1.04 + 0.06H		---	---	---		
		35 < Hの場合 β ₄ = 3.14		---	---	---		
解析	設計静的水平震度 β ₄ K _H (0.2を下回る場合は0.2)	K _{SH}		0.300	0.300	0.300		
	水平地震力を算定する部分の自重と内容物の重量との和 (注1)	W _H	N	7635	7738	7777		
	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2)	W _V	N	11542	19133	32538		
	設計静的水平地震力 K _{SH} W _H	F _{SH}	N	2291	2322	2333		
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の和 (注3)		M	N・mm	6871758	20708113	38070997	
	胴の平均直径 Di+t		Dm	mm	910	910	910	
	許容引張応力(Sは下表(a)による) S・η		ft	N/mm ²	188.1	188.1	188.1	
	Sy 又は Syo の小なる値		Sy'	N/mm ²	220.1	220.1	220.1	
	0.6Et / [(1+0.004E/Sy')Dm]		S'	N/mm ²	227.8	227.8	227.8	
	許容圧縮応力 S 又は S' の小なる値		fc	N/mm ²	198.1	198.1	198.1	
	算定 応力及び 判定	① Dm/4t			28.44	28.44	28.44	
		② Wv / π Dmt			N/mm ²	0.50	0.84	1.42
		③ 4M / π Dm ² t			N/mm ²	1.32	3.98	7.32
		引張応力 (①×P _{OH} -②+③) / cos θ		σ t	N/mm ²	15.1	17.4	20.2
判定 σ t ≤ ft			N/mm ²	15.1 ≤ 188.1	17.4 ≤ 188.1	20.2 ≤ 188.1		
圧縮応力 (-①×P _{OL} +②+③) / cos θ		σ c	N/mm ²	1.9	4.9	8.8		
判定 σ c ≤ fc			N/mm ²	1.9 ≤ 198.1	4.9 ≤ 198.1	8.8 ≤ 198.1		
表(a)				S=198.1 N/mm ²	S=198.1 N/mm ²	S=198.1 N/mm ²		

区分	材料の種類	S(下記の小なる値)	注1は 7 頁による	注2は 7 頁による	注3は 7 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			

高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準(レベル1)
KHKS 0861 静的震度法・修正震度法

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				
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		SS400	スカート (耐圧部材に直接溶接されないもの)	使用材料名			
		材料の区分		(3)		材料の区分			
		板厚	t1	mm		9	板厚	t2	mm
		平均直径(注1)	Dm1	mm		909	平均直径(注4)	Dm2	mm
		設計温度		°C		50	設計温度		°C
	設計温度	材料の引張強さ	Su1	N/mm ²	400	設計温度	材料の降伏点又は0.2%耐力	Sy2	N/mm ²
		材料の降伏点又は0.2%耐力	Sy1	N/mm ²	240.7		材料の縦弾性係数	E2	N/mm ²
	常温	材料の縦弾性係数	E1	N/mm ²	201000	常温	材料の最小引張強さ	Suo2	N/mm ²
		材料の最小引張強さ	Suo1	N/mm ²	400		材料の最小降伏点又は0.2%耐力	Syo2	N/mm ²
	開口部の水平方向最大長さ	材料の最小降伏点又は0.2%耐力	Syo1	N/mm ²	245	開口部の水平方向最大長さ	開口部の水平方向最大長さ	Y2	mm
		開口部の水平方向最大長さ	Y1	mm	708.3		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
	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	53513325	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		
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	36088	共通	円すい形のスカートの頂角の1/2の値	θ	°		
スカート の算定 応力・ 許容 応力 及び 判定	下表(a)に示す値			S1	N/mm ²	216.6			
	Sy1又はSyo1の小なる値			Sy1'	N/mm ²	240.7			
	0.6E1・t1/[(1+0.004E1/Sy1')Dm1]			S1'	N/mm ²	275.1			
	Syo1又は0.7Suo1の小なる値			F1	N/mm ²	245.0			
	許容圧縮応力S1, S1'又はF1の小なる値			fc1	N/mm ²	216.6			
	算定圧縮応力 ※1			σc1	N/mm ²	20.1			
	判定 σc1 ≤ fc1				N/mm ²	20.1 ≤ 216.6			
	Syo2又は0.7Suo2の小なる値			F2	N/mm ²				
	Sy2又はSyo2の小なる値			Sy2'	N/mm ²				
	0.6E2・t2/[(1+0.004E2/Sy2')Dm2]			S2'	N/mm ²				
	許容圧縮応力F2又はS2'の小なる値			fc2	N/mm ²				
	算定圧縮応力 ※2			σc2	N/mm ²				
判定 σc2 ≤ fc2				N/mm ²					

表(a)

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	0.6Su1, 0.9Sy1
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	0.6Suo1, 0.6Su1 0.9Syo1, Sy1
3	上記以外	0.6Suo1, 0.6Su1 0.9Syo1, 0.9Sy1

注1は 2 頁による 注2は 7 頁による 注3は 7 頁による

注4は 2 頁による 注5は 7 頁による 注6は 7 頁による

$$\text{※1 } \sigma c1 = \left[\frac{Wv1+FMV}{(\pi Dm1-Y1) t1} + \frac{4M1}{(\pi Dm1^2-2 Dm1 Y1) t1} \right] \frac{1}{\cos \theta}$$

$$\text{※2 } \sigma c2 = \left[\frac{Wv2+FMV}{(\pi Dm2-Y2) t2} + \frac{4M2}{(\pi Dm2^2-2 Dm2 Y2) t2} \right] \frac{1}{\cos \theta}$$

高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準（レベル1）
KHKS 0861 静的震度法・修正震度法

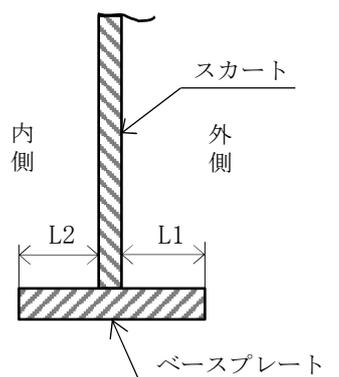
塔類[スカート支持で自立のもの]

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	245
	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	740
	外径	d0	mm	1100
	厚さ	t	mm	16
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	1020
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モーメントの和 (詳細は7頁による)	M3	N・mm	53513325
	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 (詳細は7頁による)	W _v	N	37265
	底面積 $\pi(d_0^2-d_1^2)/4$	Ab	mm ²	520247
	半径方向軸に対する断面係数 $\pi(d_0^4-d_1^4)/32d_0$	Z	mm ³	103907662
	許容曲げ応力Syo3又は0.7Suo3の小なる値	fb3	N/mm ²	245.0
	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	57.0
	判定 $\sigma b3 \leq fb3$		N/mm ²	57.0 \leq 245.0
	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	63.8	
判定 $\sigma t4 \leq ft4$		N/mm ²	63.8 \leq 235.0	

注：F_{MV}は、静的震度法にあつては0とすること。

図(a)



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

$$\text{※2 } \sigma t4 = \frac{1}{NA} \left(-Wv + FMV + \frac{4M3}{D} \right)$$

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)

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

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)	運転重量 Wv (N)	ボルト幹径 d	基礎ボルト 引き抜き力 $\sigma_{ty} \cdot Ab1$ (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-1230	8	M 24	1020	53513325	37265	24	21574	205	570	OK!

ここで、

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

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

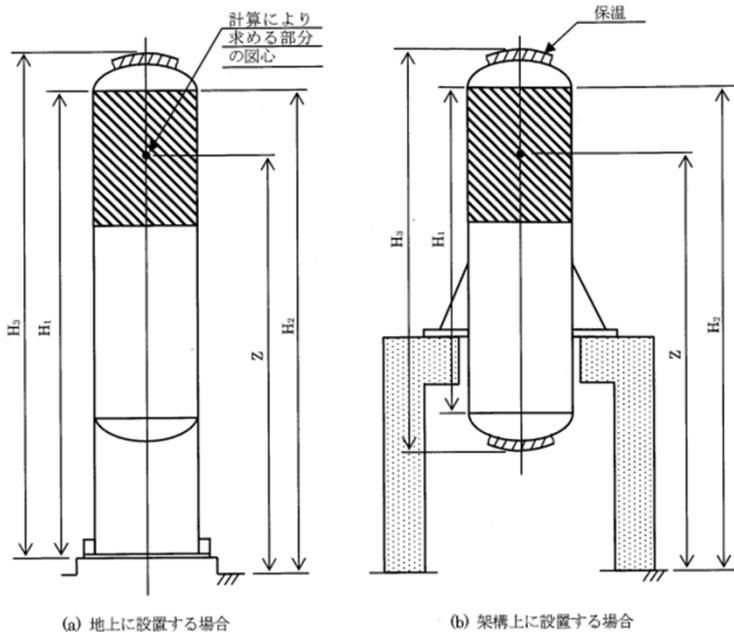
1. 風に対する基本設計条件

地表面粗度区分 : III	風速 : $V_0 = 38$ m/sec
$Z_b = 5$ m	機器の高さ (TLまで) : $H_1 = 10.000$ m
$Z_G = 450$ m	基礎面～地表面までの高さ: 0.300 m
$\alpha = 0.2$	地表面から塔そう類の最高位高さ: $H_2 = 10.300$ m

風 荷 重 の 算 出

設計条件	セクション番号			1	2	3	4		
	当該部分図心の塔そう類の地表面からの高さ		Z	m	8.942	5.800	3.050	1.050	
	各セクションの高さ		L	mm	3284	3000	2500	1500	
	本体内径		Di	mm	900	900	900	900	
	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	1.018	1.018	1.018	0.918	
	計算に採用する相当直径		D	m	1.618	1.618	1.618	1.518	
	風力係数	H2 ≤ Z _b の場合 : 1.0		k _z	-	-	-	-	-
		Z _b < H2 の場合	Z ≤ Z _b : (Z _b /H2) ^{2α}			-	-	0.7490	0.7490
Z _b < Z : (Z/H2) ^{2α}			0.9450			0.7948	-	-	
H1/B ≤ 1 の場合		H1 / B	-	9.8232	9.8232	9.8232	10.8932		
係数	H1/B ≤ 1 の場合		C _f	-	0.7k _z	0.851	0.715	0.674	0.674
	1 < H1/B < 8 未満の場合				比例補間				
	8 ≤ H1/B の場合				0.9k _z				
計算	有効面積		A	m ²	5.314	4.854	4.045	2.277	
	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							0.7987
	ガスト影響係数 (下表(3)による)		G _f	-	2.496				
	風速の鉛直分布係数 = E _r ² · G _f		E	-	1.592				
	速度圧 = 0.6E · V ₀ ²		q	N/m ²	1379.5				
各セクション風荷重 = q · C _f · A		F _w	N	6234	4789	3761	2117		
結果	風荷重総計 (水平力)		ΣF _w	N	6234	11024	14785	16902	
	風荷重による転倒モーメント		ΣM _w	N-m	10236	36123	68383	92148	

風荷重の総和 ΣF_w = 16902 N
 最大風モーメント ΣM_w = 92148 N-m



- (1) 有効面積(A)は $A = D \cdot L$ で
 $D = 1.2x_B$ 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) $\Sigma M_w = M_w(n-1) + \Sigma F_w(n-1) \cdot L_n + F_{wn} \cdot L_n / 2$

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	10.300~7.300	7.300~4.300	4.300~1.800
	使用材料名		SB410	SB410	SB410
	最高圧力	Ph MPa	0.500	0.500	0.500
	最低圧力	P1 MPa	0.000	0.000	0.000
	設計温度	°C	50	50	50
	胴内径	Di mm	900	900	900
	胴板厚さ	t mm	9.0	9.0	9.0
	腐れしろ	α mm	1.0	1.0	1.0
	胴平均径 (腐食後)	Dm mm	910.0	910.0	910.0
	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	11542	19133	32538
	風による最大モーメント	Mw N・m	10236	36123	68383
	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	103	103	103
	引張強さ	Sua N/mm ²	410	410	410
	降伏点又は耐力	Sya N/mm ²	225	225	225
	縦弾性係数	Ea N/mm ²	203000	203000	203000
設 計 温 度	許容引張応力	Sc N/mm ²	103	103	103
	引張強さ	Su N/mm ²	410	410	410
	降伏点又は耐力	Sy N/mm ²	220.1	220.1	220.1
	縦弾性係数	E N/mm ²	201000	201000	201000
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 0.9Syの最小値			198.1	198.1	198.1
FSt = Ss η			188.1	188.1	188.1
長期許容引張応力 : FLt (N/mm ²)					
SL = Sca or Scの最小値			103.0	103.0	103.0
FLt = SL η			97.8	97.8	97.8
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			227.8	227.8	227.8
FSc = Ss or Ss'の最小値			198.09	198.09	198.09
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			113.9	113.9	113.9
FLc = SL or SL'の最小値			103.0	103.0	103.0
2.3 単位長さ当り荷重 (N/mm)					
	最高圧力	a h = Ph・Dm/4	113.8	113.8	113.8
	最低圧力	a l = P1・Dm/4	0.0	0.0	0.0
	運転重量	b = W/π Dm	4.1	6.7	11.4
	最大モーメント	c = 4000Mw/π Dm ²	15.8	55.6	105.2
	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			15.7	20.4	26.0
σ t = (ah-b+c+d)/(t-α)・(1/cos θ) ≤ FSt			≤ 188.1 OK!	≤ 188.1 OK!	≤ 188.1 OK!
長期引張応力			13.8	13.4	12.8
σ t' = (ah-b+d)/(t-α)・(1/cos θ) ≤ FLt			≤ 97.8 OK!	≤ 97.8 OK!	≤ 97.8 OK!
短期圧縮応力			2.5	7.8	14.6
σ c = (-a1+b+c+d)/(t-α)・(1/cos θ) ≤ FSc			≤ 198.1 OK!	≤ 198.1 OK!	≤ 198.1 OK!
長期圧縮応力			0.6	0.9	1.5
σ c' = (-a1+b+d)/(t-α)・(1/cos θ) ≤ FLc			≤ 103.0 OK!	≤ 103.0 OK!	≤ 103.0 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			SS400
地表面よりの高さ		m	1.800 ~ 0.300
設計温度		°C	50
スカート平均直径(腐食後)	Dm	mm	909.0
スカート開口部の幅	Y	mm	708.3
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	36088
風による最大モーメント	Mw	N・m	92148
偏心モーメント	Me	N・m	0
腐れしろ	α	mm	0.0

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

設 計 温 度 時

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	240.7
縦弾性係数	E	N/mm ²	201000

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

$$Ss = 0.6Sua \text{ or } 0.6Su \text{ or } 0.9Sya \text{ or } 0.9Sy \text{ の最小値} \quad 216.6$$

$$Ss' = 0.6 E' \cdot (ts - \alpha) / (1 + 0.004 \cdot E' / Sy') Dm \quad 275.1$$

$$fc1 = Ss \text{ or } Ss' \text{ の最小値} \quad 216.6$$

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

$$SL = Sca \text{ or } Sc \text{ の最小値} \quad 100.0$$

$$SL' = 0.3 E' \cdot (ts - \alpha) / (1 + 0.004 \cdot E' / Sy') Dm \quad 137.5$$

$$fc1' = SL \text{ or } SL' \text{ の最小値} \quad 100.0$$

3.3 スカートの単位長さ当り荷重 (N/mm)

運転荷重	$b = W / (\pi Dm - Y)$	16.9
最大モーメント	$c = 4000Mw / (\pi Dm^2 - 2Dm \cdot Y)$	281.8
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

$$\sigma c1 = (b+c+d) / (ts - \alpha) \cdot (1 / \cos \theta) \leq fc1 \quad 33.2 \leq 216.6$$

OK!

長期圧縮応力

$$\sigma c1' = (b+d) / (ts - \alpha) \cdot (1 / \cos \theta) \leq fc1' \quad 1.9 \leq 100.0$$

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.	
4			
運転重量 【据付重量(注1.)】	W 【Ws】	N	37265 【34117】
風による最大モーメント	Mw	N・m	92148
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	1100
ベースプレート内径	DBi	mm	740
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	16
腐れしろ	α	mm	0.0
降伏点又は耐力	Syp	N/mm ²	245
引張強さ	Sup	N/mm ²	400
断面積	A	mm ²	520247
断面係数	Z	mm ³	103907662
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			245
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			0.96 ≤ 14.00 OK!
$B = 1000 (Mw+Me) / Z + W / A \leq fcon$			
曲げ応力			93.2 ≤ 245 OK!
$\sigma p = 3L^2 \cdot B / tp^2 \leq fp$			
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	1020
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			【40906.3】 40512.7 (N)
$F = \frac{1}{N} (\frac{4000 (Mw+Me) 【Ws】}{Db} - W)$			
$\sigma B = F / Ab \leq fb$			【121.0】 119.8 ≤ 235 OK!
5.3.3 基礎ボルトの埋め込み深さの算定と判定 : LB (mm)			
$LB = F / (\mu \cdot \pi \cdot dB)$			【387.6】 383.8 ≤ 570 OK!

注1). 据付重量(空重量) = 34117 N