

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

1. 応答解析等

設	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	---		
計	内容物			燃料ガス		
	設置場所			千葉県		
	地域区分			特A		
	地域別補正係数 注2	$\nu_1$		1.0 (レベル1)		
	地盤種別			第4種地盤		
	地盤別補正係数 注2	$\nu_2$		2.00		
	重要度分類			III		
	重要度係数 注2	$\nu_3$		0.50		
	運転重量 (詳細は 5 頁による)	Wv	N	10787		
	条	ベースプレートから 塔重心までの高さ	H <sub>2</sub>	mm	2298	
レ		使用材料名			SS400	
		材料の縦弾性係数	E <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	186000	
		材料の横弾性係数 注3	G <sub>3</sub>	N/mm <sup>2</sup>	75000	
		長さ	H <sub>1</sub>	mm	1680	
		本数	n		4	
		断面積	A	mm <sup>2</sup>	2431	
		レグの中心から なる円の直径	D	mm	1004.9	
		周方向軸断面 二次モーメント	I <sub>1</sub>	mm <sup>4</sup>	3480000	
半径方向軸断面 二次モーメント		I <sub>2</sub>	mm <sup>4</sup>	911000		
件	グ	設計修正震度		水平震度	鉛直震度	
		標準応答倍率 (図 7.2-2 による)	注4	1.427		
		減衰定数 (下表7.3-2 による)	h	0.03		
		補正係数 (図7.2-4 による)		1.18		
		T < 0.3かつ 標準応答倍率 < 1.5 の場合 $\nu_5 = 1.5$ T ≥ 0.3かつ 標準応答倍率 < 0.75 の場合 $\nu_5 = 0.75$ 上記以外の場合 $\nu_5 =$ 標準応答倍率 × 補正係数	$\nu_5$	1.5		
				-		
		$\nu_5 K_{OH}$ (0.2を下回る 場合は0.2)	K <sub>MH</sub>	注5	0.225	
		鉛直震度 $\nu_6 K_{OV} = 2.0 K_{OV}$	K <sub>MV</sub>	注5	0.150	
応	答	地震動のレベルに基づく係数 (レベル1 地震動)		$\mu_k$	1.0	
		地表面に おける 設計 地震動	水平震度 0.150 $\mu_k \nu_1 \nu_2 \nu_3$	K <sub>OH</sub>	0.15	
			鉛直震度 0.075 $\mu_k \nu_1 \nu_2 \nu_3$	K <sub>OV</sub>	0.075	
	解		$[4E_3(I_1+I_2)] / H_1^3$	K <sub>C</sub>	N/mm	689.0
			$3nE_3AD^2 / 2H_1^3$	K <sub>1</sub>	N/mm	577786.0
			$nK_C / (1+H_1K_C/G_3A)$	K <sub>2</sub>	N/mm	2738.5
			$(H_2/H_1)^2 - H_2/H_1 + 4$	$\lambda$		4.50
			$1 / [(\lambda / K_1) + (1/K_2)]$	K	N/mm	2681.3
等		$2\pi\sqrt{(Wv/9806.65K)}$	T	s	0.127	

表7.3-2

耐震設計設備の種類		減衰定数
塔類	T が、1.0未満のもの	0.03
	T が、1.0以上 1.5未満のもの	0.07-0.04T
	T が、1.5以上のもの	0.01

∴ レグサイズ : L100×100×13

注1. 本機器の耐震計算は、火力発電所の耐震設計規定における設計地震力をもとに高圧ガス設備等耐震設計指針を用いて行う。

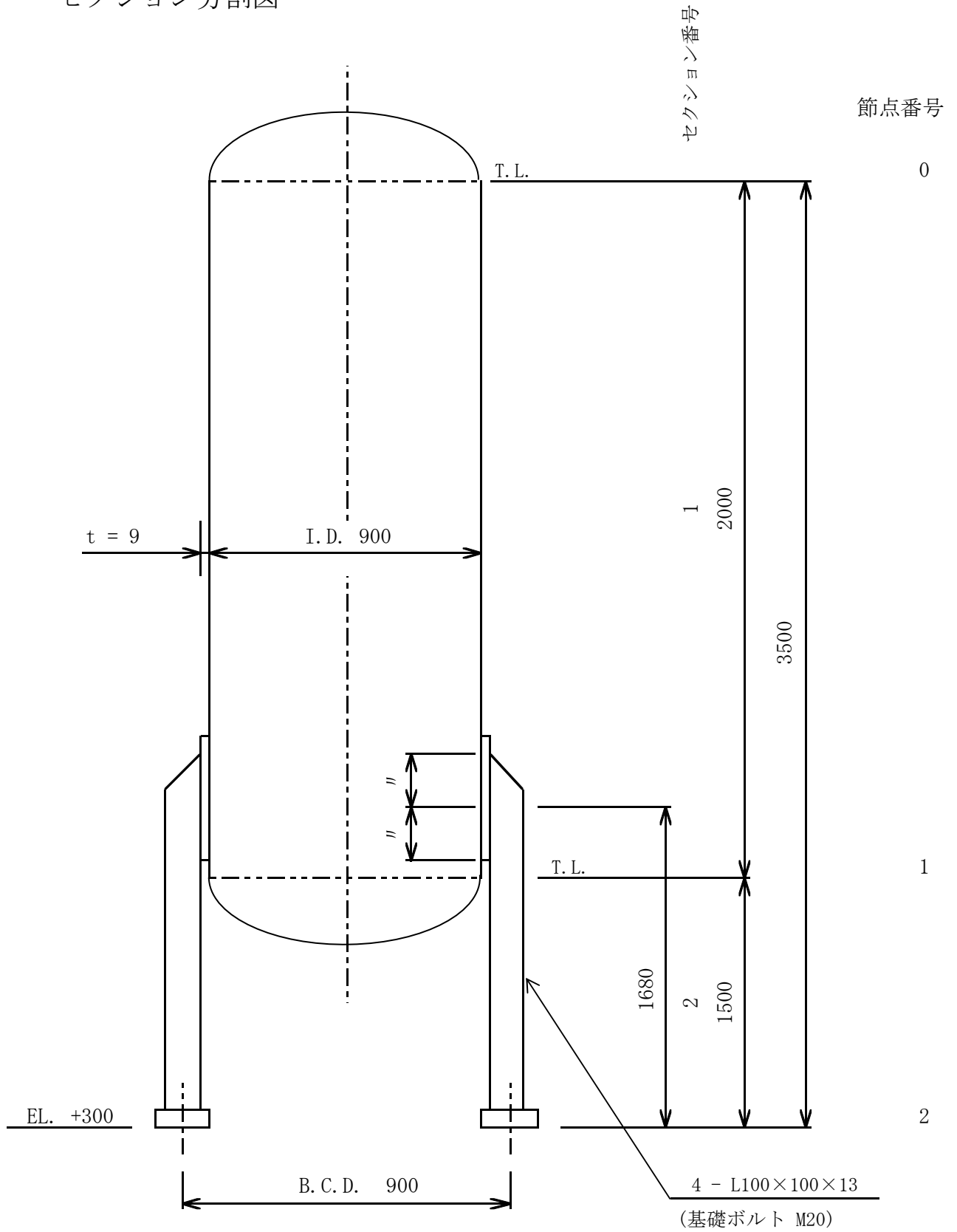
注2. 顧客指定により、地域、地盤、重要度に関する係数は、火力発電所の耐震設計規定第2章の表2.4-1, 表2.4-2, 表2.4-3の値を用いる。

注3.  $G_3 = E / 2(1+\nu)$

ここで、 $\nu$  : ポアソン比で、0.3 とする。

注4. 標準応答倍率は、図の特A 地区のグラフを用いて算出する。

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： シェル

セクション高さ： 2.5000 - 1.500 m    セクション長さ： 2000 mm  
(EL.+ 2.8000 - 1.800 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	シェル	( 408 )	4001 ×	1000 =	4001000
2	保温	( 103 )	1010 ×	1000 =	1010000
3	燃料ガス	( 2 )	20 ×	1000 =	20000
4	その他	( 83 )	814 ×	1000 =	814000
5		( )	×	=	
6		( )	×	=	
7		( )	×	=	
8		( )	×	=	
9		( )	×	=	
10		( )	×	=	
(等分布荷重 小計)		( 596 )	5845	---	5845000
集中荷重					
1	鏡板	( 64 )	628 ×	2000 =	1256000
2	鏡板	( 64 )	628 ×	0 =	0
3	N-1(300A)ノズル	( 58 )	569 ×	1700 =	967300
4	N-2(300A)ノズル	( 58 )	569 ×	1700 =	967300
5	N-3(40A)ノズル	( 4 )	39 ×	0 =	0
6	N-4(50A)ノズル	( 4 )	39 ×	200 =	7800
7	N-5(80A)ノズル	( 6 )	59 ×	2000 =	118000
8	N-6a(20A)ノズル	( 3 )	29 ×	1900 =	55100
9	N-6b(20A)ノズル	( 3 )	29 ×	100 =	2900
10	リフティングラグ	( 20 )	196 ×	2000 =	392000
11	保温	( 18 )	177 ×	2000 =	354000
12	保温	( 18 )	177 ×	0 =	0
13		( )	×	=	
14		( )	×	=	
15		( )	×	=	
(集中荷重 小計)		( 320 )	3138 ×	1313 =	4120400
合計重量		( 916 )	8983	1109	9965400

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)	( 298 )	2922	( 298 )	2922
節点配分(集中)	( 210 )	2060	( 110 )	1078

セクション (1) における重心位置 (運転状態) 本セクションより上に 1109 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： レグ

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		重量 (kg)	重量 (N)	重心位置 (mm)	モーメント (N・mm)
1	レグ	( 164 )	1608 ×	750 =	1206000
2	その他	( 20 )	196 ×	750 =	147000
3		( )	×	=	
4		( )	×	=	
5		( )	×	=	
6		( )	×	=	
7		( )	×	=	
8		( )	×	=	
9		( )	×	=	
10		( )	×	=	
(等分布荷重 小計)		( 184 )	1804	---	1353000

集中荷重		重量 (kg)	重量 (N)	重心位置 (mm)	モーメント (N・mm)
1		( )	×	=	
2		( )	×	=	
3		( )	×	=	
4		( )	×	=	
5		( )	×	=	
6		( )	×	=	
7		( )	×	=	
8		( )	×	=	
9		( )	×	=	
10		( )	×	=	
11		( )	×	=	
12		( )	×	=	
13		( )	×	=	
14		( )	×	=	
15		( )	×	=	
(集中荷重 小計)		( )	×	=	

合計重量	( 184 )	1804	750	1353000
------	---------	------	-----	---------

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)	( 92 )	902	( 92 )	902
節点配分(集中)	( 0 )	0	( 0 )	0

セクション (2) における重心位置 (運転状態) 本セクションより上に 2298 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 修正震度法

塔類[レグ支持のもの]

2. 応答解析 (設計修正地震力), 胴の算定応力, 許容応力及びその判定

セクション番号				1					
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	3.500				
	最高使用圧力		$P_{OH}$	MPa	0.200				
	通常の運転状態の最低圧力		$P_{OL}$	MPa	0.000				
	最高使用温度			°C	150				
	胴	内径 (腐れ代を除く)		$D_i$	mm	900			
		板厚 (腐れ代を除く)		t	mm	9			
		使用材料名				SUS304			
		表(a)による材料の区分				(2)			
		最高 温度 使用	材料の引張強さ		$S_u$	$N/mm^2$	455		
			材料の降伏点又は0.2%耐力		$S_y$	$N/mm^2$	155		
			材料の縦弾性係数		E	$N/mm^2$	186000		
		常 温	材料の最小引張強さ		$S_{uo}$	$N/mm^2$	520		
			材料の最小降伏点又は0.2%耐力		$S_{yo}$	$N/mm^2$	205		
		継手の溶接効率		$\eta$		1.00			
	円すい胴の円すい部分の頂角の1/2		$\theta$	°	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	4983					
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	8983					
応答 解析	設計水平震度 $\nu_5 K_{OH}$ (0.2を下回る場合は0.2)		$K_{MH}$		0.225				
	設計鉛直震度 $\nu_6 K_{OV}$		$K_{MV}$		0.150				
	設計修正 地震力	水平地震力 $\mu K_{MH} W_H$	$F_{MH}$	N	1682				
		鉛直地震力 $K_{MV} W_V$	$F_{MV}$	N	1347				
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	$N \cdot mm$	3363243				
	胴の平均直径 $D_i+t$		$D_m$	mm	909				
	許容引張応力 (Sは表(a)による) $S \cdot \eta$		f <sub>t</sub>	$N/mm^2$	155.0				
	$S_y$ 又は $S_{yo}$ の小なる値		$S_y'$	$N/mm^2$	155.0				
	$0.6Et / [(1+0.004E/S_y') D_m]$		$S'$	$N/mm^2$	190.5				
	許容圧縮応力 S 又は $S'$ の小なる値		f <sub>c</sub>	$N/mm^2$	155.0				
	算定 応力 及び 判定	① $D_m/4t$				25.25			
		② $(W_V - F_{MV}) / \pi D_m t$			$N/mm^2$	0.30			
		③ $(W_V + F_{MV}) / \pi D_m t$			$N/mm^2$	0.40			
		④ $4M / \pi D_m^2 t$			$N/mm^2$	0.58			
引張応力 $(① \times P_{OH} - ② + ④) / \cos \theta$		$\sigma_t$	$N/mm^2$	5.3					
判定 $\sigma_t \leq f_t$			$N/mm^2$	$5.3 \leq 155.0$					
圧縮応力 $(-① \times P_{OL} + ③ + ④) / \cos \theta$		$\sigma_c$	$N/mm^2$	1.0					
判定 $\sigma_c \leq f_c$			$N/mm^2$	$1.0 \leq 155.0$					
表(a)				$S=155 N/mm^2$	$N/mm^2$	$N/mm^2$			
区分	材料の種類	S(下記の小なる値)		注1は 5 頁による	注2は 5 頁による	注3は 5 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	0.6 $S_u$ , 0.9 $S_y$							
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	0.6 $S_{uo}$ , 0.6 $S_u$ 0.9 $S_{yo}$ , $S_y$							
3	上記以外	0.6 $S_{uo}$ , 0.6 $S_u$ 0.9 $S_{yo}$ , 0.9 $S_y$							

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

塔類 [レグ支持で自立のもの]

3. 支持構造法 (レグ、基礎ボルト) の算定応力、許容応力及び判定

設 計 条 件	ベースプレートから塔の重心までの高さ (注1)			H2	mm	2298	耐圧部に直接溶接されないレグの許容応力	Sy3又は0.7Su3の smaller 値	F3	N/mm <sup>2</sup>	211		
	使用材料名 (区分)					SS400 (2)		$\sqrt{(\pi^2 E3/0.6F3)}$	$\Lambda$			123.30	
	レ グ	最 高 温 度 使 用	材料の引張強さ			Su3		N/mm <sup>2</sup>	400	$3/2 + 2/3(\lambda/\Lambda)^2$	v		1.662
			材料の降伏点又は0.2%耐力			Sy3		N/mm <sup>2</sup>	211	$\lambda \leq \Lambda$ の場合			171.9
			材料の縦弾性係数			E3		N/mm <sup>2</sup>	195000	$1.5/v [1-0.4(\lambda/\Lambda)^2] F3$	F3'	N/mm <sup>2</sup>	
	レ グ	常 温	材料の最小引張強さ			Suo3		N/mm <sup>2</sup>	400	$\lambda > \Lambda$ の場合			-
			材料の最小降伏点又は0.2%耐力			Syo3		N/mm <sup>2</sup>	245	$1.5(0.277) F3/(\lambda/\Lambda)^2$			
			材料の縦弾性係数			EO3		N/mm <sup>2</sup>	203000				
	長さ			H1	mm	1680		レ グ の 算 定 応 力 及 び 判 定	引張応力 F3	ft3	N/mm <sup>2</sup>	211	
	レグの本数			n		4			曲げ応力 F3	fb3	N/mm <sup>2</sup>	211	
	周方向軸に対する断面二次モーメント (注2)			I1	mm <sup>4</sup>	911000			圧縮応力 F3 又は F3' の smaller 値	fc3	N/mm <sup>2</sup>	171.9	
	半径方向軸に対する断面二次モーメント (注3)			I2	mm <sup>4</sup>	3480000			せん断応力 F3/√3	fs3	N/mm <sup>2</sup>	121.8	
	最小断面二次モーメント (注4)			Ic	mm <sup>4</sup>	911000			$-Wv + F_{Mv} + 4F_{MH} \cdot H2/D$	P	N	13318	
	断面積 (注5)			A	mm <sup>2</sup>	2431			算定引張応力 P/n · A	$\sigma t3$	N/mm <sup>2</sup>	1.4	
	レグ中立軸から外縁までの距離の最大値			e1	mm	76.5			判 定 $\sigma t3 \leq ft3$		N/mm <sup>2</sup>	$1.4 \leq 211$	
	使用材料名					SS400			算定曲げ応力 $1.2F_{MH} \cdot H1 \cdot e1/n(I1+I2)$	$\sigma b3$	N/mm <sup>2</sup>	21.6	
	材料の最小引張強さ			Suo4	N/mm <sup>2</sup>	400			判 定 $\sigma b3 \leq fb3$		N/mm <sup>2</sup>	$21.6 \leq 211$	
	材料の最小降伏点又は0.2%耐力			Syo4	N/mm <sup>2</sup>	235			算定圧縮応力 $1/n \cdot A (Wv + F_{Mv} + 4F_{MH} \cdot H2/D)$	$\sigma c3$	N/mm <sup>2</sup>	3.6	
	基礎ボルト							判 定 $\sigma c3 \leq fc3$		N/mm <sup>2</sup>	$3.6 \leq 171.9$		
	谷径			d1	mm	17.294		算定せん断応力 $F_{MH}/n \cdot A$	$\tau 3$	N/mm <sup>2</sup>	0.3		
軸径			d2	mm	20	判 定 $\tau 3 \leq fs3$		N/mm <sup>2</sup>	$0.3 \leq 121.8$				
レグ1本当りの基礎ボルトの数			na	本	1	組合せ応力 $\sigma c3/fc3 + \sigma b3/fb3 \leq 1$		N/mm <sup>2</sup>	$0.13 \leq 1$				
			寸法	a	mm	212.1	$\sigma t3/ft3 + \sigma b3/fb3 \leq 1$		N/mm <sup>2</sup>	$0.11 \leq 1$			
			寸法	b	mm	212.1	$\sqrt{[(\sigma c3 + \sigma b3)^2 + 3 \cdot \tau 3^2]} \leq ft3$		N/mm <sup>2</sup>	$25.3 \leq 211$			
			寸法	c	mm	82.7	谷径断面積 $\pi d1^2/4$	Ab1	mm <sup>2</sup>	234.8			
			レグの中心径	D	mm	1004.9	軸径断面積 $\pi d2^2/4$	Ab2	mm <sup>2</sup>	314.1			
共通						Sy04又は0.7Suo4の smaller 値	F4	N/mm <sup>2</sup>	235				
最小断面二次半径 $\sqrt{Ic/A}$			i	mm	19.36	応許力容	引張応力 F4	ft4	N/mm <sup>2</sup>	235			
細長比 $0.7H1/i$			$\lambda$		60.74	せん断応力 $F4/\sqrt{3}$	fs4	N/mm <sup>2</sup>	135.6				
耐圧部に直接溶接されるレグの許容応力			表(a)に示す値			S3	N/mm <sup>2</sup>	-					
			Sy3 又は 0.7Su3の smaller 値			F3	N/mm <sup>2</sup>	-					
			$\sqrt{\pi^2 E3/0.6F3}$			$\Lambda$		-					
			$3/2 + 2/3 (\lambda/\Lambda)^2$			v		-					
			$\lambda \leq \Lambda$ の場合					-					
			$1.5/v [1-0.4(\lambda/\Lambda)^2] F3$					-					
			$\lambda > \Lambda$ の場合					-					
			$1.5(0.277) F3/(\lambda/\Lambda)^2$					-					
			引張応力 F3 又は S3 の smaller 値			ft3	N/mm <sup>2</sup>	-					
			曲げ応力 F3 又は S3 の smaller 値			fb3	N/mm <sup>2</sup>	-					
圧縮応力 S3, F3 又は F3' の smaller 値			fc3	N/mm <sup>2</sup>	-								
せん断応力 $0.6S3, F3/\sqrt{3}$ の smaller 値			fs3	N/mm <sup>2</sup>	-								
注1は4頁参照。注2はJIS G3192による。注3はJIS G3192による。注4はJIS G3192による。注5はJIS G3192による。													
基礎ボルトの算定応力、許容応力及び判定													
1/P [1.2I1/(I1+I2)] F <sub>MH</sub> · H <sub>1</sub>			e2	mm	77.21								
P ≥ 0 の場合													
① e2 + a/2 - c				mm	100.56								
P < 0 の場合													
② 0.48(e2 + a/6 + c/3)				mm	-								
引張算定力													
P ≥ 0 の場合													
① × 2P / [n(a-2c)na · Ab1]										61.1			
P < 0 の場合													
② × P/n(a-c) × [15/b(a-c) + 2/naAb1]										-			
判 定 $\sigma t4 \leq ft4$										$61.1 \leq 235$			
算定せん断応力 $F_{MH}/n \cdot a \cdot Ab2$			$\tau 4$	N/mm <sup>2</sup>	2.0								
判 定 $\tau 4 \leq fs4$				N/mm <sup>2</sup>	$2.0 \leq 135.6$								
組合せ応力の判定 $(\sigma t4 + 1.6 \tau 4) / 1.4 \leq ft4$				N/mm <sup>2</sup>	$46.0 \leq 235$								
区分													
表(a) 材料の種類										S3 (下記の smaller 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及び9%ニッケル鋼	0.6Su3, 0.9Sy3		
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	0.6Suo3, 0.6Su3 0.9Syo3, Sy3		
3										上 記 以 外	0.6Su31, 0.6Su3 0.9Syo3, 0.9Sy3		

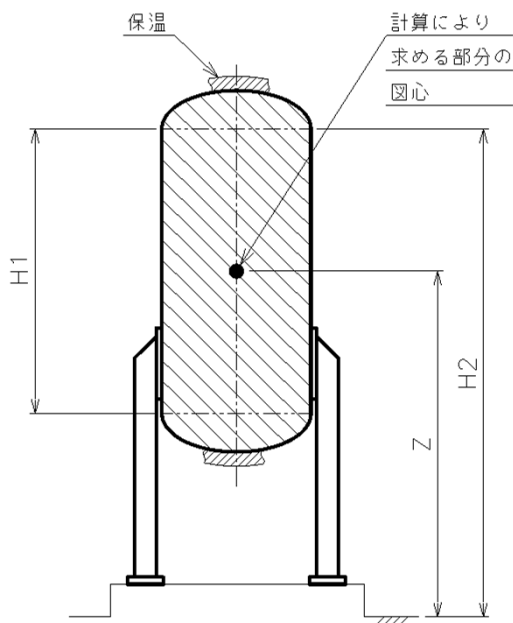
日本石油学会規格 スカート有する塔そう類の強度計算 風荷重 ( JPI-7R-35-2013 )	塔 類	機器番号 : V-1563	8 頁
--	-----	---------------	-----

1. 風に対する基本設計条件 ( 架構上に据え付けられた塔そう類 )

地表面粗度区分 : III $Z_b = 5$ m $Z_G = 450$ m $\alpha = 0.2$	風 速 $V_0 = 38$ m/sec 機器の高さ(鏡板T.L.間距離) $H_1 = 2.0000$ m 基礎面～地表面までの高さ $0.300$ m 地表面から塔そう類の最高位高さ $H_2 = 3.8000$ m
---	---

風 荷 重 の 算 出

設 計 条 件	セクション番号		1				
	塔そう類の当該部図心の地表面からの高さ	Z	m	2.800			
	容器全長 (保温含む)	L	mm	2618			
	当該部図心～セクション下端間距離	L1	mm	1000			
	当該部図心～基礎間距離	L2	mm	2500			
	本体内径	Di	mm	900			
	板 厚	t	mm	9			
	保温厚さ	t <sub>i</sub>	mm	75			
	保温された塔そう類の外径	B	m	1.068			
	計算に採用する相当直径	D	m	1.368			
風 力 係 数	H2 ≤ Z <sub>b</sub> の場合 : 1.0		k <sub>z</sub>	—	1.00		
	Z <sub>b</sub> < H2 の場合	Z ≤ Z <sub>b</sub> : (Z <sub>b</sub> /H2) <sup>2α</sup>			—		
		Z <sub>b</sub> < Z : (Z/H2) <sup>2α</sup>			—		
	H1/B ≤ 1 の場合		H1 / B	—	1.8727		
係 数	1 < H1/B < 8 未満の場合		C <sub>f</sub>	—	0.7k <sub>z</sub> 比例補間		
	8 ≤ H1/B の場合				0.9k <sub>z</sub>		
計 算	有効面積		A	m <sup>2</sup>	3.581		
	平均風速の高さ方向 の分布を表す係数	H2 ≤ Z <sub>b</sub> の場合 = 1.7(Z <sub>b</sub> /Z <sub>G</sub> ) <sup>α</sup>	E <sub>r</sub>	—	0.691		
		Z <sub>b</sub> < H2 の場合 = 1.7(H2/Z <sub>G</sub> ) <sup>α</sup>			—		
	ガスト影響係数 (下表(3)による)		G <sub>f</sub>	—	2.500		
	風速の鉛直分布係数 = E <sub>r</sub> <sup>2</sup> · G <sub>f</sub>		E	—	1.194		
	速度圧 = 0.6E · V <sub>0</sub> <sup>2</sup>		q	N/m <sup>2</sup>	1034.9		
	各セクション風荷重 = q · C <sub>f</sub> · A		F <sub>w</sub>	N	2688		
風荷重の合計		ΣF <sub>w</sub>	N	2688			
風荷重による転倒モーメント(セクション下端)		M <sub>w</sub>	N-m	2688			
風荷重による転倒モーメント(基礎面)		M <sub>wb</sub>	N-m		6720		



(1) 有効面積(A)は  $A = D \cdot L$  で  
 $D = 1.2x B$  又は  $0.3+B$  のいずれか大きい方とする。

(2) Z<sub>b</sub>, Z<sub>G</sub>, α の地表面粗度区分に応じた値

地表面粗度区分	Z <sub>b</sub> (m)	Z <sub>G</sub> (m)	α
I	5	250	0.10
II	5	350	0.15
III	5	450	0.20
IV	10	550	0.27

(3) G<sub>f</sub>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)		(運転条件)		
2.1 設計条件		セクション No.	1	
地表面よりの高さ		m	3.8000~1.800	
使用材料名			SUS304	
最高使用圧力		Ph	MPa	0.200
最低圧力		Pl	MPa	0.000
最高使用温度			°C	150
胴内径		Di	mm	900
胴板厚さ		t	mm	9.0
腐れしろ		α	mm	0.0
胴平均径 (腐食後)		Dm	mm	909.0
円錐胴の場合の1/2頂角		θ	degree	0
溶接効率		η		1.00
運転重量		W	N	8983
風による最大モーメント		Mw	N・m	2688
偏心モーメント		Me	N・m	0
常 温	許容引張応力	Sca	N/mm <sup>2</sup>	138
	引張強さ	Sua	N/mm <sup>2</sup>	520
	降伏点又は耐力	Sya	N/mm <sup>2</sup>	205
	縦弾性係数	Ea	N/mm <sup>2</sup>	195000
最 高 使 用	許容引張応力	Sc	N/mm <sup>2</sup>	130
	引張強さ	Su	N/mm <sup>2</sup>	455
	降伏点又は耐力	Sy	N/mm <sup>2</sup>	155
	縦弾性係数	E	N/mm <sup>2</sup>	186000
2.2 許容応力				
短期許容引張応力 : FSt (N/mm <sup>2</sup> )				
Ss = 0.6Sua or 0.6Su or 0.9Sya or 1.0Syの最小値			155.0	
FSt = Ss η			155.0	
長期許容引張応力 : FLt (N/mm <sup>2</sup> )				
SL = Sca or Scの最小値			130.0	
FLt = SL η			130.0	
短期許容圧縮応力 : FSc (N/mm <sup>2</sup> ) E' = Ea or E, Sy' = Sya or Sy				
Ss' = 0.6 E' (t-α) / (1+0.004×E' / Sy') Dm			190.5	
FSc = Ss or Ss' の最小値			190.5	
長期許容圧縮応力 : FLc (N/mm <sup>2</sup> ) E' = Ea or E, Sy' = Sya or Sy				
SL' = 0.3 E' (t-α) / (1+0.004×E' / Sy') Dm			95.2	
FLc = SL or SL' の最小値			95.2	
2.3 単位長さ当り荷重 (N/mm)				
最高圧力		a h = Ph · Dm / 4	45.5	
最低圧力		a l = Pl · Dm / 4	0.0	
運転重量		b = W / π Dm	3.2	
最大モーメント		c = 4000Mw / π Dm <sup>2</sup>	4.2	
偏心モーメント		d = 4000Me / π Dm <sup>2</sup>	0.0	
2.4 複合引張及び圧縮応力の算定と判定 (N/mm <sup>2</sup> )				
短期引張応力			5.2	
σ t = (ah-b+c+d) / (t-α) · (1/cos θ) ≤ FSt			≤ 155.0 OK!	
長期引張応力			4.7	
σ t' = (ah-b+d) / (t-α) · (1/cos θ) ≤ FLt			≤ 130.0 OK!	
短期圧縮応力			0.9	
σ c = (-al+b+c+d) / (t-α) · (1/cos θ) ≤ FSc			≤ 190.5 OK!	
長期圧縮応力			0.4	
σ c' = (-al+b+d) / (t-α) · (1/cos θ) ≤ FLc			≤ 95.2 OK!	

JPI-7R-71 によるレグの強度計算 レグに等辺山形鋼 (L100×100×13) を使用した場合

支持構造物(レグ, 基礎ボルト, ベースプレート) の算定応力, 許容応力及び判定

設計	1	レグに作用する鉛直荷重	W	N	10787	レグの応力	41	引張力 $\frac{1}{n} (-W + \frac{4Mwb}{D})$	P1	N	3990	
	2	レグに作用する水平荷重	FH	N	2688		42	圧縮力 $\frac{1}{n} (W + \frac{4Mwb}{D})$	P2	N	9384	
	3	基礎に作用するモーメント	Mwb	N-mm	6720000		43	算定引張応力 P1/A	$\sigma t$	N/mm <sup>2</sup>	1.7	
	4	最高使用温度		°C	150		44	判定 $\sigma t \leq ft$		OK!	$1.7 \leq 211$	
	5	使用材料名			SS400		45	算定曲げ応力 $\frac{2FHLe1}{n(I1+I2)} + \frac{P2e^2}{11}$	$\sigma b$	N/mm <sup>2</sup>	52.3	
	6	材料の最高使用温度での許容基準応力 注1	F	N/mm <sup>2</sup>	211		46	判定 $\sigma b \leq fb$		OK!	$52.3 \leq 211$	
	7	材料の最高使用温度での縦弾性係数	E	N/mm <sup>2</sup>	195000		47	算定圧縮応力 P2/A	$\sigma c$	N/mm <sup>2</sup>	3.9	
	8	長さ	L	mm	1680		48	判定 $\sigma c \leq fc$		OK!	$3.9 \leq 44.2$	
	9	レグの本数	n		4		49	算定せん断応力 FH/nA	$\tau$	N/mm <sup>2</sup>	0.3	
	10	周方向軸に対する断面二次モーメント	I1	mm <sup>4</sup>	911000		50	判定 $\tau \leq fs$		OK!	$0.3 \leq 121.8$	
	11	半径方向軸に対する断面二次モーメント	I2	mm <sup>4</sup>	3480000		51	$\sigma c/fc + \sigma b/fb \leq 1$		OK!	$0.34 \leq 1$	
	12	断面積	A	mm <sup>2</sup>	2431		基礎ボルトの応力	52	谷径断面積 $\pi d^2/4$	AB	mm <sup>2</sup>	234.8
	13	レグ中立軸から外縁までの距離の最大値	e1	mm	76.5			53	ボルトの許容引張応力 FB	fBt	N/mm <sup>2</sup>	235
	14	レグ断面の図心から本体外面までの距離	e	mm	35.4			54	ボルトの許容せん断応力 $FB/\sqrt{3}$	fBs	N/mm <sup>2</sup>	135.6
	15	レグ一本当たりの基礎ボルトの本数	na		1			55	ボルトの算定引張応力 $P1/naAB$	$\sigma Bt$	N/mm <sup>2</sup>	17.0
	16	レグの中心径	D	mm	1004.9			56	判定 $\sigma Bt \leq fBt$		OK!	$17.0 \leq 235$
	17	溶接脚長	tw	mm	12			57	ボルトの算定せん断応力 $\frac{FH-0.1W}{nnaAB}$	$\tau B$	N/mm <sup>2</sup>	1.8
	条件	18	溶接長さ	Lw	mm		200	58	判定 $\tau B \leq fBs$		OK!	$1.8 \leq 135.6$
19		使用材料名			SS400	ベースプレートの応力	59	引張力による算定曲げ応力 $\frac{6W3P1}{(W1+W2)tB^2}$	$\sigma bbt$	N/mm <sup>2</sup>	22.4	
20		材料の許容基準応力	FB	N/mm <sup>2</sup>	235		60	判定 $\sigma bbt \leq FBP$		OK!	$22.4 \leq 205$	
21		呼び径			M20		61	表1による (W1/W2=1.000)	$\beta$		1.769	
22		谷径	d	mm	17.294	62	圧縮力による算定曲げ応力 $\frac{\beta P2W2^2}{Z^2tB^2}$	$\sigma bbc$	N/mm <sup>2</sup>	36.2		
23		使用材料名			SUS304	63	判定 $\sigma bbc \leq FBP$		OK!	$36.2 \leq 205$		
ベースプレート	24	材料の許容基準応力	FBP	N/mm <sup>2</sup>	205	溶接部の強度	64	Lwまたは30twの小さい方	Lw1	mm	200	
	25	ベースプレートの幅	Z	mm	150		65	溶接部の算定せん断応力 $\frac{P2}{2Lw1tw}$	$\tau w$	N/mm <sup>2</sup>	2.0	
	26	ベースプレートの厚さ	tB	mm	16		66	判定 $\tau w \leq 0.49ft$		OK!	$2.0 \leq 103.3$	
	27	寸法	W1	mm	112		67	$Zw = 2 \times Lw^2 tw / 6$	Zw	mm <sup>3</sup>	160000.0	
	28	寸法	W2	mm	112		68	溶接部の算定曲げ応力 $\frac{FHL}{nZw}$	$\sigma wb$	N/mm <sup>2</sup>	7.1	
	29	寸法	W3	mm	53.5		69	判定 $\sigma wb \leq 0.55ft$		OK!	$7.1 \leq 116$	
レグの許容応力	30	最小断面二次モーメント	Ic	mm <sup>4</sup>	911000	表1 (W1 ≤ W2に限る)						
	31	最小断面二次半径 $\sqrt{Ic/A}$	i	mm	19.36	W1/W2	0.5	0.75	1			
	32	細長比 2L/i	$\lambda$		173.57	$\beta$	0.631	1.246	1.769			
	33	$\sqrt{(\pi^2 E / 0.6F)}$	$\Lambda$		123.30							
	34	$\frac{3}{2} + \frac{2}{3} (\frac{\lambda}{\Lambda})^2$	$\nu$		2.821							
	35	$\lambda \leq \Lambda$ の場合 $\frac{1.5}{\nu} (1 - 0.4 (\frac{\lambda}{\Lambda})^2) F$	Fc	N/mm <sup>2</sup>	-							
	36	$\lambda > \Lambda$ の場合 $1.5 (0.277) F / (\frac{\lambda}{\Lambda})^2$	Fc	N/mm <sup>2</sup>	44.2							
	37	引張応力 ft=F	ft	N/mm <sup>2</sup>	211							
	38	曲げ応力 fb=F	fb	N/mm <sup>2</sup>	211							
	39	圧縮応力 fc=Fc	fc	N/mm <sup>2</sup>	44.2							
	40	せん断応力 F/√3	fs	N/mm <sup>2</sup>	121.8							

注1) 材料の許容基準応力は引張強さの70%または降伏点(0.2%耐力)のいずれか小さい方とする。