

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

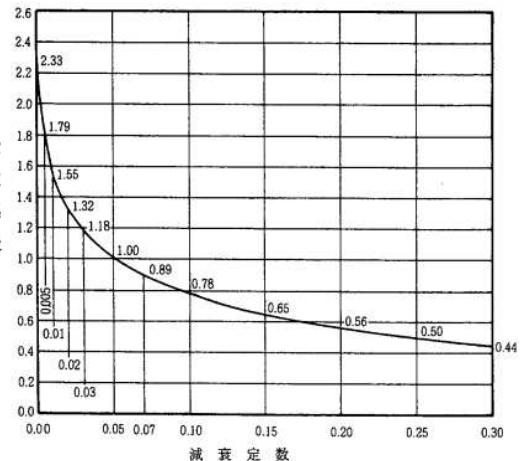
塔類 レグ支持で自立のもの

1. 応答解析等

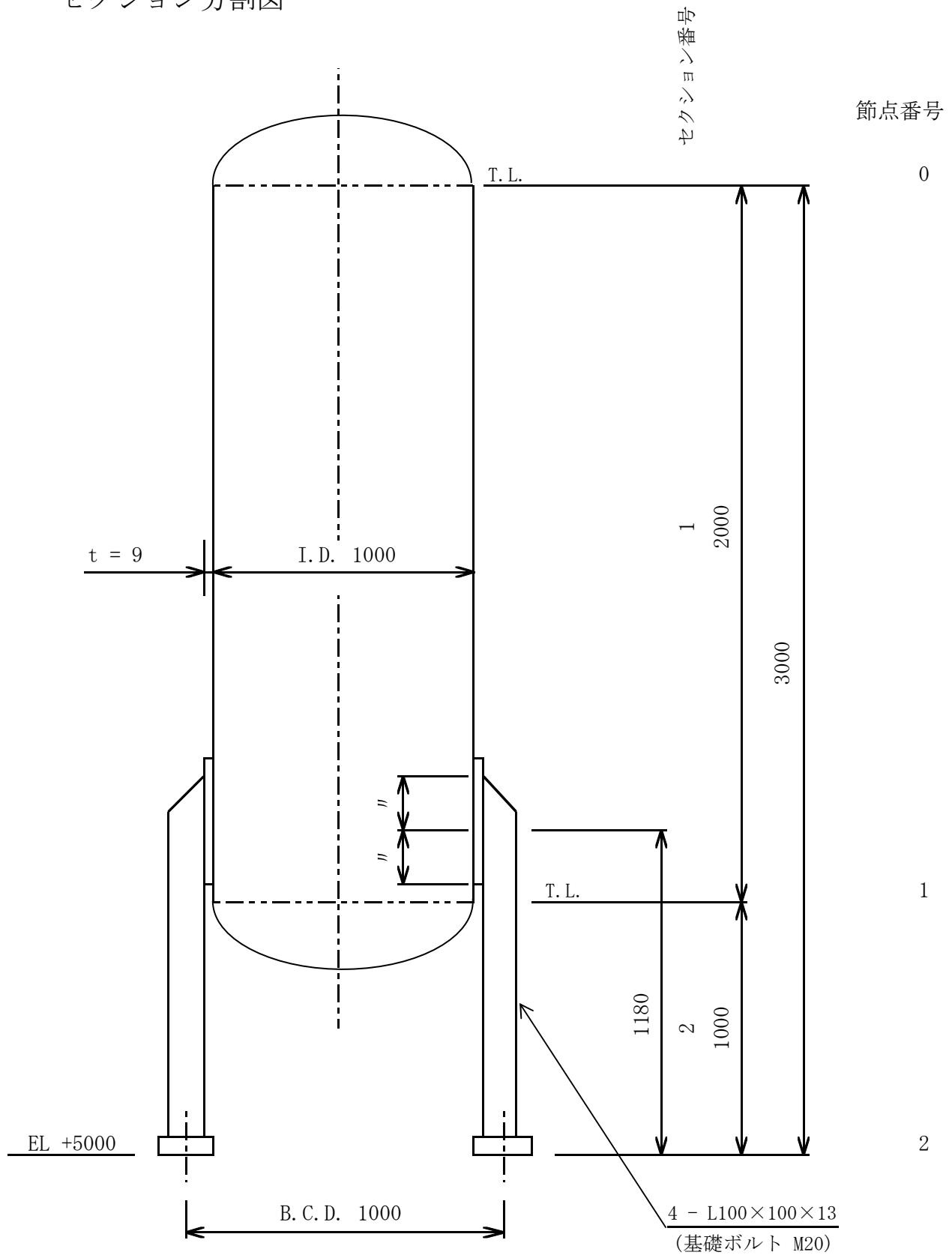
設 計 計 件	貯蔵能力(詳細は 4 頁による)	W	t	---		
	事業所境界線までの最短距離	X	m	---		
	内容物			燃料ガス		
	製造・送出上の重要度			Ga		
	製造・送出上の重要度係数	α_{1a}		0.80		
	災害危険度による重要度			Ia		
	災害危険度による重要度係数	α_{1b}		1.00		
	設置場所			愛媛県		
	地域区分			B		
	地域係数	α_2		0.6		
条 件	地盤種別			第4種地盤		
	表層地盤増幅係数	α_3		2.0		
	運転重量(詳細は 4 頁による)	Wv	N	9807		
	ベースプレートから塔重心までの高さ	H ₂	mm	1880		
	使用材料名			基準応答倍率 (図(a)による)	注	1.138
	材料の綫弾性係数	E ₃	N/mm ²	減衰定数 (下表(a)による)		0.03
	材料の横弾性係数 注3	G ₃	N/mm ²	補正係数 (下図(a)による)		1.18
	長さ	H ₁	mm	基準応答倍率 \times 補正係数	B	1.34284
	本数	n		T < 0.3かつB < 1.5 の場合 $\alpha_5=1.5$		1.5
	断面積	A	mm ²	T ≥ 0.3かつB < 0.75 の場合 $\alpha_5=0.75$	α_5	-
応 答 解 析 等	レグの中心からなる円の直径	D	mm	上記以外の場合 $\alpha_5=B$		-
	周方向軸断面 二次モーメント	I ₁	mm ⁴	$\alpha_5 K_H$ (0.2を下回る場合は0.2)	K _{MH}	0.27
	半径方向軸断面 二次モーメント	I ₂	mm ⁴	鉛直震度 $\alpha_6 K_V=2.0 K_V$	K _{MV}	0.18
	$\alpha_1 \alpha_2$ [0.33未満の場合は0.33]	α_x				
	地震動のレベルに基づく係数 (レベル1 地震動)	μ_k				
	地表面における 設計 地震動	K _H				
	$[4E_3(I_1+I_2)] / H_1^3$	K _C	N/mm	0.33		
	$3nE_3AD^2 / 2H_1^3$	K ₁	N/mm	1.79		
	$nK_C / (1+H_1K_C/G_3A)$	K ₂	N/mm	1.55		
	$(H_2/H_1)^2 - H_2/H_1 + 4$	λ		1.32		
表 (a)	$1 / [(\lambda/K_1)+(1/K_2)]$	K	N/mm	1.18		
	$2\pi\sqrt{(Wv/9806.65K)}$	T	s	1.00		
				0.89		
耐震設計設備の種類				0.78		
塔 類	T が、1.0未満のもの			0.65		
	T が、1.0以上 1.5未満のもの			0.56		
	T が、1.5以上のもの			0.50		
注 : 基準応答倍率は、KHKS0861の9の図9.1.1 (a), 図9.1.1 (b) によること。				0.44		

∴ レグサイズ : L100×100×13

図(a)



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: 3.000 - 1.000 m セクション長さ: 2000 mm
(EL+ 8.000 - 6.000 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 脳板 (t9)	(448)	4393	×	1000 = 4393000
2 保温	(113)	1108	×	1000 = 1108000
3 燃料ガス	(25)	245	×	1000 = 245000
4 その他	(67)	657	×	1000 = 657000
5	()	×		=
6	()	×		=
7	()	×		=
8	()	×		=
9	()	×		=
10	()	×		=
(等分布荷重 小計)	(653)	6404	---	6403000

集中荷重

1 鏡板	(78)	765	×	2000 = 1530000
2 鏡板	(78)	765	×	0 = 0
3 N-1(150A) ノズル	(22)	216	×	1750 = 378000
4 N-2(150A) ノズル	(22)	216	×	150 = 32400
5 N-3(80A) ノズル	(9)	88	×	2000 = 176000
6 N-4(50A) ノズル	(6)	59	×	0 = 0
7 N-5(20A) ノズル	(2)	20	×	2000 = 40000
8 N-6a(15A) ノズル	(1)	10	×	1900 = 19000
9 N-6b(15A) ノズル	(1)	10	×	100 = 1000
10 保温	(21)	206	×	2000 = 412000
11 保温	(21)	206	×	0 = 0
12 燃料ガス	(2)	20	×	2000 = 40000
13 燃料ガス	(2)	20	×	0 = 0
14	()	×		=
15	()	×		=
(集中荷重 小計)	(265)	2599	×	1011 = 2628400

合計重量

(918) 9003 1003 9031400

(機器中心よりの距離)

偏心モーメント Me1 () × =

	(kg)	上側	(N)		(kg)	下側	(N)
節点配分(等分布)	(327)	3202		(327)	3202		
節点配分(集中)	(134)	1314		(131)	1285		

(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

1003 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: 1.000 — 0.000 m セクション長さ: 1000 mm
(EL+ 6.000 — 5.000 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 レグ	(74)	726	×	= 363000
2 その他	(8)	78	×	= 39000
3	()	×		=
4	()	×		=
5	()	×		=
6	()	×		=
7	()	×		=
8	()	×		=
9	()	×		=
10	()	×		=
(等分布荷重 小計)	(82)	804	---	402000

集中荷重

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

(82) 804 500 402000

(機器中心よりの距離)

偏心モーメント Me2 () × =

	(kg)	上側	(N)		(kg)	下側	(N)
節点配分(等分布)	(41)	402		(41)	402		
節点配分(集中)	(0)	0		(0)	0		

(運転状態)

セクション (2) における重心位置

本セクションより上に

1880 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), 脈の算定応力, 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	3.000		
	常用の圧力	P _{OH}	MPa	0.200		
	通常の運転状態の最低圧力	P _{OL}	MPa	-0.1013		
	設計温度		°C	170		
	内径(腐れ代を除く)	D _i	mm	1004		
	板厚(腐れ代を除く)	t	mm	7		
	使用材料名			SB410		
	表(a)による材料の区分			(3)		
	設計温度	S _u	N/mm ²	410		
	材料の降伏点又は0.2%耐力	S _y	N/mm ²	192.6		
応 答 解 析	材料の縦弾性係数	E	N/mm ²	194200		
	常温	S _{uo}	N/mm ²	410		
	温	S _{yo}	N/mm ²	225		
	継手の溶接効率	η		0.95		
	円すい脈の円すい部分の頂角の1/2	θ	°	0		
	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	4516		
脈 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 内容物の重量との和(注2)	W _V	N	9003		
	震度分布 係数 (注3)	μ	適用範囲 Ht/1.5 α ₃ α ₅ H≤hMの場合 1/α ₃ α ₅ H>hMの場合 1.5H/Ht	hM	m	0.667 --- 1.500
	設計修正 地震力	F _{MH}	N	1829		
		F _{MV}	N	1620		
	振れ止め反力	F _e	N	0		
	応力を算定する位置に作用するモーメント(注3)	M	N·mm	3658018		
脈 の 算 定 応 力 ・ 許 容 応 力 及 び 判 定	脈の平均直径 D _i +t	D _m	mm	1011		
	許容引張応力(Sは表(a)による) S·η	f _t	N/mm ²	164.7		
	S _y 又はS _{yo} の小なる値	S _{y'}	N/mm ²	192.6		
	0.6E _t /[(1+0.004E/S _{y'})D _m]	S'	N/mm ²	160.3		
	許容圧縮応力 S 又は S' の小なる値	f _c	N/mm ²	160.3		
	算定応力及び判定	① D _m /4t ② W _V /π D _m t ③ 4M/π D _m ² t 引張応力(①×P _{OH} -②+③)/cos θ 判定 σ _t ≤f _t 圧縮応力(-①×P _{OL} +②+③)/cos θ 判定 σ _c ≤f _c		36.11 0.40 0.65 7.5 7.5≤164.7 4.7 4.7≤160.3		
表(a)				S=173.3 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 4 頁による	注2は 4 頁による	注3は 4 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	0.6S _u , 0.9S _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	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , S _y				
3	上記以外	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , 0.9S _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[レグ支持のもの]

2. 応答解析(設計修正地震力), 脈の算定応力, 許容応力及びその判定

セクション番号					
設 計 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		
脇	常用の圧力	P _{OH}	MPa		
条件	通常の運転状態の最低圧力	P _{OL}	MPa		
件	設計温度		°C		
応 答 解 析	内径(腐れ代を除く)	D _i	mm		
件	板厚(腐れ代を除く)	t	mm		
件	使用材料名				
件	表(a)による材料の区分				
件	設計温度	S _u	N/mm ²		
件	材料の降伏点又は0.2%耐力	S _y	N/mm ²		
件	材料の縦弾性係数	E	N/mm ²		
件	常温	S _{uo}	N/mm ²		
件	材料の最小引張強さ	S _{yo}	N/mm ²		
件	材料の最小降伏点又は0.2%耐力				
件	継手の溶接効率	η			
件	円すい脇の円すい部分の頂角の1/2	θ	°		
件	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		
件	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		
件	震度分布 係数 (注3)	μ	適用範囲 Ht/1.5α ₃ α ₅		
件	H≤hMの場合 1/α ₃ α ₅				
件	H>hMの場合 1.5H/Ht				
件	設計修正 地震力	F _{MH}	N		
件	鉛直地震力 K _{MV} W _V	F _{MV}	N		
件	振れ止め反力	F _e	N		
件	応力を算定する位置に作用するモーメント(注3)	M	N·mm		
件	脇の平均直径 D _i +t	D _m	mm		
件	許容引張応力(Sは表(a)による) S·η	f _t	N/mm ²		
件	S _y 又はS _{yo} の小なる値	S _{y'}	N/mm ²		
件	0.6E _t /[(1+0.004E/S _{y'})D _m]	S'	N/mm ²		
件	許容圧縮応力 S 又は S' の小なる値	f _c	N/mm ²		
件	① D _m /4t				
件	② W _V /πD _m t		N/mm ²		
件	③ 4M/πD _m ² t		N/mm ²		
件	引張応力(①×P _{OH} -②+③)/cosθ	σ _t	N/mm ²		
件	判定 σ _t ≤f _t		N/mm ²		
件	圧縮応力(-①×P _{OL} +②+③)/cosθ	σ _c	N/mm ²		
件	判定 σ _c ≤f _c		N/mm ²		
表(a)		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 頁による	注2は 頁による	注3は 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	0.6S _u , 0.9S _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	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , S _y			
3	上記以外	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , 0.9S _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[レグ支持のもの]

2. 応答解析(設計修正地震力), 脈の算定応力, 許容応力及びその判定

セクション番号			
設計条件件	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
	常用の圧力	P _{OH}	MPa
	通常の運転状態の最低圧力	P _{OL}	MPa
	設計温度		°C
	内径(腐れ代を除く)	D _i	mm
	板厚(腐れ代を除く)	t	mm
	使用材料名		
	表(a)による材料の区分		
	設計温度	S _u	N/mm ²
	材料の降伏点又は0.2%耐力	S _y	N/mm ²
	材料の縦弾性係数	E	N/mm ²
	常温	S _{uo}	N/mm ²
	材料の最小引張強さ	S _{yo}	N/mm ²
	材料の最小降伏点又は0.2%耐力		
	継手の溶接効率	η	
	円すい脈の円すい部分の頂角の1/2	θ	°
	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
	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
応答解析	震度分布係数(注3)	μ	適用範囲 Ht/1.5α ₃ α ₅
	H≤hMの場合 1/α ₃ α ₅		
	H>hMの場合 1.5H/Ht		
	設計修正地震力	F _{MH}	N
	鉛直地震力 K _{MV} W _V	F _{MV}	N
脈の算定応力・許容応力及び判定	振れ止め反力	F _e	N
	応力を算定する位置に作用するモーメント(注3)	M	N·mm
	脈の平均直径 D _i +t	D _m	mm
	許容引張応力(Sは表(a)による) S·η	f _t	N/mm ²
	S _y 又はS _{yo} の小なる値	S _{y'}	N/mm ²
	0.6E _t /[(1+0.004E/S _{y'})D _m]	S'	N/mm ²
	許容圧縮応力 S 又は S' の小なる値	f _c	N/mm ²
	① D _m /4t		
	② W _V /πD _m t		N/mm ²
	③ 4M/πD _m ² t		N/mm ²
引張応力(①×P _{OH} -②+③)/cosθ		σ _t	N/mm ²
判定 σ _t ≤f _t			N/mm ²
圧縮応力(-①×P _{OL} +②+③)/cosθ		σ _c	N/mm ²
判定 σ _c ≤f _c			N/mm ²
表(a)		N/mm ²	N/mm ²
区分 材料の種類 S(下記の小なる値)		N/mm ²	N/mm ²
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	0.6S _u , 0.9S _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	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , S _y	
3	上記以外	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , 0.9S _y	
注1は 頁による		注2は 頁による	注3は 頁による

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), 脈の算定応力, 許容応力及びその判定

セクション番号			
設計条件件	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
	常用の圧力	P _{OH}	MPa
	通常の運転状態の最低圧力	P _{OL}	MPa
	設計温度		°C
	内径(腐れ代を除く)	D _i	mm
	板厚(腐れ代を除く)	t	mm
	使用材料名		
	表(a)による材料の区分		
	設計温度	S _u	N/mm ²
	材料の降伏点又は0.2%耐力	S _y	N/mm ²
	材料の縦弾性係数	E	N/mm ²
	常温	S _{uo}	N/mm ²
	材料の最小引張強さ	S _{yo}	N/mm ²
	材料の最小降伏点又は0.2%耐力		
	継手の溶接効率	η	
	円すい脈の円すい部分の頂角の1/2	θ	°
	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
	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
応答解析	震度分布係数(注3)	μ	適用範囲 Ht/1.5α ₃ α ₅
	H≤hMの場合 1/α ₃ α ₅		
	H>hMの場合 1.5H/Ht		
	設計修正地震力	F _{MH}	N
	鉛直地震力 K _{MV} W _V	F _{MV}	N
脈の算定応力・許容応力及び判定	振れ止め反力	F _e	N
	応力を算定する位置に作用するモーメント(注3)	M	N·mm
	脈の平均直径 D _i +t	D _m	mm
	許容引張応力(Sは表(a)による) S·η	f _t	N/mm ²
	S _y 又はS _{yo} の小なる値	S _{y'}	N/mm ²
	0.6E _t /[(1+0.004E/S _{y'})D _m]	S'	N/mm ²
	許容圧縮応力 S 又は S' の小なる値	f _c	N/mm ²
	① D _m /4t		
	② W _V /πD _m t		N/mm ²
	③ 4M/πD _m ² t		N/mm ²
引張応力(①×P _{OH} -②+③)/cosθ		σ _t	N/mm ²
判定 σ _t ≤f _t			N/mm ²
圧縮応力(-①×P _{OL} +②+③)/cosθ		σ _c	N/mm ²
判定 σ _c ≤f _c			N/mm ²
表(a)		N/mm ²	N/mm ²
区分 材料の種類 S(下記の小なる値)		N/mm ²	N/mm ²
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	0.6S _u , 0.9S _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	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , S _y	
3	上記以外	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , 0.9S _y	
注1は 頁による		注2は 頁による	注3は 頁による

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), 脈の算定応力, 許容応力及びその判定

セクション番号			
設計条件件	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
	常用の圧力	P _{OH}	MPa
	通常の運転状態の最低圧力	P _{OL}	MPa
	設計温度		°C
	内径(腐れ代を除く)	D _i	mm
	板厚(腐れ代を除く)	t	mm
	使用材料名		
	表(a)による材料の区分		
	設計温度	S _u	N/mm ²
	材料の降伏点又は0.2%耐力	S _y	N/mm ²
	材料の縦弾性係数	E	N/mm ²
	常温	S _{uo}	N/mm ²
	材料の最小引張強さ	S _{yo}	N/mm ²
	材料の最小降伏点又は0.2%耐力		
	継手の溶接効率	η	
	円すい脈の円すい部分の頂角の1/2	θ	°
	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
	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
応答解析	震度分布係数(注3)	μ	適用範囲 Ht/1.5α ₃ α ₅
	H≤hMの場合 1/α ₃ α ₅		
	H>hMの場合 1.5H/Ht		
	設計修正地震力	F _{MH}	N
	鉛直地震力 K _{MV} W _V	F _{MV}	N
脈の算定応力・許容応力及び判定	振れ止め反力	F _e	N
	応力を算定する位置に作用するモーメント(注3)	M	N·mm
	脈の平均直径 D _i +t	D _m	mm
	許容引張応力(Sは表(a)による) S·η	f _t	N/mm ²
	S _y 又はS _{yo} の小なる値	S _{y'}	N/mm ²
	0.6E _t /[(1+0.004E/S _{y'})D _m]	S'	N/mm ²
	許容圧縮応力 S 又は S' の小なる値	f _c	N/mm ²
	① D _m /4t		
	② W _V /πD _m t		N/mm ²
	③ 4M/πD _m ² t		N/mm ²
引張応力(①×P _{OH} -②+③)/cosθ		σ _t	N/mm ²
判定 σ _t ≤f _t			N/mm ²
圧縮応力(-①×P _{OL} +②+③)/cosθ		σ _c	N/mm ²
判定 σ _c ≤f _c			N/mm ²
表(a)		N/mm ²	N/mm ²
区分 材料の種類 S(下記の小なる値)		N/mm ²	N/mm ²
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	0.6S _u , 0.9S _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	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , S _y	
3	上記以外	0.6S _{uo} , 0.6S _u 0.9S _{yo} , 0.9S _y	
注1は 頁による		注2は 頁による	注3は 頁による

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 温 度 常 温 条 件 基 礎 ボ ル ト 共 通 耐 压 部 に 直 接 溶 接 さ れ る レ グ の 許 容 応 力	ベースプレートから 塔の重心までの高さ(注1)	H2	mm	1880	耐 压 部 に 直 接 溶 接 さ れ ない レ グ の 許 容 応 力	Sy3又は0.7Su3の小なる値	F3	N/mm ²	207		
	基礎面における 設計水平地震力	FSH	N	2543		$\sqrt{(\pi^2 E_3 / 0.6 F_3)}$	A		124.23		
	基礎面における 機器の転倒モーメント	M	N·mm	6146975		$3/2 + 2/3 (\lambda / \Lambda)^2$	v		1.579		
	使用材 料名(区分)			SS400 (3)		$\lambda \leq \Lambda$ の場合 $1.5/v (1-0.4(\lambda/\Lambda)^2) F_3$	F3'	N/mm ²	187.36		
	設 計 温 度 常 温 条 件 基 礎 ボ ル ト 共 通 耐 压 部 に 直 接 溶 接 さ れ る レ グ の 許 容 応 力	材料の引張強さ	Su3	N/mm ²	400	$\lambda > \Lambda$ の場合 $1.5(0.277)F_3/(\lambda/\Lambda)^2$			-		
	材料の降伏点 又は0.2%耐力	Sy3	N/mm ²	207	許 容 応 力	引張応力 F3	f _{t3}	N/mm ²	207		
	材料の継弾性係数	E3	N/mm ²	194200		曲げ応力 F3	f _{b3}	N/mm ²	207		
	材料の最小引張強さ	Suo3	N/mm ²	400		圧縮応力 F3 又は F3' の小なる値	f _{c3}	N/mm ²	187.3		
	材料の最小降伏点 又は0.2%耐力	Syo3	N/mm ²	245		せん断応力 F3/ $\sqrt{3}$	f _{s3}	N/mm ²	119.5		
	材料の継弾性係数	Eo3	N/mm ²	203000	長 さ	H1	mm	1180			
	レ グ の 本 数	n		4			P	N	12555		
	周方向軸に対する 断面二次モーメント(注2)	I1	mm ⁴	911000	算定引張応力 P/n·A	σt_3	N/mm ²	1.3			
	半径方向軸に対する 断面二次モーメント(注3)	I2	mm ⁴	3480000	判 定 $\sigma t_3 \leq f_{t3}$		N/mm ²	1.3 ≤ 207			
	最小断面二次モーメント(注4)	Ic	mm ⁴	911000	算定曲げ応力 1.2FSH·H1·e1/n(I1+I2)	σb_3	N/mm ²	15.7			
	断面積(注5)	A	mm ²	2431	判 定 $\sigma b_3 \leq f_{b3}$		N/mm ²	15.7 ≤ 207			
	レグ中立軸から外縁 までの距離の最大値	e1	mm	76.5	算定圧縮応力 1/n·A(Wv' + 4M/D)	σc_3	N/mm ²	3.4			
	使用材 料名			SS400	判 定 $\sigma c_3 \leq f_{c3}$		N/mm ²	3.4 ≤ 187.3			
	材料の最小引張強さ	Suo4	N/mm ²	400	算定せん断応力 FSH/n·A	τ_3	N/mm ²	0.3			
	材料の最小降伏点 又は0.2%耐力	Syo4	N/mm ²	235	判 定 $\tau_3 \leq f_{s3}$		N/mm ²	0.3 ≤ 119.5			
	谷 径	d1	mm	17.294	組合せ 応 力	$\sigma c_3/f_{c3} + \sigma b_3/f_{b3} \leq 1$		N/mm ²	0.1 ≤ 1		
	軸 径	d2	mm	20		$\sigma t_3/f_{t3} + \sigma b_3/f_{b3} \leq 1$		N/mm ²	0.09 ≤ 1		
	レ グ 1 本 当 り の 基 礎 ボ ル ト の 数	na	本	1		$\sqrt{[(\sigma c_3 + \sigma b_3)^2 + 3 \cdot \tau_3^2]} \leq f_{t3}$		N/mm ²	19.2 ≤ 207		
		寸 法	a	mm	212.1	谷径断面積 $\pi d_1^2 / 4$	Ab1	mm ²	234.8		
		寸 法	b	mm	212.1	軸径断面積 $\pi d_2^2 / 4$	Ab2	mm ²	314.1		
		寸 法	c	mm	85.4	Syo4又は0.7Suo4の小なる値	F4	N/mm ²	235		
		レ グ の 中 心 径	D	mm	1099.6	応 力 容 許 引 張 応 力	f_{t4}	N/mm ²	235		
		引 張 応 力			せん 断 応 力	$F_4/\sqrt{3}$	N/mm ²	135.6			
	細 長 比	0.7H1/i	i	mm	19.36	1/P[1.2I1/(I1+I2)]FH·H1	e2	mm	59.6		
	細 長 比	0.7H1/i	λ		1/P ≥ 0 の場合 (1) $e_2 + a/2 - c$			mm		80.25	
	表(a)に示す値	S3	N/mm ²	-	P < 0 の場合 (2) $0.48(e_2 + a/6 + c/3)$		mm		-		
	Sy3 又は 0.7Su3 の小なる値	F3	N/mm ²	-	引 張 算 応 定 力	P ≥ 0 の場合 (1) $\times 2P/[n(a-2c)na \cdot Ab_1]$			52		
	$\sqrt{\pi^2 E_3 / 0.6 F_3}$	A		-	P < 0 の場合 (2) $\times P/n(a-c)$ $\times [15/b(a-c) + 2/naAb_1]$	σt_4	N/mm ²		-		
	$3/2 + 2/3 (\lambda / \Lambda)^2$	v		-	判 定 $\sigma t_4 \leq f_{t4}$		N/mm ²		52.0 ≤ 235		
	$\lambda \leq \Lambda$ の場合 $1.5/v [1-0.4(\lambda/\Lambda)^2] F_3$	F3'	N/mm ²	-	算定せん断応力 $FSH/n \cdot na \cdot Ab_2$	τ_4	N/mm ²		2.1		
	$\lambda > \Lambda$ の場合 $1.5(0.277)F_3/(\lambda/\Lambda)^2$			-	判 定 $\tau_4 \leq f_{s4}$		N/mm ²		2.1 ≤ 135.6		
	引張応力 F3 又は S3 の小なる値	f _{t3}	N/mm ²	-	組合せ応力の判定 $(\sigma t_4 + 1.6 \tau_4) / 1.4 \leq f_{t4}$		N/mm ²		39.6 ≤ 235		
	曲げ応力 F3 又は S3 の小なる値	f _{b3}	N/mm ²	-	区分	表(a) 材料の種類					
	圧縮応力 S3, F3 又は F3' の小なる値	f _{c3}	N/mm ²	-	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					
	せん断応力 0.6S3, F3/ $\sqrt{3}$ の小なる値	f _{s3}	N/mm ²	-	2	室温以上の高温で使用する オースナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金鋼					
注1は3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。					3	上記以外					

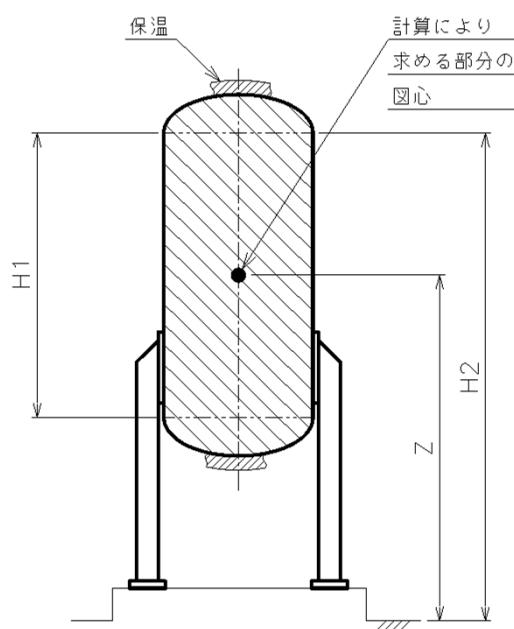
1. 風に対する基本設計条件 (架構上に据え付けられた塔そう類)

地表面粗度区分 :	III
Zb =	5 m
ZG =	450 m
α =	0.2

風速	$V_o = 34 \text{ m/sec}$
機器の高さ(鏡板T.L.間距離)	$H1 = 2.000 \text{ m}$
基礎面～地表面までの高さ	5.000 m
地表面から塔そう類の最高位高さ	$H2 = 8.000 \text{ m}$

風荷重の算出

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	7.000				
容器全長(保溫含む)	L	mm	2668				
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	2000				
本体内径	Di	mm	1000				
板厚	t	mm	9				
保溫厚さ	t_i	mm	75				
保溫された塔そう類の外径	B	m	1.168				
計算に採用する相当直径	D	m	1.468				
風力係数	H2 \leq Zb の場合 : 1.0				-		
	Zb < H2 の場合	$Z \leq Zb : (Zb/H2)^{\alpha}$	kz	-	-		
		$Zb < Z : (Z/H2)^{\alpha}$			0.9480		
風数	H1/B \leq 1 の場合	0.7kz	H1 / B	-	1.7123		
	1 < H1/B < 8 未満の場合	比例補間	Cf	-	0.683		
	8 \leq H1/B の場合	0.9kz					
有効面積		A	m^2	3.917			
計算	平均風速の高さ方向の分布を表す係数	$H2 \leq Zb$ の場合 = $1.7(Zb/Z_G)^{\alpha}$	Er	-	-		
		$Zb < H2$ の場合 = $1.7(H2/Z_G)^{\alpha}$			0.7593		
ガスト影響係数(下表(3)による)		Gf	-		2.500		
風速の鉛直分布係数 = $E_r^2 \cdot G_f$		E	-		1.441		
速度圧 = $0.6E \cdot V_o^2$		q	N/m^2		1000		
各セクション風荷重 = $q \cdot C_f \cdot A$		Fw	N	2674			
風荷重の合計		ΣF_w	N	2674			
風荷重による転倒モーメント(セクション下端)		Mw	$\text{N}\cdot\text{m}$	2674			
風荷重による転倒モーメント(基礎面)		Mw_b	$\text{N}\cdot\text{m}$		5348		



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

(2) Zb, ZG, α の地表面粗度区分に応じた値

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

(3) Gf の地表面粗度区分に応じた値

地表面粗度区分	$H2 \leq 10\text{m}$	$10\text{m} < H2 < 40\text{m}$	$40\text{m} \leq H2$
I	2		1.8
II	2.2		2.0
III	2.5		2.1
IV	3.1		2.3

(4) $\Sigma M_w = M_w(n-1) + \Sigma F_w(n-1) \cdot L_n + F_w \cdot L_n / 2$

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	8.000～6.000	
使用材料名			SB410	
最高圧力	Ph	MPa	0.200	
最低圧力	P1	MPa	-0.1013	
設計温度		°C	170	
胴内径	Di	mm	1000	
胴板厚さ	t	mm	9.0	
腐れしろ	α	mm	2.0	
胴平均径(腐食後)	Dm	mm	1011.0	
円錐胴の場合の1/2頂角	θ	degree	0	
溶接効率	η		0.95	
運転重量	W	N	9003	
風による最大モーメント	Mw	N·m	2674	
偏心モーメント	Me	N·m	0	
常温	許容引張応力	Sca	N/mm ²	103
	引張強さ	Sua	N/mm ²	410
	降伏点又は耐力	Sya	N/mm ²	225
	縦弾性係数	Ea	N/mm ²	203000
設計温度	許容引張応力	Sc	N/mm ²	103
	引張強さ	Su	N/mm ²	410
	降伏点又は耐力	Sy	N/mm ²	192.6
	縦弾性係数	E	N/mm ²	194200

2.2 許容応力

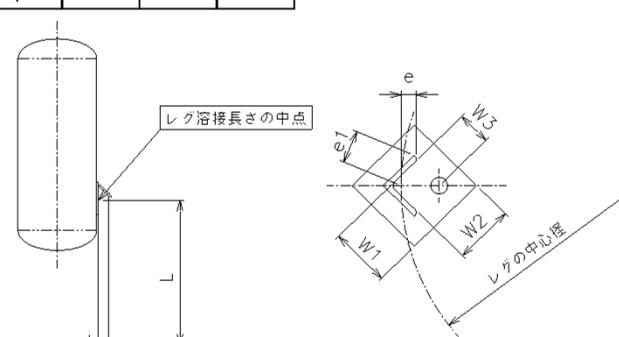
短期許容引張応力 : FSt (N/mm ²)	
Ss = 0.6Sua or 0.6Su or 0.9Sya or 0.9Syの最小値	173.3
FSt = Ss η	164.6
長期許容引張応力 : FLt (N/mm ²)	
SL = Sca or Scの最小値	103.0
FLt = SL η	97.8
短期許容圧縮応力 : FSc (N/mm ²) E'=Ea or E, Sy' =Sya or Sy	
Ss' = 0.6 E' (t-α)/(1+0.004×E'/Sy') Dm	160.2
FSc = Ss or Ss' の最小値	160.2
長期許容圧縮応力 : FLc (N/mm ²) E'=Ea or E, Sy' =Sya or Sy	
SL' = 0.3 E' (t-α)/(1+0.004×E'/Sy') Dm	80.1
FLc = SL or SL' の最小値	80.1

2.3 単位長さ当たり荷重 (N/mm)

最高圧力	a h = Ph · Dm/4	50.6	
最低圧力	a l = P1 · Dm/4	-25.7	
運転重量	b = W / π Dm	2.9	
最大モーメント	c = 4000Mw / π Dm ²	3.4	
偏心モーメント	d = 4000Me / π Dm ²	0.0	

2.4 複合引張及び圧縮応力の算定と判定 (N/mm²)

短期引張応力		7.3	
$\sigma_t = (ah-b+c+d)/(t-\alpha) \cdot (1/\cos\theta) \leq FSt$		≤ 164.6 OK!	
長期引張応力		6.9	
$\sigma_t' = (ah-b+d)/(t-\alpha) \cdot (1/\cos\theta) \leq FLt$		≤ 97.8 OK!	
短期圧縮応力		4.6	
$\sigma_c = (-al+b+c+d)/(t-\alpha) \cdot (1/\cos\theta) \leq FSc$		≤ 160.2 OK!	
長期圧縮応力		4.1	
$\sigma_c' = (-al+b+d)/(t-\alpha) \cdot (1/\cos\theta) \leq FLc$		≤ 80.1 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							
1 レグに作用する鉛直荷重				W N	9807		
2 レグに作用する水平荷重				FH N	2674		
3 基礎に作用するモーメント				Mw _b N-mm	5347957		
設 計 条 件	4 設計温度				°C	170	
	5 使用材料名					SS400	
	6 材料の設計温度での 許容基準応力				F N/mm ²	207	
	7 材料の設計温度での 縦弾性係数				E N/mm ²	194200	
	8 長さ				L mm	1180	
	9 レグの本数				n	4	
	10 周方向軸に対する 断面二次モーメント				I1 mm ⁴	911000	
	11 半径方向軸に対する 断面二次モーメント				I2 mm ⁴	3480000	
	12 断面積				A mm ²	2431	
	13 レグ中立軸から外縁 までの距離の最大値				e1 mm	76.5	
	14 レグ断面の図心から 本体外面までの距離				e mm	35.4	
	15 レグ一本当たりの 基礎ボルトの本数				na	1	
	16 レグの中心径				D mm	1099.6	
	17 溶接脚長				tw mm	12	
	18 溶接長さ				Lw mm	200	
基礎 ボル ト	19 使用材料名					SS400	
	20 材料の許容基準応力				FB N/mm ²	235	
	21 呼び径					M20	
	22 谷径				d mm	17.294	
	23 使用材料名					SS400	
	24 材料の許容基準応力				FBP N/mm ²	245	
	25 ベースプレートの幅				Z mm	150	
	26 ベースプレートの厚さ				tB mm	16	
	27 寸法				W1 mm	112	
レ グ の 許 容 応 力	28 寸法				W2 mm	112	
	29 寸法				W3 mm	51.6	
	30 最小断面二次モーメント				Ic mm ⁴	911000	
の 許 容 応 力	31 最小断面二次半径 $\sqrt{(Ic/A)}$				i mm	19.36	
	32 細長比 $2L/i$				λ	121.91	
	$\sqrt{(\pi^2 E / 0.6F)}$				Λ	124.23	
	$\frac{3}{2} + \frac{2}{3} (\frac{\lambda}{\Lambda})^2$				ν	2.142	
	$\lambda \leq \Lambda \frac{1.5}{\nu} (1 - 0.4 (\frac{\lambda}{\Lambda})^2) F$ の場合				Fc N/mm ²	89.1	
	$\lambda > \Lambda \frac{1.5 (0.277)}{\nu} F / (\frac{\lambda}{\Lambda})^2$ の場合					-	
	37 引張応力 $f_t = F$				ft N/mm ²	207	
	38 曲げ応力 $f_b = F$				fb N/mm ²	207	
	39 圧縮応力 $f_c = F$				fc N/mm ²	89.1	
	40 せん断応力 $F/\sqrt{3}$				fs N/mm ²	119.5	
表1 (W1 ≤ W2に限る)							
W1/W2		0.5	0.75	1			
β		0.631	1.246	1.769			
							

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。