

設 計 条 件

設 計 条 件			
機 器 番 号		E-201	
適 用 法 規・[規 格]		ガス事業法 [JIS B8265 (2017)]	
種 類・形 式		横置円筒形貯槽	
伝 熱 面 積		64.0 m ²	
設 置 基 数		1 基	
		胴側	管側
流 体 名 称		温水	燃料ガス
容 積	m ³	0.372	0.344
最 高 使 用 圧 力	MPa	0.19	2.00
最 高 使 用 温 度	°C	95	80
放 射 線 検 査	%	20	100
応 力 除 去		行わない	行わない
継 手 効 率		0.95	1.00
腐 れ し ろ	mm	1.5	0.0

耐圧試験圧力の温度補正

ガス工作物技術基準の解釈例 第50条

JIS B 8265 圧力容器の構造一般事項8.5 b)

1. 温度補正前の耐圧試験圧力 : P (MPa)

	胴 側	管 側
最高使用圧力 (MPa)	0.19	2.00
最高使用温度 (°C)	95	80
耐圧試験圧力 P (MPa)	$0.19 \times 1.5 = 0.29$	$2.00 \times 1.5 = 3.00$

2. 温度補正による耐圧試験圧力 : Pt (MPa)

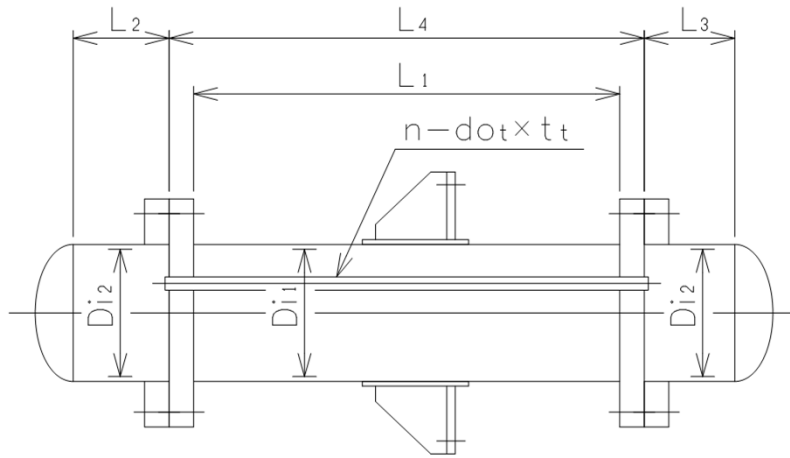
 σ_t : 水圧試験温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) σ_a : 最高使用温度における材料の許容引張応力 (N/mm²)

胴 側

名 称	材 質	σ_t (N/mm ²)	σ_a (N/mm ²)	σ_t / σ_a
シェル	SB410	103.0	103.0	1.000
ノズル、マンホールフランジ、ボス	SFVC2A	121.0	121.0	1.000
ノズルネック	STPG370-S	92.0	92.0	1.000
上記の最小値				1.000
$Pt = P \times \frac{\sigma_t}{\sigma_a}$ (MPa)	$Pt = 0.29 \times 1.000$			
	$= 0.29$			
耐圧試験圧力 (MPa)	0.29			

名 称	材 質	σ_t (N/mm ²)	σ_a (N/mm ²)	σ_t / σ_a
チャンネル、チャンネルヘッド	SUS304	129.0	124.4	1.037
チューブシート	SUSF304	129.0	118.8	1.086
ノズル、ボス	SUSF304	129.0	124.4	1.037
ノズルネック	SUS304TP-S	129.0	124.4	1.037
チューブ	SUS304TB-S	129.0	124.4	1.037
上記の最小値				1.037
$Pt = P \times \frac{\sigma_t}{\sigma_a}$ (MPa)	$Pt = 3.00 \times 1.037$			
	$= 3.12$			
耐圧試験圧力 (MPa)	3.12			

内容積計算



胴内径及び長さ

$$Di_1 = 600 \text{ mm}$$

$$Di_2 = 600 \text{ mm}$$

$$L_1 = 2382 \text{ mm}$$

$$L_2 = 504.5 \text{ mm}$$

$$L_3 = 504.5 \text{ mm}$$

チューブ

$$d_{ot} = 19 \text{ mm}$$

$$t_t = 2 \text{ mm}$$

$$n = 462 \text{ 本}$$

$$L_4 = 2494 \text{ mm}$$

シェル側内容積 V_s

直胴部内容積

$$V1 = \frac{\pi}{4} Di_1^2 L_1 = 0.6735 \text{ m}^3$$

チューブ体積(直管部)

$$V2 = \frac{\pi}{4} d_{ot}^2 L_1 n = 0.3120 \text{ m}^3$$

ノズル内容積合計

$$Vn_1 = 0.0101 \text{ m}^3$$

シェル側内容積合計

$$V_s = V1 - V2 + Vn_1 \\ = 0.6735 - 0.3120 + 0.0101 = \underline{0.372} \text{ m}^3$$

チューブ側内容積 V_t

直胴部内容積

$$V3 = \frac{\pi}{4} Di_2^2 (L_2 + L_3) = 0.2853 \text{ m}^3$$

鏡板内容積

$$V4 = \frac{\pi}{24} Di_2^3 \times 2 = 0.0565 \text{ m}^3$$

チューブ内容積(直管部)

$$V5 = \frac{\pi}{4} (d_{ot} - 2t_t)^2 L_4 n = 0.0004 \text{ m}^3$$

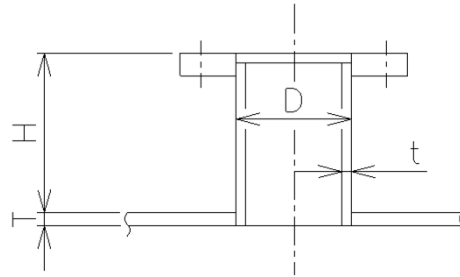
ノズル内容積合計

$$Vn_2 = 0.0021 \text{ m}^3$$

チューブ側内容積合計

$$V_t = V3 + V4 + V5 + Vn_2 \\ = 0.2853 + 0.0565 + 0.0004 + 0.0021 = \underline{0.344} \text{ m}^3$$

ノズル内容積計算

内容積合計： 0.0101 m³

シェル側

ノズル記号		N-1, N-2	N-7	N-8a, b	H-1, H-2		
呼 径		4B	1B	1/2B	6B		
本 数 n		2	1	2	2		
外 径 d	mm	114.3	34	21.7	165.2		
板 厚 t	mm	6.0	4.5	3.7	7.1		
高 さ H	mm	184	154	154	184		
本 体 板 厚 T	mm	6	6	6	6		
内径 ① D-2×T	m	0.10230	0.02500	0.01430	0.15100		
断面積 ② $\pi/4 \times \text{①}^2$	m ²	0.00822	0.00049	0.00016	0.01791		
有効長 ③ H+T	m	0.19000	0.16000	0.16000	0.19000		
内容積 V ②×③×n	m ³	0.00312	0.00008	0.00005	0.00680		

内容積合計： 0.0021 m³

チューブ側

ノズル記号		N-3, N-4	N-5	N-6			
呼 径		3B	2B	1B			
本 数 n		2	1	1			
外 径 d	mm	89.1	60.5	34			
板 厚 t	mm	4.0	3.9	3.4			
高 さ H	mm	152	152	152			
本 体 板 厚 T	mm	8	8	8			
内径 ① D-2×T	m	0.08110	0.05270	0.02720			
断面積 ② $\pi/4 \times \text{①}^2$	m ²	0.00517	0.00218	0.00058			
有効長 ③ H+T	m	0.16000	0.16000	0.16000			
内容積 V ②×③×n	m ³	0.00165	0.00035	0.00009			

円筒胴の胴板

内圧・内径基準

$$P \leq 0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$$

ガス工作物技術基準の解釈例 第22条 第1項

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.2.1 a) 附属書 E (規定) E.2.2 a)

附属書Eによる計算厚さ (内径基準)

$$t = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot \sigma_a \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

計 算 の 区 分			胴の計算用		強め材の計算用		胴・強め材の計算用	
名 称			胴板		胴板		胴板	
図 面 番 号								
部 品 番 号								
設 計 条 件	最高使用圧力	P	MPa	0.1900	0.1900	0.1900	2.0000	2.0000
	最高使用温度		℃	95.00	95.00	95.00	80.00	80.00
	使用材料名			SB410	SB410	SB410	SUS304	SUS304
	許容引張応力	σ_a	N/mm ²	103.00	103.00	103.00	124.40	124.40
	溶接継手の種類			突合せ両側溶接	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし
	放射線透過試験の割合			20%	—	—	—	—
	溶接継手の効率	η		0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
	胴の内径(腐れしろを除く)	D_i	mm	603.00	603.00	603.00	600.00	600.00
	腐れしろ	α	mm	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00
計 算	$0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			37.700	39.700	39.700	47.900	47.900
	P ≤ 0.385 · σ_a · η の検討			条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足
	①	1.2 · P		0.228	0.228	0.228	2.400	2.400
	②	2 · σ_a · η		195.700	206.000	206.000	248.800	248.800
	③	② - ①		195.472	205.772	205.772	246.400	246.400
	④	P · D_i		114.570	114.570	114.570	1200.000	1200.000
t = ④/③			0.59	0.56	0.56	4.88	4.88	
最小厚さ = t + α	(*1)	mm	3.50	3.50	3.50	4.88	4.88	
使用厚さ	(*2)	mm	6.00 (5.75)	6.00 (5.75)	6.00 (5.75)	8.00 (7.20)	8.00 (7.20)	

(*1) 最小制限厚さ：解釈例 第21条 第1項 (JIS B 8265 5.1.3)

炭素鋼又は低合金鋼：2.5mm (腐食のおそれがある場合は3.5mm以上)

(*2) ()内数値は、板の厚さのマイナス側許容差を除いた値。

円筒胴の胴板

内圧・内径基準

$$P \leq 0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$$

ガス工作物技術基準の解釈例 第22条 第1項

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.2.1 a) 附属書 E (規定) E.2.2 a)

附属書Eによる計算厚さ (内径基準)

$$t = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot \sigma_a \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

計算の区分			胴・強め材の計算用			
名称			鏡板			
図面番号						
部品番号						
設計条件	最高使用圧力	P	MPa	2.0000		
	最高使用温度		℃	80.00		
	使用材料名			SUS304		
	許容引張応力	σ_a	N/mm ²	124.40		
	溶接継手の種類			溶接継手なし		
	放射線透過試験の割合			—		
	溶接継手の効率	η		1.00		
	胴の内径(腐れしろを除く)	D_i	mm	600.00		
	腐れしろ	α	mm	0.00		
計算	$0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			47.900		
	P ≤ 0.385 · σ_a · η の検討			条件式を満足		
	①	1.2 · P		2.400		
	②	2 · σ_a · η		248.800		
	③	② - ①		246.400		
	④	P · D_i		1200.000		
	t = ④/③		4.88			
最小厚さ = t + α		(*1)	mm	4.88		
使用厚さ		(*2)	mm	8.00	(6.80)	
		(*3)		6.00		

(*1) 最小制限厚さ：解釈例 第21条 第1項 (JIS B 8265 5.1.3)

高合金鋼又は非鉄金属：1.5mm (腐食のおそれがある場合は2.5mm以上)

(*2) ()内数値は、成形後の最小保証厚さ。

(*3) テーパー部

半だ円形鏡板

中低面に圧力を受けるもの
内径基準

ガス工作物技術基準の解釈例 第22条 第1項

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.2.2 e) 附属書 E (規定) E.3.4

附属書Eによる計算厚さ (内径基準)

$$t = \frac{P \cdot D \cdot K}{2 \cdot \sigma_a \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

計算の区分		鏡板・強め材の計算用			
名称		鏡板			
図面番号					
部品番号					
設計条件	最高使用圧力	P	MPa	2.0000	
	最高使用温度		℃	80.00	
	使用材料名			SUS304	
	許容引張応力	σ_a	N/mm ²	124.40	
	溶接継手の種類			溶接継手なし	
	放射線透過試験の割合			—	
	溶接継手の効率	η		1.00	
	外面で測っただ円の長径 (腐れしろを除く)	Do	mm	—	
	内面で測っただ円の長径 (腐れしろを除く)	D	mm	600.00	
	内面で測っただ円の短径の1/2 (腐れしろを除く)	h	mm	150.00	
	腐れしろ	α	mm	0.00	
計算	①	2h		300.000	
	②	D / ①		2.000	
	③	2 + (②) ²		6.000	
		K = ③ / 6		1.000	
	④	0.2・P		0.400	
	⑤	2・ σ_a ・ η		248.800	
	⑥	⑤ - ④		248.400	
	⑦	P・D・K		1200.000	
	t = ⑦ / ⑥		4.84		
	最小厚さ = t + α (*1)		mm	4.84	
注*	継目なし胴の最小厚さ		mm	4.88	
	鏡板の必要最小厚さ		mm	4.88	
	使用厚さ		mm	8.00	
	成形後の最小保証厚さ		mm	6.80	

$$K = 1/6 [2 + (D/2h)^2]$$

注* ガス工作物技術基準の解釈例 第21条 第1項 第二項

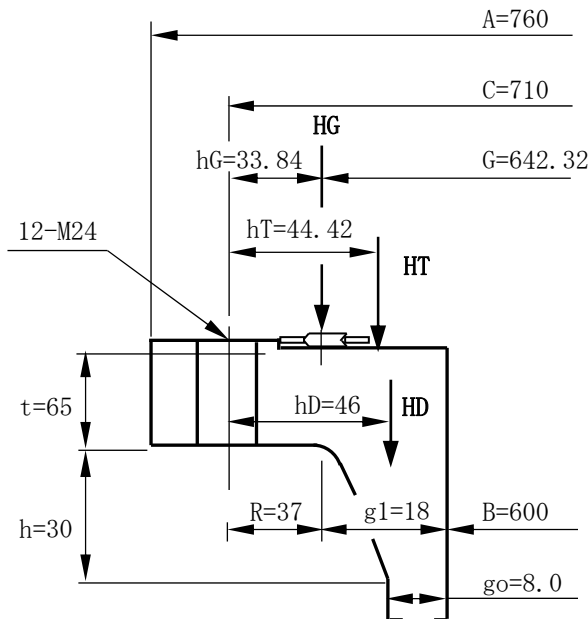
継目なし胴の最小厚さは (6 頁) による

(*1) 最小制限厚さ：解釈例 第21条 第1項 (JIS B 8265 5.1.3)

高合金鋼又は非鉄金属：1.5mm (腐食のおそれがある場合は2.5mm以上)

(管側) 一体形フランジ強度計算 (内圧) ガス工作物技術基準解釈例第34条
JIS B 8265 5.4 附属書G (規定)

名称	チャンネルフランジ			図番				品番									
設計条件				ガスケット及びボルト荷重の計算													
最高使用圧力	P	2.0000	MPa	相手フランジのボルト荷重				Wm11	-	N							
最高使用温度		80	°C					Wm21	-	N							
常温		20.00	°C	ガスケット材質				N	25.00	mm							
フランジ材料	SUSF304							型式 : T#1834R-NA-EES サイズ : t4.5xφ660xφ610				bo ≤ 6mm	bo	12.50	mm		
ボルト材料	SNB7			座面の形状								b=bo	b	8.84	mm		
ネック(胴板)材料	SUS304							ガスケット係数				bo > 6mm	G	642.32	mm		
腐れしろ		0.00	mm	ガスケット最小締付圧力								m	3.00				
ボルト材料の許容引張応力	使用温度	σb	172.00					N/mm ²	1a				y	68.90	N/mm ²		
	常温	σa	172.00	N/mm ²	H	πG ² P/4							648072	N			
フランジ材料の許容引張応力	使用温度	σfb	118.80	N/mm ²	Hp	2πbGmP			214060	N							
	常温	σfa	129.00	N/mm ²	Wm1	Wm11 又は H+Hp=862132 の大なる値			862132	N							
ネック(胴板)材料の許容引張応力	使用温度	σnb	124.40	N/mm ²	Wm2	Wm21 又は πbGy=1229059.3 の大なる値			1229060	N							
	常温	σna	129.00	N/mm ²	Am	Wm1/σb 又は Wm2/σa の大なる値			7146	mm ²							
フランジ板厚	t	65.00	mm	Ab	πd ² 2n/4=π×20.752 ² ×12/4 < Am			4058	mm ²								
外径	A	760.00	mm	Wg	(Am+Ab)σa/2			963544	N								
内径	B	600.00	mm	*1) 全ての寸法は腐れ後とする (但しシート面は腐れしろ 0 mm)													
ハブ先端厚さ	go	8.00	mm														
ハブ背面厚さ	gl	18.00	mm														
ハブ長さ	h	30.00	mm														
ボルト中心径	C	710.00	mm														
ボルト呼び径		M24															
ボルト谷径	d	20.752	mm														
ボルト本数	n	12									R=(C-B)/2-g1	37	mm				
使用状態																	
フランジの荷重											モーメントアーム				モーメント		
HD	πB ² P/4	565487	N	hD	R+g1/2	46.000	mm	MD	HD・hD	26012402	N・mm						
HG	Wm1-H	214060	N	hG	(C-G)/2	33.840	mm	MG	HG・hG	7243791	N・mm						
HT	H-HD	82585	N	hT	(R+g1+hG)/2	44.420	mm	MT	HT・hT	3668426	N・mm						
								Mo	MD+MG+MT	36924619	N・mm						
ガスケット締付時																	
フランジの荷重				モーメントアーム				モーメント									
Wg	963544	N		hG	(C-G)/2	33.840	mm	Mg	Wg・hG	32606329	N・mm						
形状による係数																	
ho=√Bgo		69.282		K=A/B		1.26667											
h/ho		0.4330		T		1.81148											
g1/go		2.2500		U		9.17451											
f		1.8872		Y		8.34882											
F		0.8369		Z		4.30882											
V		0.2247		e=F/ho		0.01208											
d=Uhogo ² /V		181038		L=(te+1)/T+t ³ /d		2.50240											
使用状態																	
SHo=fMo/Lg1 ² B		143.30	N/mm ²	≤ 1.5σfb		178.20	N/mm ²										
SRo=(1.33te+1)Mo/Lt ² B		11.90	N/mm ²	≤ σfb		118.80	N/mm ²										
STo=YMg/t2B-ZSRo		70.40	N/mm ²	≤ σfb		118.80	N/mm ²										
(SHo+SRo)/2		77.60	N/mm ²	≤ σfb		118.80	N/mm ²										
(SHo+STo)/2		106.90	N/mm ²	≤ σfb		118.80	N/mm ²										
ガスケット締付時																	
SHg=fMg/Lg1 ² B		126.50	N/mm ²	≤ 1.5σfa		193.50	N/mm ²										
SRg=(1.33te+1)Mg/Lt ² B		10.60	N/mm ²	≤ σfa		129.00	N/mm ²										
STg=YMg/t2B-ZSRg		61.80	N/mm ²	≤ σfa		129.00	N/mm ²										
(SHg+SRg)/2		68.60	N/mm ²	≤ σfa		129.00	N/mm ²										
(SHg+STg)/2		94.20	N/mm ²	≤ σfa		129.00	N/mm ²										



熱交換器その他これに類するものの平らな管板

ステーによって支えない管板

ガス工作物技術基準の解釈例 第23条
JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.7 附属書 K (規定)

次の t_1 又は t_2 のうち大きい方の値

$$t_1 = \frac{F \cdot D}{3} \sqrt{\frac{P}{\eta \cdot \sigma_a}} \quad t_2 = \frac{DL \cdot P}{4(1-d_o/pt) \tau_a} \quad \text{ここで、} DL = 4 \cdot A / C$$

※ 下記の条件式を満足する場合は、 t_2 の計算を省略できる。

$$1.1(1-d_o/pt)^2 / \eta > P \cdot \sigma_a / \tau_a^2$$

三角ピッチの場合

$$\eta = 1 - 0.907 / (pt/d_o)^2$$

四角ピッチの場合

$$\eta = 1 - 0.785 / (pt/d_o)^2$$

* 1) $t_s/D_i = 4.5/603 = 0.0075$ による値で 図 K.2 により $F = 1.25$

名 称				チューブシート	
図 面 番 号					
部 品 番 号					
区 分				胴側	管側
設	最高使用圧力	P	MPa	0.1900	2.0000
	最高使用温度		℃	95.00	
計	使用材料名			SUSF304	
	使用温度における管板材料の許容引張応力	σ_a	N/mm ²	115.20	
条	使用温度における管板材料の許容せん断応力 (0.8・ σ_a)	τ_a	N/mm ²	92.16	
	管板の外周の固定円の径	D	mm	603.00	642.32
件	一番外側の管の中心を順次結んで得られる多角形の面積	A	mm ²	123408.60	
	一番外側の管の中心を順次結んで得られる多角形の辺の長さの合計	C	mm	1900.00	
算	管板の取付け方法による係数	F		1.25	
	伝熱管の外径	d _o	mm	19.00	
計	伝熱管の配列のピッチ	pt	mm	25.00	
	伝熱管の配列 (四角又三角ピッチ)			三角ピッチ	
件	腐れしろ又は仕切り溝深さの大なる値 (胴側)	α_1	mm	0.00	
	腐れしろ又は仕切り溝深さの大なる値 (管側)	α_2	mm		5.00
算	$\eta = 1 - 0.907 / (pt/d_o)^2$			0.48	
	① $1.1(1-d_o/pt)^2 / \eta$			0.13	
計	② $P \cdot \sigma_a / \tau_a^2$			0.03	
	①>② の検討			∴ t_2 の計算省略	
算	③ $\sqrt{[P/(\eta \cdot \sigma_a)]}$			0.06	0.19
	④ $F \cdot D / 3$			251.25	267.63
件	$t_1 = ③ \times ④$			14.79	51.11
	DL= 4・A / C			—	
算	⑤ DL・P (Pはボルト締めによる相当圧力は考慮不要)			—	—
	⑥ $4(1-d_o/pt) \tau_a$			—	
計	$t_2 = ⑤ / ⑥$			—	—
	最小厚さ (t_1 又は t_2 の大なる値)+ α_1 + α_2			19.79	56.11
算	使用厚さ			60.00	

(注1) ボルト締めによる相当圧力は次頁による。

ボルト締めによる相当圧力	管板の外周がフランジの外径まである場合でボルト締めする管板
--------------	-------------------------------

JIS B 8265 圧力容器の構造一般事項 附属書 K (規格) K.5 (管板のボルト穴がネジ穴により)

- Ps : 胴側の最高使用圧力 = 0.1900 MPa
 Pt : 管側の最高使用圧力 = 2.0000 MPa
 P : 曲げの式に用いる管板の圧力で次式による
 (条件: ガスケットを、胴側フランジと管板との間に取り付ける場合)
 胴側圧力: P = Ps = 0.1900 MPa
 管側圧力: P = Pt+PBt 及び PBsの両ケースを計算 = 2.8353 MPa

ここで、ボルト締めによる相当圧力 PBs : ガスケット締付け時, PBt : 使用状態で次式による

$$PBs = 6.2Mg / (F^2 \cdot D_1^3) = 6.2 \times 32606329 / (1.25 \times 603^3) = 0.738 \text{ MPa}$$

$$PBt = 6.2Mo / (F^2 \cdot D_1^3) = 6.2 \times 36924619 / (1.25 \times 603^3) = 0.835 \text{ MPa}$$

- Mg : ガスケット締付け時に管板のフランジ部に作用するモーメント = 32606329 N・mm
 Mo : 使用状態で管板のフランジ部に作用する全モーメント = 36924619 N・mm
 D₁ : 胴の内径 = 603.00 mm

管板のフランジ部の厚さ	ガスケット溝を設ける場合等
-------------	---------------

JIS B 8265 圧力容器の構造一般事項 附属書 K (規格) K.6

$$t_r = \sqrt{\frac{1.9 \cdot W \cdot hG}{\sigma_a \cdot d}}$$

		胴側	管側
		管板フランジ部	
名 称		チューブシート	
図 面 番 号			
部 品 番 号			
設 計 条 件	使用材料名		SUSF304
	使用温度における材料の許容引張応力	σ_{a1} N/mm ²	115.20
	常温における材料の許容引張応力	σ_{a2} N/mm ²	129.00
	ガスケット反力円の直径 (G)	d mm	642.32
	ボルト荷重 (使用状態)	Wm1 N	862132
	ボルト荷重 (ガスケット締付け時)	Wg N	963544
	モーメントアーム	hG mm	33.84
	ガスケット溝深さ又はフランジとして切削深さ	α mm	5.0
計 算	① 1.9・Wm1・hG	-----	61952025.0
	② $\sigma_{a1} \cdot d$	-----	73995.3
	$t_{r1} = \sqrt{(① / ②)}$	-----	28.94
	③ 1.9・Wg・hG	-----	61952025.0
	④ $\sigma_{a2} \cdot d$	-----	82859.3
	$t_{r2} = \sqrt{(③ / ④)}$	-----	27.35
	最小厚さ = (t _{r1} 又は t _{r2} の大きい値)	mm	28.94
管板フランジ部厚さ (使用厚さ - α)	mm	55.00 OK!	

直 管

内圧 ・ 外径基準

$$P \leq 0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$$

ガス工作物技術基準の解釈例 第22条 第1項

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.2.1 a) 附属書 E (規定) E.2.2 a)

附属書Eによる計算厚さ (外径基準)

$$t = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot \sigma_a \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

計 算 の 区 分			管の計算用			
名 称			チューブ			
図 面 番 号						
部 品 番 号						
設 計 条 件	最高使用圧力	P	MPa	2.0000		
	最高使用温度		℃	80.00		
	使用材料名			SUS304TB-S		
	許容引張応力	σ_a	N/mm ²	124.40		
	溶接継手の種類			溶接継手なし		
	放射線透過試験の割合			—		
	溶接継手の効率	η		1.00		
	管の外径(腐れしろを除く)	D_o	mm	19.00		
	腐れしろ	α	mm	0.00		
計 算	$0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			47.894		
	P ≤ 0.385 · σ_a · η の検討			条件式を満足		
	①	$2 \cdot \sigma_a \cdot \eta$		248.800		
	②	0.8 · P		1.600		
	③	① + ②		250.400		
	④	P · D_o		38.000		
	t = ④ / ③			0.16		
最小厚さ = t + α			mm	0.16		
使用厚さ			mm	2.00 (2.00)		

注：t は小数点以下第3位以下を切り上げとし、その他は四捨五入とする。

熱交換器の管

(直管)

外圧

Do / t < 10 の場合

ガス工作物技術基準の解釈例 第36条 第1項 第二号

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項 附属書 E (規定) E. 4. 2 b)

(1). 外面に圧力を受ける管の最小厚さ

$$A = \frac{1.1t^2}{Do^2} \left(A > 0 \text{ の場合は } A = 0.1 \text{ とする} \right)$$

$$P_{a1} = \left(\frac{2.167t}{Do} - 0.0833 \right) B \quad P_{a2} = \frac{2\sigma_{ac}t}{Do} \left(1 - \frac{t}{Do} \right)$$

名 称		チューブ			
図面番号					
部品番号					
設計条件	最高使用圧力	P	MPa	0.1900	
	最高使用温度		℃	95.00	
	使用材料名			SUS304TB-S	
	材料の許容引張応力	σ_a	N/mm ²	122.60	
	材料の降伏点又は0.2%耐力	σ_y	N/mm ²	173.60	
	管の外径	Do	mm	19.00	
	管の長さ	L	mm	2494.00	
	仮定された管の最小厚さ	t	mm	0.80	
	腐れしろ	α	mm	0.00	
	計算	L / Do (最大50, 最小0.05)			50.000
Do / t ₀			23.750		
形状による係数(上式による)		A		0.01219	
材料の種類による係数(図E.10による)		B		103.04	
縦弾性係数(Bの値が図中外の場合)		E	N/mm ²	—	
0.5・E・A (Bの値が図中外の場合)		B		—	
① 2 σ_a				245.20	
② 0.9 σ_y				156.24	
①又は②の小なる値		σ_{ac}		156.24	
③ 2.167t / Do - 0.0833				0.008	
③×B		P _{a1}	MPa	0.8183	
④ 2 $\sigma_{ac}t$ / Do				13.157	
⑤ 1 - t / Do				0.958	
④×⑤		P _{a2}	MPa	12.6030	
P _{a1} , P _{a2} のうち小なる値	P _a	MPa	0.8183		
P _a ≥ P の検討		MPa	P _a ≥ P	OK!	
最小厚さ = t + α		mm	0.80		
使用厚さ		mm	2.00 (2.00)		

直 管

内圧 ・ 外径基準
 $P \leq 0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$

ガス工作物技術基準の解釈例 第22条 第1項

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.2.1 a) 附属書 E (規定) E.2.2 a)

附属書Eによる計算厚さ (外径基準)

$$t = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot \sigma_a \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

計 算 の 区 分			管の計算用			管の計算用			管の計算用		
名 称			N-1, N-2(4B) ノズル			N-7(1B) ノズルネック			N-7(1B) ノズルボス		
図 面 番 号											
部 品 番 号											
設 計 条 件	最高使用圧力	P	MPa	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	
	最高使用温度		℃	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	
	使用材料名			STPG370-S (Sch40)	STPG370-S (Sch80)	STPG370-S (Sch80)	SFVC2A	SFVC2A	SFVC2A	SFVC2A	
	許容引張応力	σ_a	N/mm ²	92.00	92.00	92.00	121.00	121.00	121.00	121.00	
	溶接継手の種類			溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	
	放射線透過試験の割合			—	—	—	—	—	—	—	
	溶接継手の効率	η		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	管の外径(腐れしろを除く)	D_o	mm	114.30	34.00	34.00	46.00	46.00	46.00	46.00	
	腐れしろ	α	mm	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
$0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$				35.420	35.420	46.585	46.585	46.585	46.585	46.585	
P ≤ 0.385 · σ_a · η の検討				条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	
①	$2 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			184.000	184.000	242.000	242.000	242.000	242.000	242.000	
②	0.8 · P			0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	
③	① + ②			184.152	184.152	242.152	242.152	242.152	242.152	242.152	
④	P · D_o			21.717	6.460	8.740	8.740	8.740	8.740	8.740	
t = ④ / ③				0.12	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
最小厚さ = t + α			mm	1.62	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	1.54	
使用厚さ			(*1) mm	6.00 (5.25)	4.50 (3.93)	5.75 (5.75)	5.75 (5.75)	5.75 (5.75)	5.75 (5.75)	5.75 (5.75)	

注：t は小数点以下第3位以下を切り上げとし、その他は四捨五入とする。

(*1) ()内数値は、管の厚さのマイナス側公差12.5%を除いた値。

ただし、鍛鋼品は公差を考慮しない。

直 管

内圧 ・ 外径基準
 $P \leq 0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$

ガス工作物技術基準の解釈例 第22条 第1項

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.2.1 a) 附属書 E (規定) E.2.2 a)

附属書Eによる計算厚さ (外径基準)

$$t = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot \sigma_a \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

計 算 の 区 分			管の計算用			管の計算用			管の計算用			
名 称			N-8a, b(1/2B)ノズルネック			N-8a, b(1/2B)ノズルボス			H-1, 2(6B)ハンドホール			
図 面 番 号												
部 品 番 号												
設 計 条 件	最 高 使 用 圧 力	P	MPa	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900		
	最 高 使 用 温 度		℃	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00		
	使 用 材 料 名	STPG370-S (Sch80)			SFVC2A			STPG370-S (Sch40)				
	許 容 引 張 応 力	σ_a	N/mm ²	92.00	121.00	92.00	121.00	92.00	121.00	92.00		
	溶 接 継 手 の 種 類	溶接継手なし			溶接継手なし			溶接継手なし				
	放 射 線 透 過 試 験 の 割 合	—			—			—				
	溶 接 継 手 の 効 率	η		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
	管の外径(腐れしろを除く)	D_o	mm	21.70	32.00	21.70	32.00	165.20	165.20	165.20		
	腐 れ し ろ	α	mm	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
計 算	$0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			35.420	46.585	35.420	46.585	35.420	46.585	35.420		
	P ≤ 0.385 · σ_a · η の検討			条件式を満足			条件式を満足			条件式を満足		
	①	$2 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			184.000	242.000	184.000	242.000	184.000	242.000		
	②	0.8 · P			0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152		
	③	①+②			184.152	242.152	184.152	242.152	184.152	242.152		
	④	P · D_o			4.123	6.080	4.123	6.080	4.123	6.080		
t = ④ / ③			0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03			
最小厚さ = t + α			mm	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53			
使用厚さ			(*1)	mm	3.70	(3.20)	4.90	(4.90)	7.10	(6.21)		

注：t は小数点以下第3位以下を切り上げとし、その他は四捨五入とする。

(*1) ()内数値は、管の厚さのマイナス側公差12.5%を除いた値。

ただし、鍛鋼品は公差を考慮しない。

直 管

内圧 ・ 外径基準

$$P \leq 0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$$

ガス工作物技術基準の解釈例 第22条 第1項

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.2.1 a) 附属書 E (規定) E.2.2 a)

附属書Eによる計算厚さ (外径基準)

$$t = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot \sigma_a \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

計 算 の 区 分			管の計算用			管の計算用			管の計算用		
名 称			N-3, N-4(3B) ノズル			N-5(2B) ノズル			N-6(1B) ノズルネック		
図 面 番 号											
部 品 番 号											
設 計 条 件	最高使用圧力	P	MPa	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	
	最高使用温度		℃	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	
	使用材料名				SUS304TP-S (Sch20S)	SUS304TP-S (Sch40)	SUS304TP-S (Sch40)	SUS304TP-S (Sch40)	SUS304TP-S (Sch40)	SUS304TP-S (Sch40)	
	許容引張応力	σ_a	N/mm ²	124.40	124.40	124.40	124.40	124.40	124.40	124.40	
	溶接継手の種類				溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	溶接継手なし	
	放射線透過試験の割合				—	—	—	—	—	—	
	溶接継手の効率	η		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	管の外径(腐れしろを除く)	D_o	mm	89.10	60.50	60.50	60.50	34.00	34.00	34.00	
	腐れしろ	α	mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	計 算	$0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			47.894	47.894	47.894	47.894	47.894	47.894	47.894
P ≤ 0.385 · σ_a · η の検討			条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足	条件式を満足		
①		$2 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			248.800	248.800	248.800	248.800	248.800	248.800	
②		0.8 · P			1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	
③		① + ②			250.400	250.400	250.400	250.400	250.400	250.400	
④		P · D_o			178.200	121.000	121.000	68.000	68.000	68.000	
t = ④ / ③			0.72	0.49	0.49	0.28	0.28	0.28	0.28		
最小厚さ = t + α			mm	0.72	0.49	0.49	0.28	0.28	0.28		
使用厚さ			(*1)	mm	4.00	(3.50)	3.90	(3.40)	3.40	(2.90)	

注：t は小数点以下第3位以下を切り上げとし、その他は四捨五入とする。

(*1) ()内数値は、管の厚さのマイナス側公差12.5%を除いた値。

ただし、鍛鋼品は公差を考慮しない。

直 管

内圧 ・ 外径基準

$$P \leq 0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$$

ガス工作物技術基準の解釈例 第22条 第1項

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.2.1 a) 附属書 E (規定) E.2.2 a)

附属書Eによる計算厚さ (外径基準)

$$t = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot \sigma_a \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

計 算 の 区 分			管の計算用			
名 称			N-6(1B)ノズルボス			
図 面 番 号						
部 品 番 号						
設 計 条 件	最高使用圧力	P	MPa	2.0000		
	最高使用温度		℃	80.00		
	使用材料名			SUS304		
	許容引張応力	σ_a	N/mm ²	124.40		
	溶接継手の種類			溶接継手なし		
	放射線透過試験の割合			—		
	溶接継手の効率	η		1.00		
	管の外径(腐れしろを除く)	D_o	mm	46.00		
	腐れしろ	α	mm	0.00		
計 算	$0.385 \cdot \sigma_a \cdot \eta$			47.894		
	P ≤ 0.385 · σ_a · η の検討			条件式を満足		
	①	$2 \cdot \sigma_a \cdot \eta$		248.800		
	②	0.8 · P		1.600		
	③	① + ②		250.400		
	④	P · D_o		92.000		
	t = ④ / ③			0.37		
	最小厚さ = t + α		mm	0.37		
	使用厚さ	(*1)	mm	5.75	(5.75)	

注：t は小数点以下第3位以下を切り上げとし、その他は四捨五入とする。

(*1) ()内数値は、板の厚さのマイナス側許容差を除いた値。

ただし、鍛鋼品は公差を考慮しない。

伸縮継手の要否 (検討) (腐れ前)	内 圧 (チューブ)
--------------------	------------

参考文献： 高圧ガス保安法令例規集 別添1 特定設備の技術基準の解釈 第17条第1項
(算式は計算書様式G-01参照)

1	名 称	チューブ		27 ①	$\alpha_s(T_{sm}-T_o)$	0.000801		
2	図 面 番 号			28 ②	$\alpha_t(T_{tm}-T_o)$	0.000919		
3	部 品 番 号			29 ③	①-②	-0.000117		
設 計 条 件	4	胴の最高使用圧力	P_s MPa	0.1900	30	$\delta = ③ \times \ell$	-0.293	
	5	管の最高使用圧力	P_t MPa	2.0000	31	$A_s = \pi (D+t_s) t_s$	8588.33	
	6	胴の最高使用温度	T_s °C	95.0	32	$A_t = n \pi (d-t_t) t_t$	49348.14	
	7	管の最高使用温度	T_t °C	80.0	33	④ $(D^2-nd^2)P_s$	37397.13	
	8	胴の金属温度	T_{sm} °C	90.0	34	⑤ $n(d-2t_t)^2 P_t$	207900.00	
	9	管の金属温度	T_{tm} °C	75.0	35	$P_1 = \pi (④+⑤)/4$	192655.92	
	10	胴板の使用材料名	SB410		36	⑥ $A_s E_s + A_t E_t$	11108820613	
	11	管の使用材料名	SUS304TB-S		37	⑦ ⑥ $\times \ell$	2.77721E+13	
	12	金属温度における材料の線膨張係数	胴板	α_s /°C	11.45E-06	38	$F_1 = \delta A_s A_t E_s E_t / ⑦$	-169215.52
	13		管	α_t /°C	16.70E-06			
	14	最高使用温度における材料の縦弾性係数	胴板	E_s N/mm ²	198300.00	39	$F_2 = P_1 A_s E_s / ⑥$	29535.60
	15		管	E_t N/mm ²	190600.00			
	16	最高使用温度における材料の許容引張応力	胴板	σ_{si} N/mm ²	103.00	40	$F_3 = P_1 A_t E_t / ⑥$	163120.32
	17		管	σ_{ti} N/mm ²	124.40			
	18	最高使用温度における材料の降伏点又は0.2%耐力	胴板	σ_{sy} N/mm ²	202.40	41	$\sigma_s = (-F_1 + F_2) / A_s$	23.14
	19		管	σ_{ty} N/mm ²	181.40			
	20	胴の内径	D	mm	603.00	42	$\sigma_t = (F_1 + F_3) / A_t$	-0.12
	21	胴板の厚さ	t_s	mm	4.50	43	$\sigma_{sa} = 0.3 E_{st} s / (D+te) (1+0.004 E_s / \sigma_{sy})$	89.59
	22	管の外径	d	mm	19.00	44	σ_{ta} は次頁による	1.70
23	管の厚さ	t_t	mm	2.00	許容圧縮応力	45	胴板 (σ_{si} 又は σ_{sa} の小なる値) σ_{sc} N/mm ²	89.59
24	管の数	n	本	462	46	管 (σ_{ti} 又は σ_{ta} の小なる値) σ_{tc} N/mm ²	1.70	
25	胴又は管の常温における長さ	ℓ	mm	2500.00	47	$\delta = 0$ の場合	---	
26	常温	T_o	°C	20.0	52	伸縮継手の要否の判定	否	
							否	

計 算

検 討

管の許容座屈応力の算出 (腐れ前)

特定設備検査規則 [別添1]第11条 □

条件式

$$\sqrt{\frac{2\pi^2 E_t}{\sigma_{ty}}} \leq \frac{K \ell_b}{i}$$

但し

$$i = \frac{\sqrt{d^2 + (d - 2t_t)^2}}{4}$$

(1) 条件式を満足する

$$\sigma_{ta1} = \frac{\pi^2 E_t}{2 \left(\frac{K \ell_b}{i} \right)^2}$$

(2) 条件式を満足しない

$$\sigma_{ta2} = \frac{\sigma_{ty}}{2} \left(1 - \frac{\frac{K \ell_b}{i}}{2 \sqrt{\frac{2\pi^2 E_t}{\sigma_{ty}}}} \right)$$

[1]	名 称			チューブ
[2]	図 面 番 号			
[3]	部 品 番 号			
[4]	胴 の 材 質			SUS304TB-S
[5]	最 高 使 用 温 度	°C		80.00
[6]	胴 の 外 径	d	mm	19.00
[7]	胴 の 厚 さ	t _t	mm	2.00
[8]	胴の最高使用温度における縦弾性係数	E _t	N/mm ²	190600
[9]	胴の最高使用温度における降伏点	σ _{ty}	N/mm ²	181.40
[10]	(1)	d ²		361.00
[11]	(2)	(d-2t _t) ²		225.00
[12]	(3)	(1)+(2)		586.00
[13]	胴の断面二次半径 i = √(3) / 4			6.05
[14]	条件式 √(2π ² E _t /σ _{ty})			144.01
[15]	胴 の 支 持 方 法 の 係 数	K		1.0
[16]	胴 の 支 持 長 さ	ℓ _b	mm	4500.00
[17]	K · ℓ _b / i			743.57
[18]	判定			満足する
[19]	(1)式の場合	σ _{ta1}	N/mm ²	1.70
[20]	(2)式の場合	σ _{ta2}	N/mm ²	---
[21]	胴 の 許 容 座 屈 応 力	σ _{ta}	N/mm ²	1.70

伸縮継手の要否 (検討) (腐れ後)	内 圧
--------------------	-----

参考文献 : 高圧ガス保安法令例規集 別添1 特定設備の技術基準の解釈 第17条第1項
(算式は計算書様式G-01参照)

1	名 称	チューブ			27 ①	$\alpha_s(T_{sm}-T_o)$	0.000801		
2	図面番号				28 ②	$\alpha_t(T_{tm}-T_o)$	0.000919		
3	部品番号				29 ③	①-②	-0.000117		
設 計 条 件	4	胴の設計圧力	P_s MPa	0.1900	30	$\delta = ③ \times \ell$	-0.293		
	5	管の設計圧力	P_t MPa	2.0000	31	$A_s = \pi (D+t_s) t_s$	5739.69		
	6	胴の設計温度	T_s °C	95.00	32	$A_t = n \pi (d-t_t) t_t$	49348.14		
	7	管の設計温度	T_t °C	80.00	33 ④	$(D^2 - nd^2) P_s$	38086.26		
	8	胴の金属温度	T_{sm} °C	90.00	34 ⑤	$n(d-2t_t)^2 P_t$	207900.00		
	9	管の金属温度	T_{tm} °C	75.00	35	$P_1 = \pi (④ + ⑤) / 4$	193197.16		
	10	胴板の使用材料名		SB410	36 ⑥	$A_s E_s + A_t E_t$	10543935472		
	11	管の使用材料名		SUS304TB-S	37 ⑦	⑥ $\times \ell$	2.63598E+13		
	12	設計温度における材料の線膨張係数	胴板	α_s /°C	11.45E-06	38	$F_1 = \delta A_s A_t E_s E_t / ⑦$	-119147.56	
	13		管	α_t /°C	16.70E-06	39	$F_2 = P_1 A_s E_s / ⑥$	20854.95	
	14	設計温度における材料の縦弾性係数	胴板	E_s N/mm ²	198300.00	40	$F_3 = P_1 A_t E_t / ⑥$	172342.21	
	15		管	E_t N/mm ²	190600.00	41	$\sigma_s = (-F_1 + F_2) / A_s$	24.39	
	16	設計温度における材料の許容引張応力	胴板	σ_{si} N/mm ²	103.00	42	$\sigma_t = (F_1 + F_3) / A_t$	1.08	
	17		管	σ_{ti} N/mm ²	124.40	43	$\sigma_{sa} = 0.3 E_s t_s / (D + t_e) (1 + 0.004 E_s / \sigma_{sy})$	59.58	
	18	設計温度における材料の降伏点又は0.2%耐力	胴板	σ_{sy} N/mm ²	202.40	44	σ_{ta} は次頁による	1.70	
	19		管	σ_{ty} N/mm ²	181.40	許容圧縮応力	45 胴板 (σ_{si} 又は σ_{sa} の小なる値) σ_{sc} N/mm ²	59.58	
	20	胴の内径	D	mm	606.00	46 管 (σ_{ti} 又は σ_{ta} の小なる値) σ_{tc} N/mm ²	1.70		
	21	胴板の厚さ	t_s	mm	3.00	47	$\delta = 0$ の場合	---	
	22	管の外径	d	mm	19.00	検 討	$\delta > 0$ の場合	48 $ \sigma_s > \sigma_{sc}$ 又は $\sigma_t > \sigma_{ti}$ の場合	---
	23	管の厚さ	t_t	mm	2.00		49 $ \sigma_s \leq \sigma_{sc}$ かつ $\sigma_t \leq \sigma_{ti}$ の場合	---	
24	管の数	n	本	462	検 討	$\delta < 0$ の場合	50 $\sigma_s > \sigma_{si}$ 又は $ \sigma_t > \sigma_{tc}$ の場合	---	
25	胴又は管の常温における長さ	ℓ	mm	2500.00		51 $\sigma_s \leq \sigma_{si}$ かつ $ \sigma_t \leq \sigma_{tc}$ の場合	否		
26	常温	T_o	°C	20.0	52	伸縮継手の要否の判定	否		

管の許容座屈応力の算出 (腐れ後)

特定設備検査規則 [別添1]第11条 □

条件式

$$\sqrt{\frac{2\pi^2 E_t}{\sigma_{ty}}} \leq \frac{K l_b}{i}$$

但し

$$i = \frac{\sqrt{d^2 + (d - 2t_t)^2}}{4}$$

(1) 条件式を満足する

$$\sigma_{ta1} = \frac{\pi^2 E_t}{2 \left(\frac{K l_b}{i}\right)^2}$$

(2) 条件式を満足しない

$$\sigma_{ta2} = \frac{\sigma_{ty}}{2} \left(1 - \frac{\frac{K l_b}{i}}{2 \sqrt{\frac{2\pi^2 E_t}{\sigma_{ty}}}} \right)$$

[1]	名 称			チューブ
[2]	図 面 番 号			
[3]	部 品 番 号			
[4]	胴 の 材 質			SUS304TB-S
[5]	設 計 温 度	°C		80.00
[6]	胴 の 外 径	d	mm	19.00
[7]	胴 の 厚 さ	t _t	mm	2.00
[8]	胴の設計温度における縦弾性係数	E _t	N/mm ²	190600
[9]	胴の設計温度における降伏点	σ _{ty}	N/mm ²	181.40
[10]	(1)	d ²		361.00
[11]	(2)	(d-2t _t) ²		225.00
[12]	(3)	(1)+(2)		586.00
[13]	胴の断面二次半径 i = √(3) / 4			6.05
[14]	条件式 √(2π ² E _t /σ _{ty})			144.01
[15]	胴の支持方法の係数	K		1.0
[16]	胴の支持長さ	l _b	mm	4500.00
[17]	K · l _b / i			743.57
[18]	判定			満足する
[19]	(1)式の場合	σ _{ta1}	N/mm ²	1.70
[20]	(2)式の場合	σ _{ta2}	N/mm ²	---
[21]	胴の許容座屈応力	σ _{ta}	N/mm ²	1.70

穴の補強要否の判定

（補強を必要としない穴）

ガス工作物技術基準の解釈例 第31条 第1項 第一号

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項 附属書 F (規定) F.3 a)

1. 補強を必要としない穴

ノズル類の穴で、附属書F (規定) 圧力容器の穴の補強 F.3 a)-1), 2)項の規定に該当する円形の穴は 補強を必要としない。

単独の穴で、次の 1) 又は 2) の場合。

- 1) 計算厚さが 10mm 以下の胴、鏡板又は平板に設ける穴で、内径 89 mm 以下の場合。
- 2) 計算厚さが 10mm を超える胴、鏡板又は平板に設ける穴で、内径 61 mm 以下の場合。

平板に設ける穴の場合、円形平板の場合は直径、円形以外の場合は最小スパンの 1/4 以下の穴をいう。

ノズル NO.	サイズ	*ノズル内径	取付け部の 計算厚さ	補強の要否判定		備考
				要	否	
N-1, N-2(4B)ノズル	4B	105.30	0.59	○		
N-3, N-4(3B)ノズル	3B	81.10	4.88		○	
N-5(2B)ノズル	2B	52.70	4.84		○	
N-6(1B)ノズル	1B	34.50	4.84		○	
N-7(1B)ノズル	1B	37.50	0.59		○	
N-8a, b(1/2B)ノズル	1/2B	25.20	0.59		○	
H-1, 2(6B)ハンドホール	6B	154.00	0.59	○		

* 腐れしろを考慮した内径

穴の補強（補強板形） 内 圧

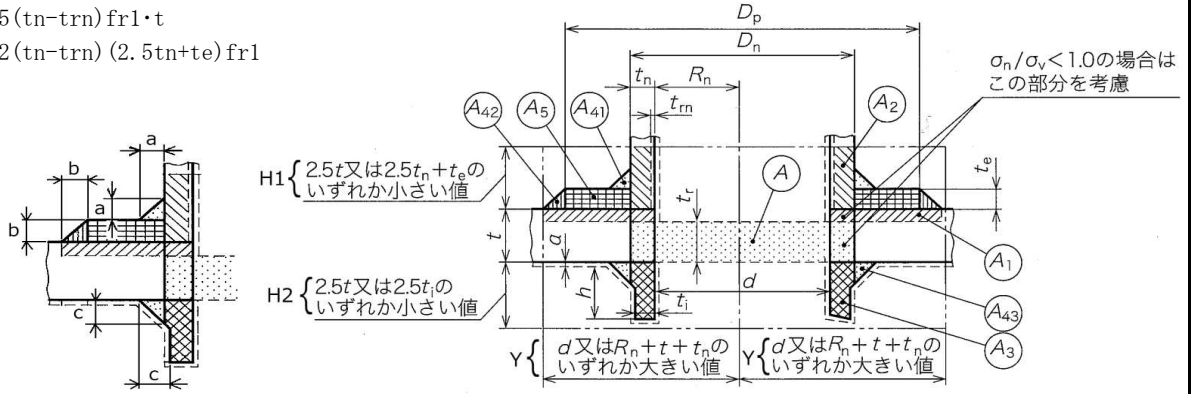
ガス工作物技術基準の解釈例 第31条 第1項
 JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.5 附属書 F（規定）

穴の補強に必要な断面積
 胴板(内圧) $A = d \cdot tr \cdot F + 2 \cdot tn \cdot tr \cdot F(1-fr1)$

設計 条件	計算の区分			胴板(内圧)			設計 条件	腐れしろ	α	mm	1.50	
	名称（ノズル記号）			N-1, N-2ノズル				溶接金属部分の寸法	a	mm	6.00	
	図面番号							溶接金属部分の寸法	b	mm	5.00	
	部品番号							溶接金属部分の寸法	c	mm	---	
	最高使用温度			°C	95.00			溶接継手効率 ※1	η		1.00	
	当該断面が長手軸となす角度		θ	°	0.00			必要断面積	A	mm ²	287.4	
	図F.2により得られる係数		F		1.00			範囲補強の の有効範囲 の検討	補強の有効範囲	Y	mm	486.00
	使用材料名				SB410				補強の有効範囲	H1	mm	10.62
	最高使用温度における許容引張応力		σv	N/mm ²	103.00				補強の有効範囲	H2	mm	0.00
	厚さ（腐れしろを除く）		t	mm	4.25			係数減 算	$\sigma n / \sigma v$	fr1		0.89
	最小厚さ		tr	mm	0.59				$\sigma n / \sigma v$ 又は $\sigma p / \sigma v$ いずれ小なる値	fr2		0.89
	使用材料名				STPG370-S (Sch40)				$\sigma p / \sigma v$	fr3		1.00
	最高使用温度における許容引張応力		σn	N/mm ²	92.00			穴の補強に 有効な断面 面積	(A1)	※2	mm ²	1775.1
	厚さ（腐れしろを除く）		tn	mm	4.50				(A2)	※3	mm ²	82.8
	最小厚さ		trn	mm	0.12				(A3)		mm ²	---
	穴の径（腐れしろを除く）		d	mm	486.00				(A41) × fr2		mm ²	32.0
	管台外径		Dn	mm	114.30				(A42) × fr3		mm ²	25.0
	内側管台の高さ		h	mm	---				(A43) × fr2		mm ²	---
	使用材料名				SB410				(A5) [min. (2Y, Dp)-Dn]te·fr3		mm ²	574.2
	最高使用温度における許容引張応力		σp	N/mm ²	103.0			① A1 ~ A5 の合計		mm ²	2489.1	
厚さ		te	mm	6.00		判定	① ≥ A の検討		① ≥ A OK			
外径		Dp	mm	210.00		必要断面積	2/3A	mm ²	---			

※1 穴が長手継手又は胴板と鏡板との周継手を通らない場合、1.0
 ※2 次の算式により得られる断面積のいずれか大なるもの
 $= d(\eta t - Ftr) - 2tn(\eta t - Ftr)(1 - fr1)$
 $= 2(t + tn)(\eta t - Ftr) - 2tn(\eta t - Ftr)(1 - fr1)$

※3 次の算式により得られる断面積のいずれか小なるもの
 $= 5(tn - trn)fr1 \cdot t$
 $= 2(tn - trn)(2.5tn + te)fr1$



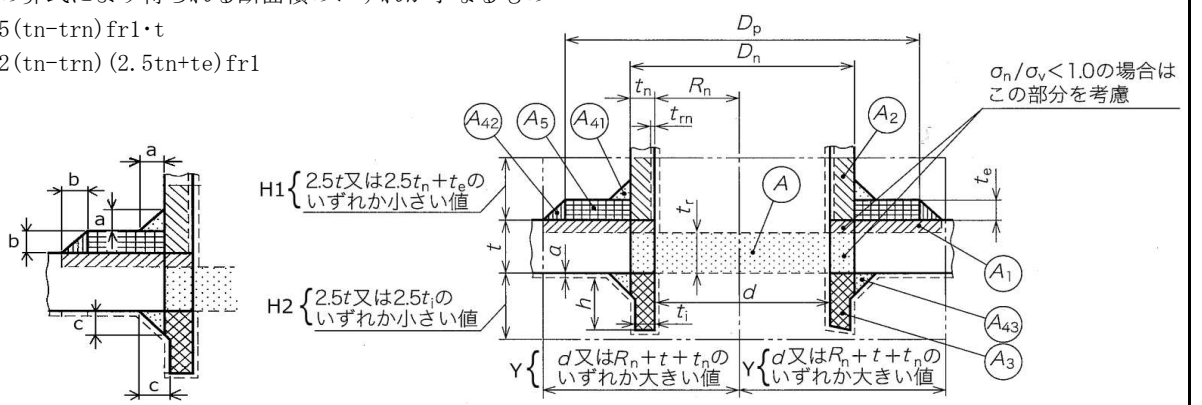
大 径 穴	必要断面積	2/3A	mm ²	---
	断有 面積 積効	A1' 0.5d(ηt-Ftr)-2tn(ηt-Ftr)(1-fr1)		---
		A5' [min(Dp, 1.5·d)-Dn]te·fr3		---
	判定	② A2+A3+A41+A42+A43+A1'+A5		---
判定	② ≥ 2/3A の検討		---	

穴の補強（補強板形） 内 圧

ガス工作物技術基準の解釈例 第31条 第1項
 JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項5.5 附属書 F（規定）

穴の補強に必要な断面積
 胴板(内圧) $A = d \cdot tr \cdot F + 2 \cdot tn \cdot tr \cdot F(1-fr1)$

設計 条件	計算の区分			胴板(内圧)			設計 条件	腐れしろ	α	mm	1.50	
	名称 (ノズル記号)			H-1, 2ハンドホール				溶接金属部分の寸法	a	mm	6.00	
	図面番号							溶接金属部分の寸法	b	mm	5.00	
	部品番号							溶接金属部分の寸法	c	mm	---	
	最高使用温度			°C	95.00			溶接継手効率 ※1	η		1.00	
	当該断面が長手軸となす角度		θ	°	0.00			必要断面積	A	mm ²	287.5	
	図F.2により得られる係数		F		1.00			範囲補強の の有効範囲 の検討	補強の有効範囲	Y	mm	486.00
	使用材料名				SB410				補強の有効範囲	H1	mm	10.62
	最高使用温度における許容引張応力		σv	N/mm ²	103.00				補強の有効範囲	H2	mm	0.00
	厚さ (腐れしろを除く)		t	mm	4.25			係数減 算	$\sigma n / \sigma v$	fr1		0.89
	最小厚さ		tr	mm	0.59				$\sigma n / \sigma v$ 又は $\sigma p / \sigma v$ いずれ小なる値	fr2		0.89
	使用材料名				STPG370-S (Sch40)				$\sigma p / \sigma v$	fr3		1.00
	最高使用温度における許容引張応力		σn	N/mm ²	92.00			穴の補強に 有効な断面 面積	(A1)	※2	mm ²	1774.2
	厚さ (腐れしろを除く)		tn	mm	5.60				(A2)	※3	mm ²	103.6
	最小厚さ		trn	mm	0.12				(A3)		mm ²	---
	穴の径 (腐れしろを除く)		d	mm	486.00				(A41) × fr2		mm ²	32.0
	管台外径		Dn	mm	165.20				(A42) × fr3		mm ²	25.0
	内側管台の高さ		h	mm	---			(A43) × fr2		mm ²	---	
	使用材料名				SB410			(A5) [min. (2Y, Dp)-Dn]te·fr3		mm ²	808.8	
	最高使用温度における許容引張応力		σp	N/mm ²	103.0			① A1 ~ A5 の合計		mm ²	2743.6	
厚さ		te	mm	6.00		判定	① ≥ A の検討		① ≥ A OK			
外径		Dp	mm	300.00		必要断面積	2/3A	mm ²	---			
※1 穴が長手継手又は胴板と鏡板との周継手を通らない場合、1.0 ※2 次の算式により得られる断面積のいずれか大なるもの $= d(\eta t - Ftr) - 2tn(\eta t - Ftr)(1 - fr1)$ $= 2(t + tn)(\eta t - Ftr) - 2tn(\eta t - Ftr)(1 - fr1)$ ※3 次の算式により得られる断面積のいずれか小なるもの $= 5(tn - trn)fr1 \cdot t$ $= 2(tn - trn)(2.5tn + te)fr1$							大 径 穴	必要断面積	2/3A	mm ²	---	
								断有 面積 積効	A1'	$0.5d(\eta t - Ftr) - 2tn(\eta t - Ftr)(1 - fr1)$		---
									A5'	$[\min(Dp, 1.5 \cdot d) - Dn]te \cdot fr3$		---
								判定	② A2+A3+A41+A42+A43+A1'+A5			---
判定	② ≥ 2/3A の検討			---								



規格フランジ一覧表

設計条件

			胴側	管側
最高使用圧力	P	MPa	0.19	2.00
最高使用温度		℃	95	80

ノズルリスト

胴側

ノズル記号	N-1, N-2ノズル	N-7ノズル	N-8a, bノズル	H-1, H-2ハンドホール	H-1, H-2ハンドホール	
図面番号						
部品番号						
呼称	4B	1B	1/2B	6B	6B	
規格名	JIS10K	JIS10K	JIS10K	JIS10K	JIS10K	
種類	SO. RF	SO. RF	SO. RF	SO. RF	BL. RF	
材料	SFVC2A	SFVC2A	SFVC2A	SFVC2A	SFVC2A	
備考						
ノズル記号						
図面番号						
部品番号						
呼称						
規格名						
種類						
材料						
備考						

管側

ノズル記号	N-3, N-4ノズル	N-5ノズル	N-6ノズル			
図面番号						
部品番号						
呼称	3B	2B	1B			
規格名	JPI#300	JPI#300	JPI#300			
種類	WN. RF	WN. RF	WN. RF			
材料	SUSF304	SUSF304	SUSF304			
備考						
ノズル記号						
図面番号						
部品番号						
呼称						
規格名						
種類						
材料						
備考						

∴ 解釈例 34条により、フランジは下記の通りJIS及びJPIの規定の制限圧力以下での使用のため、計算は省略出来る。

胴側

JIS規格フランジ： JIS B2220 2012 圧力・温度基準 - JIS 10K 95℃における許容圧力 = 0.92 MPa \geq 0.19 MPa

管側

JPI規格フランジ： JPI 7S-15 2011 圧力・温度基準 - JPI#300 80℃における許容圧力 = 4.36 MPa \geq 2.00 MPa