

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-346 改3
提出年月日	平成30年7月19日

#### V-3-5-3-1-4 弁の強度計算書

まえがき

本計算書は、添付書類「V-3-1-2 クラス1機器の強度計算の基本方針」並びに「V-3-2-3 クラス1弁の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「V-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

・評価条件整理表

機器名	既設 or 新設	施設時の 技術基準 に対象と する施設 の規定が あるか	クラスアップするか				条件アップするか				既工認に おける 評価結果 の有無	施設時の 適用規格	評価区分	同等性 評価 区分	評価 クラス	
			クラス アップ の有無	施設時 機器 クラス	DB クラス	SA クラス	条件 アップ の有無	DB条件		SA条件						
								圧力 (MPa)	温度 (°C)	圧力 (MPa)						温度 (°C)
E12-F008	既設	無	—	DB-2	DB-1	—	—	8.62	302	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-1
E12-F050B	既設	無	—	DB-1	DB-1	—	—	10.69	302	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-1
E12-F053A, B	既設	無	—	DB-2	DB-1	—	—	10.69	302	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-1
E12-F042A, B, C	既設	無	—	DB-1	DB-1	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	DB-1 SA-2

## 目次

1. クラス1弁	1
1.1 設計仕様	2
1.2 強度計算書	3

1. クラス1 弁

1.1 設計仕様

系 統：残留熱除去系

機器の区分		クラス1弁				
弁番号	種類	呼び径 (A)	材料			
			弁箱	弁ふた	弁体	ボルト
E12-F008	止め弁	500				SNB7
E12-F050B	逆止め弁	300				SNB7
E12-F053A, B	止め弁	300				SNB7
E12-F042A, B, C	止め弁	300				

\*F042A はボルト 20 本のうち、14 本が 、6 本が SNB7。弁番号 F042B, C はボルト 20 本のうち、8 本が 、12 本が SNB7。ボルトの強度評価は SNB7 及び SNB7 相当材として行う。

1.2 強度計算書

系 統 : 残留熱除去系

弁番号	F008	シート	1
-----	------	-----	---

設計条件		弁箱の一次+二次応力評価		
最高使用圧力P (MPa)	8.62			
最高使用温度 $T_m$ (°C)	302	$t_e$ (mm)		
弁箱材料		$T_{e1}$ (mm)		
接続管材料	SUS304TP	$T_{e2}$ (mm)		
接続管外径 (mm)	508.0	$r_i$ (mm)		
接続管内径 (mm)	443.0	$\theta$ (°)		
添付図番号	図3-1	(5)	K	1.00
	図3-2	(2)	$P_e$ (MPa)	70
	図3-3	(1),(2)	$\alpha \times 10^{-6}$ (mm/mm°C)	16.95
内圧による弁箱の一次応力評価		E (MPa)	178000	
		$C_2$	0.50	
$P_1$ (MPa)	7.04	$\Delta T$ (°C)		
$P_2$ (MPa)	10.56	$C_4$		
$P_{r1}$ (MPa)	7.34	$\Delta P_{fm}$ (MPa)		
$P_{r2}$ (MPa)	11.00	$\Delta T_{fm}$ (°C)		
$P_S$ (MPa)	8.98	$S_n(1)$ (MPa)	186	
d (mm)		$S_n(2)$ (MPa)	166	
$T_b$ (mm)		$3 \cdot S_m$ (MPa)	340	
$T_r$ (mm)		評価 : $S_n(1) \leq 3 \cdot S_m$ $S_n(2) \leq 3 \cdot S_m$ よって十分である。		
$L_A$ (mm)		弁箱の局部一次応力評価		
$L_N$ (mm)		S (MPa)	133	
$A_f$ (mm <sup>2</sup> )		$2.25 \cdot S_m$ (MPa)	255	
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )		評価 : $S \leq 2.25 \cdot S_m$ よって十分である。		
$r_1$ (mm)		配管反力による弁箱の二次応力評価		
S (MPa)	44	起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ		
$S_m$ (MPa)	113	$C_3$		
評価 : $S \leq S_m$ よって十分である。		$Q_T$ (MPa)		
A-A断面の弁外径 (mm)		$S\theta(1)$ (MPa)	160	
$A_1$ (mm <sup>2</sup> )		$S\theta(2)$ (MPa)	133	
$A_2$ (mm <sup>2</sup> )		$E_m$ (MPa)	176000	
$C_b$	1.00	N(1)	1000000	
$Z_1$ (mm <sup>3</sup> )		N(2)	1000000	
$Z_2$ (mm <sup>3</sup> )		評価 : $N(1) \geq 2000$ $N(2) \geq 2000$ よって十分である。		
$Z_P$ (mm <sup>3</sup> )				
Sy (MPa)	133			
$P_d$ (MPa)	34			
$P_b$ (MPa)	70			
$P_t$ (MPa)	70			
$1.5 \cdot S_m$ (MPa)	170			
評価 : $P_d \leq 1.5 \cdot S_m$ $P_b \leq 1.5 \cdot S_m$ $P_t \leq 1.5 \cdot S_m$ よって十分である。				

NT2 補③ V-3-5-3-1-4 R3



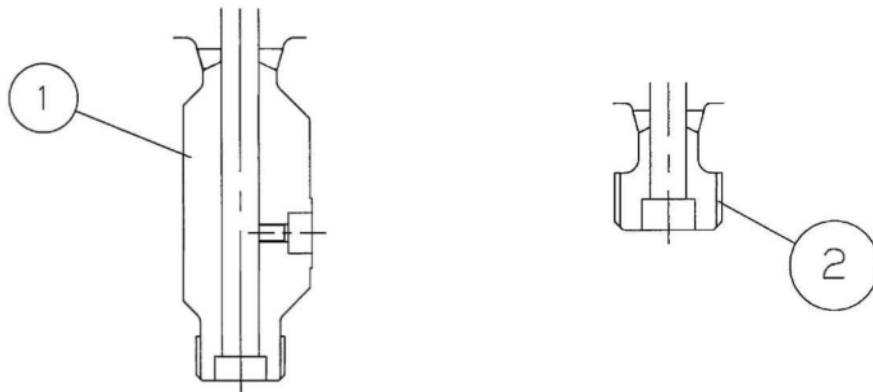
弁箱又は弁ふたの厚さ及びネック部の厚さ		
弁箱材料		
弁ふた材料		
$d_m$ (mm)		
$t_1$ (mm)		30.9
$t_2$ (mm)		46.1
$t$ (mm)		37.7
$d_n$ (mm)		
$d_n/d_m$		
$t_m$ (mm)		37.7
$t_{ab}$ (mm)		
$t_{af}$ (mm)		
$t_{ma}$ (mm)		
<p>評価 : <math>t_{ab} \geq t</math>  <math>t_{af} \geq t</math>  <math>t_{ma} \geq t_m</math></p> <p>よって十分である。</p>		



フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		モーメントの計算	
$P_{FD}$ (MPa)	9.57	$H_D$ (N)	$2.111 \times 10^6$
$P_{eq}$ (MPa)	0.95	$h_D$ (mm)	95.0
$T_m$ (°C)	302	$M_D$ (N・mm)	$2.005 \times 10^8$
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	$1.039 \times 10^6$
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	104.8
フランジの形式	JIS B8265 図2 b) 7)	$M_G$ (N・mm)	$1.089 \times 10^8$
フランジ		$H_T$ (N)	$5.092 \times 10^5$
材料		$h_T$ (mm)	119.9
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	125	$M_T$ (N・mm)	$6.104 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	107	$M_o$ (N・mm)	$3.704 \times 10^8$
A (mm)		$M_g$ (N・mm)	$7.814 \times 10^8$
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
$g_0$ (mm)		K	1.70
$g_1$ (mm)		$h_o$ (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.831
材料	SNB7 (径 $\leq$ 63mm)	V	0.303
$\sigma_a$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	242	e (mm <sup>-1</sup> )	0.00483
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	197	d (mm <sup>3</sup> )	7529424
n		L	1.27
$d_b$ (mm)		T	1.63
ガスケット		U	4.22
材料		Y	3.84
ガスケット厚さ (mm)		Z	2.06
G (mm)		応力の計算	
m		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	98
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	62
$b_o$ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	39
b (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	158
N (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	129
$G_s$ (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	81
ボルトの計算		応力の評価 : $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ よって十分である。	
H (N)	$2.620 \times 10^6$		
$H_p$ (N)	$1.039 \times 10^6$		
$W_{m1}$ (N)	$3.659 \times 10^6$		
$W_{m2}$ (N)	$1.247 \times 10^6$		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	$1.851 \times 10^4$		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	$5.155 \times 10^3$		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	$1.851 \times 10^4$		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	$3.659 \times 10^6$		
$W_g$ (N)	$7.459 \times 10^6$		
評価 : $A_m < A_b$	よって十分である。		

管台の厚さ									
No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 T <sub>m</sub> (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ t <sub>no</sub> (mm)	材 料	S (MPa)	η	t (mm)	t <sub>br</sub> (mm)
1	8.62	302						2.1	
2	8.62	302						1.3	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

評価 :  $t_{br} \geq t$   
よって十分である。



管台の形状

設計条件			弁箱の一次+二次応力評価	
最高使用圧力P (MPa)	10.69			
最高使用温度T <sub>m</sub> (°C)	302		t <sub>e</sub> (mm)	
弁箱材料			T <sub>e1</sub> (mm)	
接続管材料	SUS316TP		T <sub>e2</sub> (mm)	
接続管外径 (mm)	318.5		r <sub>i</sub> (mm)	
接続管内径 (mm)	267.7		θ (°)	
添付図番号	図3-1	(2)	K	1.00
	図3-2	(5)	P <sub>e</sub> (MPa)	99
	図3-3	(5),(6)	α × 10 <sup>-6</sup> (mm/mm°C)	16.95
内圧による弁箱の一次応力評価			E (MPa)	178000
			C <sub>2</sub>	0.50
P <sub>1</sub> (MPa)	10.56		ΔT (°C)	
P <sub>2</sub> (MPa)	17.61		C <sub>4</sub>	
P <sub>r1</sub> (MPa)	11.00		ΔP <sub>fm</sub> (MPa)	
P <sub>r2</sub> (MPa)	18.31		ΔT <sub>fm</sub> (°C)	
P <sub>S</sub> (MPa)	11.13		S <sub>n</sub> (1) (MPa)	231
d (mm)			S <sub>n</sub> (2) (MPa)	102
T <sub>b</sub> (mm)			3・S <sub>m</sub> (MPa)	340
T <sub>r</sub> (mm)			評価 : S <sub>n</sub> (1) ≤ 3・S <sub>m</sub> S <sub>n</sub> (2) ≤ 3・S <sub>m</sub> よって十分である。	
L <sub>A</sub> (mm)				
L <sub>N</sub> (mm)				
A <sub>f</sub> (mm <sup>2</sup> )				
A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )			弁箱の局部一次応力評価	
r <sub>1</sub> (mm)			S (MPa)	184
S (MPa)	112		2.25・S <sub>m</sub> (MPa)	255
S <sub>m</sub> (MPa)	113		評価 : S ≤ 2.25・S <sub>m</sub> よって十分である。	
評価 : S ≤ S <sub>m</sub> よって十分である。				
配管反力による弁箱の二次応力評価			起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ	
A-A断面の弁外径 (mm)			C <sub>3</sub>	
A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )			Q <sub>T</sub> (MPa)	
A <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )			S <sub>l</sub> (1) (MPa)	147
C <sub>b</sub>	1.00		S <sub>l</sub> (2) (MPa)	152
Z <sub>1</sub> (mm <sup>3</sup> )			E <sub>m</sub> (MPa)	176000
Z <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )			N(1)	1000000
Z <sub>P</sub> (mm <sup>3</sup> )			N(2)	1000000
Sy (MPa)	137		評価 : N(1) ≥ 2000 N(2) ≥ 2000 よって十分である。	
P <sub>d</sub> (MPa)	48			
P <sub>b</sub> (MPa)	99			
P <sub>t</sub> (MPa)	99			
1.5・S <sub>m</sub> (MPa)	170			
評価 : P <sub>d</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> P <sub>b</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> P <sub>t</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> よって十分である。				

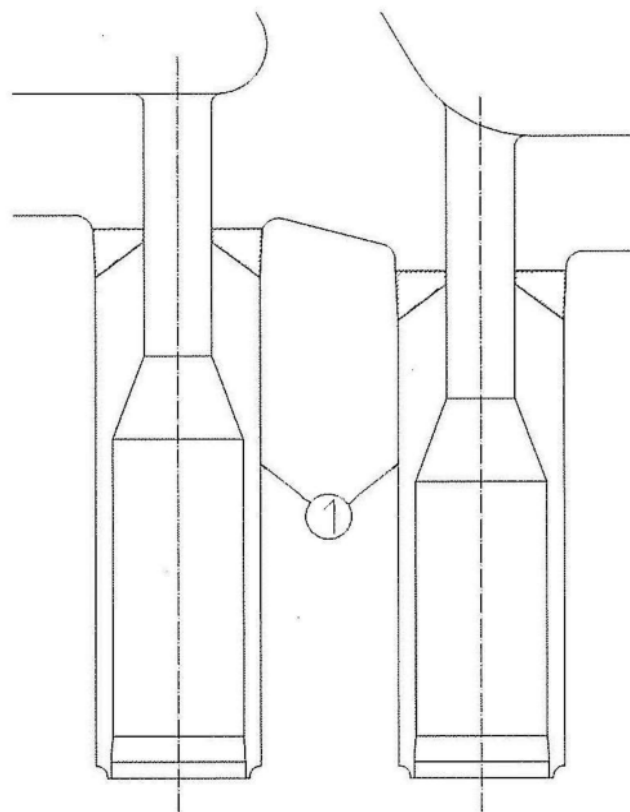


弁箱又は弁ふたの厚さ及びネック部の厚さ		
弁箱材料		
弁ふた材料		
$d_m$ (mm)		
$t_1$ (mm)		29.0
$t_2$ (mm)		49.3
$t$ (mm)		29.4
$d_n$ (mm)		
$d_n/d_m$		
$t_m$ (mm)		29.4
$t_{ab}$ (mm)		
$t_{af}$ (mm)		
$t_{ma}$ (mm)		
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ $t_{ma} \geq t_m$ よって十分である。		

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		モーメントの計算	
$P_{FD}$ (MPa)	10.69	$H_D$ (N)	$8.173 \times 10^5$
$P_{eq}$ (MPa)	0.00	$h_D$ (mm)	47.0
$T_m$ (°C)	302	$M_D$ (N・mm)	$3.841 \times 10^7$
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	$5.323 \times 10^5$
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	57.7
フランジの形式	JIS B8265 図2 b) 7)	$M_G$ (N・mm)	$3.069 \times 10^7$
フランジ		$H_T$ (N)	$1.801 \times 10^5$
材料		$h_T$ (mm)	65.8
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	125	$M_T$ (N・mm)	$1.186 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	107	$M_o$ (N・mm)	$8.097 \times 10^7$
		$M_g$ (N・mm)	$1.480 \times 10^8$
A (mm)		フランジの厚さと係数	
B (mm)		t (mm)	
C (mm)		K	1.70
$g_0$ (mm)		$h_o$ (mm)	
$g_1$ (mm)		f	1.00
h (mm)		F	0.797
ボルト		V	0.248
材料	SNB7 (径 $\leq$ 63mm)	e (mm <sup>-1</sup> )	0.00763
$\sigma_a$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	242	d (mm <sup>3</sup> )	2181322
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	197	L	1.15
n		T	1.63
$d_b$ (mm)		U	4.22
ガスケット		Y	3.84
材料		Z	2.06
ガスケット厚さ (mm)		応力の計算	
G (mm)		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	95
m		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	73
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{To}$ (MPa)	33
$b_o$ (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	121
b (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	133
N (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	61
$G_s$ (mm)		応力の評価 : $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
ボルトの計算			
H (N)	$9.974 \times 10^5$		
$H_p$ (N)	$5.323 \times 10^5$		
$W_{m1}$ (N)	$1.530 \times 10^6$		
$W_{m2}$ (N)	$5.718 \times 10^5$		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	$7.738 \times 10^3$		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	$2.363 \times 10^3$		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	$7.738 \times 10^3$		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	$1.530 \times 10^6$		
$W_g$ (N)	$2.567 \times 10^6$		
評価 : $A_m < A_b$ よって十分である。			

管台の厚さ									
No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 T <sub>m</sub> (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ t <sub>no</sub> (mm)	材 料	S (MPa)	η	t (mm)	t <sub>br</sub> (mm)
1	10.69	302						3.7	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

評価 :  $t_{br} \geq t$   
よって十分である。



管台の形状

設計条件			弁箱の一次+二次応力評価		
最高使用圧力P (MPa)	10.69				
最高使用温度T <sub>m</sub> (°C)	302		t <sub>e</sub> (mm)		
弁箱材料			T <sub>e1</sub> (mm)		
接続管材料	SUSF316		T <sub>e2</sub> (mm)		
接続管外径 (mm)	318.5		r <sub>i</sub> (mm)		
接続管内径 (mm)	267.7		θ (°)		
添付図番号	図3-1	(4)	K	1.00	
	図3-2	(4)	P <sub>e</sub> (MPa)	71	
	図3-3	(3),(4)	α × 10 <sup>-6</sup> (mm/mm°C)	16.95	
内圧による弁箱の一次応力評価			E (MPa)	178000	
			C <sub>2</sub>	0.49	
P <sub>1</sub> (MPa)	10.56		ΔT (°C)		
P <sub>2</sub> (MPa)	17.61		C <sub>4</sub>		
P <sub>r1</sub> (MPa)	11.00		ΔP <sub>fm</sub> (MPa)		
P <sub>r2</sub> (MPa)	18.31		ΔT <sub>fm</sub> (°C)		
P <sub>S</sub> (MPa)	11.13		S <sub>n</sub> (1) (MPa)	187	
d (mm)			S <sub>n</sub> (2) (MPa)	108	
T <sub>b</sub> (mm)			3・S <sub>m</sub> (MPa)	340	
T <sub>r</sub> (mm)			評価 : S <sub>n</sub> (1) ≤ 3・S <sub>m</sub> S <sub>n</sub> (2) ≤ 3・S <sub>m</sub> よって十分である。		
L <sub>A</sub> (mm)					
L <sub>N</sub> (mm)					
A <sub>f</sub> (mm <sup>2</sup> )					
A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )					
r <sub>1</sub> (mm)			弁箱の局部一次応力評価		
S (MPa)	111		S (MPa)	141	
S <sub>m</sub> (MPa)	113		2.25・S <sub>m</sub> (MPa)	255	
評価 : S ≤ S <sub>m</sub> よって十分である。			評価 : S ≤ 2.25・S <sub>m</sub> よって十分である。		
配管反力による弁箱の二次応力評価			起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ		
A-A断面の弁外径 (mm)			C <sub>3</sub>		
A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )			Q <sub>T</sub> (MPa)		
A <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )			S <sub>l</sub> (1) (MPa)	133	
C <sub>b</sub>	1.00		S <sub>l</sub> (2) (MPa)	121	
Z <sub>1</sub> (mm <sup>3</sup> )			E <sub>m</sub> (MPa)	176000	
Z <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )			N(1)	1000000	
Z <sub>P</sub> (mm <sup>3</sup> )			N(2)	1000000	
Sy (MPa)	137		評価 : N(1) ≥ 2000 N(2) ≥ 2000 よって十分である。		
P <sub>d</sub> (MPa)	36				
P <sub>b</sub> (MPa)	71				
P <sub>t</sub> (MPa)	71				
1.5・S <sub>m</sub> (MPa)	170				
評価 : P <sub>d</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> P <sub>b</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> P <sub>t</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> よって十分である。					





系 統 : 残留熱除去系

弁番号	F053A	シート	3
-----	-------	-----	---

弁箱又は弁ふたの厚さ及びネック部の厚さ		
弁箱材料		
弁ふた材料		
$d_m$ (mm)		
$t_1$ (mm)		30.2
$t_2$ (mm)		51.3
$t$ (mm)		30.7
$d_n$ (mm)		
$d_n/d_m$		
$t_m$ (mm)		30.7
$t_{ab}$ (mm)		
$t_{af}$ (mm)		
$t_{ma}$ (mm)		
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ $t_{ma} \geq t_m$ よって十分である。		

NT2 補③ V-3-5-3-1-4 R2

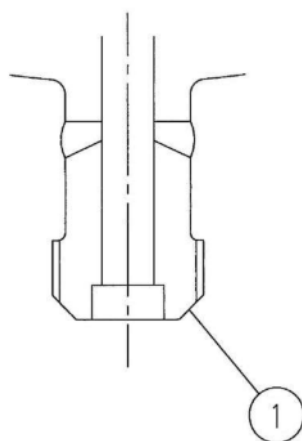
フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		モーメントの計算	
$P_{FD}$ (MPa)	15.81	$H_D$ (N)	$1.224 \times 10^6$
$P_{eq}$ (MPa)	5.12	$h_D$ (mm)	70.5
$T_m$ (°C)	302	$M_D$ (N・mm)	$8.626 \times 10^7$
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	$7.900 \times 10^5$
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	79.6
フランジの形式	JIS B8265 図2 b) 7)	$M_G$ (N・mm)	$6.285 \times 10^7$
フランジ		$H_T$ (N)	$3.043 \times 10^5$
材料		$h_T$ (mm)	88.8
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	125	$M_T$ (N・mm)	$2.701 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	107	$M_o$ (N・mm)	$1.761 \times 10^8$
A (mm)		$M_g$ (N・mm)	$3.207 \times 10^8$
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
$g_o$ (mm)		K	1.89
$g_i$ (mm)		$h_o$ (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.887
材料	SNB7 (径 $\leq$ 63mm)	V	0.440
$\sigma_a$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	242	e (mm <sup>-1</sup> )	0.00738
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	197	d (mm <sup>3</sup> )	2049027
n		L	1.55
$d_b$ (mm)		T	1.55
ガスケット		U	3.55
材料		Y	3.23
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.78
G (mm)		応力の計算	
m		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	124
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	75
$b_o$ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	59
b (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	186
N (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	137
$C_s$ (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	108
ボルトの計算		応力の評価 : $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
H (N)	$1.528 \times 10^6$		
$H_p$ (N)	$7.900 \times 10^5$		
$W_{m1}$ (N)	$2.318 \times 10^6$		
$W_{m2}$ (N)	$5.742 \times 10^5$		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	$1.173 \times 10^4$		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	$2.373 \times 10^3$		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	$1.173 \times 10^4$		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$2.159 \times 10^4$		
$W_o$ (N)	$2.318 \times 10^6$		
$W_g$ (N)	$4.031 \times 10^6$		
評価 : $A_m < A_b$	よって十分である。		

系 統 : 残留熱除去系

弁番号	F053A	シート	5
-----	-------	-----	---

管台の厚さ									
No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 T <sub>m</sub> (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ t <sub>no</sub> (mm)	材 料	S (MPa)	η	t (mm)	t <sub>br</sub> (mm)
1	10.69	302						2.7	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

評価 :  $t_{br} \geq t$   
よって十分である。



管台の形状

NT2 補③ V-3-5-3-1-4 R2

設計条件			弁箱の一次+二次応力評価		
最高使用圧力P (MPa)	10.69				
最高使用温度T <sub>m</sub> (°C)	302		t <sub>e</sub> (mm)		
弁箱材料			T <sub>e1</sub> (mm)		
接続管材料	SUSF316		T <sub>e2</sub> (mm)		
接続管外径 (mm)	318.5		r <sub>i</sub> (mm)		
接続管内径 (mm)	267.7		θ (°)		
添付図番号	図3-1	(4)	K	1.00	
	図3-2	(4)	P <sub>e</sub> (MPa)	71	
	図3-3	(3),(4)	α × 10 <sup>-6</sup> (mm/mm°C)	16.95	
内圧による弁箱の一次応力評価			E (MPa)	178000	
			C <sub>2</sub>	0.49	
P <sub>1</sub> (MPa)	10.56		ΔT (°C)		
P <sub>2</sub> (MPa)	17.61		C <sub>4</sub>		
P <sub>r1</sub> (MPa)	11.00		ΔP <sub>fm</sub> (MPa)		
P <sub>r2</sub> (MPa)	18.31		ΔT <sub>fm</sub> (°C)		
P <sub>S</sub> (MPa)	11.13		S <sub>n</sub> (1) (MPa)	187	
d (mm)			S <sub>n</sub> (2) (MPa)	108	
T <sub>b</sub> (mm)			3・S <sub>m</sub> (MPa)	340	
T <sub>r</sub> (mm)			評価 : S <sub>n</sub> (1) ≤ 3・S <sub>m</sub> S <sub>n</sub> (2) ≤ 3・S <sub>m</sub> よって十分である。		
L <sub>A</sub> (mm)					
L <sub>N</sub> (mm)					
A <sub>f</sub> (mm <sup>2</sup> )					
A <sub>m</sub> (mm <sup>2</sup> )					
r <sub>1</sub> (mm)			弁箱の局部一次応力評価		
S (MPa)	111		S (MPa)	141	
S <sub>m</sub> (MPa)	113		2.25・S <sub>m</sub> (MPa)	255	
評価 : S ≤ S <sub>m</sub> よって十分である。			評価 : S ≤ 2.25・S <sub>m</sub> よって十分である。		
配管反力による弁箱の二次応力評価			起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ		
A-A断面の弁外径 (mm)			C <sub>3</sub>		
A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )			Q <sub>T</sub> (MPa)		
A <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )			S <sub>l</sub> (1) (MPa)	133	
C <sub>b</sub>	1.00		S <sub>l</sub> (2) (MPa)	121	
Z <sub>1</sub> (mm <sup>3</sup> )			E <sub>m</sub> (MPa)	176000	
Z <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )			N(1)	1000000	
Z <sub>P</sub> (mm <sup>3</sup> )			N(2)	1000000	
Sy (MPa)	137		評価 : N(1) ≥ 2000 N(2) ≥ 2000 よって十分である。		
P <sub>d</sub> (MPa)	36				
P <sub>b</sub> (MPa)	71				
P <sub>t</sub> (MPa)	71				
1.5・S <sub>m</sub> (MPa)	170				
評価 : P <sub>d</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> P <sub>b</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> P <sub>t</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> よって十分である。					

繰返しピーク応力強さ(疲れ累積係数)								
q	A <sub>o</sub>	B <sub>o</sub>	C <sub>5</sub>	S <sub>n</sub> (MPa)	3・S <sub>m</sub> (MPa)			
3.1	0.7	2.15	1.13	117	340			
ΔT <sub>f</sub> (°C)	S <sub>p</sub> (MPa)	K <sub>e</sub>	S <sub>l</sub> (MPa)	N <sub>i</sub>	N <sub>ri</sub>	N <sub>i</sub> /N <sub>ri</sub>		
[ ]	804	1.00	402	[ ]	[ ]	0.0009		
	725	1.00	363			0.0071		
	307	1.00	154			0.0002		
	289	1.00	145			0.0001		
	264	1.00	132			0.0002		
	167	1.00	84			0.0002		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
評価 : 疲れ累積係数 $I_t = \sum \frac{N_i}{N_{ri}} = 0.0083 \leq 1$ によって十分である。								
弁箱の形状規定				弁体の一次応力評価				
r <sub>1</sub>	(mm)	[ ]	[ ]	材料	SUSF316			
r <sub>2</sub>	(mm)			形式	G1			
0.3・t	(mm)			P	(MPa)	10.69		
0.05・t	(mm)			P <sub>c</sub> (P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> )	(N)	[ ]		
0.1・h	(mm)			h	(mm)	[ ]		
d <sub>n</sub> /d <sub>m</sub>				a	(mm)	[ ]		
評価 : r <sub>1</sub> ≥ 0.3・t  $\frac{d_n}{d_m} < 2$ によって十分である。				b	(mm)	[ ]		
				σ <sub>D</sub>	(MPa)	35		
				1.5・S <sub>m</sub>	(MPa)	178		
				評価 : σ <sub>D</sub> ≤ 1.5・S <sub>m</sub> によって十分である。				

NT2 補③ V-3-5-3-1-4 R3

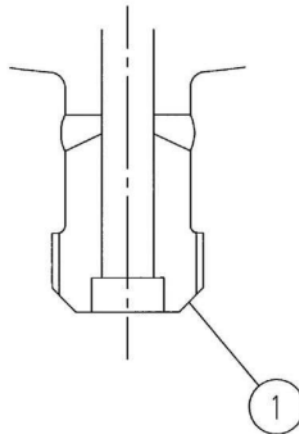
弁箱又は弁ふたの厚さ及びネック部の厚さ		
弁箱材料		
弁ふた材料		
$d_m$ (mm)		
$t_1$ (mm)		30.2
$t_2$ (mm)		51.3
$t$ (mm)		30.7
$d_n$ (mm)		
$d_n/d_m$		
$t_m$ (mm)		30.7
$t_{ab}$ (mm)		
$t_{af}$ (mm)		
$t_{ma}$ (mm)		
<p>評価 : <math>t_{ab} \geq t</math>  <math>t_{af} \geq t</math>  <math>t_{ma} \geq t_m</math></p> <p>よって十分である。</p>		

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		モーメントの計算	
$P_{FD}$ (MPa)	15.77	$H_D$ (N)	$1.221 \times 10^6$
$P_{eq}$ (MPa)	5.08	$h_D$ (mm)	70.5
$T_m$ (°C)	302	$M_D$ (N・mm)	$8.607 \times 10^7$
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	$7.884 \times 10^5$
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	79.6
フランジの形式	JIS B8265 図2 b) 7)	$M_G$ (N・mm)	$6.272 \times 10^7$
フランジ		$H_T$ (N)	$3.036 \times 10^5$
材料		$h_T$ (mm)	88.8
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	125	$M_T$ (N・mm)	$2.696 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	107	$M_o$ (N・mm)	$1.758 \times 10^8$
A (mm)		$M_g$ (N・mm)	$3.205 \times 10^8$
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
$g_0$ (mm)		K	1.89
$g_1$ (mm)		$h_o$ (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.887
材料	SNB7 (径 $\leq$ 63mm)	V	0.440
$\sigma_a$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	242	e (mm <sup>-1</sup> )	0.00738
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	197	d (mm <sup>3</sup> )	2049027
n		L	1.55
$d_b$ (mm)		T	1.55
ガスケット		U	3.55
材料		Y	3.23
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.78
G (mm)		応力の計算	
m		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	123
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	75
$b_o$ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	59
b (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	185
N (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	137
$G_s$ (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	108
ボルトの計算		応力の評価 : $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
H (N)	$1.525 \times 10^6$		
$H_p$ (N)	$7.884 \times 10^5$		
$W_{m1}$ (N)	$2.313 \times 10^6$		
$W_{m2}$ (N)	$5.742 \times 10^5$		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	$1.170 \times 10^4$		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	$2.373 \times 10^3$		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	$1.170 \times 10^4$		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$2.159 \times 10^4$		
$W_o$ (N)	$2.313 \times 10^6$		
$W_g$ (N)	$4.028 \times 10^6$		
評価 : $A_m < A_b$	よって十分である。		



管台の厚さ									
No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 T <sub>m</sub> (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ t <sub>no</sub> (mm)	材 料	S (MPa)	η	t (mm)	t <sub>br</sub> (mm)
1	10.69	302						2.7	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

評価 :  $t_{br} \geq t$   
よって十分である。



管台の形状

設計条件		弁箱の一次+二次応力評価		
最高使用圧力P (MPa)	8.62			
最高使用温度 $T_m$ (°C)	302	$t_e$ (mm)		
弁箱材料		$T_{e1}$ (mm)		
接続管材料	STS49	$T_{e2}$ (mm)		
接続管外径 (mm)	318.5	$r_i$ (mm)		
接続管内径 (mm)	283.7	$\theta$ (°)		
添付図番号	図3-1	(5)	K	1.00
	図3-2	(2)	$P_e$ (MPa)	107
	図3-3	(1),(2)	$\alpha \times 10^{-6}$ (mm/mm°C)	12.69
内圧による弁箱の一次応力評価		E (MPa)	188000	
		$C_2$	0.51	
$P_1$ (MPa)	6.38	$\Delta T$ (°C)		
$P_2$ (MPa)	9.57	$C_4$		
$P_{r1}$ (MPa)	6.38	$\Delta P_{fm}$ (MPa)		
$P_{r2}$ (MPa)	9.58	$\Delta T_{fm}$ (°C)		
$P_S$ (MPa)	8.62	$S_n(1)$ (MPa)	206	
d (mm)		$S_n(2)$ (MPa)	98	
$T_b$ (mm)		$3 \cdot S_m$ (MPa)	388	
$T_r$ (mm)		評価 : $S_n(1) \leq 3 \cdot S_m$ $S_n(2) \leq 3 \cdot S_m$ よって十分である。		
$L_A$ (mm)		弁箱の局部一次応力評価		
$L_N$ (mm)		S (MPa)	177	
$A_f$ (mm <sup>2</sup> )		$2.25 \cdot S_m$ (MPa)	291	
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )		評価 : $S \leq 2.25 \cdot S_m$ よって十分である。		
$r_1$ (mm)		配管反力による弁箱の二次応力評価		
S (MPa)	46	起動時及び停止時の繰返しピーク応力強さ		
$S_m$ (MPa)	129	$C_3$		
評価 : $S \leq S_m$ よって十分である。		$Q_T$ (MPa)		
A-A断面の弁外径 (mm)		$S\theta(1)$ (MPa)	129	
$A_1$ (mm <sup>2</sup> )		$S\theta(2)$ (MPa)	148	
$A_2$ (mm <sup>2</sup> )		$E_m$ (MPa)	185000	
$C_b$	1.00	N(1)	82521	
$Z_1$ (mm <sup>3</sup> )		N(2)	44508	
$Z_2$ (mm <sup>3</sup> )		評価 : $N(1) \geq 2000$ $N(2) \geq 2000$ よって十分である。		
$Z_P$ (mm <sup>3</sup> )				
Sy (MPa)	222			
$P_d$ (MPa)	50			
$P_b$ (MPa)	107			
$P_t$ (MPa)	107			
$1.5 \cdot S_m$ (MPa)	194			
評価 : $P_d \leq 1.5 \cdot S_m$ $P_b \leq 1.5 \cdot S_m$ $P_t \leq 1.5 \cdot S_m$ よって十分である。				



弁箱又は弁ふたの厚さ及びネック部の厚さ		
弁箱材料		
弁ふた材料		
$d_m$ (mm)		
$t_1$ (mm)		17.5
$t_2$ (mm)		20.0
$t$ (mm)		19.3
$d_n$ (mm)		
$d_n/d_m$		
$t_m$ (mm)		19.3
$t_{ab}$ (mm)		
$t_{af}$ (mm)		
$t_{ma}$ (mm)		
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ $t_{ma} \geq t_m$ よって十分である。		

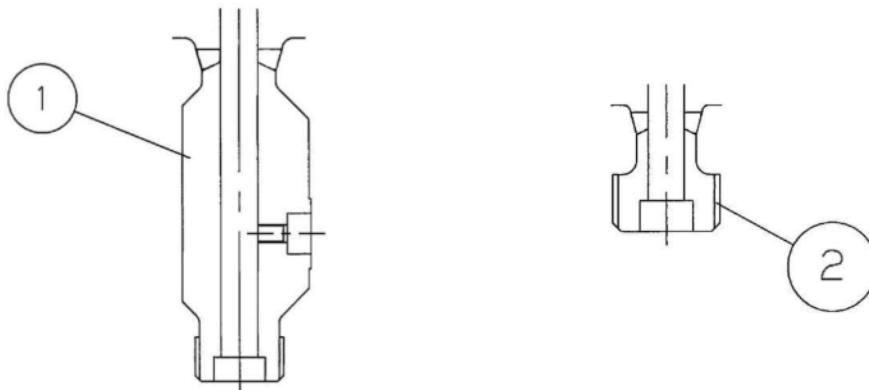
フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		モーメントの計算	
$P_{FD}$ (MPa)	12.88	$H_D$ (N)	$1.238 \times 10^6$
$P_{eq}$ (MPa)	4.26	$h_D$ (mm)	74.0
$T_m$ (°C)	302	$M_D$ (N・mm)	$9.163 \times 10^7$
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	$7.618 \times 10^5$
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	78.0
フランジの形式	JIS B8265 図2 b) 7)	$M_G$ (N・mm)	$5.940 \times 10^7$
フランジ		$H_T$ (N)	$3.314 \times 10^5$
材料		$h_T$ (mm)	89.0
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	150	$M_T$ (N・mm)	$2.949 \times 10^7$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	122	$M_o$ (N・mm)	$1.805 \times 10^8$
A (mm)		$M_g$ (N・mm)	$2.981 \times 10^8$
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
$g_0$ (mm)		K	1.77
$g_1$ (mm)		$h_o$ (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.848
材料	SNB7 (径 $\leq$ 63mm)	V	0.335
$\sigma_a$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	242	e (mm <sup>-1</sup> )	0.00735
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	197	d (mm <sup>3</sup> )	1948895
n		L	1.56
$d_b$ (mm)		T	1.60
ガスケット		U	3.92
材料		Y	3.57
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.94
G (mm)		応力の計算	
m		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	130
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	68
$b_o$ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	62
b (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	176
N (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	112
$G_s$ (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	102
ボルトの計算		応力の評価 : $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$  よって十分である。	
H (N)	$1.570 \times 10^6$		
$H_p$ (N)	$7.618 \times 10^5$		
$W_{m1}$ (N)	$2.332 \times 10^6$		
$W_{m2}$ (N)	$6.797 \times 10^5$		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	$1.179 \times 10^4$		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	$2.809 \times 10^3$		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	$1.179 \times 10^4$		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	$2.332 \times 10^6$		
$W_g$ (N)	$3.823 \times 10^6$		
評価 : $A_m < A_b$	よって十分である。		

NT2 補③ V-3-5-3-1-4 R2

管台の厚さ										
No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 T <sub>m</sub> (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ t <sub>no</sub> (mm)	材 料	S (MPa)	η	t (mm)	t <sub>br</sub> (mm)	
1	8.62	302							1.7	
2	8.62	302							1.1	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

評価 :  $t_{br} \geq t$   
よって十分である。

NT2 補③ V-3-5-3-1-4 R3E



管台の形状