

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-3-005-3 改1
提出年月日	2020年5月14日

V-3-3-3-1-1-3-1 管の基本板厚計算書

K7 ① V-3-3-3-1-1-3-1 R0

2020年5月
東京電力ホールディングス株式会社

V-3-3-3-1-1-3-1 管の基本板厚計算書

まえがき

本計算書は、V-3-1-5「重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」及びV-3-2-9「重大事故等クラス2管の強度計算方法」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、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

NO.	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 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
2	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
7	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
8	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
9	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
10	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

NO.	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)
11	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
12	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	設計・建設規格	設計・建設規格	—	SA-2
C1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
C2	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
R1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
SP1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	3.73	250	3.73	250	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
E1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	設計・建設規格	設計・建設規格	—	SA-2
E2	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	設計・建設規格	設計・建設規格	—	SA-2
E3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	設計・建設規格	設計・建設規格	—	SA-2

NO.	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)
E4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	設計・建設規格	設計・建設規格	—	SA-2
E5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	設計・建設規格	設計・建設規格	—	SA-2
E6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	設計・建設規格	設計・建設規格	—	SA-2
E7	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	1.77	171	2.00	171	—	設計・建設規格	設計・建設規格	—	SA-2
その他1	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	無	8.62	302	8.62	302	有	S55告示	既工認	—	SA-2

・適用規格の選定

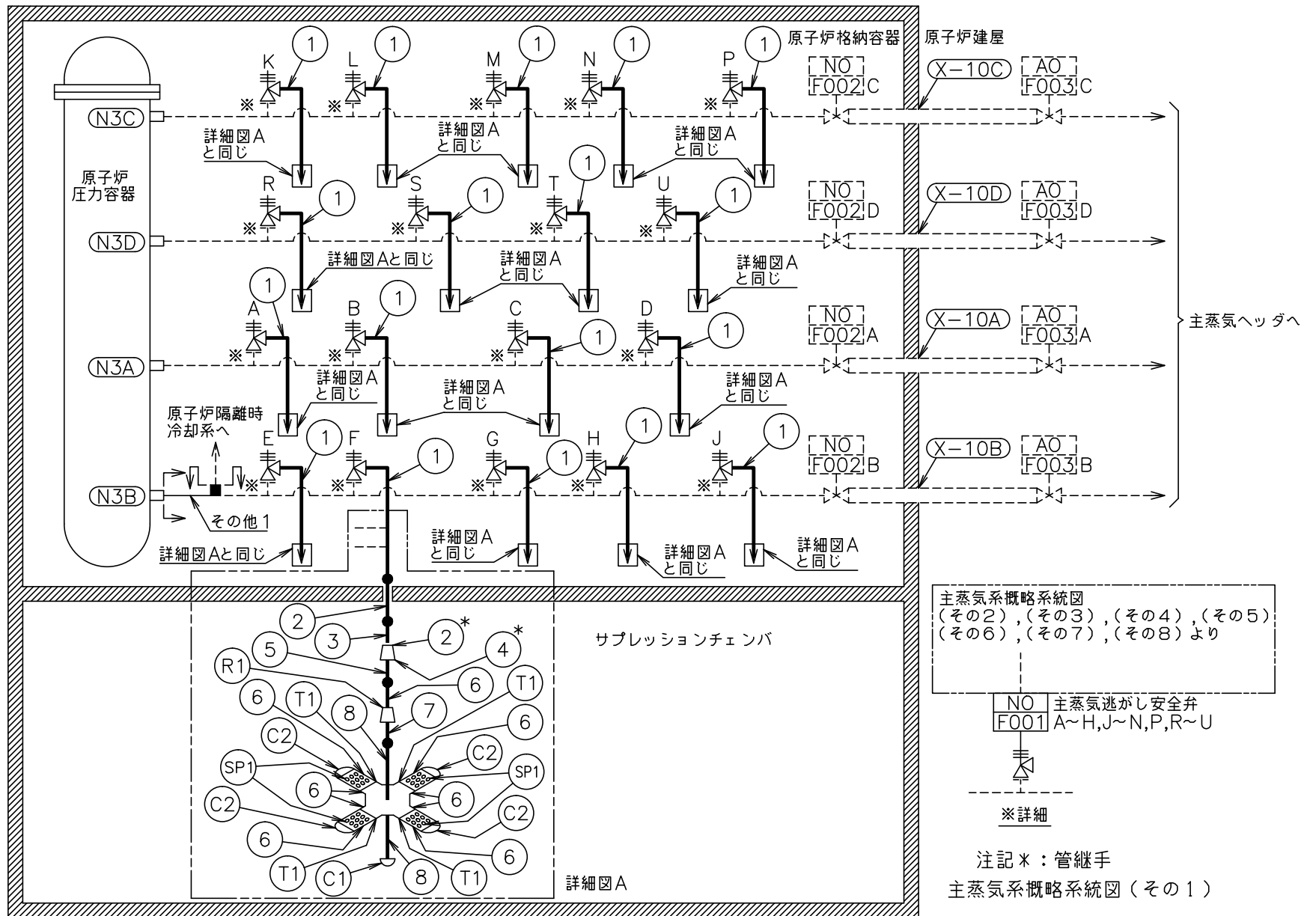
NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
3	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
4	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
6	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55告示
7	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55告示
8	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55告示
9	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
10	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
11	管の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
12	管の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
C1	鏡板の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55告示
C2	鏡板の強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55告示
R1	レジャーサの強度計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55告示
T1	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55告示
SP1	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	S55告示
E1	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E2	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E3	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格

NO.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
E4	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E5	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E6	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E7	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格

目 次

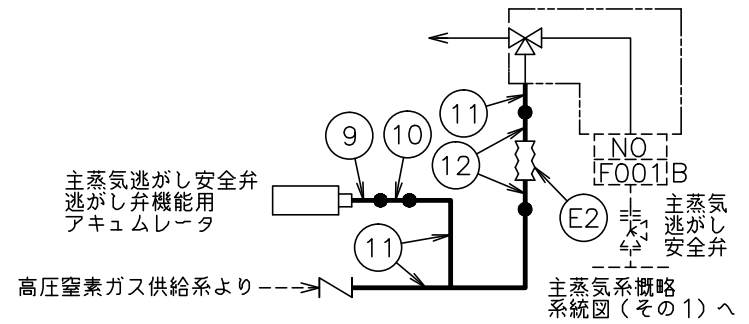
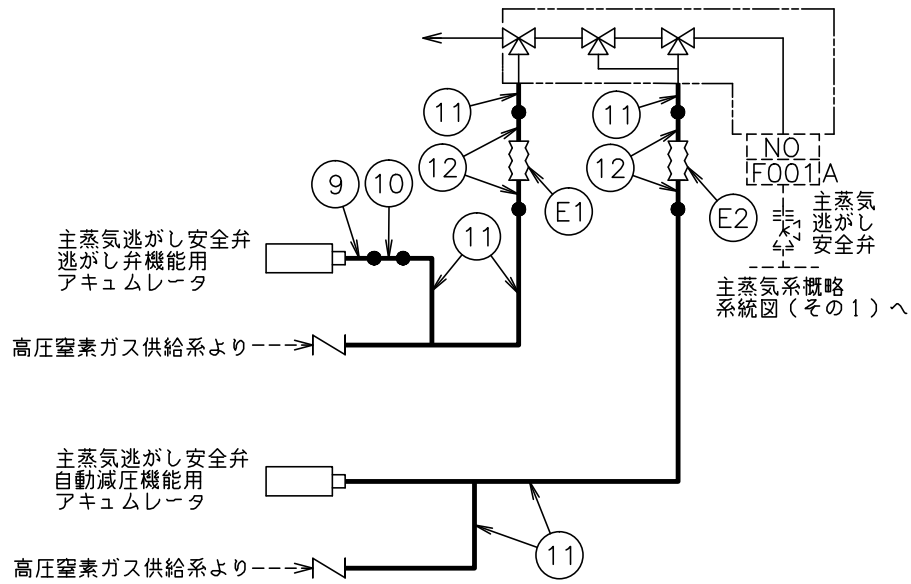
1.	概略系統図	1
2.	管の強度計算書	9
3.	鏡板の強度計算書	11
4.	レジューサの強度計算書	12
5.	管の穴と補強計算書	13
6.	伸縮継手の強度計算書	16

1. 概略系統図

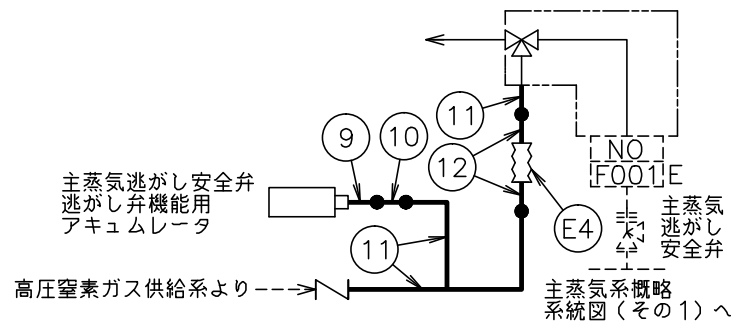
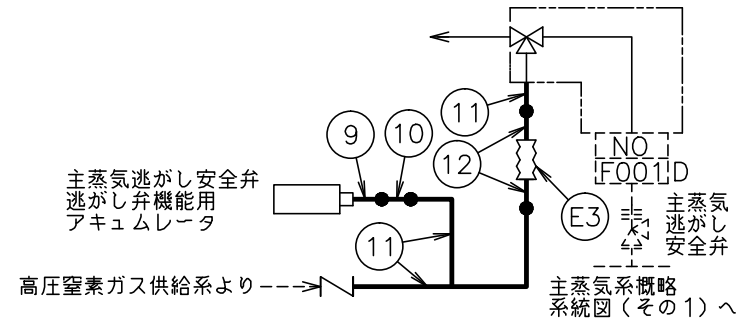
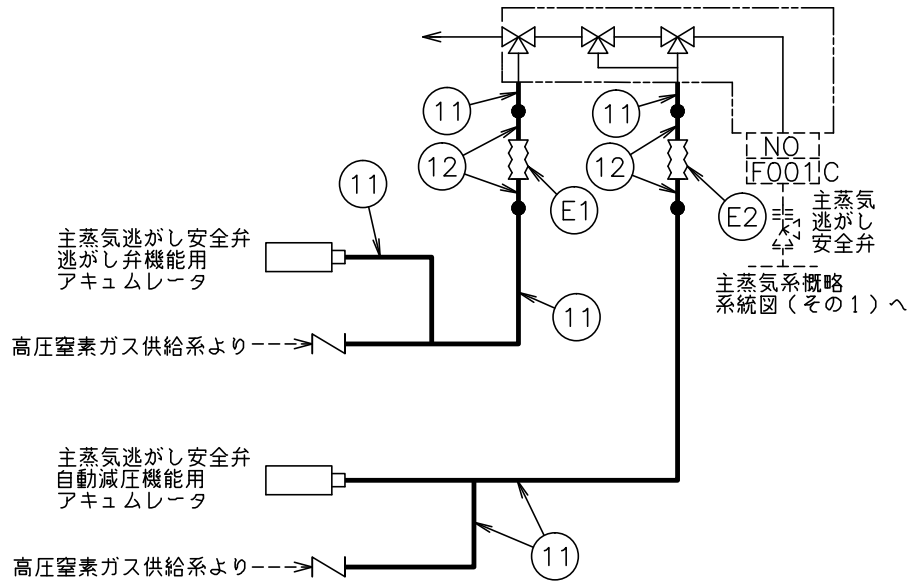


本範囲の強度計算は、平成4年3月27日付け 3資庁第13034号にて認可された
 工事計画のIV-3-1-1-1-1 「管の基本板厚計算書」による。

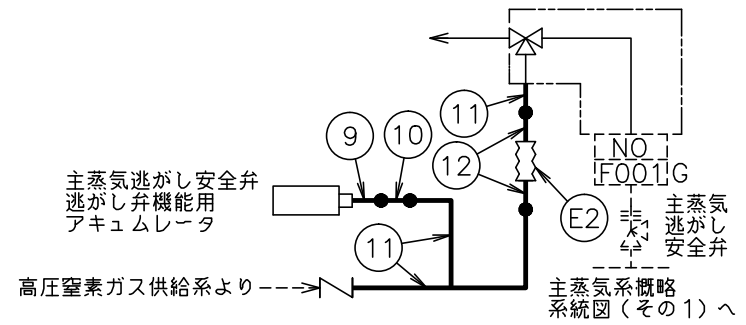
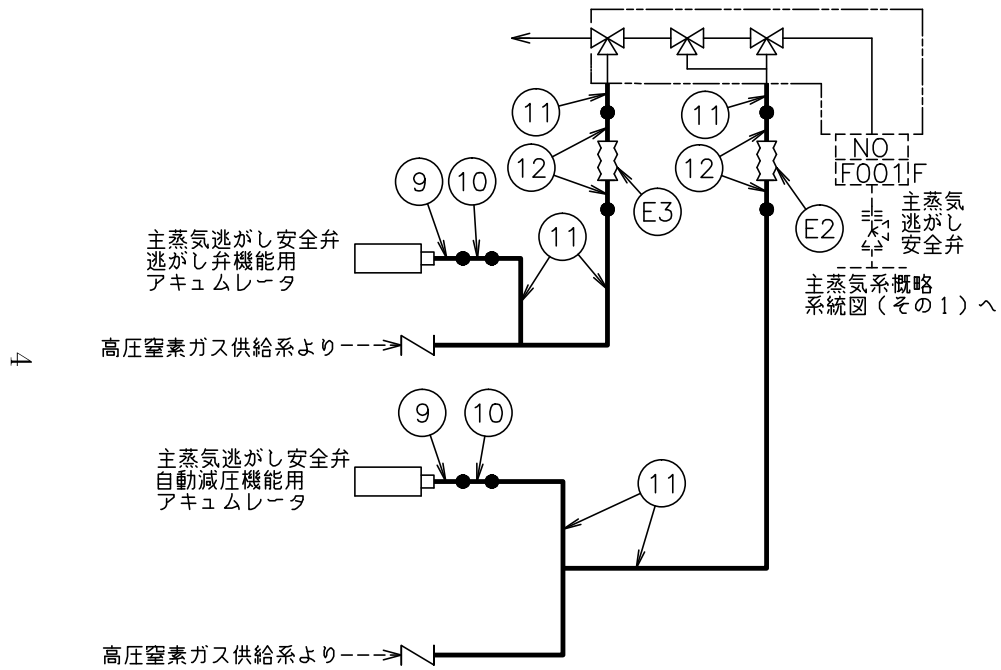
2

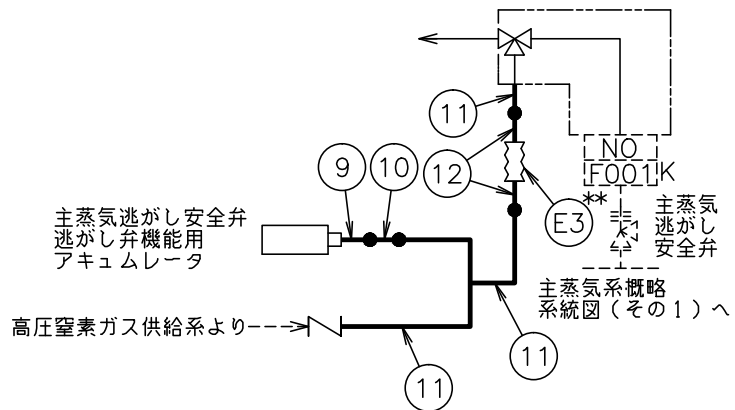
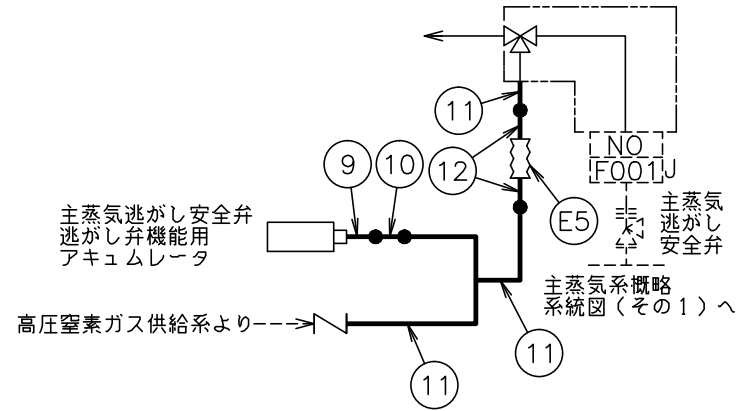
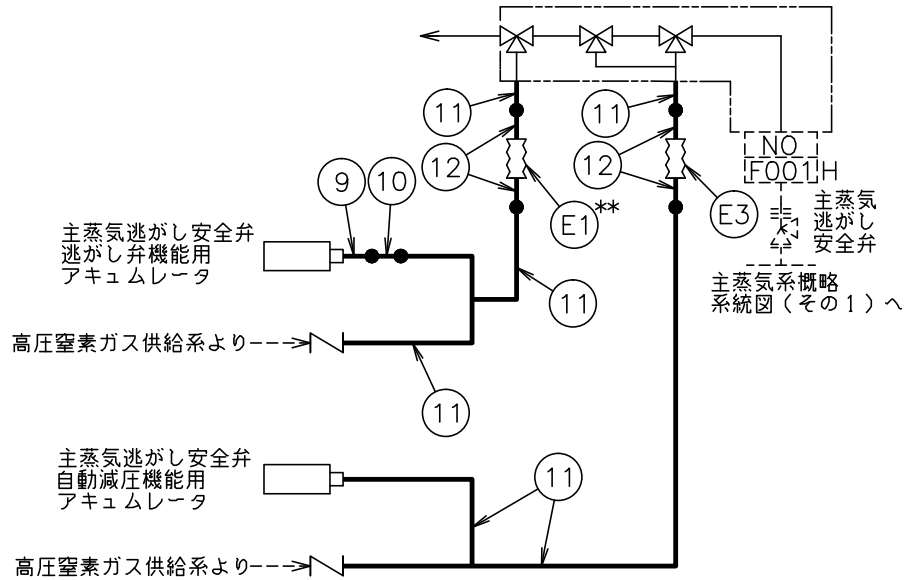


主蒸気系概略系統図(その2)



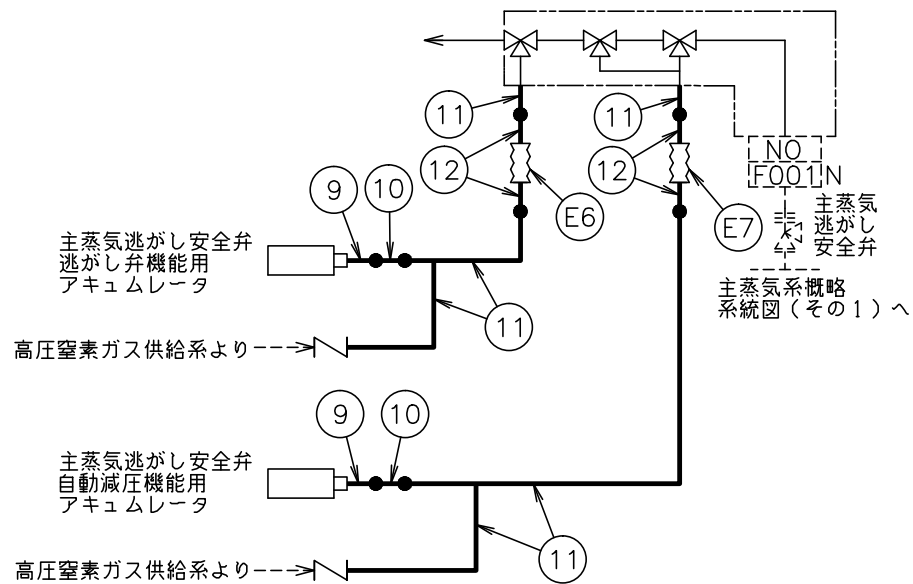
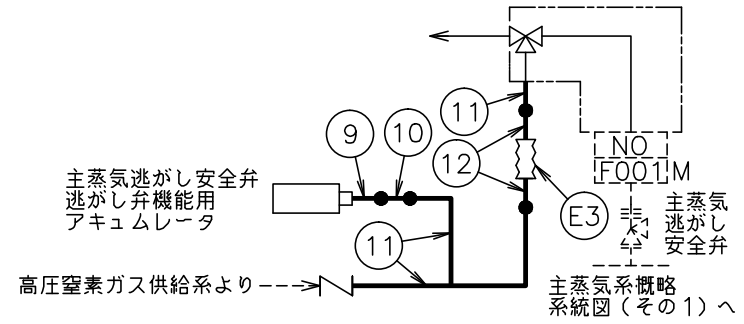
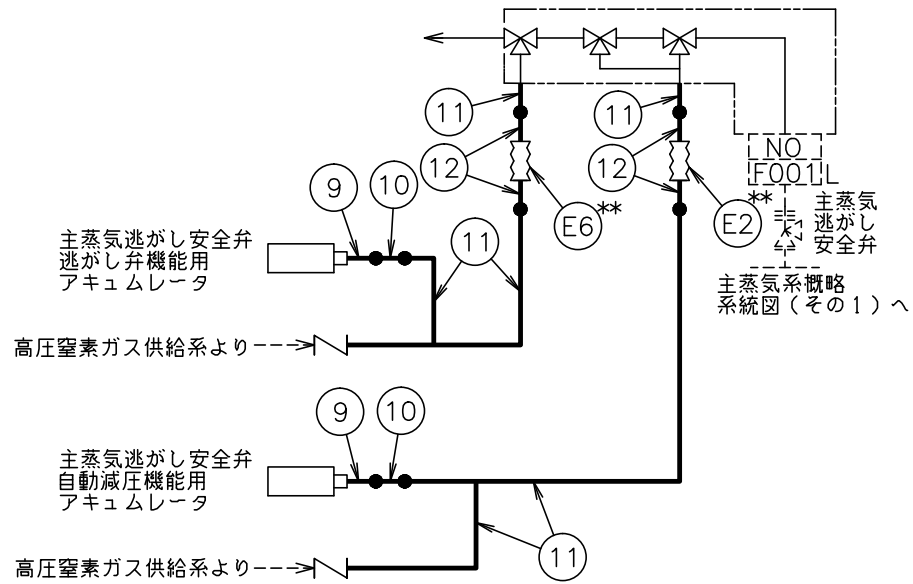
主蒸気系概略系統図(その3)





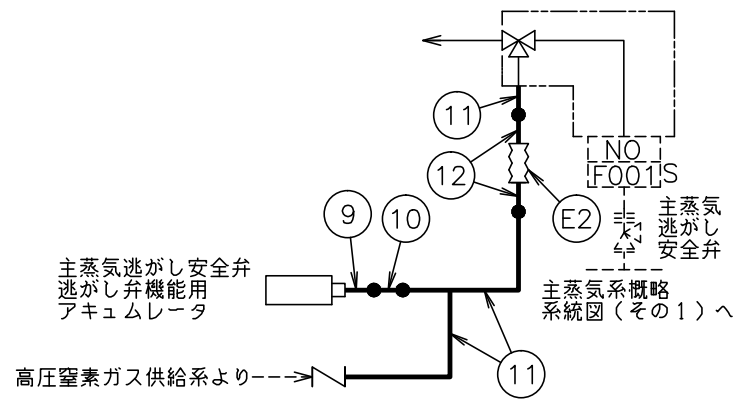
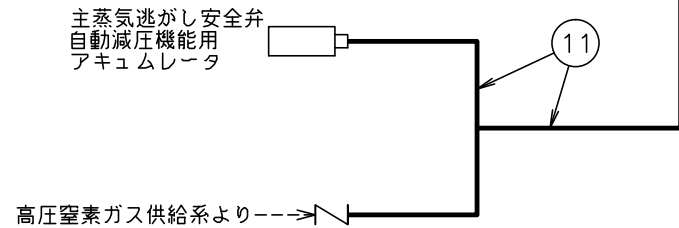
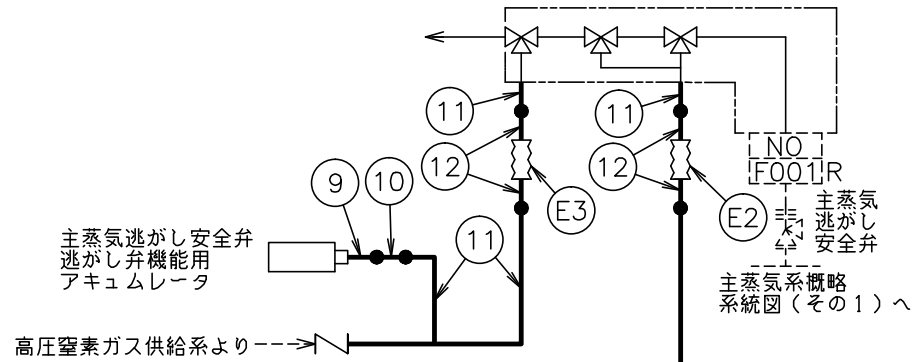
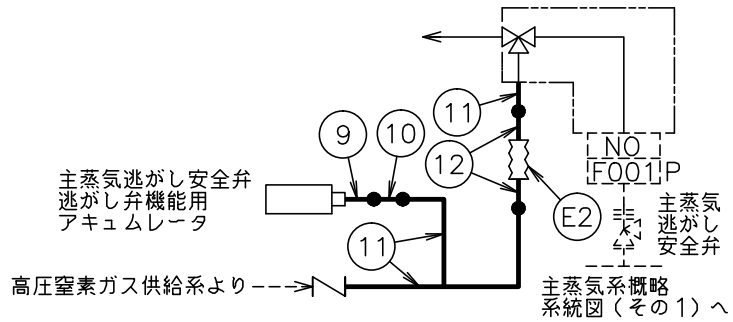
注記**：伸縮継手形状は同一であるため、強度計算においては、全伸縮量が最大となる本伸縮継手を評価した。

主蒸気系概略系統図(その5)

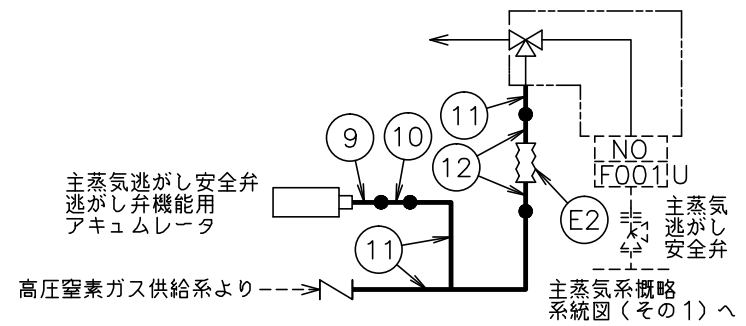
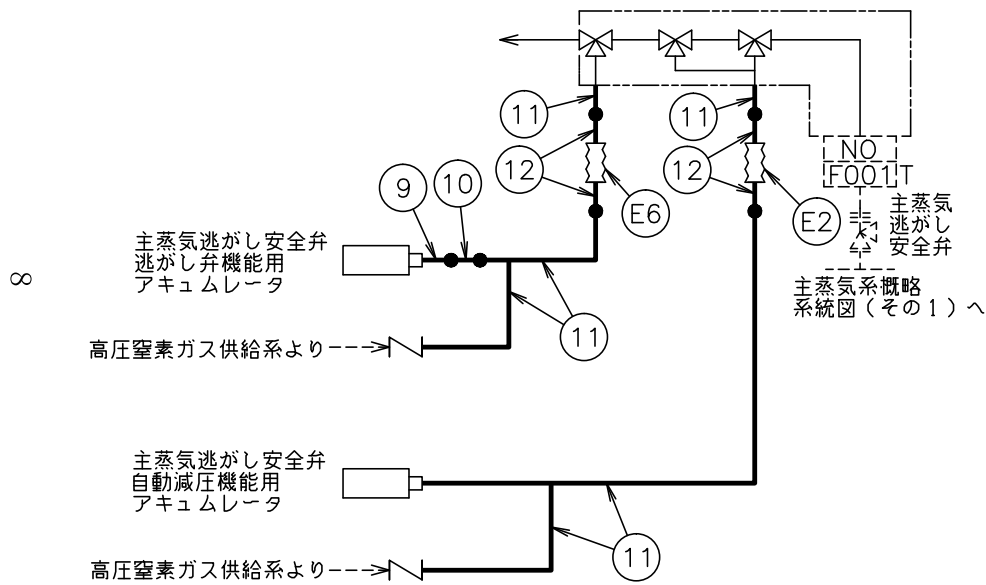


注記**：伸縮継手形状は同一であるため、強度計算においては、全伸縮量が最大となる本伸縮継手を評価した。

主蒸気系概略系統図(その6)



主蒸気系概略系統図(その7)



2. 管の強度計算書（重大事故等クラス2管）

告示第501号第58条第1項 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t _s (mm)	t (mm)	算 式	t _r (mm)
6	3.73	250	318.50	17.40	SCS16A	S	2	84*	1.00			6.95	A	6.95
7	3.73	250	563.00	31.80	SCS16A	S	2	84*	1.00			12.29	A	12.29
8	3.73	250	609.60	55.10	SCS16A	S	2	84*	1.00			13.30	A	13.30

評価：t_s ≥ t_r，よって十分である。

注記*：告示第501号 別表第6（備考）3 ハに基づき0.8倍した値を用いた。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t _s (mm)	t (mm)	算 式	t _r (mm)
1	3.73	250	267.40	15.10	STS410	S	2	103	1.00	12.5 %	13.21	4.78	A	4.78
2	3.73	250	267.40	15.10	SUS316TP	S	2	125	1.00	12.5 %	13.21	3.95	A	3.95
3	3.73	250	267.40	12.70	SUS316TP	S	2	125	1.00	12.5 %	11.11	3.95	A	3.95
4	3.73	250	318.50	17.40	SUS316TP	S	2	125	1.00	12.5 %	15.22	4.70	A	4.70
5	3.73	250	318.50	14.30	SUS316TP	S	2	125	1.00	12.5 %	12.51	4.70	A	4.70
9	2.00	171	80.00	13.60	SUS304	S	2	113	1.00			0.71	A	0.71
10	2.00	171	60.50	3.90	SUS304	S	2	113	1.00			0.54	A	0.54
11	2.00	171	60.50	3.90	SUS304TP	S	2	113	1.00	0.50mm	3.40	0.54	A	0.54
12	2.00	171	60.50	6.70	SUS304	S	2	113	1.00			0.54	A	0.54

評価: $t_s \geq t_r$, よって十分である。

3. 鏡板の強度計算書（重大事故等クラス2管）

告示第501号第58条第1項及び第2項 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (℃)	形 式	外 径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	S (MPa)	R (mm)	r (mm)	D (mm)	2・h (mm)	W, K	η	Q	t _c (mm)	算 式	t (mm)
C1	3.73	250	全半球形	609.60	55.10	SCS16A	84*		—	—	—	—	1.00			B	5.65
			フランジ部	609.60	55.10	SCS16A	84*	—	—	—	—	—	1.00			D	13.30
C2	3.73	250	半だ円形	318.50	17.40	SCS16A	84*	—	—			1.00	1.00			C	6.40
			フランジ部	318.50	17.40	SCS16A	84*	—	—	—	—	—	1.00			D	6.95

評価：t_c ≥ t，よって十分である。

注記*：告示第501号 別表第6（備考）3 ハに基づき0.8倍した値を用いた。

4. レジューサの強度計算書（重大事故等クラス2管）

告示第501号第61条第1項(告示第501号第32条第3項)及びJIS B 8243 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温 度 (°C)	θ (°)	端部記号	外 径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	S (MPa)	η	Q mm	D _i (mm)	r (mm)	W, K	t _s (mm)	t ₁ (mm)	t ₂ (mm)	算 式	t (mm)		
R1	3.73	250	10.8	大径端	563.00	31.80	SCS16A	84*	1.00	mm	mm	—	—	mm	11.60	—	A	11.60		
				フランジ部	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				小径端	318.50	17.40	SCS16A	84*	1.00	mm	mm	—	1.2	mm	6.59	8.34	B	8.34		
				フランジ部	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

評価：t_s ≥ t，よって十分である。

注記*：告示第501号 別表第6（備考）3 ハに基づき0.8倍した値を用いた。

5. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

告示第501号 第60条 準用

NO.	T1	A_r (mm^2)	4.037×10^3
形 式	C	A_0 (mm^2)	8.737×10^3
最高使用圧力 P (MPa)	3.73	A_1 (mm^2)	7.787×10^3
最高使用温度 ($^{\circ}\text{C}$)	250	A_2 (mm^2)	9.500×10^2
主管と管台の角度 α ($^{\circ}$)		A_3 (mm^2)	0
		A_4 (mm^2)	—
主管材料	SCS16A	評価： $A_0 > A_r$ よって十分である。	
S_r (MPa)	84^{*1}		
D_{or} (mm)	609.60		
D_{ir} (mm)			
t_{ro} (mm)	55.10	d_{rD} (mm)	
Q_r		LAD (mm)	
t_r (mm)		LND (mm)	
t_{rr} (mm)	13.30	A_{rD} (mm^2)	2.691×10^3
η	1.00	A_{0D} (mm^2)	6.880×10^3
		A_{1D} (mm^2)	5.930×10^3
管台材料	SCS16A	A_{2D} (mm^2)	9.500×10^2
S_b (MPa)	84^{*1}	A_{3D} (mm^2)	0
D_{ob} (mm)	318.50	A_{4D} (mm^2)	—
D_{ib} (mm)		評価： $A_{0D} \geq A_{rD}$ 以上より十分である。	
t_{bn} (mm)	17.40		
Q_b			
t_b (mm)			
t_{br} (mm)	6.48		
強め材材料	—	注記*1：告示第501号 別表第6（備考）3 ハに基づき0.8倍した値を用いた。 *2：LAは構造上取り得る範囲とした。	
S_e (MPa)	—		
D_{oe} (mm)	—		
t_e (mm)	—		
穴の径 d (mm)			
K			
d_{fr} (mm)			
LA (mm)			
LN (mm)			
L1 (mm)			
L2 (mm)			

注記*1：告示第501号 別表第6（備考）3 ハに基づき0.8倍した値を用いた。

*2：LAは構造上取り得る範囲とした。

クエンチャの穴の強度計算書（重大事故等クラス2管）

記号 SP1

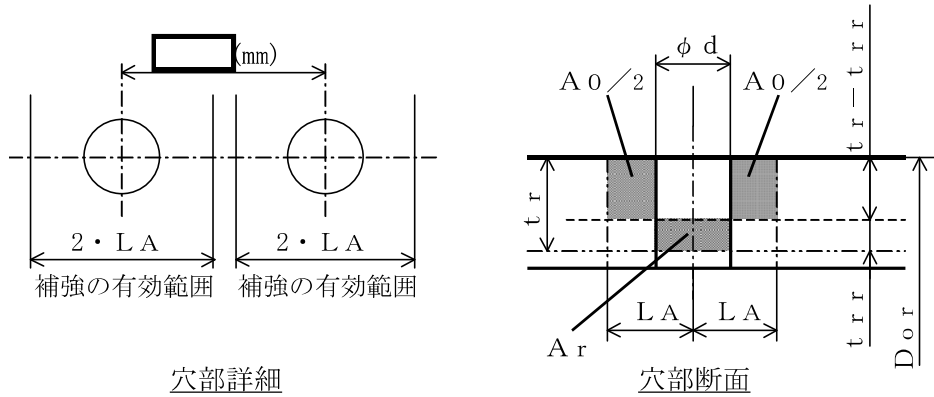


図 5-1 穴部詳細と穴部断面

(1) 告示第501号第60条第2項第1号により、穴の補強計算を行う。

a. 主管の計算上必要な厚さ t_{rr}

$$t_{rr} = \frac{P \cdot D_{or}}{2 \cdot S_r \cdot \eta + 0.8 \cdot P}$$

$$= \frac{3.73 \times 318.50}{2 \times 84 \times 1.00 + 0.8 \times 3.73}$$

$$= 6.95 \text{ mm}$$

ここで、

P	: 最高使用圧力	3.73 (MPa)
	最高使用温度	250 (°C)
D_{or}	: 主管の外径	318.50 (mm)
S_r	: 主管の材料の許容引張応力	84 (MPa)
	主管材料	SCS16A
η	: 長手継手の効率	1.00

b. 補強に必要な面積 A_r

$$A_r = 1.07 \cdot d \cdot t_{rr} \cdot (2 - \sin \alpha)$$

$$= 1.07 \times \boxed{} \times 6.95 \times (2 - \boxed{})$$

$$= 75.11 \text{ mm}^2$$

ここで、

d	: 断面に現われる穴の径	$\boxed{}$ (mm)
α	: 主管と穴の中心線との交角	$\boxed{}$ (°)

c. 補強に有効な面積 A_0

$$\begin{aligned}
 A_0 &= (\eta \cdot t_r - F \cdot t_{rr}) \cdot (2 \cdot L_A - d) \\
 &= (1.00 \times \boxed{} - 1.0 \times 6.95) \times (2 \times \boxed{}) \\
 &= 363.7 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

ここで、

t_{ro} : 主管の公称厚さ 17.40 (mm)

Q_r : 主管の厚さの負の許容差 $\boxed{}$ (mm)

t_r : 主管の最小厚さ $\boxed{}$ (mm)

$$t_r = t_{ro} - Q_r$$

F = 告示第501号第60条第2項第1号ロより求めた値 1.0

L_A = 補強に有効な範囲 (次の2つの式より計算したいずれか大きい方の値)

$$L_A = d = \boxed{} \text{ mm}$$

$$L_A = d / 2 + t_r + t_b = \boxed{} \text{ mm}$$

よって、 $L_A = \boxed{} \text{ mm}$ とする。

d. 評価

$A_0 > A_r$, よって穴の補強は十分である。

(2) 告示第501号第60条第2項第4号により、大穴の補強の要否の検討を行う。

a. 大穴の補強を要しない限界径

b. 評価

$$\begin{aligned}
 d_{frD} &= \frac{D_{or} - 2 \cdot t_r}{2} \\
 &= \frac{318.50 - 2 \times \boxed{}}{2} \\
 &= \boxed{} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$d \leq d_{frD}$, よって大穴の補強計算は必要ない。

以上より十分である。

6. 伸縮継手の強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3416 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	材 料	縦弾性係数 E (MPa)	t (mm)	全伸縮量 δ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算 式	継手部応力 σ (MPa)	N ×10 ³	N r ×10 ³	U
E1	2.00	171	SUS304	184000		40.00					A	905	6.3	0.56	0.0886
E2	2.00	171	SUS304	184000		44.00					0.1566				
E3	2.00	171	SUS304	184000		45.00					0.1587				
E4	2.00	171	SUS304	184000		48.00					0.5266				
E5	2.00	171	SUS304	184000		35.00					0.1042				
E6	2.00	171	SUS304	184000		44.00					0.1279				
E7	2.00	171	SUS304	184000		40.00					0.1042				

評価：U ≤ 1, よって十分である。

注：E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7の外径は、