

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-04-0065_改0
提出年月日	2021年4月23日

## VI-3-3-3-2-1-3-1 管の基本板厚計算書（主蒸気系）

02 ③ VI-3-3-3-2-1-3-1 R0

2021年4月

東北電力株式会社

1. 管の基本板厚計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-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「VI-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、添付書類「VI-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

管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)
1	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	8.62	302	10.34	315	S55告示 又は告示	—	SA-2		
2	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	8.62	302	10.34	315	S55告示 又は告示	—	SA-2		
3	既設	有	無	DB-1	DB-1	SA-2	有	8.62	302	10.34	315	S55告示 又は告示	—	SA-2		
4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	3.80	249	4.71	262	S55告示 又は告示	—	SA-2		
5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	3.80	249	4.71	262	S55告示 又は告示	—	SA-2		
6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	S55告示 又は告示	—	SA-2		
7	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	S55告示 又は告示	—	SA-2		
C1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	3.80	249	4.71	262	S55告示 又は告示	—	SA-2		
SP1	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	有	3.80	249	4.71	262	S55告示 又は告示	—	SA-2		
E1	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	1.77	171	—	—	SA-2		

・評価条件整理表

管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 圧力 (MPa)	DB条件 温度 (°C)	SA条件 圧力 (MPa)						SA条件 温度 (°C)
E2	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E3	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E4	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E5	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E6	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E7	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E8	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E9	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E10	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2
E11	既設	有	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又 は告示	—	SA-2

・評価条件整理表

管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			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 圧力 (MPa)	DB条件 温度 (°C)	SA条件 圧力 (MPa)	SA条件 温度 (°C)							
E12	既設	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
E13	新設	—	—	—	SA-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E14	新設	—	—	—	SA-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E15	既設	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
E16	新設	—	—	—	SA-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
E17	既設	有	DB-3	DB-3	SA-2	無	1.77	171	1.77	171	1.77	171	—	S55告示	設計・建設規格又は告示	—	SA-2
その他 T1	既設	有	DB-1	DB-1	SA-2	有*	8.62	302	10.34	315	10.34	315	有*	S55告示	既工認	—	SA-2
その他 T2	既設	有	DB-1	DB-1	SA-2	有*	8.62	302	10.34	315	10.34	315	有*	S55告示	既工認	—	SA-2
その他 T3	既設	有	DB-1	DB-1	SA-2	有*	8.62	302	10.34	315	10.34	315	有*	S55告示	既工認	—	SA-2

\* : 既工認において評価を実施しており、かつ評価条件に変更はないことから、評価結果については平成4年1月13日付け 第5回 3資庁第10518号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-3-2-1-1-1 管の基本板厚計算書」による。

・適用規格の選定

管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示第501号
3	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示第501号
4	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
5	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示第501号
6	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
7	管の板厚計算	設計・建設規格 又は告示	同等	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	告示第501号
SP1	管の穴と補強計算	設計・建設規格 又は告示	許容値	告示第501号

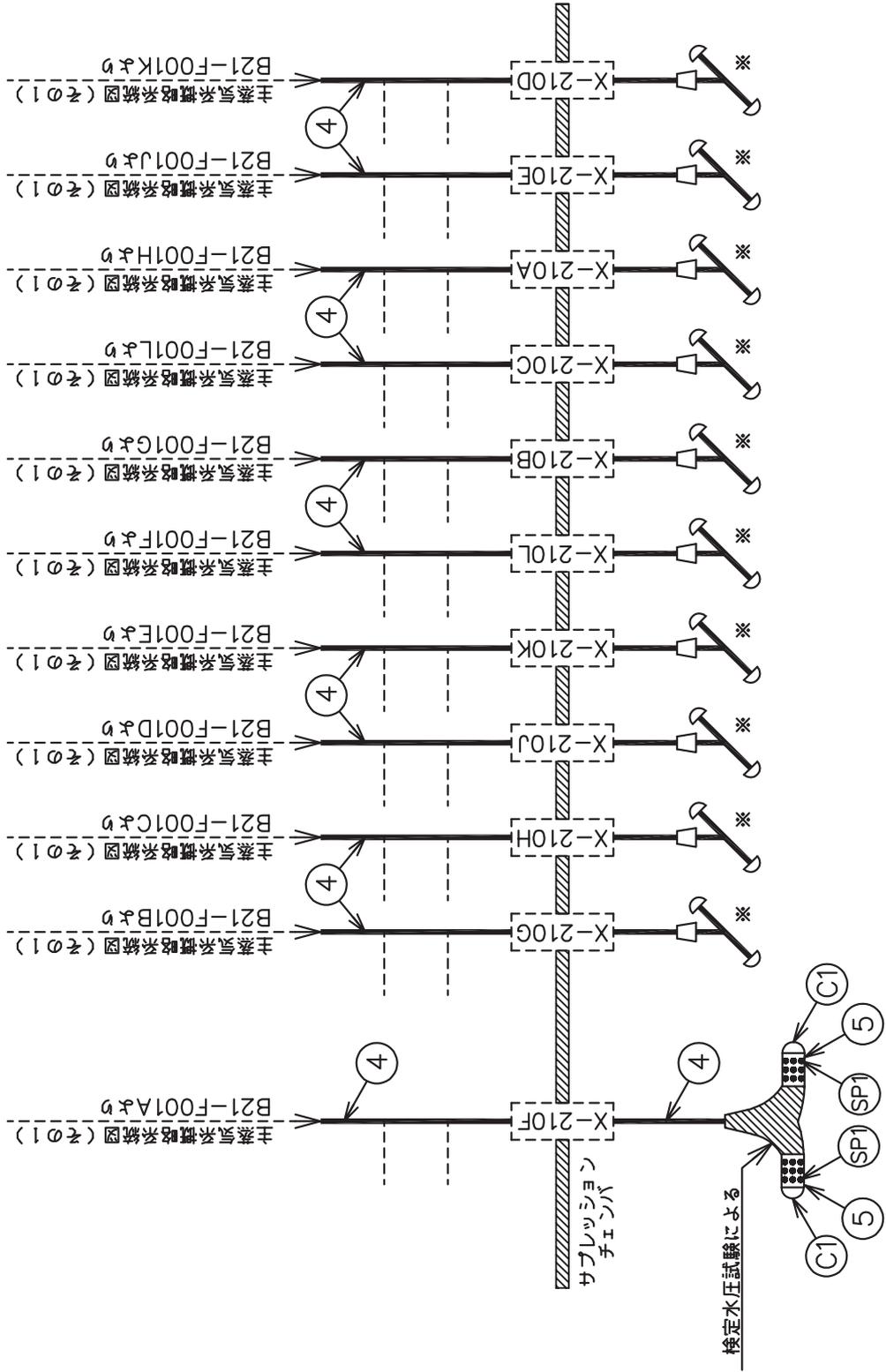
・適用規格の選定

管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
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 又は告示	同等	設計・建設規格
E3	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E4	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E5	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E6	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E7	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E8	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E9	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E10	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E11	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E12	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E13	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E14	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E15	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格
E16	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
E17	伸縮継手の強度計算	設計・建設規格 又は告示	同等	設計・建設規格

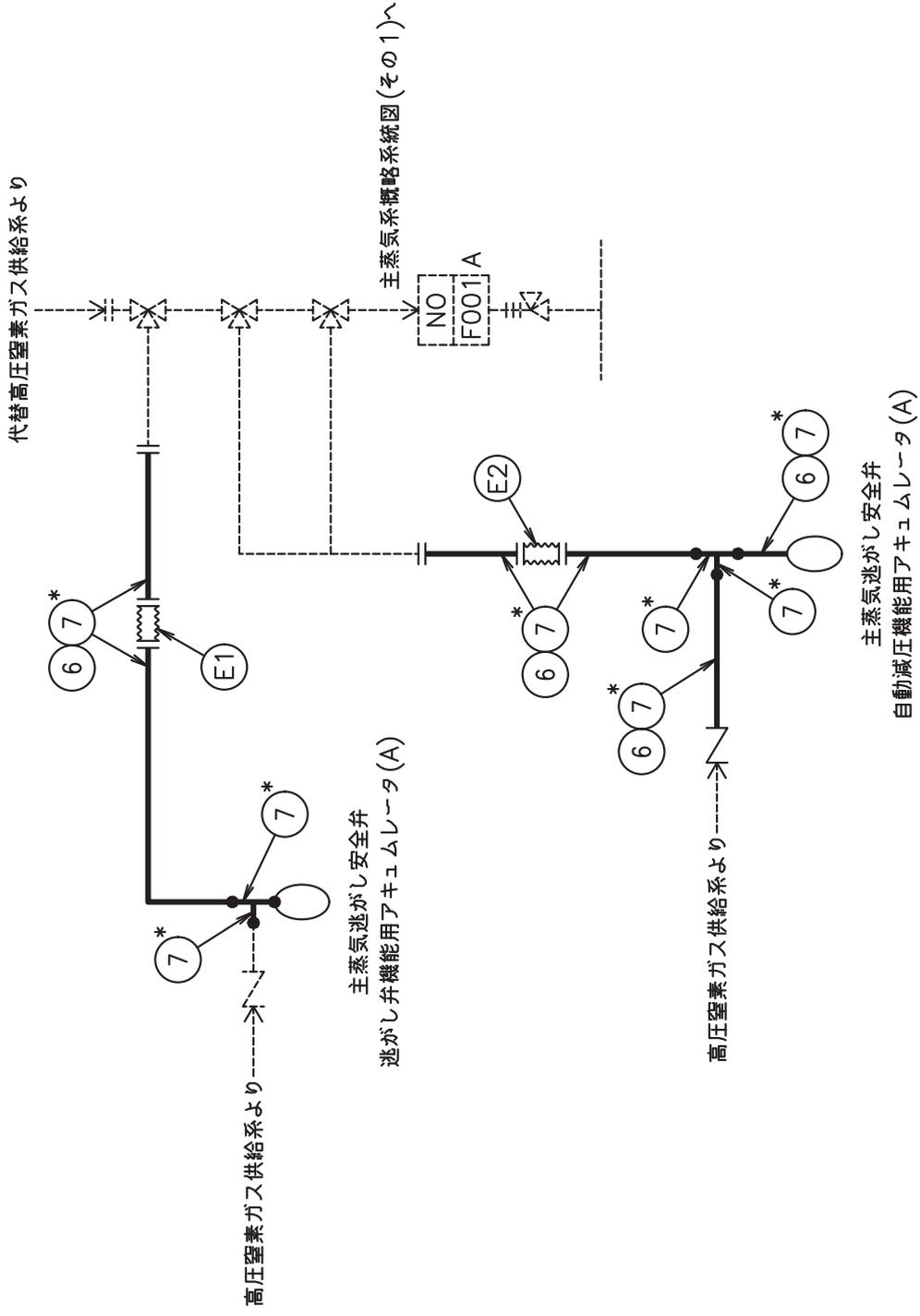
## 目次

1. 概略系統図 .....	1
2. 管の強度計算書 .....	14
3. 鏡板の強度計算書 .....	18
4. 管の穴と補強計算書.....	19
5. 伸縮継手の強度計算書 .....	22





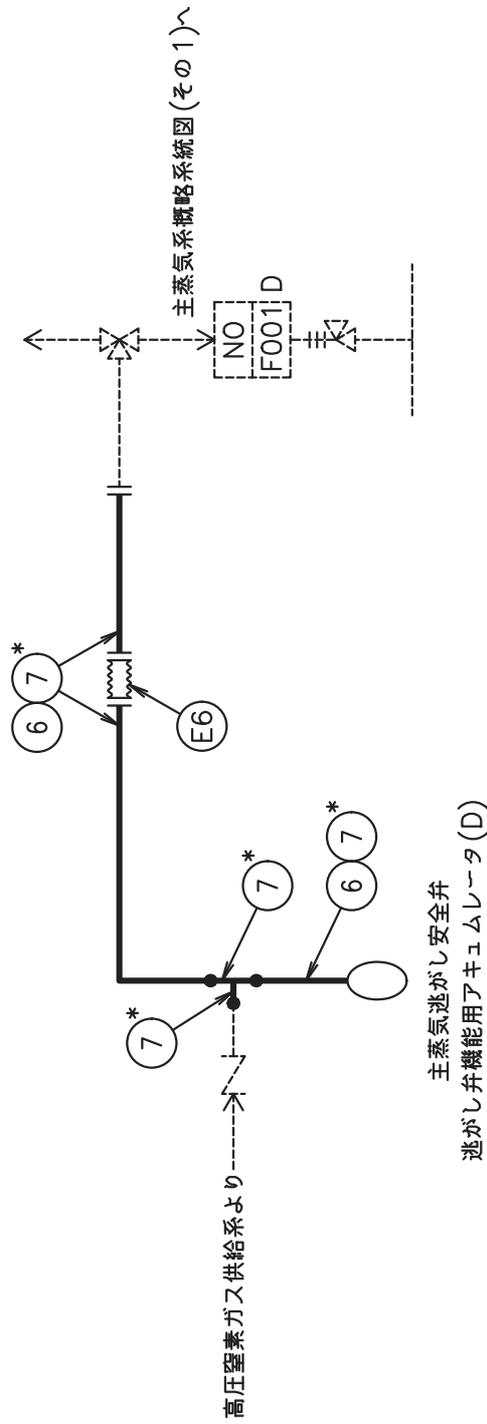
主蒸気系概略系統図 (その2)



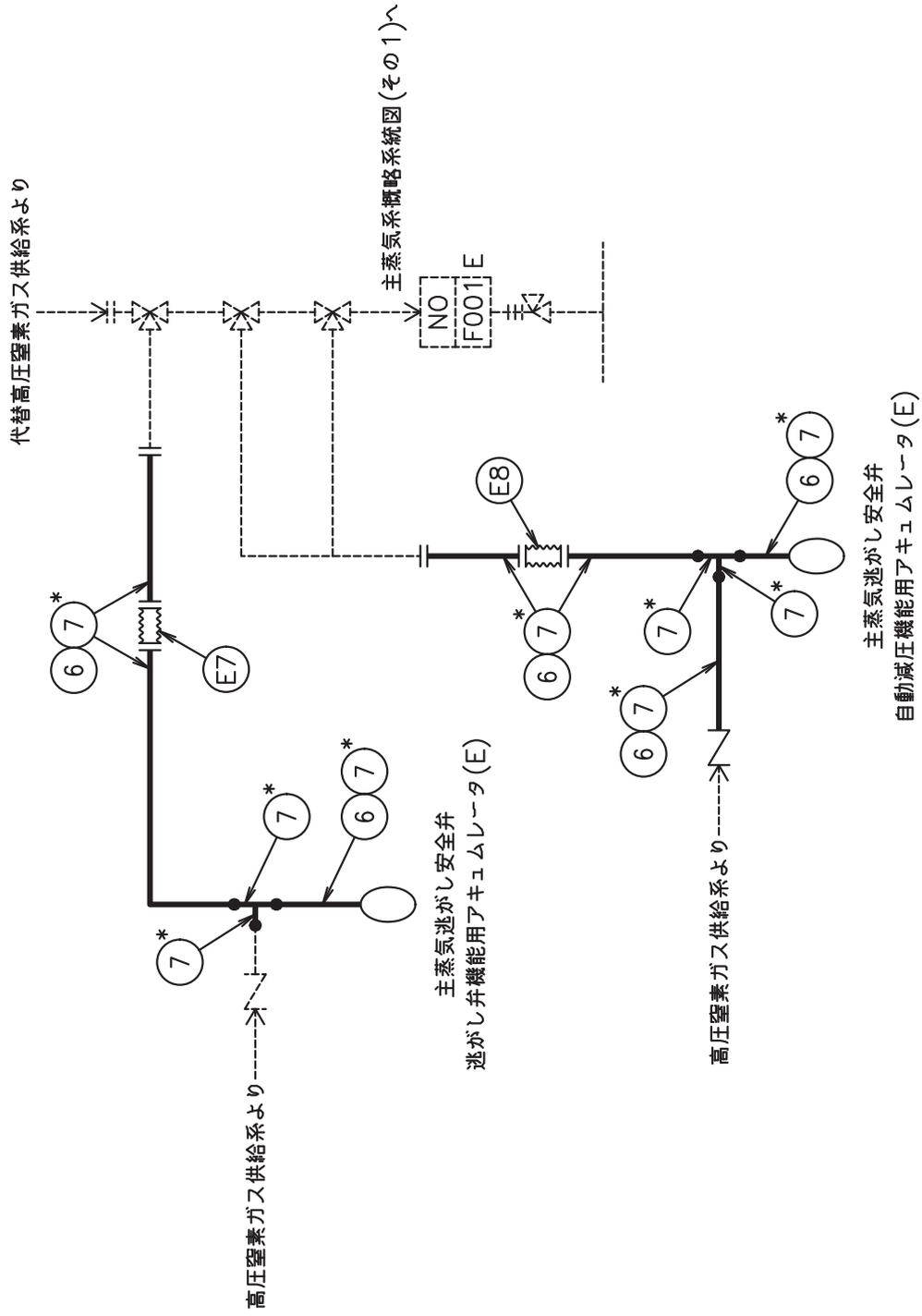
注記\*: 管継手  
主蒸気系概略系統図(その3)



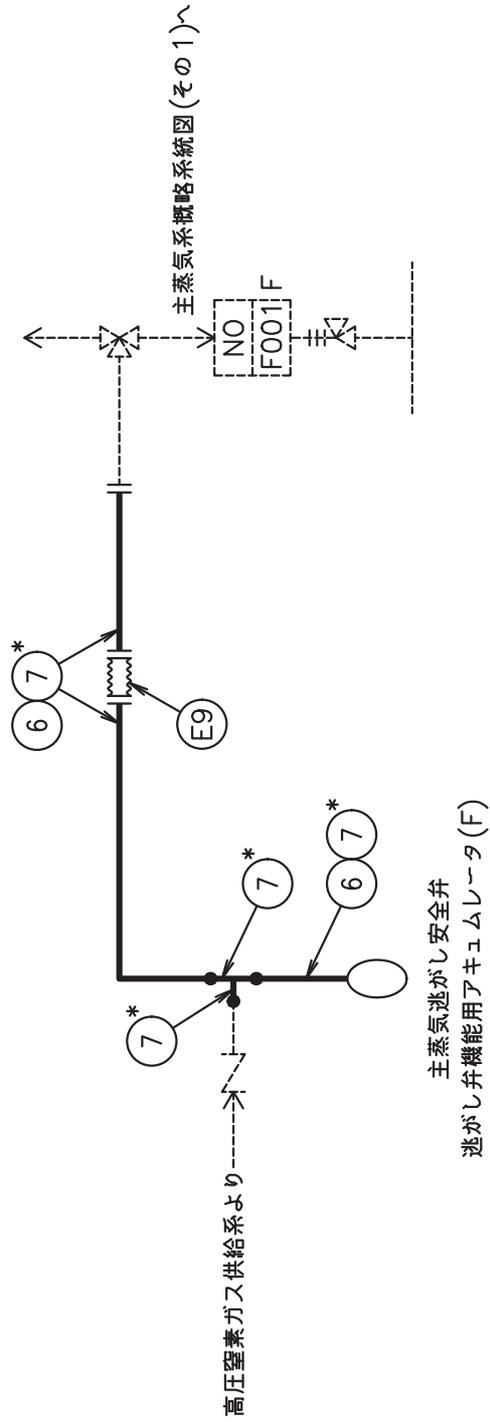


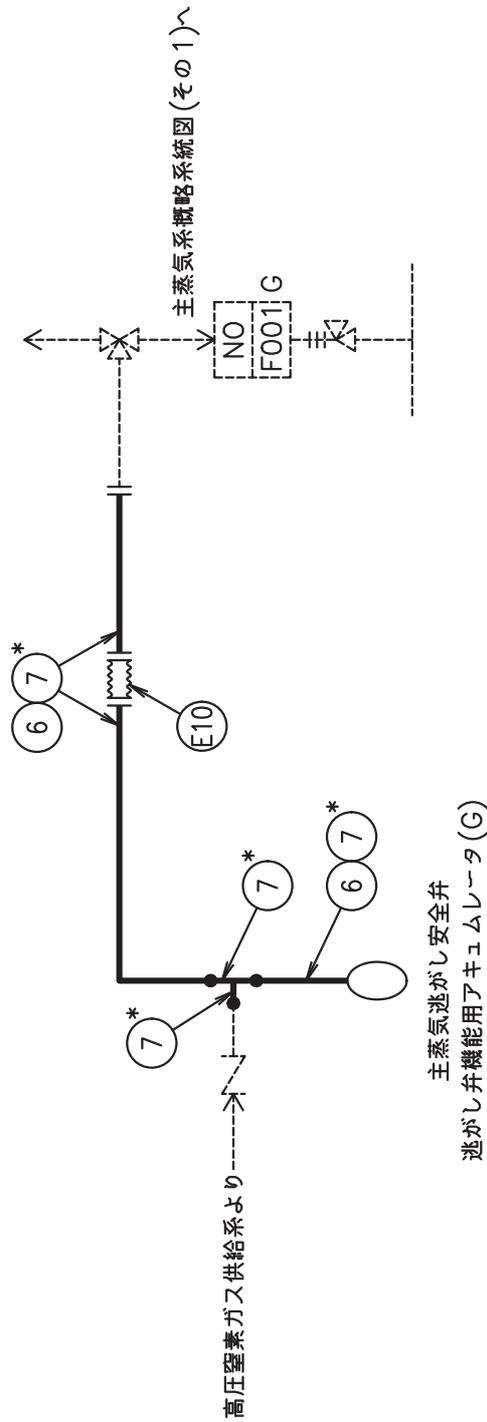


注記 \* : 管継手  
主蒸気系概略系統図(その6)

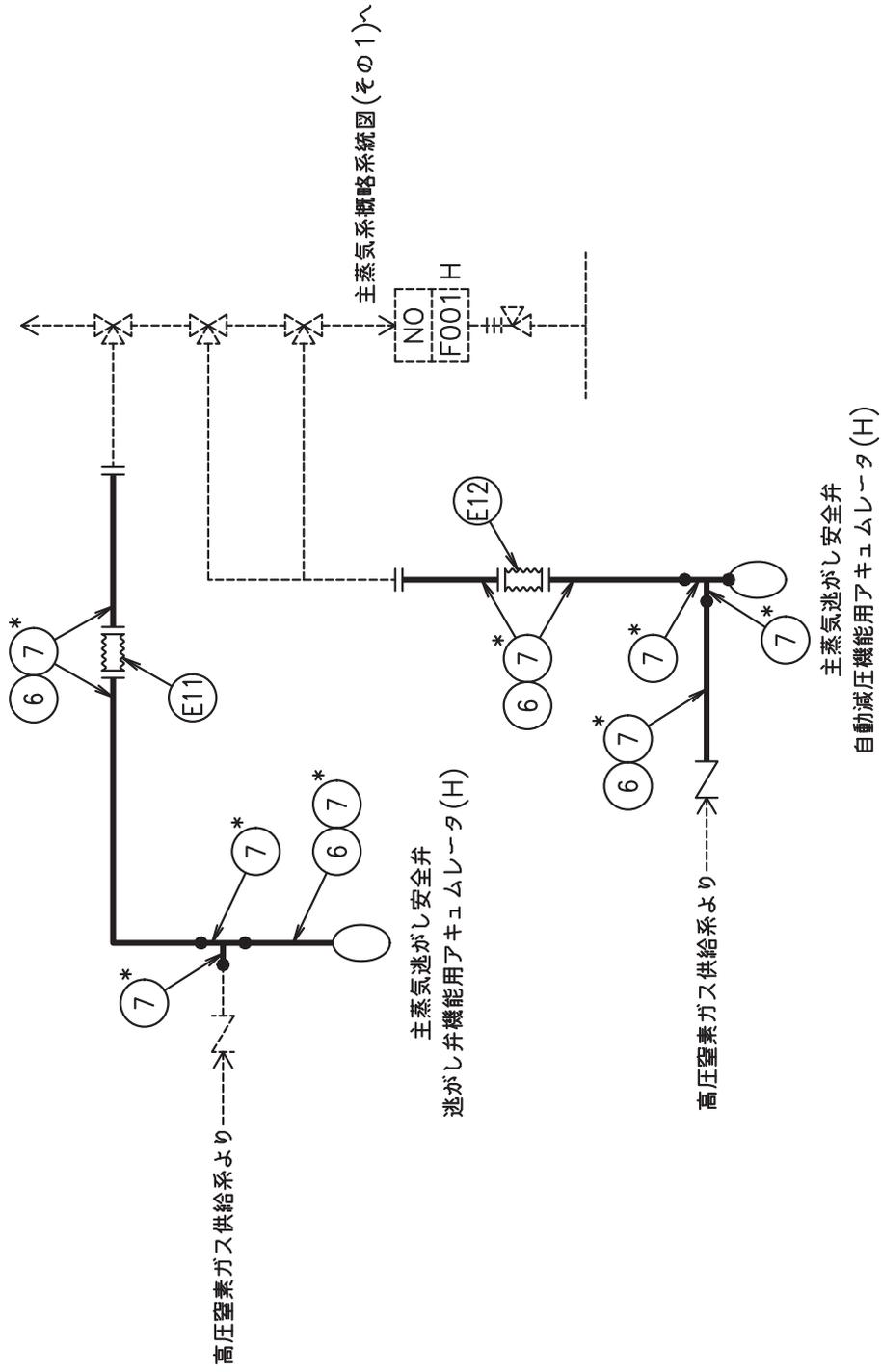


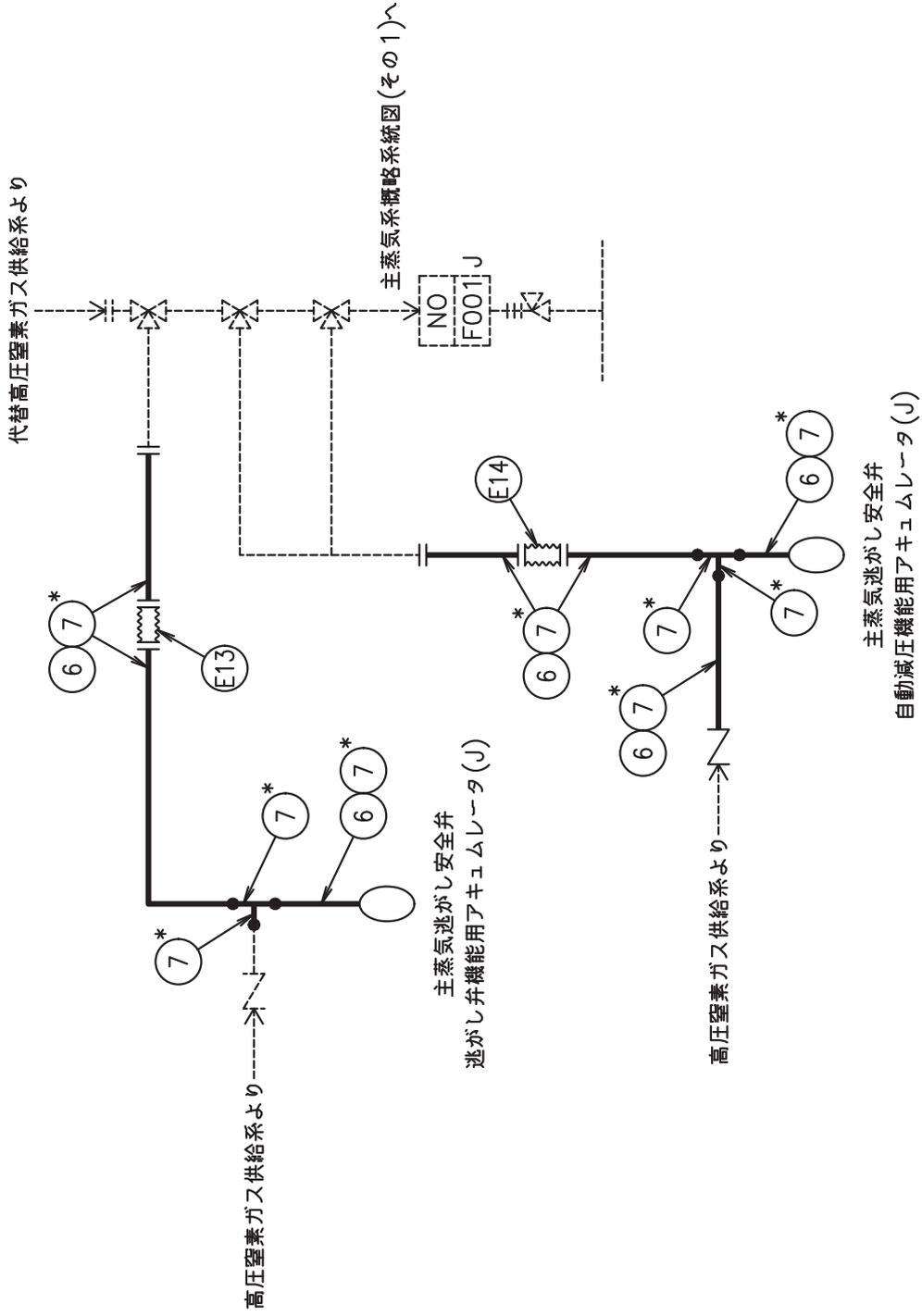
注記 \* : 管継手  
主蒸気系概略系統図(その7)



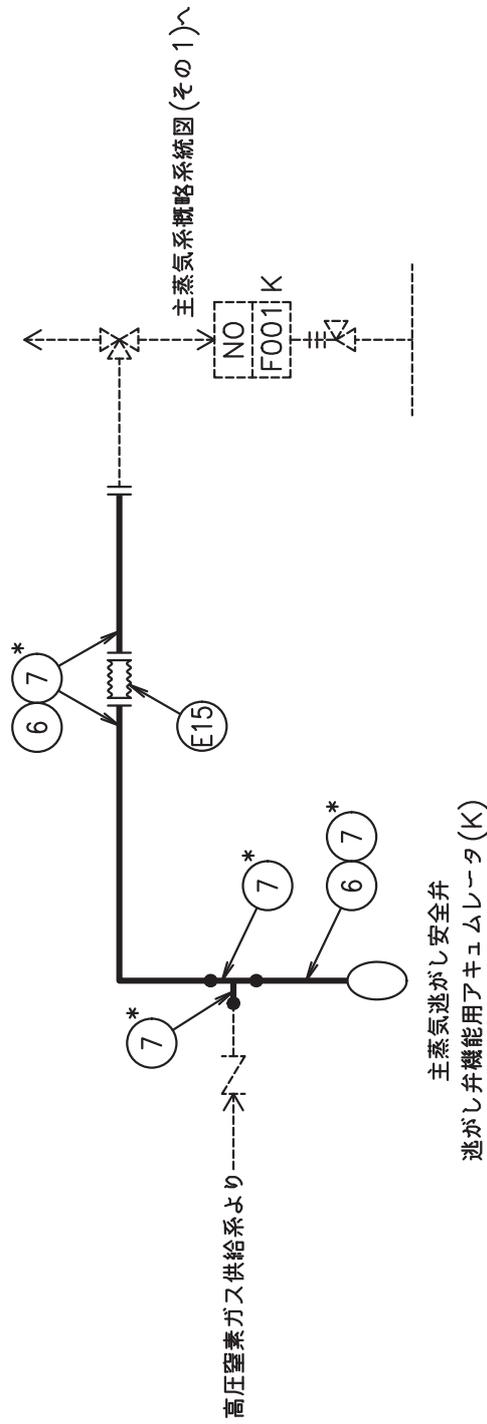


注記 \* : 管継手  
主蒸気系概略系統図(その9)





注記 \* : 管継手  
主蒸気系概略系統図 (その11)



注記 \* : 管継手  
主蒸気系概略系統図(その12)



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)

設計・建設規格 PPB-3411 及びPPB-3561 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S <sub>m</sub> (MPa)	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t* (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)	事故時圧力 P <sub>E</sub> (MPa)	許容圧力 P <sub>aE</sub> (MPa)
1	8.62	302	609.60	31.00	STS49 (STS480)	S	1	138	12.5%	27.12	18.58	A	18.58	10.34	17.24

\* : 最高使用圧力Pにより計算した必要厚さ。

評価 : t<sub>s</sub> ≥ t<sub>r</sub>, P<sub>E</sub> ≤ P<sub>aE</sub>, よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス2管)  
 告示第501号第49条第1項及び第4項第2号 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外 径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S <sub>m</sub> (MPa)	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t* (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)	事故時圧力 P <sub>E</sub> (MPa)	許容圧力 P <sub>aE</sub> (MPa)
2	8.62	302	228.60	33.00	SFVC2B	S	1	122	12.5%	28.87	7.86	A	7.86	10.34	17.24
3	8.62	302	114.30	11.10	SFVC2B	S	1	122	12.5%	9.71	3.93	A	3.93	10.34	17.24

\* : 最高使用圧力Pにより計算した必要厚さ。

評価 :  $t_s \geq t_r$ ,  $P_E \leq P_{aE}$ , よって十分である。

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 <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
4	4.71	262	267.40	15.10	STS42 STS410	S	2	103	1.00	12.5%	13.21	6.01	A	6.01
6	1.77	171	60.50	3.90	SUS304TP	S	2	113	1.00	0.50mm	3.40	0.47	A	0.47
7	1.77	171	60.50	6.10	SUS304	S	2	113	1.00			0.47	A	0.47

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

告示第 5 0 1 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 <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t <sub>s</sub> (mm)	t (mm)	算 式	t <sub>r</sub> (mm)
5	4.71	262	323.90	17.50	SCS16A	S	2	89	1.00			8.40	A	8.40

評価：t<sub>s</sub> ≧ t<sub>r</sub>, 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2項 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	形式	外径 D <sub>o</sub> (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	S (MPa)	R (mm)	r (mm)	D (mm)	2・h (mm)	K	η	Q	t <sub>c</sub> (mm)	算 式	t (mm)
C1	4.71	262	半だ円形	323.90	17.50	SCS16A	89	—	—	—	—	1.00	1.00			C	7.72
			フランジ部	323.90	17.50												89

評価：t<sub>c</sub> ≧ t，よって十分である。

4. 管の穴と補強計算書（重大事故等クラス2管）

NO. SP1

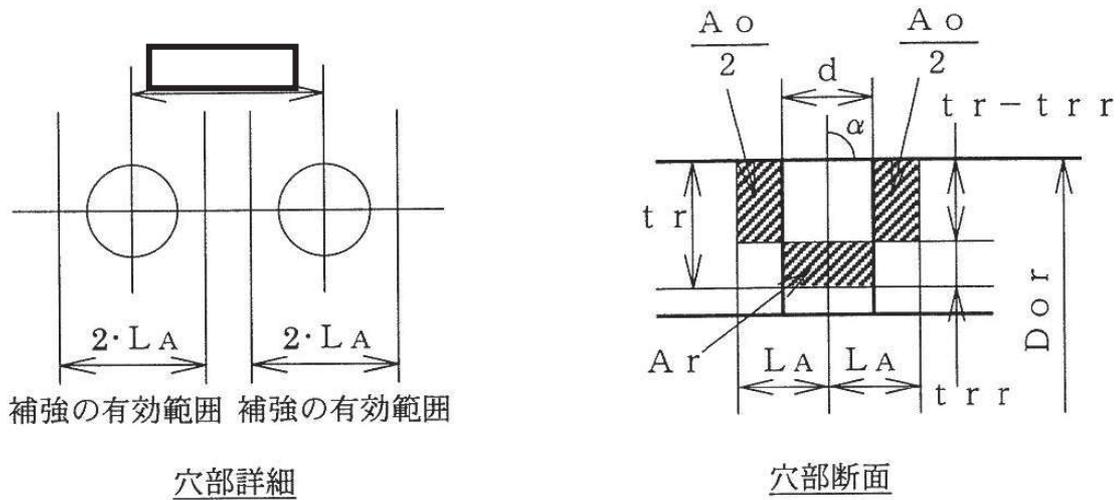


図 4-1 穴部詳細及び穴部断面

(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： $t_{rr}$

$$\begin{aligned}
 t_{rr} &= \frac{P \cdot D_{or}}{2 \cdot S_r \cdot \eta + 0.8 \cdot P} \\
 &= \frac{4.71 \times 323.90}{2 \times 89 \times 1.00 + 0.8 \times 4.71} \\
 &= 8.40 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

ここで

$P$	: 最高使用圧力（内圧）	4.71	(MPa)
	最高使用温度	262	(°C)
$D_{or}$	: 主管の外径	323.90	(mm)
$S_r$	: 主管の材料の許容引張応力	89	(MPa)
	主管材料	SCS16A	
$\eta$	: 長手継手の効率	1.00	

b. 穴の補強に必要な面積： $A_r$

$$\begin{aligned}
 A_r &= 1.07 \cdot d \cdot t_{rr} \cdot (2 - \sin \alpha) \\
 &= 1.07 \times \boxed{\phantom{000}} \times 8.392945953 \times (2 - \sin \boxed{\phantom{00}}) \\
 &= 90.70 \text{ (mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここで

$d$  : 断面に現われる穴の径  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$\alpha$  : 分岐間の中心線と主管の中心線との交角  $\boxed{\phantom{000}}$  (°)

c. 穴の補強に有効な面積の総和： $A_0$

$$\begin{aligned}
 A_0 &= (\eta \cdot t_{ro} - F \cdot t_{rr}) \cdot (2 \cdot L_A - d) \\
 &= (1.00 \times \boxed{\phantom{000}} - 1.00 \times 8.392945953) \times (2 \times \boxed{\phantom{000}} - \boxed{\phantom{000}}) \\
 &= 287.5 \text{ (mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここで

$t_{ro}$  : 主管の公称厚さ 17.50 (mm)

$Q_r$  : 主管の厚さの負の許容差  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

$t_r$  : 主管の最小厚さ  $\boxed{\phantom{000}}$  (mm)

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

$F$  : 告示第501号第60条第2項第1号ロ(イ)の図により求めた値  
1.00

$L_A$  : 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)

$$L_A = d = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$

$$L_A = d / 2 + t_r + t_b = \boxed{\phantom{000}} \text{ mm}$$

よって  $L_A = \boxed{\phantom{000}}$  (mm)

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判定を行う。

a. 大穴の補強を要しない限界径： $d_{frD}$

$$\begin{aligned}d_{frD} &= \frac{D_{or} - 2 \cdot t_r}{2} \\ &= \frac{323.90 - 2 \times 16.90}{2} \\ &= 145.05 \text{ (mm)}\end{aligned}$$

b. 評価

$d \leq d_{frD}$ ，よって大穴の補強計算は必要ない。  
以上より十分である。

5. 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 $\delta$ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算 式	継手部応力 $\sigma$ (MPa)	N $\times 10^3$	$N_r$ $\times 10^3$	U
E1	1.77	171	SUS304	184300	1.00					1	A	1101	3.18	0.50	0.1571
E2	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1350	1.55	0.50	0.3207
E3	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1053	3.72	0.50	0.1344
E4	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1398	1.37	0.50	0.3624
E5	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1398	1.37	0.50	0.3624
E6	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1046	3.80	0.50	0.1313
E7	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1220	2.22	0.50	0.2250
E8	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1220	2.22	0.50	0.2250
E9	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	970	4.95	0.50	0.1009

評価：U ≤ 1, よって十分である。

注1：E1の外径は、 mm。

注2：E2～E9の外径は、 mm。

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 $\delta$ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算 式	継手部応力 $\sigma$ (MPa)	N $\times 10^3$	$N_r$ $\times 10^3$	U
E10	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	985	4.70	0.50	0.1064
E11	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1000	4.45	0.50	0.1122
E12	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1000	4.45	0.50	0.1122
E13	1.77	171	SUS304	184300	1.00					1	A	1082	3.38	0.50	0.1478
E14	1.77	171	SUS304	184300	1.00					1	A	1517	1.03	0.50	0.4823
E15	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1053	3.72	0.50	0.1344
E16	1.77	171	SUS304	184300	1.00					1	A	1186	2.45	0.50	0.2038
E17	1.77	171	SUS304	184300	0.40					1	A	1322	1.67	0.50	0.2980

評価：U ≤ 1, よって十分である。

注1：E10, E11, E12, E15, E17の外径は,  mm。

注2：E13, E14, E16の外径は,  mm。

2. 主蒸気逃がし安全弁排気管Tークエンチャラムズヘッドの強度計算書

## 目次

1.	概要.....	1
2.	測定方法及び測定条件.....	1
3.	測定箇所.....	1
4.	測定器.....	3
5.	試験結果のまとめ.....	3
	(1) 主ひずみの算出.....	3
	(2) 主応力の算出.....	3
	(3) 検定圧力の算出.....	4
6.	測定圧力.....	5
	(1) 検定水圧試験（浜岡第3号機の試験結果）.....	5
	(2) 検定水圧試験（試験結果に基づく線形補完結果）.....	5
7.	判定基準.....	5
	(1) 判定基準（設計基準対象施設）.....	5
	(2) 判定基準（重大事故等対処設備）.....	5
8.	設計仕様の比較.....	6
9.	Tークエンチャラムズヘッド検定水圧試験結果.....	6
	(1) 測定結果（設計基準対象施設）.....	6
	(2) 計算結果（重大事故等対処設備）.....	6
	(3) 検定圧力の算出.....	7
	(4) 結果.....	7
10.	まとめ.....	9
	(添付第1図)	
	Tークエンチャラムズヘッド測定箇所図.....	10
	(添付第2図)	
	Tークエンチャラムズヘッド形状・寸法図.....	11

## 1. 概要

主蒸気逃がし安全弁排気管Tークエンチャラムズヘッドは、発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通産省告示第501号）に定める第4種管の構造の規格第64条の規定に基づき、準用する第55条ただし書きの規定により検定水圧試験を実施している。

なお、本検定水圧試験は、女川第2号機と同一設計である浜岡第3号機において既に実施されており、本計算書ではその試験方法、判定基準、試験結果及び重大事故等対処設備としての強度評価について示すものである。

女川第2号機は、既に実施された試験の結果をもって検定水圧試験にかえるものとする。

また、既工認（平成4年1月13日付け 第5回 3資庁第10518号にて認可された工事計画書の添付書類「IV-4-3 主蒸気逃がし安全弁排気管Tークエンチャラムズヘッドの強度計算書」）の結果を用いることから、既工認の結果は当時の記載単位を併記する。

## 2. 測定方法及び測定条件

- (1) あらかじめ最も弱いと推定した箇所に選定した数個の点に抵抗線ひずみ計を張りつける。
- (2) 測定方法は三軸直角型抵抗線ひずみ計を用い、アクティブダミー法で測定を行う。
- (3) 測定条件は下記とする。
  - イ. 加圧水（水圧）：3.80 MPa（最高使用圧力 3.80 MPa（38.7 kg/cm<sup>2</sup>））
  - ロ. 温度                   ：常温
- (4) 測定するひずみの値はデジタルプリンタにて記録する。

## 3. 測定箇所

添付第1図に測定箇所を、表3-1に測定箇所の選定理由を示す。

表 3-1 測定箇所を選定理由

測定箇所	選 定 理 由	備 考
A	ボトム部で最も弱いと推定される点	外 面
B	ボトム部に近い点で補強ガセットのつけ根部	外 面
C	ボトム部に近い点で補強ガセットのつけ根部 のレジューサ側の点	外 面
D	ラムズヘッド部のほぼ中央の点	外 面
E	エルボの側面部のほぼ中央の点	外 面
F	エルボの小半径部のほぼ中央の点	外 面
G	レジューサのほぼ中央の点	外 面
a	ボトム部で最も弱いと推定される点	内 面
b	ボトム部に近い点で補強ガセットのつけ根部	内 面
c	ボトム部に近い点で補強ガセットのつけ根部 のレジューサ側の点	内 面
d	ラムズヘッド部のほぼ中央の点	内 面
g	レジューサのほぼ中央の点	内 面

## 4. 測定器

デジタルストレインインディケータ  
 スイッチボックス  
 ストレインゲージ

## 5. 試験結果のまとめ

## (1) 主ひずみの算出

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{2}(\varepsilon_a + \varepsilon_c) + \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{2}(\varepsilon_a + \varepsilon_c) - \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2}$$

ここに  $\varepsilon_1$  ,  $\varepsilon_2$  : 主ひずみ  
 $\varepsilon_a$  ,  $\varepsilon_b$  ,  $\varepsilon_c$  : 測定した a, b, c 方向のひずみの読み  
 但し a, c 方向が直交するものとする。

## (2) 主応力の算出

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_1 + \nu\varepsilon_2) \quad (\text{MPa (kg/cm}^2))$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1-\nu^2}(\varepsilon_2 + \nu\varepsilon_1) \quad (\text{MPa (kg/cm}^2))$$

ここに  $\sigma_1$  : 主ひずみ  $\varepsilon_1$  方向の主応力  
 $\sigma_2$  : 主ひずみ  $\varepsilon_2$  方向の主応力  
 $\nu$  : ポアソン比=0.3  
 $E$  : 縦弾性係数=1.95×10<sup>5</sup> (MPa)  
 (縦弾性係数=1.99×10<sup>4</sup> (kg/mm<sup>2</sup>))  
 (使用材料: SCS16A)

(3) 検定圧力の算出

告示501号第55条第1項第2号により検定圧力を計算するものとする。

a. 設計基準対象施設

$$P = \frac{P_0 \cdot S}{\sigma_0}$$

$P$  : 検定圧力 (MPa (kg/cm<sup>2</sup>))

$P_0$  : 予定する最高使用圧力に相当する圧力 (MPa (kg/cm<sup>2</sup>))

$\sigma_0$  : 上の方法でひずみを応力に換算して求めた値のうち絶対値が最大の応力 (MPa (kg/mm<sup>2</sup>))

$S$  : 使用温度における材料の許容引張応力 (MPa (kg/cm<sup>2</sup>))

$$P_0 = 3.80 \text{ MPa (38.7 kg/cm}^2\text{)}$$

$$S = 89.2 \text{ MPa (9.1 kg/mm}^2\text{)} \text{ (告示501号別表第6備考3の(ロ)による。)}$$

b. 重大事故等対処設備

$$P = \frac{P_E \cdot S_E}{\sigma_E}$$

$P$  : 検定圧力 (MPa)

$P_E$  : 重大事故等時の使用圧力に相当する圧力 (MPa)

$\sigma_E$  : 上の方法でひずみを応力に換算して求めた値のうち絶対値が最大の応力 (MPa)

$S_E$  : 使用温度における材料の許容引張応力 (MPa)

$$P_E = 4.71 \text{ MPa}$$

$$S_E = 89.2 \text{ MPa (告示501号別表第6備考3の(ロ)による。)}$$

6. 測定圧力

(1) 検定水圧試験（浜岡第3号機の試験結果）

測定圧力は表6-1に示す0.00 MPa（0.0kg/cm<sup>2</sup>）から3.80 MPa（38.7kg/cm<sup>2</sup>）まで。

(2) 検定水圧試験（試験結果に基づく線形補完結果）

算出圧力は表6-1に示す3.92 MPaから4.71 MPaまで。

表 6-1 測定圧力及び算出圧力

圧力 (MPa)	0.0	0.49	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94	3.43	3.80
圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	38.7
備考									

（表 6-1 続き）

圧力 (MPa)	3.92	4.41	4.71
圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	40.0	45.0	48.0
備考			SA 時 条件

7. 判定基準

(1) 判定基準（設計基準対象施設）

最高使用圧力（3.80 MPa（38.7 kg/cm<sup>2</sup>））が検定圧力以下であること。

(2) 判定基準（重大事故等対処設備）

重大事故等時の使用時の圧力（4.71 MPa）が検定圧力以下であること。

8. 設計仕様の比較

女川第2号機及び浜岡第3号機のTークエンチャラムズヘッドの仕様を表8-1に示す。また、女川第2号機の重大事故等時の使用時の圧力及び温度を表8-2に示す。

表 8-1 設計仕様の比較

設計仕様 プラント名称	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材 料	製 法
女川第2号機	3.80 (38.7 kg/cm <sup>2</sup> )	249	267.4 323.9 323.9	15.1 17.5 17.5	SCS16A	継目無 (一 体) 鑄 造
浜岡第3号機	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上

表 8-2 重大事故等時の使用時の圧力及び温度

重大事故等時の使用時の圧力 (MPa)	重大事故等時の使用時の温度 (°C)
4.71	262

添付第2図にTークエンチャラムズヘッドの形状・寸法を示す。

9. Tークエンチャラムズヘッド検定水圧試験結果

(1) 測 定 結 果 (設計基準対象施設)

ひずみの測定結果及び主ひずみ、主応力の計算結果を表9-1に、測定箇所を添付第1図に示す。

(2) 計 算 結 果 (重大事故等対処設備)

ひずみの線形補完結果及び主ひずみ、主応力の計算結果を表9-2に、測定箇所は(1)の最大値の測定箇所とする。

## (3) 検定圧力の算出

## a. 設計基準対象施設

$$P = \frac{P_0 \cdot S}{\sigma_0} = \frac{3.80 \times 89.2}{52.4} = 6.47 \text{ MPa}$$

$$\left( = \frac{38.7 \times 9.1}{5.34} = 65.95 \text{ kg/cm}^2 \right)$$

$\sigma_0$  : 最高使用圧力 ( $P_0 = 38.7 \text{ kg/cm}^2$ ) 時の表 9-1 に示す最大値 5.34  $\text{kg/mm}^2$  (b 点) である。

## b. 重大事故等対処設備

$$P = \frac{P_E \cdot S_E}{\sigma_E} = \frac{4.71 \times 89.2}{64.8} = 6.49 \text{ MPa}$$

$\sigma_E$  : 重大事故等時の圧力 ( $P_E = 4.71 \text{ MPa}$ ) 時の表 9-2 に示す最大値 64.8 MPa (b 点) である。

## (4) 結果

## a. 設計基準対象施設

$P$  (6.47 MPa (65.95  $\text{kg/cm}^2$ ))  $> P_0$  (3.80 MPa (38.7  $\text{kg/cm}^2$ )) となり検定圧力以下である。

## b. 重大事故等対処設備

$P$  (6.49 MPa)  $> P_E$  (4.71 MPa) となり検定圧力\*以下である。

\* : 検定圧力に基づく重大事故等時の使用時のひずみを線形補完して算出した圧力。

表 9-1 検定水圧試験の測定結果（設計基準対象施設）

計測箇所	ひずみの測定結果×10 <sup>-6</sup>			主ひずみ×10 <sup>-6</sup>		主応力 [kg/mm <sup>2</sup> ]	
	$\epsilon_a$	$\epsilon_b$	$\epsilon_c$	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
A	54	93	0	98.31	-44.31	1.86	-0.32
B	0	40	96	96.66	-0.66	2.11	0.62
C	-1	56	110	110.02	-1.02	2.40	0.70
D	105	100	64	110.20	58.80	2.80	2.01
E	31	88	85	98.36	17.64	2.27	1.03
F	68	22	-33	68.20	-33.20	1.27	-0.28
G	90	57	21	90.03	20.97	2.11	1.05
a	-64	108	256	256.45	-64.45	5.19	0.27
b	-84	110	269	269.87	-84.87	5.34	-0.09
c	-39	87	160	163.47	-42.47	3.30	0.14
d	-10	22	20	27.67	-17.67	0.49	-0.20
g	66	50	29	66.17	28.83	1.64	1.06

表 9-2 検定水圧試験に基づく計算結果（重大事故等対処設備）

評価箇所	ひずみの測定結果×10 <sup>-6</sup>			主ひずみ×10 <sup>-6</sup>		主応力 [MPa]	
	$\epsilon_a$	$\epsilon_b$	$\epsilon_c$	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
b*	-103	135	332	332.96	-103.96	64.8	-0.9

\*：表 9-1 の 3.80 MPa (38.7 kg/cm<sup>2</sup>) 加圧時の測定結果に示す最大値の測定箇所 (b)。

## 10. まとめ

前項の結果より，女川第2号機の設計基準対象施設として最高使用圧力（3.80 MPa（38.7 kg/cm<sup>2</sup>））に基づき検定圧力の算出を行う。

また，重大事故等対処設備として重大事故等時の使用時の圧力（4.71 MPa）に基づき検定圧力の算出を行う。

## (1) 設計基準対象施設

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{P_0 \cdot S}{\sigma_0} \\
 &= \frac{3.80 \times 89.2}{52.4} = 6.47 \text{ MPa} \\
 &\left( = \frac{38.7 \times 9.1}{5.34} = 65.95 \text{ kg/cm}^2 \right)
 \end{aligned}$$

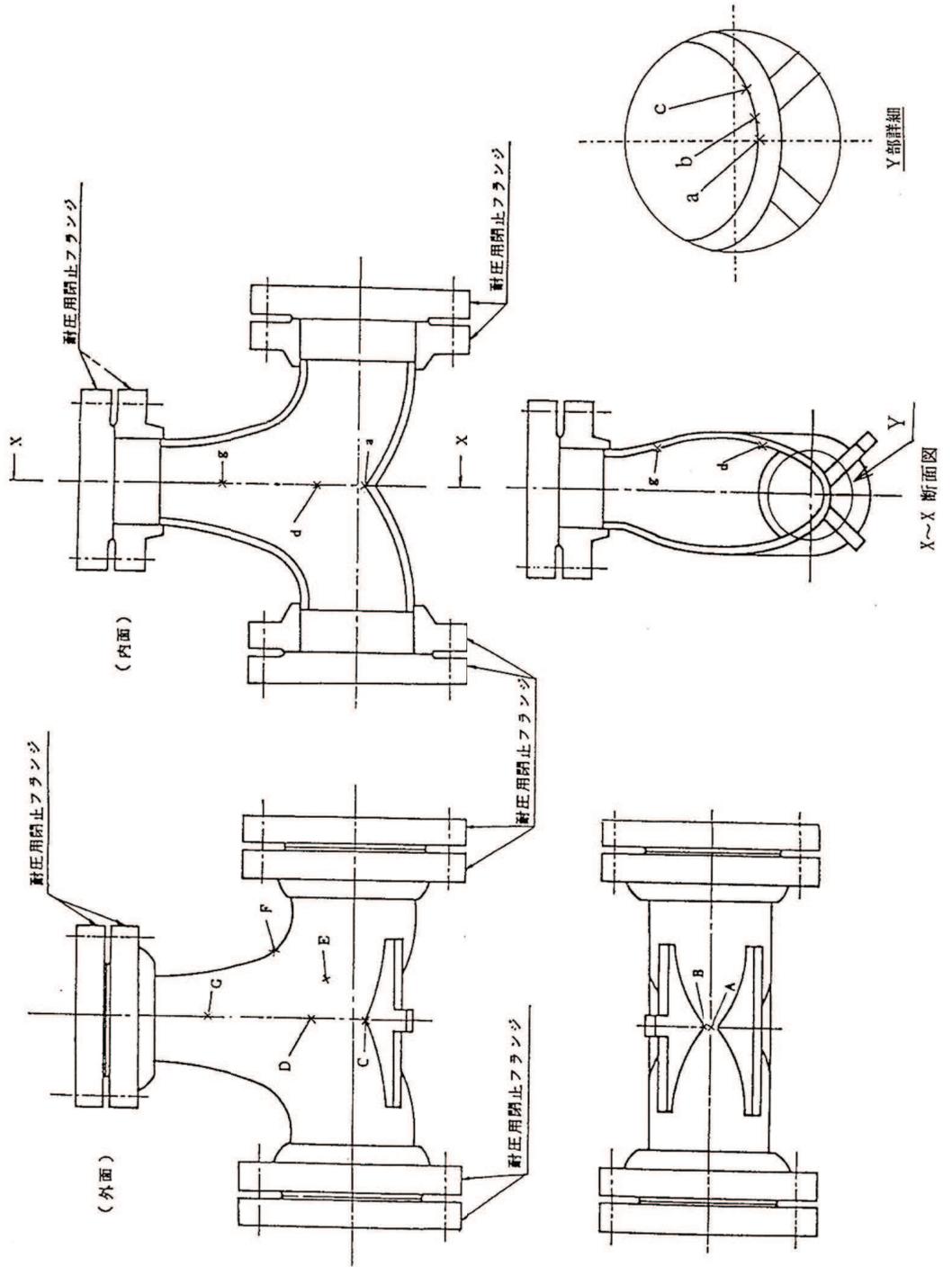
## (2) 重大事故等対処設備

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{P_E \cdot S_E}{\sigma_E} \\
 &= \frac{4.71 \times 89.2}{64.8} \\
 &= 6.49 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

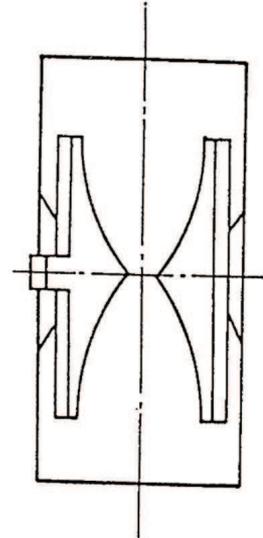
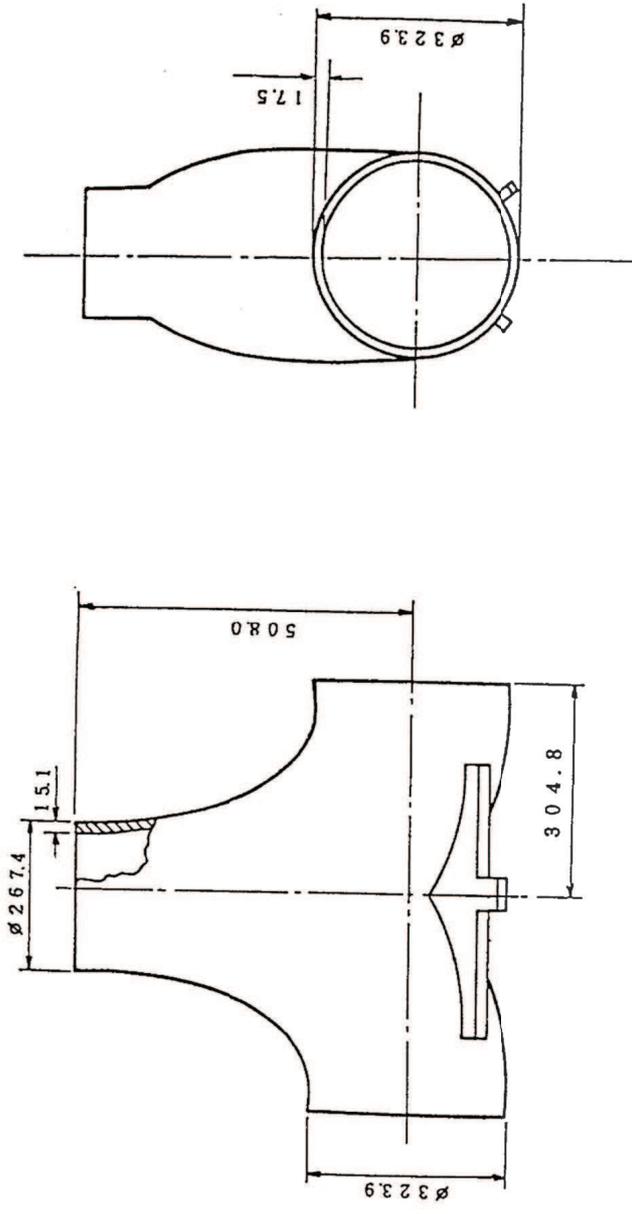
この結果より女川第2号機の最高使用圧力（3.80MPa（38.7kg/cm<sup>2</sup>））は検定圧力（6.47MPa（65.95kg/cm<sup>2</sup>））以下となる。

また，重大事故等時の使用時の圧力（4.71MPa）は検定圧力（6.49MPa）以下となる。

添付第1図 Tークエンチャラムズヘッド測定箇所図



添付第2図 Tークエンチャラムズヘッド形状・寸法図



(単位: mm)