

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-20-0078_改1
提出年月日	2021年6月29日

VI-3-3-6-2-9-1-1 弁の強度計算書（原子炉格納容器調気系）

02 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R0

2021年6月

東北電力株式会社

まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-3 クラス 2 機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-5 クラス 2 弁の強度計算方法」並びに「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-3-2-11 重大事故等クラス 2 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「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

機器名	既設 or 新設	施設時の 技術基準 を対象と 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)
T48-F011	既設	有	無	DB-2	DB-2	—	無	0.427	171	—	—	無	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-2
T48-F019	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	0.427	171	0.854	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T48-F020	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	0.427	171	0.854	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T48-F021	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	0.427	171	0.854	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
T48-F022	既設	有	無	DB-2	DB-2	SA-2	有	0.427	171	0.854	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

目次

1.	クラス2弁	1
1.1	設計仕様	2
1.2	強度計算書	3
2.	重大事故等クラス2弁	4
2.1	設計仕様	5
2.2	強度計算書	6

1. クラス 2 弁

1.1 設計仕様

系統：原子炉格納容器調気系

機器の区分		クラス2弁			
弁番号	種類	呼び径 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
T48-F011	止め弁	50	S25C	S25C	

O2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.2 強度計算書

系統：原子炉格納容器調気系

弁番号	T48-F011	シート	1
-----	----------	-----	---

設計条件		ネック部の厚さ	
最高使用圧力 P (MPa)	0.427	d_n (mm)	
最高使用温度 T_m (°C)	171	d_n / d_m	
弁箱又は弁ふたの厚さ		ℓ (mm)	—
弁箱材料	S25C	t_{m1} (mm)	—
弁ふた材料	S25C	t_{m2} (mm)	5.1
P_1 (MPa)	—	t_{ma1} (mm)	—
P_2 (MPa)	—	t_{ma2} (mm)	
d_m (mm)		評価： $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
t_1 (mm)	—		
t_2 (mm)	—		
t (mm)	4.9		
t_{ab} (mm)			
t_{af} (mm)			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。			

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2. 重大事故等クラス2 弁

2.1 設計仕様

系統：原子炉格納容器調気系

機器の区分		重大事故等クラス2弁			
弁番号	種類	呼び径 (A)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
T48-F019	止め弁	600	SCPH2	S25C	
T48-F020	止め弁	300	SCPH2	S25C	
T48-F021	止め弁	600	SCPH2	S25C	
T48-F022	止め弁	600	SCPH2	S25C	

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 強度計算書

系統：原子炉格納容器調気系

弁番号	T48-F019	シート	1
-----	----------	-----	---

	設計・建設規格	告示 第501号		設計・建設規格
設計条件			ネック部の厚さ	
最高使用圧力 P (MPa)	0.854		d_n (mm)	[]
最高使用温度 T_m (°C)	200		d_n / d_m	
弁箱又は弁ふたの厚さ			ℓ (mm)	
弁箱材料	SCPH2		t_{m1} (mm)	14.5
弁ふた材料	S25C		t_{m2} (mm)	1.7
P_1 (MPa)	—	—	t_{ma1} (mm)	[]
P_2 (MPa)	—	—	t_{ma2} (mm)	
d_m (mm)	[]		評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
t_1 (mm)	—	—		
t_2 (mm)	—	—		
t (mm)	14.5			
t_{ab} (mm)	[]			
t_{af} (mm)	[]			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

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)	0.854	H_D (N)	6.978×10^3
P_{eq} (MPa)	0.00	h_D (mm)	16.0
T_m (°C)	200	M_D (N・mm)	1.117×10^5
M_e (N・mm)		H_G (N)	7.147×10^3
F_e (N)		h_G (mm)	26.5
フランジの形式	JIS B 8265 附属書3 図27)	M_G (N・mm)	1.894×10^5
フランジ		H_T (N)	1.286×10^3
材料	SCPH2	h_T (mm)	28.8
σ_{fa} (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	M_T (N・mm)	3.697×10^4
σ_{fb} (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	M_o (N・mm)	3.380×10^5
A (mm)		M_g (N・mm)	4.504×10^6
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
g_o (mm)		K	2.11
g_1 (mm)		h_o (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.807
材料		V	0.239
σ_s (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	e (mm ⁻¹)	0.01883
σ_b (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	d (mm ³)	176044
n		L	1.22
d_b (mm)		T	1.47
ガスケット		U	3.03
材料		Y	2.76
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.58
G (mm)		応力の計算	
m		σ_{Ho} (MPa)	4
y (N/mm ²)		σ_{Ro} (MPa)	6
b_o (mm)		σ_{To} (MPa)	2
b (mm)		σ_{Hg} (MPa)	35
N (mm)		σ_{Rg} (MPa)	71
G_s (mm)		σ_{Tg} (MPa)	24
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)	8.264×10^3		
H_p (N)	7.147×10^3		
W_{m1} (N)	1.541×10^4		
W_{m2} (N)	9.611×10^4		
A_{m1} (mm ²)	89.08		
A_{m2} (mm ²)	555.5		
A_m (mm ²)	555.5		
A_b (mm ²)			
W_o (N)	1.541×10^4		
W_g (N)	1.700×10^5		
評価： $A_m < A_b$		よって十分である。	

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

	設計・建設規格	告示 第501号		設計・建設規格
設計条件			ネック部の厚さ	
最高使用圧力 P (MPa)	0.854		d_n (mm)	[]
最高使用温度 T_m (°C)	200		d_n / d_m	
弁箱又は弁ふたの厚さ			ℓ (mm)	
弁箱材料	SCPH2		t_{m1} (mm)	9.6
弁ふた材料	S25C		t_{m2} (mm)	1.1
P_1 (MPa)	—	—	t_{ma1} (mm)	[]
P_2 (MPa)	—	—	t_{ma2} (mm)	
d_m (mm)	[]		評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
t_1 (mm)	—	—		
t_2 (mm)	—	—		
t (mm)	9.6	—		
t_{ab} (mm)	[]			
t_{af} (mm)	[]			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

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)	0.854	H_D (N)	1.677×10^3
P_{eq} (MPa)	0.00	h_D (mm)	13.7
T_m (°C)	200	M_D (N・mm)	2.297×10^4
M_e (N・mm)		H_G (N)	0
F_e (N)		h_G (mm)	13.2
フランジの形式	JIS B 8265 附属書3 図27)	M_G (N・mm)	0
フランジ		H_T (N)	1.325×10^3
材料	SCPH2	h_T (mm)	17.4
σ_{fa} (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	M_T (N・mm)	2.309×10^4
σ_{fb} (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	M_o (N・mm)	4.606×10^4
A (mm)		M_g (N・mm)	3.862×10^5
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
g_o (mm)		K	1.92
g_1 (mm)		h_o (mm)	
h (mm)		f	1.19
ボルト		F	0.905
材料		V	0.500
σ_s (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	e (mm ⁻¹)	0.03551
σ_b (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	d (mm ³)	29781
n		L	1.21
d_b (mm)		T	1.54
ガスケット		U	3.45
材料		Y	3.14
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.74
G (mm)		応力の計算	
m		σ_{Ho} (MPa)	4
y (N/mm ²)		σ_{Ro} (MPa)	5
b_o (mm)		σ_{To} (MPa)	2
b (mm)		σ_{Hg} (MPa)	24
N (mm)		σ_{Rg} (MPa)	40
G_s (mm)		σ_{Tg} (MPa)	15
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)	3.002×10^3		
H_p (N)	0		
W_{m1} (N)	3.002×10^3		
W_{m2} (N)	0		
A_{m1} (mm ²)	17.35		
A_{m2} (mm ²)	0		
A_m (mm ²)	17.35		
A_b (mm ²)			
W_o (N)	3.002×10^3		
W_g (N)	2.925×10^4		
評価： $A_m < A_b$	よって十分である。		

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

	設計・建設規格	告示 第501号		設計・建設規格
設計条件			ネック部の厚さ	
最高使用圧力 P (MPa)	0.854		d_n (mm)	[]
最高使用温度 T_m (°C)	200		d_n / d_m	
弁箱又は弁ふたの厚さ			ℓ (mm)	
弁箱材料	SCPH2		t_{m1} (mm)	14.5
弁ふた材料	S25C		t_{m2} (mm)	1.3
P_1 (MPa)	—	—	t_{ma1} (mm)	[]
P_2 (MPa)	—	—	t_{ma2} (mm)	
d_m (mm)	[]		評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
t_1 (mm)	—	—		
t_2 (mm)	—	—		
t (mm)	14.5	—		
t_{ab} (mm)	[]			
t_{af} (mm)	[]			
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

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)	0.854	H_D (N)	4.293×10^3
P_{eq} (MPa)	0.00	h_D (mm)	23.5
T_m (°C)	200	M_D (N・mm)	1.009×10^3
M_e (N・mm)		H_G (N)	0
F_e (N)		h_G (mm)	23.3
フランジの形式	JIS B 8265 附属書3 図27)	M_G (N・mm)	0
フランジ		H_T (N)	2.672×10^3
材料	SCPH2	h_T (mm)	28.8
σ_{fa} (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	M_T (N・mm)	7.688×10^4
σ_{fb} (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	M_o (N・mm)	1.778×10^5
		M_g (N・mm)	1.975×10^6
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	1.88
C (mm)		h_o (mm)	
g_o (mm)		f	1.19
g_1 (mm)		F	0.907
h (mm)		V	0.512
ボルト		e (mm ⁻¹)	0.02390
材料		d (mm ³)	85899
σ_s (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	L	1.42
σ_b (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	T	1.55
		U	3.58
		Y	3.26
n		Z	1.80
d_b (mm)		応力の計算	
ガスケット		σ_{Ho} (MPa)	5
材料		σ_{Ro} (MPa)	4
ガスケット厚さ (mm)		σ_{To} (MPa)	2
G (mm)		σ_{Hg} (MPa)	37
m		σ_{Rg} (MPa)	38
y (N/mm ²)		σ_{Tg} (MPa)	22
b_o (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。	
b (mm)			
N (mm)			
G_s (mm)			
ボルトの計算			
H (N)	6.965×10^3		
H_p (N)	0		
W_{m1} (N)	6.965×10^3		
W_{m2} (N)	0		
A_{m1} (mm ²)	40.26		
A_{m2} (mm ²)	0		
A_m (mm ²)	40.26		
A_b (mm ²)			
W_o (N)	6.965×10^3		
W_g (N)	8.476×10^4		
評価： $A_m < A_b$		よって十分である。	

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

	設計・建設規格	告示 第501号		設計・建設規格
設計条件			ネック部の厚さ	
最高使用圧力 P (MPa)	0.854		d_n (mm)	
最高使用温度 T_m (°C)	200		d_n / d_m	
弁箱又は弁ふたの厚さ			ℓ (mm)	
弁箱材料	SCPH2		t_{m1} (mm)	14.5
弁ふた材料	S25C		t_{m2} (mm)	1.7
P_1 (MPa)	—	—	t_{ma1} (mm)	
P_2 (MPa)	—	—	t_{ma2} (mm)	
d_m (mm)			評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。	
t_1 (mm)	—	—		
t_2 (mm)	—	—		
t (mm)	14.5			
t_{ab} (mm)				
t_{af} (mm)				
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

O 2 ③ VI-3-3-6-2-9-1-1 R 1

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)	0.854	H_D (N)	6.978×10^3
P_{eq} (MPa)	0.00	h_D (mm)	16.0
T_m (°C)	200	M_D (N・mm)	1.117×10^5
M_e (N・mm)		H_G (N)	7.147×10^3
F_e (N)		h_G (mm)	26.5
フランジの形式	JIS B 8265 附属書3 図27)	M_G (N・mm)	1.894×10^5
フランジ		H_T (N)	1.286×10^3
材料	SCPH2	h_T (mm)	28.8
σ_{fa} (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	120	M_T (N・mm)	3.697×10^4
σ_{fb} (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	120	M_o (N・mm)	3.380×10^5
A (mm)		M_g (N・mm)	4.504×10^6
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
g_o (mm)		K	2.11
g_1 (mm)		h_o (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.807
材料		V	0.239
σ_s (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20 °C)	173	e (mm ⁻¹)	0.01883
σ_b (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	173	d (mm ³)	176044
n		L	1.22
d_b (mm)		T	1.47
ガスケット		U	3.03
材料		Y	2.76
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.58
G (mm)		応力の計算	
m		σ_{Ho} (MPa)	4
y (N/mm ²)		σ_{Ro} (MPa)	6
b_o (mm)		σ_{To} (MPa)	2
b (mm)		σ_{Hg} (MPa)	35
N (mm)		σ_{Rg} (MPa)	71
G_s (mm)		σ_{Tg} (MPa)	24
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)	8.264×10^3		
H_p (N)	7.147×10^3		
W_{m1} (N)	1.541×10^4		
W_{m2} (N)	9.611×10^4		
A_{m1} (mm ²)	89.08		
A_{m2} (mm ²)	555.5		
A_m (mm ²)	555.5		
A_b (mm ²)			
W_o (N)	1.541×10^4		
W_g (N)	1.700×10^5		
評価： $A_m < A_b$		よって十分である。	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。