

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-420 改2
提出年月日	平成30年8月30日

V-3-5-5-1-2 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」及び「V-3-1-6 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」並びに「V-3-2-3 クラス1弁の強度計算方法」及び「V-3-2-12 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「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)
E51-F064	既設	無	—	DB-1	DB-1	—	—	8.62	302	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-1
E51-F013*	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	10.35	77	10.70	120	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2
								8.62	302	—	—					
E51-F045	既設	無	—	DB-2	DB-2	SA-2	—	8.62	302	8.62	302	—	—	設計・建設規格	—	DB-2 SA-2

* : E51-F013 の強度評価は圧力 10.70 MPa 温度 302 °Cで行う。

目次

1. クラス1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	8
2.1 設計仕様	9
2.2 強度計算書	10

1. クラス1 弁

1.1 設計仕様

系統：原子炉隔離時冷却系

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
E51-F064	止め弁	250	SCPL1	SCPL1	SCPL1	SNB7

1.2 強度計算書

系 統 : 原子炉隔離時冷却系

弁番号	F064	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		SCPL1	T_{e1} (mm)		
接続管材料		STPT49	T_{e2} (mm)		
接続管外径 (mm)		267.4	r_i (mm)		
接続管内径 (mm)		237.2	θ (°)		
添付図番号	図3-1	(5)	K		1.00
	図3-2	(2)	P_e (MPa)		79
	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
			C2		0.46
P_1 (MPa)		6.38	ΔT (°C)		
P_2 (MPa)		9.57	C4		
P_{r1} (MPa)		6.38	ΔP_{fm} (MPa)		
P_{r2} (MPa)		9.58	ΔT_{fm} (°C)		
P_s (MPa)		8.62	$S_n(1)$ (MPa)		157
d (mm)			$S_n(2)$ (MPa)		107
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)		133
A_f (mm ²)			$2.25 \cdot S_m$ (MPa)		291
A_m (mm ²)			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)		39	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_r (MPa)		
配管反力による弁箱の二次応力評価			$S\theta(1)$ (MPa)		101
A-A断面の弁外径 (mm)			$S\theta(2)$ (MPa)		112
A_1 (mm ²)			E_m (MPa)		185000
A_2 (mm ²)			N(1)		211258
C_b		1.00	N(2)		145730
Z_1 (mm ³)			評価 : $N(1) \geq 2000$ $N(2) \geq 2000$ よって十分である。		
Z_2 (mm ³)					
Z_p (mm ³)					
S_y (MPa)		222			
P_d (MPa)		38			
P_b (MPa)		79			
P_t (MPa)		79			
$1.5 \cdot S_m$ (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。					

NT2 補③ V-3-5-5-1-2 R1

繰返しピーク応力強さ(疲れ累積係数)

q	A _o	B _o	C ₅	S _n (MPa)	3・S _m (MPa)		
3.1	0.66	2.59	0.98	118	388		
ΔT _f (°C)	S _p (MPa)	K _e	Sσ (MPa)	N _i	N _{ri}	N _i /N _{ri}	
	1120	1.00	560			0.0105	
	1056	1.00	528			0.1226	
	980	1.00	490			0.0009	
	557	1.00	279			0.0198	
	504	1.00	252			0.0090	
	407	1.00	204			0.0007	
	374	1.00	187			0.0046	
	300	1.00	150			0.0003	
	285	1.00	143			0.0003	
	280	1.00	140			0.0002	
	242	1.00	121			0.0001	
	224	1.00	112			0.0001	
	185	1.00	93			0.0001	
	175	1.00	88			0.0002	
	155	1.00	78			0.0001	
	142	1.00	71			0.0001	
	135	1.00	68			0.0003	
-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	

評価 : 疲れ累積係数 $I_t = \sum \frac{N_i}{N_{ri}} = 0.1690 \leq 1$ 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 ₁	(mm)		材料	SCPL1	
r ₂	(mm)		形式	W2	
0.3・t	(mm)		P	(MPa)	8.62
0.05・t	(mm)		P _c (P ₁ , P ₂)	(N)	
0.1・h	(mm)		h	(mm)	
d _n /d _m			a	(mm)	
			b	(mm)	
			σ _D	(MPa)	56
			1.5・S _m	(MPa)	184
評価 : r ₁ ≧ 0.3・t r ₂ ≧ Max(0.05・t, 0.1・h)			評価 : σ _D ≦ 1.5・S _m		
$\frac{d_n}{d_m} < 2$			よって十分である。		

NT2 補③ V-3-5-5-1-2 R1

弁箱又は弁ふたの厚さ及びネック部の厚さ	
弁箱材料	SCPL1
弁ふた材料	SCPL1
d_m (mm)	
t_1 (mm)	15.5
t_2 (mm)	17.4
t (mm)	16.9
d_n (mm)	
d_n/d_m	
t_m (mm)	16.9
t_{ab} (mm)	
t_{af} (mm)	
t_{ma} (mm)	
<p>評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ $t_{ma} \geq t_m$</p> <p>よって十分である。</p>	

NT2 補③ V-3-5-5-1-2 R1

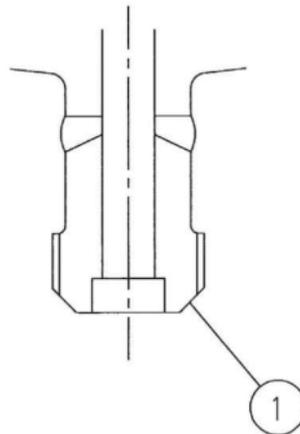
フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		モーメントの計算	
P_{FD} (MPa)	12.93	H_D (N)	8.536×10^5
P_{eq} (MPa)	4.31	h_D (mm)	47.0
T_m (°C)	302	M_D (N・mm)	4.012×10^7
M_e (N・mm)		H_G (N)	6.093×10^5
F_e (N)		h_G (mm)	49.6
フランジの形式	JIS B8265 図2 b) 7)	M_G (N・mm)	3.020×10^7
フランジ		H_T (N)	2.576×10^5
材料	SCPL1	h_T (mm)	59.8
σ_{fa} (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	150	M_T (N・mm)	1.540×10^7
σ_{fb} (MPa) 最高使用温度(使用状態)	122	M_o (N・mm)	8.572×10^7
		M_g (N・mm)	1.472×10^8
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	1.72
C (mm)		h_o (mm)	
g_o (mm)		f	1.00
g_1 (mm)		F	0.827
h (mm)		V	0.296
ボルト		e (mm ⁻¹)	0.00859
材料	SNB7 (径≤63mm)	d (mm ³)	1366549
σ_a (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	242	L	1.46
σ_b (MPa) 最高使用温度(使用状態)	197	T	1.62
n		U	4.11
		Y	3.74
d_b (mm)		Z	2.01
ガスケット		応力の計算	
材料		σ_{Ho} (MPa)	106
ガスケット厚さ (mm)		σ_{Ro} (MPa)	59
G (mm)		σ_{To} (MPa)	47
m		σ_{Hg} (MPa)	142
y (N/mm ²)		σ_{Rg} (MPa)	101
b_o (mm)		σ_{Tg} (MPa)	81
b (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。	
N (mm)			
G_s (mm)			
ボルトの計算			
H (N)	1.111×10^6		
H_p (N)	6.093×10^5		
W_{m1} (N)	1.721×10^6		
W_{m2} (N)	5.415×10^5		
A_{m1} (mm ²)	8.704×10^3		
A_{m2} (mm ²)	2.237×10^3		
A_m (mm ²)	8.704×10^3		
A_b (mm ²)			
W_o (N)	1.721×10^6		
W_g (N)	2.970×10^6		
評価 : $A_m < A_b$		よって十分である。	

NT2 補③ V-3-5-5-1-2 RI

管台の厚さ									
No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 T _m (°C)	外 径 D _o (mm)	公称厚さ t _{no} (mm)	材 料	S (MPa)	η	t (mm)	t _{br} (mm)
1	8.62	302						1.7	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

評価 : $t_{br} \geq t$

よって十分である。



管台の形状

2. 重大事故等クラス2 弁

2.1 設計仕様

系統：原子炉隔離時冷却系

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
E51-F013	止め弁	150	SCS14	SCS14	SCM435
E51-F045	止め弁	100	SCPH2	SCPH2	SCM3

2.2 強度計算書

系 統 : 原子炉隔離時冷却系

弁番号	F013	シート	1
-----	------	-----	---

設計条件		ネック部の厚さ		
最高使用圧力P (MPa)	10.70	d_n (mm)		
最高使用温度 T_m (°C)	302	d_n/d_m		
弁箱又は弁ふたの厚さ		ℓ (mm)		
弁箱材料	SCS14	t_{m1} (mm)		17.1
弁ふた材料	SCS14	t_{m2} (mm)		16.9
P_1 (MPa)	10.56	t_{ma1} (mm)		
P_2 (MPa)	17.61	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)	16.9			
t_2 (mm)	27.5			
t (mm)	17.1			
t_{ab} (mm)				
t_{af} (mm)				
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				

NT2 補③ V-3-5-5-1-2 R1

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)	13.14	H_D (N)	4.127×10^5
P_{eq} (MPa)	2.44	h_D (mm)	60.0
T_m (°C)	302	M_D (N・mm)	2.476×10^7
M_e (N・mm)		H_G (N)	4.207×10^5
F_e (N)		h_G (mm)	61.9
フランジの形式	JIS B8265図2(b)(7)	M_G (N・mm)	2.604×10^7
フランジ		H_T (N)	2.127×10^5
材料	SCS14	h_T (mm)	73.5
σ_{fa} (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	110	M_T (N・mm)	1.562×10^7
σ_{fb} (MPa) 最高使用温度(使用状態)	94	M_o (N・mm)	6.642×10^7
A (mm)		M_g (N・mm)	8.415×10^7
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
g_o (mm)		K	2.15
g_i (mm)		h_o (mm)	
h (mm)		f	.00
ボルト		F	0.716
材料	SCM435	V	0.150
σ_a (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	186	e (mm ⁻¹)	0.00974
σ_b (MPa) 最高使用温度(使用状態)	186	d (mm ³)	1053929
n		L	1.49
d_b (mm)		T	1.45
		U	2.96
		Y	2.69
		Z	1.55
		応力の計算	
ガスケット		σ_{Ho} (MPa)	96
材料		σ_{Ro} (MPa)	86
ガスケット厚さ (mm)		σ_{To} (MPa)	47
G (mm)		σ_{Hg} (MPa)	91
m		σ_{Rg} (MPa)	109
y (N/mm ²)		σ_{Tg} (MPa)	60
b_o (mm)		応力の評価 : $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$	
b (mm)			
N (mm)			
G_s (mm)			
ボルトの計算			
H (N)	6.253×10^5		
H_p (N)	4.207×10^5		
W_{m1} (N)	1.046×10^6		
W_{m2} (N)	3.678×10^5		
A_{m1} (mm ²)	5.624×10^3		
A_{m2} (mm ²)	1.977×10^3		
A_m (mm ²)	5.624×10^3		
A_b (mm ²)			
W_o (N)	1.046×10^6		
W_g (N)	1.359×10^6		
評価 : $A_m < A_b$		よって十分である。	

NT2 補③ V-3-5-5-1-2 R1

設計条件		ネック部の厚さ		
最高使用圧力P (MPa)	8.62	d_n (mm)		
最高使用温度 T_m (°C)	302	d_n/d_m		
弁箱又は弁ふたの厚さ		ℓ (mm)		
弁箱材料	SCPH2	t_{m1} (mm)		9.5
弁ふた材料	SCPH2	t_{m2} (mm)		7.3
P_1 (MPa)	6.64	t_{ma1} (mm)		
P_2 (MPa)	9.95	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)	9.4			
t_2 (mm)	9.5			
t (mm)	9.5			
t_{ab} (mm)				
t_{af} (mm)				
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。				