

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6号機	設計及び工事計画審査資料
資料番号	KK6添-3-005-11 改0
提出年月日	2023年10月25日

VI-3-3-3-2-1-5 弁の強度計算書

2023年10月
東京電力ホールディングス株式会社

VI-3-3-3-2-1-5 弁の強度計算書

まえがき

本計算書は、VI-3-1-2「クラス1機器の強度計算の基本方針」及びVI-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、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 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)
E11-F011A, B, C	既設	有	有*	DB-2	DB-1	—	無	8.62	302	—	—	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	DB-1

注記*：原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲の拡大によるクラスアップ。

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
F011A, B, C	止め弁	350	SCPH2	SCPH2	SCPH2	<input type="text"/>

1.2 強度計算書

系統： 残留熱除去系

弁番号	F011A, B, C	シート	1
-----	-------------	-----	---

設計・建設規格				告示第501号				設計・建設規格				告示第501号			
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		弁箱の一次+二次応力評価										
最高使用温度 T _m		(°C)	302		t _e	(mm)									
弁箱材料		SCPH2		T _{e1}	(mm)										
接続管材料				T _{e2}	(mm)										
接続管外径		(mm)			r _i	(mm)									
接続管内径		(mm)			θ	(°)									
添付図番号	図3-1	(5)		K			1.00								
	図3-2	(2)		P _e	(MPa)	82		79							
	図3-3	(1), (2)		α × 10 ⁻⁶	(mm/mm°C)	12.69		12.63							
内圧による弁箱の一次応力評価				E	(MPa)	187600		181619							
				C ₂			0.45								
P ₁	(MPa)	6.64	6.64	ΔT	(°C)										
P ₂	(MPa)	9.95	9.95	C ₄											
P _{r1}	(MPa)	6.90	6.89	ΔP _{fm}	(MPa)										
P _{r2}	(MPa)	10.34	10.35	ΔT _{fm}	(°C)										
P _s	(MPa)	8.96	8.96	S _n (1)	(MPa)	159									
d	(mm)			S _n (2)	(MPa)	103									
T _b	(mm)			3 · S _m	(MPa)	399									
T _r	(mm)			評価： S _n (1) ≤ 3 · S _m S _n (2) ≤ 3 · S _m				よって十分である。							
L _A	(mm)														
L _N	(mm)														
A _f	(mm ²)														
A _m	(mm ²)														
r ₁	(mm)			弁箱の局部一次応力評価											
S	(MPa)	37		S	(MPa)	136									
S _m	(MPa)	133		2.25 · S _m	(MPa)	299									
評価： S ≤ S _m				よって十分である。				評価： S ≤ 2.25 · S _m				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 ₃			—							
A ₁		(mm ²)			Q _T	(MPa)	—								
A ₂		(mm ²)			S _ℓ (1)	(MPa)	—		101						
C _b		1.00	1.00	S _ℓ (2)	(MPa)	—		112							
Z ₁		(mm ³)			E _m	(MPa)	—		178324						
Z ₂		(mm ³)			N (1)	—		178695							
Z _p		(mm ³)			N (2)	—		122474							
S _y	(MPa)	200	194	評価： N (1) ≥ 2000 N (2) ≥ 2000				よって十分である。							
P _d	(MPa)	39	38												
P _b	(MPa)	82	79												
P _t	(MPa)	82	79												
1.5 · S _m		(MPa)	199												
評価： P _d ≤ 1.5 · S _m P _b ≤ 1.5 · S _m P _t ≤ 1.5 · S _m				よって十分である。											

K6 ① VI-3-3-3-2-1-5 R0

繰返しピーク応力強さ (疲労累積係数) 告示第501号						
m	n	A _o	C ₅	S _n (MPa)	3 · S _m (MPa)	3 · m · S _m (MPa)
3.0	0.2	0.66	1.04	111	399	1197
ΔT _f (°C)	S _p (MPa)	K _e	S _ℓ (MPa)	N _i	N _{r i}	N _i /N _{r i}
	794	—	397			0.0673
	287	—	144			0.0030
	203	—	102			0.0007
<p>評価：疲労累積係数 $I_t = \sum \frac{N_i}{N_{r i}} = 0.0711 \leq 1$</p> <p style="text-align: right;">よって十分である。</p>						
弁箱の形状規定 設計・建設規格				弁体の一次応力評価 設計・建設規格		
r ₁	(mm)			材料	SCPH2	
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)		
<p>評価：r₁ ≥ 0.3 · t</p> <p>r₂ ≥ Max (0.05 · t, 0.1 · h)</p> <p>$\frac{d_n}{d_m} < 2$</p> <p>よって十分である。</p>				b (mm)		
				σ _D (MPa)	53	
				1.5 · S _m (MPa)	188	
				<p>評価：σ_D ≤ 1.5 · S_m</p> <p>よって十分である。</p>		

K6 ① VI-3-3-3-2-1-5 R0

系統： 残留熱除去系

弁番号	F011A, B, C	シート	3
-----	-------------	-----	---

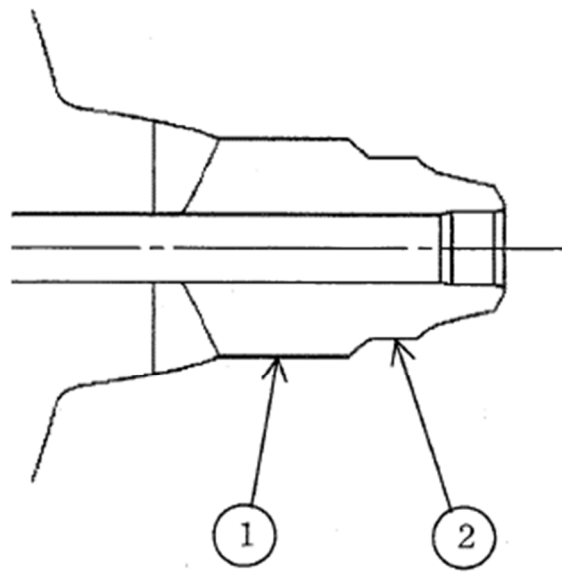
		設計・建設規格	告示第501号
弁箱又は弁ふたの厚さ及びネック部の厚さ			
弁箱材料		SCPH2	
弁ふた材料		SCPH2	
d_m	(mm)		
t_1	(mm)	19.0	—
t_2	(mm)	23.0	—
t	(mm)	21.5	—
d_n	(mm)		
d_n / d_m			
t_m	(mm)	21.5	—
t_{ab}	(mm)		
t_{af}	(mm)		
t_{ma}	(mm)		
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ $t_{ma} \geq t_m$ <div style="text-align: right;">よって十分である。</div>			

K6 ① VI-3-3-3-2-1-5 R0

K6 ① VI-3-3-3-2-1-5 R0

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)	12.06	H_D	(N) 1.095×10^6
P_{eq}	(MPa)	3.44	h_D	(mm) 52.5
T_m	(°C)	302	M_D	(N・mm) 5.748×10^7
M_e	(N・mm)		H_G	(N) 6.957×10^5
F_e	(N)		h_G	(mm) 58.0
フランジの形式	JIS B 8265 附属書 3 図 2(b) (7)		M_G	(N・mm) 4.033×10^7
フランジ			H_T	(N) 3.022×10^5
材料	SCPH2		h_T	(mm) 69.0
σ_{fa}	(MPa)	160	M_T	(N・mm) 2.084×10^7
常温 (ガスケット締付時) (20°C)			M_o	(N・mm) 1.187×10^8
σ_{fb}	(MPa)	125	M_g	(N・mm) 2.257×10^8
最高使用温度 (使用状態)			フランジの厚さと係数	
A	(mm)		t	(mm) <input type="text"/>
B	(mm)		K	1.71
C	(mm)		h_o	(mm) <input type="text"/>
g_o	(mm)		f	1.00
g_1	(mm)		F	0.861
h	(mm)		V	0.366
ボルト			e	(mm ⁻¹) 0.00720
材料			d	(mm ³) 2395023
σ_a	(MPa)	242	L	1.41
常温 (ガスケット締付時) (20°C)			T	1.62
σ_b	(MPa)	197	U	4.16
最高使用温度 (使用状態)			Y	3.79
n			Z	2.04
d_b	(mm)		応力の計算	
ガスケット			σ_{Ho}	(MPa) 93
材料			σ_{Ro}	(MPa) 52
ガスケット厚さ	(mm)		σ_{To}	(MPa) 39
G	(mm)		σ_{Hg}	(MPa) 139
m			σ_{Rg}	(MPa) 98
y	(N/mm ²)		σ_{Tg}	(MPa) 74
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)	1.397×10^6		
H_p	(N)	6.957×10^5		
W_{m1}	(N)	2.093×10^6		
W_{m2}	(N)	6.625×10^5		
A_{m1}	(mm ²)	1.059×10^4		
A_{m2}	(mm ²)	2.738×10^3		
A_m	(mm ²)	1.059×10^4		
A_b	(mm ²)	<input type="text"/>		
W_o	(N)	2.093×10^6		
W_g	(N)	3.893×10^6		
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 _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						1.9	
2	8.62	302						1.6	
評価： t _{br} ≥ t よって十分である。									



管台の形状