

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添3-005-43
提出年月日	2022年4月11日

VI-3-3-3-5-1-2 弁の強度計算書  
(原子炉隔離時冷却系)

S2 補 VI-3-3-3-5-1-2 R0

2022年4月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

まえがき

本計算書は、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-3-2-10「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、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 (℃)	圧力 (MPa)						温度 (℃)
MV221-1	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	—	—	1.37	66	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
MV221-2	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	—	—	11.30	302	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
MV221-3	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	—	—	1.37	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
MV221-6	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	—	—	11.30	200	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
MV221-7	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	—	—	11.30	100	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
MV221-22	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	—	—	8.98	304	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
MV221-34	新設	—	—	—	—	SA-2	—	—	—	8.98	304	—	—	設計・建設規格	—	SA-2
V221-575	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	—	—	0.10	120	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
V221-577	既設	有	有	Non	Non	SA-2	有	—	—	0.10	120	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2

## 目 次

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

1. 重大事故等クラス 2 弁

1.1 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
MV221-1	止め弁	150			
MV221-2	止め弁	100			
MV221-3	止め弁	150			
MV221-6	止め弁	50			
MV221-7	止め弁	50			
MV221-22	止め弁	100			
MV221-34	止め弁	100			
V221-575*	止め弁	20	S28C	S28C	
V221-577*	止め弁	20	S28C	S28C	

注記\*: 当該弁は同一型番の弁となる(ウツエバルブ 型番E13555AP)。

1.2 強度計算書

系 統 : 原子炉隔離時冷却系

弁番号	MV221-1	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				ネック部の厚さ			
最高使用圧力P (MPa)		1.37		dn (mm)			
最高使用温度Tm (°C)		66		dn/dm			
弁箱又は弁ふたの厚さ				φ (mm)			
弁箱材料				t <sub>m1</sub> (mm)	7.1	—	
弁ふた材料				t <sub>m2</sub> (mm)	6.1	—	
P <sub>1</sub> (MPa)		—		t <sub>ma1</sub> (mm)			
P <sub>2</sub> (MPa)		—		t <sub>ma2</sub> (mm)			
dm (mm)				評価 : t <sub>ma1</sub> ≥ t <sub>m1</sub> t <sub>ma2</sub> ≥ t <sub>m2</sub>  よって十分である。			
t <sub>1</sub> (mm)		—					
t <sub>2</sub> (mm)		—					
t (mm)		7.1	—				
t <sub>ab</sub> (mm)							
t <sub>af</sub> (mm)							
評価 : t <sub>ab</sub> ≥ t t <sub>af</sub> ≥ t  よって十分である。							

フランジ及びフランジボルトの応力解析 告示第501号			
設計条件		モーメントの計算	
PFD (MPa)	2.44	HD (N)	$6.467 \times 10^4$
Peq (MPa)	1.07	hD (mm)	38.0
Tm (°C)	66	MD (N・mm)	$2.457 \times 10^6$
Me (N・mm)		HG (N)	$7.654 \times 10^4$
Fe (N)		hG (mm)	35.2
フランジの形式	JIS B8265図2(b)(7)	MG (N・mm)	$2.692 \times 10^6$
フランジ		Ht (N)	$2.335 \times 10^4$
材料		ht (mm)	42.8
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	120	MT (N・mm)	$1.000 \times 10^6$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	113	Mo (N・mm)	$6.149 \times 10^6$
A (mm)		Mg (N・mm)	$1.195 \times 10^7$
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
g0 (mm)		K	1.74
g1 (mm)		ho (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.802
材料		V	0.249
$\sigma_a$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	173	e (mm <sup>-1</sup> )	0.01478
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	173	d (mm <sup>3</sup> )	224499
n		L	1.34
db (mm)		T	1.61
ガスケット		U	4.02
材料		Y	3.66
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.98
G (mm)		応力の計算	
m		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	40
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	26
bo (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	19
b (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	69
N (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	51
Gs (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	36
ボルトの計算		応力の評価 : $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$	
H (N)	$8.802 \times 10^4$	よって十分である。	
Hp (N)	$7.654 \times 10^4$		
Wm1 (N)	$1.646 \times 10^5$		
Wm2 (N)	$2.015 \times 10^5$		
Am1 (mm <sup>2</sup> )	953.5		
Am2 (mm <sup>2</sup> )	$1.168 \times 10^3$		
Am (mm <sup>2</sup> )	$1.168 \times 10^3$		
Ab (mm <sup>2</sup> )			
Wo (N)	$1.646 \times 10^5$		
Wg (N)	$3.398 \times 10^5$		
評価 : $A_m < A_b$	よって十分である。		

設計条件		設計・建設規格	告示第501号	ネック部の厚さ	
最高使用圧力P (MPa)	11.30			dn (mm)	
最高使用温度Tm (°C)	302			dn/dm	
弁箱又は弁ふたの厚さ				ℓ (mm)	—
弁箱材料				tm1 (mm)	—
弁ふた材料				tm2 (mm)	10.7
P1 (MPa)	9.95		—	tma1 (mm)	—
P2 (MPa)	14.95		—	tma2 (mm)	
dm (mm)				評価 : $t_{ma2} \geq t_{m2}$  よって十分である。	
t1 (mm)	8.9		—		
t2 (mm)	12.0		—		
t (mm)	9.8		—		
tab (mm)					
taf (mm)					
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$  よって十分である。					



系 統 : 原子炉隔離時冷却系

弁番号	MV221-3	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				ネック部の厚さ			
最高使用圧力P (MPa)		1.37		dn (mm)			
最高使用温度Tm (°C)		200		dn/dm			
弁箱又は弁ふたの厚さ				φ (mm)			
弁箱材料				t <sub>m1</sub> (mm)	7.1	—	
弁ふた材料				t <sub>m2</sub> (mm)	6.1	—	
P <sub>1</sub> (MPa)		—		t <sub>ma1</sub> (mm)			
P <sub>2</sub> (MPa)		—		t <sub>ma2</sub> (mm)			
dm (mm)				評価 : $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$  よって十分である。			
t <sub>1</sub> (mm)		—					
t <sub>2</sub> (mm)		—					
t (mm)		7.1	—				
t <sub>ab</sub> (mm)							
t <sub>af</sub> (mm)							
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$  よって十分である。							

S2 補 VI-3-3-3-5-1-2 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	
PFD (MPa)	2.42	HD (N)	$6.418 \times 10^4$
Peq (MPa)	1.05	hD (mm)	38.0
Tm (°C)	200	MD (N・mm)	$2.439 \times 10^6$
Me (N・mm)		HG (N)	$7.597 \times 10^4$
Fe (N)		hG (mm)	35.2
フランジの形式	JIS B8265図2(b)(7)	MG (N・mm)	$2.672 \times 10^6$
フランジ		Ht (N)	$2.317 \times 10^4$
材料		ht (mm)	42.8
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	120	MT (N・mm)	$9.927 \times 10^5$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	120	Mo (N・mm)	$6.103 \times 10^6$
A (mm)		Mg (N・mm)	$1.197 \times 10^7$
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)		t (mm)	
g0 (mm)		K	1.74
g1 (mm)		ho (mm)	
h (mm)		f	1.00
ボルト		F	0.802
材料		V	0.249
$\sigma_a$ (MPa) 常温(ガスケット締付時)(20°C)	173	e (mm <sup>-1</sup> )	0.01478
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度(使用状態)	173	d (mm <sup>3</sup> )	224499
n		L	1.19
db (mm)		T	1.61
ガスケット		U	4.02
材料		Y	3.66
ガスケット厚さ (mm)		Z	1.98
G (mm)		応力の計算	
m		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	44
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	36
bo (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	19
b (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	78
N (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	69
Gs (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	38
ボルトの計算		応力の評価 : $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$	
H (N)	$8.735 \times 10^4$	よって十分である。	
Hp (N)	$7.597 \times 10^4$		
Wm1 (N)	$1.633 \times 10^5$		
Wm2 (N)	$2.014 \times 10^5$		
Am1 (mm <sup>2</sup> )	944.1		
Am2 (mm <sup>2</sup> )	$1.164 \times 10^3$		
Am (mm <sup>2</sup> )	$1.164 \times 10^3$		
Ab (mm <sup>2</sup> )			
Wo (N)	$1.633 \times 10^5$		
Wg (N)	$3.403 \times 10^5$		
評価 : $A_m < A_b$		よって十分である。	

系 統 : 原子炉隔離時冷却系

弁番号	MV221-6	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				ネック部の厚さ			
最高使用圧力P (MPa)	11.30			dn (mm)			
最高使用温度Tm (°C)	200			dn/dm			
弁箱又は弁ふたの厚さ				φ (mm)	—		
弁箱材料				tm1 (mm)	—		
弁ふた材料				tm2 (mm)	7.5	—	
P1 (MPa)	7.92	—		tma1 (mm)	—		
P2 (MPa)	11.88	—		tma2 (mm)			
dm (mm)				評価 : $t_{ma2} \geq t_{m2}$  よって十分である。			
t1 (mm)	5.7	—					
t2 (mm)	7.5	—					
t (mm)	7.3	—					
tab (mm)							
taf (mm)							
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$  よって十分である。							

S2 補 VI-3-3-3-5-1-2 R0

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				ネック部の厚さ					
最高使用圧力P (MPa)	11.30		dn (mm)						
最高使用温度Tm (°C)	100		dn/dm						
弁箱又は弁ふたの厚さ				ℓ (mm)	—				
弁箱材料			tm1 (mm)	—					
弁ふた材料			tm2 (mm)	6.7	—				
P1 (MPa)	9.41	—		tma1 (mm)	—				
P2 (MPa)	14.11	—		tma2 (mm)					
dm (mm)			評価 : $t_{ma2} \geq t_{m2}$  よって十分である。						
t1 (mm)	5.7	—							
t2 (mm)	7.5	—							
t (mm)	6.5	—							
tab (mm)									
taf (mm)									
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$  よって十分である。									

		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				ネック部の厚さ			
最高使用圧力P (MPa)	8.98			dn (mm)			
最高使用温度Tm (°C)	304			dn/dm			
弁箱又は弁ふたの厚さ				ℓ (mm)	—		
弁箱材料				tm1 (mm)	—		
弁ふた材料				tm2 (mm)	10.6	—	
P1 (MPa)	6.63	—		tma1 (mm)	—		
P2 (MPa)	9.94	—		tma2 (mm)			
dm (mm)				評価 : $t_{ma2} \geq t_{m2}$  よって十分である。			
t1 (mm)	9.4	—					
t2 (mm)	9.5	—					
t (mm)	9.5	—					
tab (mm)							
taf (mm)							
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$  よって十分である。							

系 統 : 原子炉隔離時冷却系

弁番号	MV221-34	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				ネック部の厚さ			
最高使用圧力P (MPa)	8.98			dn (mm)			
最高使用温度Tm (°C)	304			dn/dm			
弁箱又は弁ふたの厚さ				ℓ (mm)	—		
弁箱材料				tm1 (mm)	—		
弁ふた材料				tm2 (mm)	10.6	—	
P1 (MPa)	6.63	—		tma1 (mm)	—		
P2 (MPa)	9.94	—		tma2 (mm)			
dm (mm)				評価 : $t_{ma2} \geq t_{m2}$  よって十分である。			
t1 (mm)	9.4	—					
t2 (mm)	9.5	—					
t (mm)	9.5	—					
tab (mm)							
taf (mm)							
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。							

S2 補 VI-3-3-3-5-1-2 R0

系 統 : 原子炉隔離時冷却系

弁番号	MV221-575 MV221-577	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				ネック部の厚さ							
最高使用圧力P (MPa)	0.10			dn (mm)	[ ]						
最高使用温度Tm (°C)	120			dn/dm	[ ]						
弁箱又は弁ふたの厚さ				φ (mm)	—						
弁箱材料	S28C			tm1 (mm)	—						
弁ふた材料	S28C			tm2 (mm)	4.2	—					
P1 (MPa)	—	—		tma1 (mm)	—						
P2 (MPa)	2.00	—		tma2 (mm)	[ ]						
dm (mm)	[ ]			評価 : $t_{ma2} \geq t_{m2}$  よって十分である。							
t1 (mm)	—	—									
t2 (mm)	3.0	—									
t (mm)	3.0	—									
tab (mm)	[ ]										
taf (mm)	[ ]										
評価 : $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。											

S2 補 VI-3-3-3-5-1-2 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)		0.31	$H_D$ (N)	173.0
$P_{eq}$ (MPa)		0.21	$h_D$ (mm)	11.6
$T_m$ (°C)		120	$M_D$ (N・mm)	$1.998 \times 10^3$
$M_e$ (N・mm)			$H_G$ (N)	353.8
$F_e$ (N)			$h_G$ (mm)	11.3
フランジの形式	JIS B8265 図2 (b) (7)		$M_G$ (N・mm)	$3.981 \times 10^3$
フランジ			$H_T$ (N)	126.1
材料	S28C (厚さ ≤ 100mm)		$h_T$ (mm)	13.4
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		118	$M_T$ (N・mm)	$1.686 \times 10^3$
			$M_o$ (N・mm)	$7.665 \times 10^3$
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		118	$M_g$ (N・mm)	$3.444 \times 10^5$
A (mm)			フランジの厚さと係数	
B (mm)			t (mm)	
C (mm)			K	2.41
$g_o$ (mm)			$h_o$ (mm)	13.7
$g_l$ (mm)			f	1.00
h (mm)			F	0.896
ボルト			V	0.478
材料			e (mm <sup>-1</sup> )	0.06518
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		173	d (mm <sup>3</sup> )	3636.53
			L	1.96
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		173	T	1.37
n			U	2.58
$d_b$ (mm)			Y	2.35
			Z	1.42
ガスケット			応力の計算	
材料			$\sigma_{Ho}$ (MPa)	2
ガスケット厚さ (mm)			$\sigma_{Ro}$ (MPa)	2
G (mm)			$\sigma_{To}$ (MPa)	2
m			$\sigma_{Hg}$ (MPa)	81
y (N/mm <sup>2</sup> )			$\sigma_{Rg}$ (MPa)	83
$b_o$ (mm)			$\sigma_{Tg}$ (MPa)	61
b (mm)			応力の評価： $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$  $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$	
N (mm)				
$G_s$ (mm)				
ボルトの計算				
H (N)		299.1		
$H_p$ (N)		353.8		
$W_{m1}$ (N)		652.9		
$W_{m2}$ (N)		$1.345 \times 10^4$		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )		3.774		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )		77.73		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )		77.73		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			よって十分である。	
$W_o$ (N)		652.9		
$W_g$ (N)		$3.061 \times 10^4$		
評価： $A_m < A_b$				
			よって十分である。	