

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7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-3-007-10 改1
提出年月日	2020年7月30日

V-3-3-5-2-1 中央制御室隔離ダンパの強度計算書

K7 ① V-3-3-5-2-1 R0

2020年7月

東京電力ホールディングス株式会社

V-3-3-5-2-1 中央制御室隔離ダンパの強度計算書

## まえがき

本計算書は、V-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V-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。

本計算書は、以下により構成される。また、評価条件整理結果をそれぞれに示す。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、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。

- (1) 中央制御室隔離ダンパの強度計算書
- (2) 中央制御室隔離ダンパ（6号機設備）の強度計算書

(1) 中央制御室隔離ダンパの強度計算書

・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 (℃)
U41-M0-F001A, B	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
U41-M0-F002A, B	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55告示	設計・建設規格 又は告示	—	SA-2
U41-M0-F003A, B	新設	—	—	—	Non	SA-2	—		40		40	—	—	設計・建設規格	—	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
1.3 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価 .....	9
1.3.1 弁箱（使用材料規格：[ ]）の評価結果（比較材料：J I S G 5 1 5 1 SCPH1） .....	9
1.3.2 弁ふたボルト（使用材料規格：[ ]）の評価結果（比較材料：J I S G 3 1 0 6 SM400A（板厚 40mm を超え 50mm 以下） .....	10

1. 重大事故等クラス 2 弁

1.1 設計仕様

系統：中央制御室換気空調系

機器の区分		重大事故等クラス2弁			
弁番号	種類	呼び径 (φ)	材料		
			弁箱	弁ふた	ボルト
U41-M0-F001A, B	止め弁	500			
U41-M0-F002A, B	止め弁	500			
U41-M0-F003A, B	止め弁	300			

1.2 強度計算書

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	U41-M0-F001A, B	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)				$d_n$ (mm)			
最高使用温度 $T_m$ (°C)			40	$d_n / d_m$			
弁箱又は弁ふたの厚さ				$\varnothing$ (mm)			
弁箱材料				$t_{m1}$ (mm)	12.9		
弁ふた材料				$t_{m2}$ (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)	12.9		—				
$t_{ab}$ (mm)							
$t_{af}$ (mm)							
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。							

K7 ① V-3-3-5-2-1(1) 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)		$H_D$ (N)	11.31
$P_{eq}$ (MPa)		$h_D$ (mm)	19.0
$T_m$ (°C)	40	$M_D$ (N・mm)	214.9
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	2.333
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	16.3
フランジの形式	J I S B 8 2 6 5 図 2(b) (6)	$M_G$ (N・mm)	37.90
フランジ		$H_T$ (N)	3.004
材料		$h_T$ (mm)	18.1
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		$M_T$ (N・mm)	54.45
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$M_o$ (N・mm)	307.2
$A$ (mm)		$M_g$ (N・mm)	$140.9 \times 10^3$
$B$ (mm)		フランジの厚さと係数	
$C$ (mm)		$t$ (mm)	
$g_o$ (mm)		$K$	2.24
$g_1$ (mm)		$h_o$ (mm)	
$h$ (mm)		$f$	1.00
ボルト		$F$	0.91
材料		$V$	0.55
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		$e$ (mm <sup>-1</sup> )	0.1
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$d$ (mm <sup>3</sup> )	223.7
$n$		$L$	37.63
$d_b$ (mm)		$T$	1.42
ガスケット		$U$	2.81
材料		$Y$	2.56
ガスケット厚さ (mm)		$Z$	1.50
$G$ (mm)		応力の計算	
$m$		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	1
$y$ (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	1
$b_o$ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	1
$b$ (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	16
$N$ (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	1
$G_s$ (mm)		$\sigma_{Tg}$ (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)	14.31		
$H_p$ (N)	2.333		
$W_{m1}$ (N)	16.65		
$W_{m2}$ (N)	0		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	0.3083		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	0		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	0.3083		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	16.65		
$W_g$ (N)	$8.671 \times 10^3$		
評価： $A_m < A_b$			
よって十分である。			

K7 ① V-3-3-5-2-1(1) R0

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	U41-M0-F002A, B	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)				$d_n$ (mm)			
最高使用温度 $T_m$ (°C)			40	$d_n / d_m$			
弁箱又は弁ふたの厚さ				$\varnothing$ (mm)			
弁箱材料				$t_{m1}$ (mm)	12.9		
弁ふた材料				$t_{m2}$ (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)	12.9		—				
$t_{ab}$ (mm)							
$t_{af}$ (mm)							
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。							

K7 ① V-3-3-5-2-1(1) 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)		$H_D$ (N)	7.775
$P_{eq}$ (MPa)		$h_D$ (mm)	19.0
$T_m$ (°C)	40	$M_D$ (N・mm)	147.7
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	1.604
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	16.3
フランジの形式	J I S B 8 2 6 5 図 2(b) (6)	$M_G$ (N・mm)	26.06
フランジ		$H_T$ (N)	2.065
材料		$h_T$ (mm)	18.1
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		$M_T$ (N・mm)	37.43
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$M_o$ (N・mm)	211.2
		$M_g$ (N・mm)	$140.9 \times 10^3$
		フランジの厚さと係数	
A (mm)		t (mm)	
B (mm)		K	2.24
C (mm)		$h_o$ (mm)	
$g_o$ (mm)		f	1.00
$g_1$ (mm)		F	0.91
h (mm)		V	0.55
ボルト		e (mm <sup>-1</sup> )	0.1
材料		d (mm <sup>3</sup> )	223.7
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		L	37.63
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		T	1.42
n		U	2.81
$d_b$ (mm)		Y	2.56
		Z	1.50
		応力の計算	
ガスケット		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	1
材料		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	1
ガスケット厚さ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	1
G (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	16
m		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	1
y (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	15
$b_o$ (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)	9.841		
$H_p$ (N)	1.604		
$W_{m1}$ (N)	11.44		
$W_{m2}$ (N)	0		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	0.2119		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	0		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	0.2119		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	11.44		
$W_g$ (N)	$8.669 \times 10^3$		
評価： $A_m < A_b$		よって十分である。	

K7 ① V-3-3-5-2-1(1) R0

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	U41-M0-F003A, B	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)				$d_n$ (mm)			
最高使用温度 $T_m$ (°C)			40	$d_n / d_m$			
弁箱又は弁ふたの厚さ				$l$ (mm)			—
弁箱材料				$t_{m1}$ (mm)		9.7	—
弁ふた材料				$t_{m2}$ (mm)		0.9	—
$P_1$ (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)	9.7		—				
$t_{ab}$ (mm)							
$t_{af}$ (mm)							
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。							

K7 ① V-3-3-5-2-1(1) 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)		$H_D$ (N)	5.027
$P_{eq}$ (MPa)		$h_D$ (mm)	12.0
$T_m$ (°C)	40	$M_D$ (N・mm)	60.32
$M_e$ (N・mm)		$H_G$ (N)	0
$F_e$ (N)		$h_G$ (mm)	8.0
フランジの形式	J I S B 8 2 6 5 図 2(b) (6)	$M_G$ (N・mm)	0
フランジ		$H_T$ (N)	2.827
材料		$h_T$ (mm)	10.5
$\sigma_{fa}$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		$M_T$ (N・mm)	29.69
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$M_o$ (N・mm)	90.01
$A$ (mm)		$M_g$ (N・mm)	$104.0 \times 10^3$
$B$ (mm)		フランジの厚さと係数	
$C$ (mm)		$t$ (mm)	
$g_o$ (mm)		$K$	2.25
$g_1$ (mm)		$h_o$ (mm)	
$h$ (mm)		$f$	1.00
ボルト		$F$	0.91
材料		$V$	0.55
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		$e$ (mm <sup>-1</sup> )	0.1
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$d$ (mm <sup>3</sup> )	181.7
$n$		$L$	6.93
$d_b$ (mm)		$T$	1.42
ガスケット		$U$	2.79
材料		$Y$	2.54
ガスケット厚さ (mm)		$Z$	1.49
$G$ (mm)		応力の計算	
$m$		$\sigma_{Ho}$ (MPa)	1
$y$ (N/mm <sup>2</sup> )		$\sigma_{Ro}$ (MPa)	1
$b_o$ (mm)		$\sigma_{To}$ (MPa)	1
$b$ (mm)		$\sigma_{Hg}$ (MPa)	94
$N$ (mm)		$\sigma_{Rg}$ (MPa)	9
$G_s$ (mm)		$\sigma_{Tg}$ (MPa)	53
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)	7.854		
$H_p$ (N)	—		
$W_{m1}$ (N)	7.854		
$W_{m2}$ (N)	0		
$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	0.04540		
$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	0		
$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	0.04540		
$A_b$ (mm <sup>2</sup> )			
$W_o$ (N)	7.854		
$W_g$ (N)	$13.01 \times 10^3$		
評価： $A_m < A_b$			
よって十分である。			

K7 ① V-3-3-5-2-1(1) R0

1.3 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価

1.3.1 弁箱（使用材料規格：）の評価結果

（比較材料：J I S G 5 1 5 1 SCPH1）

弁番号U41-MO-F001A, B及びU41-MO-F002A, Bの弁箱に使用しているは、クラス2弁の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されていないことから、クラス2弁の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されている材料と機械的強度及び化学成分を比較し、同等以上であることを示す。

(1) 機械的強度

	引張強さ	降伏点又は耐力	比較結果
使用材料	<input type="text"/>	<input type="text"/>	引張強さ及び降伏点は同等以上である。
比較材料	410N/mm <sup>2</sup> 以上	205N/mm <sup>2</sup> 以上	

(2) 化学的成分

	化学成分 (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	<input type="text"/>									
比較材料	0.25 以下	0.60 以下	0.70 以下	0.040 以下	0.040 以下	—	—	—	—	—
比較結果	<p>C, Si, Mn, P, Sの成分規定に差異があるが、以下により、本設備の環境下での使用は問題ないとする。</p> <p>C：溶接性に影響を与える成分であるが、本部品に溶接部はないこと。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>Si：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1)の評価結果からも機械強度は同等以上であること。</p> <p>Mn：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1)の評価結果からも機械強度は同等以上であること。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>P：冷間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>S：熱間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p>									

(3) 評価結果

(1)(2)の評価により、機械的強度、化学成分、いずれにおいても比較材料と同等以上

であることを確認したため、本設備において、を重大事故等クラス2材料として使用することに問題ないとする。

1.3.2 弁ふたボルト（使用材料規格：）の評価結果（比較材料：J I S G 3 1 0 6 SM400A（板厚40mmを超え50mm以下））

弁番号U41-MO-F001A, B及びU41-MO-F002A, Bの弁ふたボルトに使用しているは、クラス2弁の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されていないことから、クラス2弁の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されている材料と機械的強度及び化学成分を比較し、同等以上であることを示す。

(1) 機械的強度

	引張強さ	降伏点又は耐力	比較結果
使用材料	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 60px; height: 40px;"></span>	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span>	引張強さ及び降伏点は同等である。
比較材料	400N/mm <sup>2</sup> ～ 510N/mm <sup>2</sup>	215N/mm <sup>2</sup> 以上	

(2) 化学的成分

	化学成分 (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 650px; height: 25px;"></span>									
比較材料	0.23 以下	—	2.5×C 以上*	0.035 以下	0.035 以下	—	—	—	—	—
比較結果	C, Mn, P, Sの成分規定に差異があるが、以下により、本設備の環境下での使用は問題ないとする。 C：溶接性に影響を与える成分であるが、本部品に溶接部はないこと。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。									

比較 結果 (つづき)	<p>Mn：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1)の評価結果からも機械強度は同等以上であること。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>P：冷間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>S：熱間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計建設規格クラス2の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p>
-------------------	--

[Redacted]

(3) 評価結果

(1)(2)の評価により、機械的強度、化学成分、いずれにおいても比較材料と同等以上であることを確認したため、本設備において、[Redacted]  
[Redacted]を重大事故等クラス2材料として使用することに問題ないと考え  
る。

(2) 中央制御室隔離ダンパ（6号機設備）の強度計算書

・評価条件整理表

弁番号	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)
U41-DAM601A, B	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55 告示	設計・ 建設規格 又は告示	—	SA-2
U41-DAM602A, B	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55 告示	設計・ 建設規格 又は告示	—	SA-2
U41-DAM604A, B	既設	有	有	Non	Non	SA-2	無		40		40	—	S55 告示	設計・ 建設規格 又は告示	—	SA-2

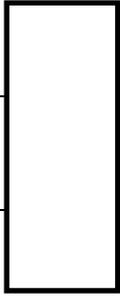
目 次

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
1.3 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価 .....	9
1.3.1 弁箱（使用材料規格：[ ]）の評価結果（比較材 料：J I S G 5 1 5 1 SCPH1） .....	9
1.3.2 弁ふたボルト（使用材料規格：[ ] [ ]）の評価結果（比較材料：J I S G 3 1 0 6 SM400A（板厚 40mm を超え 50mm 以下）） .....	11

## 1. 重大事故等クラス2 弁

1.1 設計仕様

系統：中央制御室換気空調系

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
U41-DAM601A, B	止め弁	500			
U41-DAM602A, B	止め弁	250			
U41-DAM604A, B	止め弁	500			

1.2 強度計算書

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	U41-DAM601A, B	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)		□		$d_n$ (mm)		□	
最高使用温度 $T_m$ (°C)		40		$d_n / d_m$		□	
弁箱又は弁ふたの厚さ				$\ell$ (mm)		□	—
弁箱材料		□		$t_{m1}$ (mm)		13.0	—
弁ふた材料		□		$t_{m2}$ (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)		13.0	—				
$t_{ab}$ (mm)		□					
$t_{af}$ (mm)		□					
評価： $t_{ab} \geq t$ $t_{af} \geq t$ よって十分である。							

K7 ① V-3-3-5-2-1 (2) R0

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		ボルトの計算	
$P_{FD}$ (MPa)		$H'$ (N)	11.41
$P_{eq}$ (MPa)		$H'_p$ (N)	1.883
$T_m$ (°C)	40	$H_R$ (N)	32.00
$M_e$ (N・mm)		$H_D$ (N)	4.771
$F_e$ (N)		$h_D$ (mm)	27.5
フランジの形式	JIS B8265 附属書 4 図 1	$H'_T$ (N)	6.642
フランジ		$h'_T$ (mm)	18.5
材料		$h'_p$ (mm)	9.5
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		$h_R$ (mm)	8.5
B (mm)		$W_{m1}$ (N)	45.30
C (mm)		$W_{m2}$ (N)	$1.023 \times 10^4$
$g_1$ (mm)		$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	0.8388
ボルト		$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	189.4
材料		$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	189.4
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		評価： $A_m < A_b$	
n		よって十分である。	
$d_b$ (mm)		フランジ厚さの計算	
$d_h$ (mm)		$t_{fl}$ (mm)	
ガスケット		$M_o$ (N・mm)	272.0
材料		t (mm)	
$G'$ (mm)		フランジ厚さの評価： $t \leq t_{fl}$	
$G_0$ (mm)		よって十分である。	
m			
y (N/mm <sup>2</sup> )			
$b'_o$ (mm)			
$b'$ (mm)			

K7 ① V-3-3-5-2-1(2) R0

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	U41-DAM602A, B	シート	2
-----	----------------	-----	---

	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)	<input type="text"/>		$d_n$ (mm)	<input type="text"/>	
最高使用温度 $T_m$ (°C)	40		$d_n / d_m$	<input type="text"/>	
弁箱の厚さ			$\ell$ (mm)	<input type="text"/>	—
弁箱材料	<input type="text"/>		$t_{m1}$ (mm)	8.6	—
$P_1$ (MPa)	—	—	$t_{m2}$ (mm)	1.0	—
$P_2$ (MPa)	—	—	$t_{ma1}$ (mm)	<input type="text"/>	
$d_m$ (mm)	<input type="text"/>		$t_{ma2}$ (mm)	<input type="text"/>	
$t_1$ (mm)	—	—	評価： $t_{ma1} \geq t_{m1}$ $t_{ma2} \geq t_{m2}$ よって十分である。		
$t_2$ (mm)	—	—			
$t$ (mm)	8.6	—			
$t_{ab}$ (mm)	<input type="text"/>				
弁ふたの厚さ*					
弁ふた材料	<input type="text"/>				
評価： $t_{ab} \geq t$ よって十分である。					

注記\*：弁ふたについては、応力計算を行って必要な強度を有することを確認する。

### 【弁ふたの応力計算】

弁ふたの応力評価は弁ふたの形状を考慮し、平板の計算式を用いて応力計算を行う。

$$\text{平板の厚さの計算式 } t = d \sqrt{\frac{K P}{S}} \text{ より } S = \frac{d^2 \cdot K \cdot P}{t^2}$$

評価条件 P：内圧

d：内径（ネック部内径を使用）

K：平板の取り付け方法による係数（その他の場合の係数を使用）0.50

t：弁ふたの厚さ

上記の計算式及び評価条件より弁ふたの応力は $S=0.0135$  [MPa]となる。これに対し、許容引張応力は設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5から100MPaであることから、弁ふたは必要な強度を有することが明らかである。

フランジ及びフランジボルトの応力解析				
設計条件		ボルトの計算		
$P_{FD}$ (MPa)	<input type="text"/>	$H'$ (N)	1.426	
$P_{eq}$ (MPa)	<input type="text"/>	$H'_p$ (N)	0.6107	
$T_m$ (°C)	40	$H_R$ (N)	1.912	
$M_e$ (N・mm)	<input type="text"/>	$H_D$ (N)	1.357	
$F_e$ (N)	<input type="text"/>	$h_D$ (mm)	5.0	
フランジの形式	JIS B8265 附属書 4 図 1	$H'_T$ (N)	0.06871	
フランジ		$h'_T$ (mm)	6.0	
材料	<input type="text"/>	$h'_p$ (mm)	7.0	
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	<input type="text"/>	$h_R$ (mm)	6.0	
B (mm)		$W_{m1}$ (N)	3.949	
C (mm)		$W_{m2}$ (N)	$3.407 \times 10^3$	
$g_1$ (mm)		$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	0.07313	
ボルト		$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	63.09	
材料	<input type="text"/>	$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	63.09	
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)		評価： $A_m < A_b$  よって十分である。	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	<input type="text"/>
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)				
n				
$d_b$ (mm)		フランジ厚さの計算		
$d_h$ (mm)		$t_{fl}$ (mm)	<input type="text"/>	
ガスケット		$M_o$ (N・mm)	11.47	
材料	<input type="text"/>	t (mm)	<input type="text"/>	
$G'$ (mm)		フランジ厚さの評価： $t \leq t_{fl}$  よって十分である。		
$G_0$ (mm)				
m				
y (N/mm <sup>2</sup> )				
$b'_o$ (mm)				
$b'$ (mm)				

K7 ① V-3-3-5-2-1(2) R0

系統：中央制御室換気空調系

弁番号	U41-DAM604A, B	シート	3
-----	----------------	-----	---

		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)		[ ]		d <sub>n</sub> (mm)		[ ]	
最高使用温度 T <sub>m</sub> (°C)		40		d <sub>n</sub> / d <sub>m</sub>		[ ]	
弁箱又は弁ふたの厚さ				ℓ (mm)		[ ]	—
弁箱材料		[ ]		t <sub>m1</sub> (mm)		13.0	—
弁ふた材料		[ ]		t <sub>m2</sub> (mm)		1.3	—
P <sub>1</sub> (MPa)		—	—	t <sub>ma1</sub> (mm)		[ ]	
P <sub>2</sub> (MPa)		—	—	t <sub>ma2</sub> (mm)		[ ]	
d <sub>m</sub> (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)		13.0	—				
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。							

K7 ① V-3-3-5-2-1 (2) R0

フランジ及びフランジボルトの応力解析			
設計条件		ボルトの計算	
$P_{FD}$ (MPa)	<input type="text"/>	$H'$ (N)	11.41
$P_{eq}$ (MPa)	<input type="text"/>	$H'_p$ (N)	1.883
$T_m$ (°C)	40	$H_R$ (N)	32.00
$M_e$ (N・mm)	<input type="text"/>	$H_D$ (N)	4.771
$F_e$ (N)	<input type="text"/>	$h_D$ (mm)	27.5
フランジの形式	JIS B8265 附属書 4 図 1	$H'_T$ (N)	6.642
フランジ		$h'_T$ (mm)	18.5
材料	<input type="text"/>	$h'_p$ (mm)	9.5
$\sigma_{fb}$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)	<input type="text"/>	$h_R$ (mm)	8.5
$B$ (mm)		$W_{m1}$ (N)	45.30
$C$ (mm)		$W_{m2}$ (N)	$1.023 \times 10^4$
$g_1$ (mm)		$A_{m1}$ (mm <sup>2</sup> )	0.8388
ボルト		$A_{m2}$ (mm <sup>2</sup> )	189.4
材料	<input type="text"/>	$A_m$ (mm <sup>2</sup> )	189.4
$\sigma_a$ (MPa) 常温 (ガスケット締付時) (20°C)	<input type="text"/>	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	<input type="text"/>
$\sigma_b$ (MPa) 最高使用温度 (使用状態)		評価： $A_m < A_b$  よって十分である。	
$n$			
$d_b$ (mm)		フランジ厚さの計算	
$d_h$ (mm)		$t_{fl}$ (mm)	<input type="text"/>
ガスケット		$M_o$ (N・mm)	272.0
材料	<input type="text"/>	$t$ (mm)	<input type="text"/>
$G'$ (mm)	<input type="text"/>	フランジ厚さの評価： $t \leq t_{fl}$  よって十分である。	
$G_0$ (mm)			
$m$			
$y$ (N/mm <sup>2</sup> )			
$b'_o$ (mm)			
$b'$ (mm)			

K7 ① V-3-3-5-2-1(2) R0

1.3 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価

1.3.1 弁箱（使用材料規格：）の評価結果

（比較材料：J I S G 5 1 5 1 SCPH1）

弁番号 U41-DAM601A, B, U41-DAM602A, B 及び U41-DAM604A, B の弁箱に使用している

は、クラス 2 弁の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されていないことから、クラス 2 弁の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されている材料と機械的強度及び化学成分を比較し、同等以上であることを示す。

(1) 機械的強度

	引張強さ	降伏点又は耐力	比較結果
使用材料	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px; height: 15px;"></span>		引張強さ及び降伏点は同等以上である。
比較材料	410 N/mm <sup>2</sup> 以上	205 N/mm <sup>2</sup> 以上	

(2) 化学的成分

	化学成分 (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100%; height: 20px;"></span>									
比較材料	0.25 以下	0.60 以下	0.70 以下	0.040 以下	0.040 以下	—	—	—	—	—
比較結果	<p>C, Si, Mn, P, S の成分規定に差異があるが、以下により、本設備の環境下での使用は問題ないとする。</p> <p>C：溶接性に影響を与える成分であるが、本部品に溶接部はないこと。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>Si：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1) の評価結果からも機械的強度は同等以上であること。</p> <p>Mn：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1) の評価結果からも機械的強度は同等以上であること。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>P：冷間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>S：熱間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p>									

(3) 評価結果

(1)(2)の評価により、機械的強度、化学成分、いずれにおいても比較材料と同等以上であることを確認したため、本設備において、を重大事故等クラス2材料として使用することに問題ないとする。

1.3.2 弁ふたボルト（使用材料規格：  ）

) の評価結果

（比較材料： J I S G 3 1 0 6 SM400A（板厚 40mm を超え 50mm 以下））

弁番号 U41-DAM601A, B, U41-DAM602A, B 及び U41-DAM604A, B の弁ふたボルトに使用している  は、クラス 2 弁の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されていないことから、クラス 2 弁の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されている材料と機械的強度及び化学成分を比較し、同等以上であることを示す。

(1) 機械的強度

	引張強さ	降伏点又は耐力	比較結果
使用材料	<input type="text"/>	<input type="text"/>	引張強さ及び降伏点は同等である。
比較材料	400～510 N/mm <sup>2</sup>	215 N/mm <sup>2</sup> 以上	

(2) 化学的成分

	化学成分 (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
使用材料	<input type="text"/>									
比較材料	0.23 以下	—	2.5×C 以上*	0.035 以下	0.035 以下	—	—	—	—	—
比較結果	<p>C, Mn, P, S の成分規定に差異があるが、以下により、本設備の環境下での使用は問題ないとする。</p> <p>C：溶接性に影響を与える成分であるが、本部品に溶接部はないこと。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>Mn：一般的に機械的強度に影響を与える成分であるが、(1) の評価結果からも機械的強度は同等以上であること。また、脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>P：冷間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p> <p>S：熱間脆性に影響を与える成分であるが、本部品において使用される材料は、設計・建設規格クラス 2 の規定で破壊靱性試験が要求されない範囲であること。</p>									

(3) 評価結果

(1)(2)の評価により、機械的強度、化学成分、いずれにおいても比較材料と同等以上であることを確認したため、本設備において、  
を重大事故等クラス2材料として使用することに問題ないとする。