

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-17-0015_改0
提出年月日	2021年2月19日

VI-3-3-7-2-1 消火水タンクの強度計算書

## まえがき

本計算書は、添付書類「VI-3-1-4 クラス3機器の強度計算の基本方針」及び「VI-3-2-6 クラス3容器の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理表を以下に示す。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)
消火水タンク	新設	—	—	—	DB-3	—	—	静水頭	40	—	—	—	—	設計・建設規格	—	DB-3

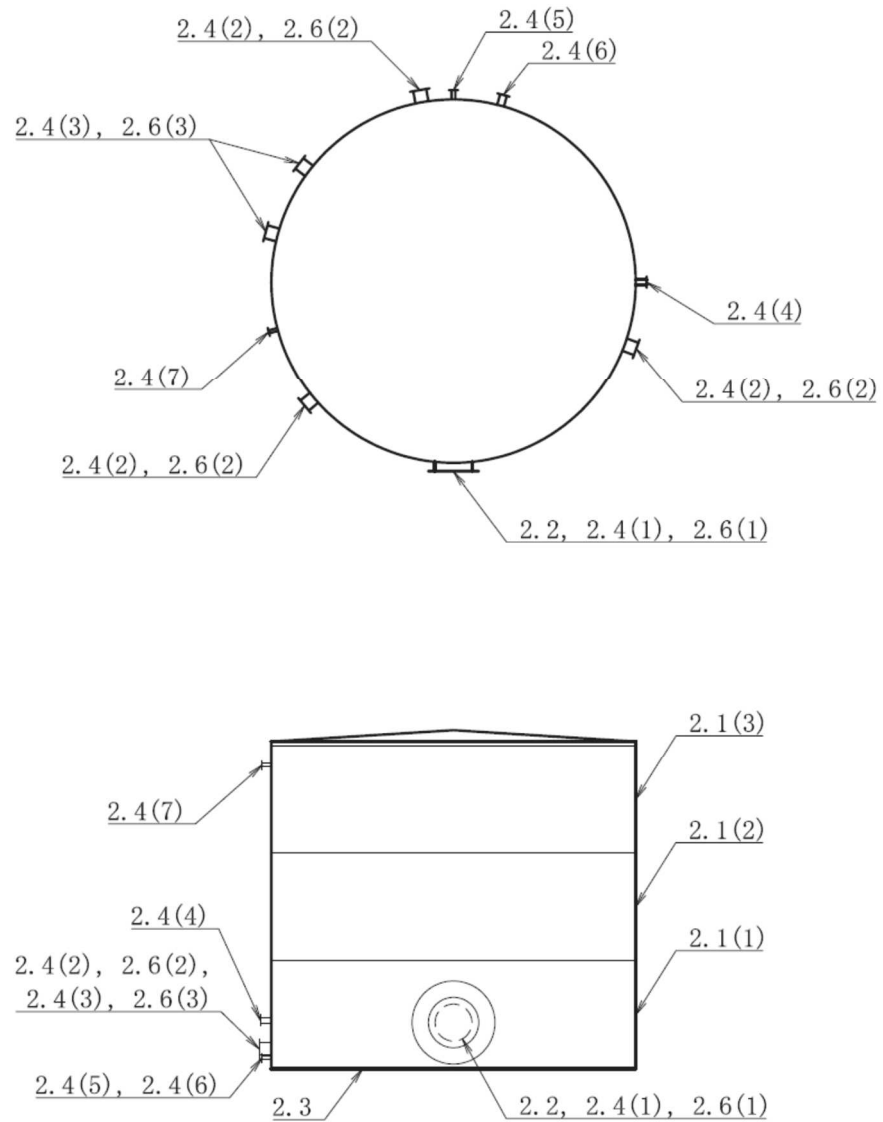
## 目次

1. 計算条件 .....	1
1.1 計算部位 .....	1
1.2 設計条件 .....	2
2. 強度計算 .....	3
2.1 開放タンクの胴の厚さの計算.....	3
2.2 開放タンクの平板の厚さの計算.....	6
2.3 開放タンクの底板の厚さの計算.....	7
2.4 開放タンクの管台の厚さの計算.....	8
2.5 開放タンクの補強を要しない穴の最大径の計算.....	15
2.6 開放タンクの穴の補強計算.....	16

1. 計算条件

1.1 計算部位

概要図に強度計算箇所を示す。



図中の番号は次頁以降の  
計算項目番号を示す。

図 1-1 概要図

## 1.2 設計条件

最高使用压力 (MPa)	静水頭
最高使用温度 (°C)	40

## 2. 強度計算

### 2.1 開放タンクの胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3920 準用)

胴板名称		(1) 胴板最下段
材料		SS400
水頭	H (m)	4.6000
最高使用温度	(°C)	40
胴の内径	$D_i$ (m)	6.00
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	100
継手効率	$\eta$	0.70
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	3.00
必要厚さ	$t_2$ (mm)	1.94
必要厚さ	$t_3$ (mm)	4.50
$t_1, t_2, t_3$ の大きい値	t (mm)	4.50
呼び厚さ	$t_{s.o}$ (mm)	6.00
最小厚さ	$t_s$ (mm)	5.40
評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。		

開放タンクの胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3920 準用)

胴板名称		(2) 胴板 2 段目
材料		SS400
水頭	H (m)	2.8250
最高使用温度	(°C)	40
胴の内径	$D_i$ (m)	6.00
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	100
継手効率	$\eta$	0.70
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	3.00
必要厚さ	$t_2$ (mm)	1.19
必要厚さ	$t_3$ (mm)	4.50
$t_1, t_2, t_3$ の大きい値	t (mm)	4.50
呼び厚さ	$t_{s.o}$ (mm)	6.00
最小厚さ	$t_s$ (mm)	5.40
評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。		



開放タンクの胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3920 準用)

胴板名称		(3) 胴板 3 段目
材料		SS400
水頭	H (m)	1.0500
最高使用温度	(°C)	40
胴の内径	$D_i$ (m)	6.00
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	100
継手効率	$\eta$	0.70
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	3.00
必要厚さ	$t_2$ (mm)	0.45
必要厚さ	$t_3$ (mm)	4.50
$t_1, t_2, t_3$ の大きい値	t (mm)	4.50
呼び厚さ	$t_{s.o}$ (mm)	6.00
最小厚さ	$t_s$ (mm)	5.40
評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。		

2.2 開放タンクの平板の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3310

取付け方法及び穴の有無

平板名称	(1) 側マンホールふた
平板の取付け方法	(a)
平板の穴の有無	無し

設計・建設規格 PVD-3310

平板の厚さ

平板名称	(1) 側マンホールふた
材料	SM400C
最高使用圧力	P (MPa) 0.05
最高使用温度	(°C) 40
許容引張応力	S (MPa) 100
取付け方法による係数	K 0.17
平板の径	d (mm) 768.00
必要厚さ	t (mm) 7.09
呼び厚さ	$t_{p0}$ (mm) 10.00
最小厚さ	$t_p$ (mm) 9.45
評価： $t_p \geq t$ ，よって十分である。	

### 2.3 開放タンクの底板の厚さの計算

(1) 設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3960 準用)

底板の形：平板

(2) 設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3970 準用)

底板名称		(1) 底板
材料		SM400C
必要厚さ	$t$ (mm)	3.00
呼び厚さ	$t_{bo}$ (mm)	9.00
最小厚さ	$t_b$ (mm)	8.35
評価： $t_b \geq t$ ，よって十分である。		

## 2.4 開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3980 準用)

管台名称		(1) 側マンホール
材料		SS400
水頭	H (m)	4.6000
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	$D_i$ (m)	0.6100
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	100
継手効率	$\eta$	0.70
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	0.20
必要厚さ	$t_2$ (mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	6.00
最小厚さ	$t_n$ (mm)	5.50
評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。		

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3980 準用)

管台名称		(2) タンクヒータ用座
材料		STPG370
水頭	H (m)	4.6000
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	$D_i$ (m)	0.1909
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	93
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	0.05
必要厚さ	$t_2$ (mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	12.70
最小厚さ	$t_n$ (mm)	11.11
評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。		

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3980 準用)

管台名称		(3) 消火ポンプ給水ノズル
材料		STPG370
水頭	H (m)	4.6000
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	$D_i$ (m)	0.1909
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	93
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	0.05
必要厚さ	$t_2$ (mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	12.70
最小厚さ	$t_n$ (mm)	11.11
評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。		

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3980 準用)

管台名称		(4) 消防車接続口ノズル
材料		STPG370
水頭	H (m)	4.6000
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	$D_i$ (m)	0.0739
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	93
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	0.02
必要厚さ	$t_2$ (mm)	3.50
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	3.50
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	7.60
最小厚さ	$t_n$ (mm)	6.65
評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。		

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3980 準用)

管台名称		(5) オーバーフローノズル
材料		STPG370
水頭	H (m)	4.6000
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	$D_i$ (m)	0.0495
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	93
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	0.02
必要厚さ	$t_2$ (mm)	2.40
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	2.40
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	5.50
最小厚さ	$t_n$ (mm)	4.81
評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。		



開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3980 準用)

管台名称		(6) ドレンノズル
材料		STPG370
水頭	H (m)	4.6000
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	$D_i$ (m)	0.0495
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	93
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	0.02
必要厚さ	$t_2$ (mm)	2.40
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	2.40
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	5.50
最小厚さ	$t_n$ (mm)	4.81
評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。		

開放タンクの管台の厚さの計算

設計・建設規格 PVD-3010 (PVC-3980 準用)

管台名称		(7) 補給水ノズル
材料		STPG370
水頭	H (m)	1.0500
最高使用温度	(°C)	40
管台の内径	$D_i$ (m)	0.0384
液体の比重	$\rho$	1.00
許容引張応力	S (MPa)	93
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		無し
必要厚さ	$t_1$ (mm)	0.01
必要厚さ	$t_2$ (mm)	2.20
$t_1, t_2$ の大きい値	t (mm)	2.20
呼び厚さ	$t_{no}$ (mm)	5.10
最小厚さ	$t_n$ (mm)	4.46
評価： $t_n \geq t$ ，よって十分である。		

2.5 開放タンクの補強を要しない穴の最大径の計算  
設計・建設規格 PVD-3511, PVD-3512

胴板名称	(1) 胴板最下段
補強の計算を要する85mmを超える穴の名称	側マンホール (2.6(1)) タンクヒータ用座 (2.6(2)) 消火ポンプ給水ノズル (2.6(3))

2.6 開放タンクの穴の補強計算

設計・建設規格 PVD-3010, PVD-3510 (PVC-3160, PVC-3950 準用)

参照附図 W E L D - 1 2

管台名称			(1) 側マンホール
胴板材料			SS400
管台材料			SS400
強め板材料			SS400
最高使用圧力	P	(MPa)	0.05
最高使用温度			(°C) 40
胴板の許容引張応力	$S_s$	(MPa)	100
管台の許容引張応力	$S_n$	(MPa)	100
強め板の許容引張応力	$S_e$	(MPa)	100
穴の径	d	(mm)	611.00
管台が取付く穴の径	$d_w$	(mm)	634.00
胴板の最小厚さ	$t_s$	(mm)	5.40
管台の最小厚さ	$t_n$	(mm)	5.50
胴板の継手効率	$\eta$		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	$D_i$	(mm)	6000.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$	(mm)	1.36
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$	(mm)	0.16
穴の補強に必要な面積	$A_r$	(mm <sup>2</sup> )	831.0
補強の有効範囲	$X_1$	(mm)	611.00
補強の有効範囲	$X_2$	(mm)	611.00
補強の有効範囲	X	(mm)	1222.00
補強の有効範囲	$Y_1$	(mm)	13.50
補強の有効範囲	$Y_2$	(mm)	0.00
強め板の最小厚さ	$t_e$	(mm)	5.50
強め板の外径	$B_e$	(mm)	1370.00
管台の外径	$D_{on}$	(mm)	622.00
溶接寸法	$L_1$	(mm)	6.00
溶接寸法	$L_2$	(mm)	6.00
溶接寸法	$L_3$	(mm)	0.00
胴板の有効補強面積	$A_1$	(mm <sup>2</sup> )	$2.468 \times 10^3$
管台の有効補強面積	$A_2$	(mm <sup>2</sup> )	144.2
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$	(mm <sup>2</sup> )	36.00
強め板の有効補強面積	$A_4$	(mm <sup>2</sup> )	$3.300 \times 10^3$
補強に有効な総面積	$A_o$	(mm <sup>2</sup> )	$5.948 \times 10^3$
評価： $A_o > A_r$ , よって十分である。			

管台名称	(1) 側マンホール	
大きい穴の補強		
補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)	1000.00	
評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。		
溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)	$3.480 \times 10^5$	
溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)	$-1.606 \times 10^5$	
溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)	$-1.606 \times 10^5$	
評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。		

開放タンクの穴の補強計算

設計・建設規格 PVD-3010, PVD-3510 (PVC-3160, PVC-3950 準用)

参照附図 W E L D - 1 2

管台名称	(2) タンクヒータ用座	
胴板材料	SS400	
管台材料	STPG370	
強め板材料	SS400	
最高使用圧力	P (MPa)	0.05
最高使用温度	(°C)	40
胴板の許容引張応力	$S_s$ (MPa)	100
管台の許容引張応力	$S_n$ (MPa)	93
強め板の許容引張応力	$S_e$ (MPa)	100
穴の径	d (mm)	194.08
管台が取付く穴の径	$d_w$ (mm)	228.30
胴板の最小厚さ	$t_s$ (mm)	5.40
管台の最小厚さ	$t_n$ (mm)	11.11
胴板の継手効率	$\eta$	1.00
係数	F	1.00
胴の内径	$D_i$ (mm)	6000.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$ (mm)	1.36
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$ (mm)	0.06
穴の補強に必要な面積	$A_r$ (mm <sup>2</sup> )	266.1
補強の有効範囲	$X_1$ (mm)	194.08
補強の有効範囲	$X_2$ (mm)	194.08
補強の有効範囲	X (mm)	388.16
補強の有効範囲	$Y_1$ (mm)	13.50
補強の有効範囲	$Y_2$ (mm)	0.00
強め板の最小厚さ	$t_e$ (mm)	5.50
強め板の外径	$B_e$ (mm)	480.00
管台の外径	$D_{on}$ (mm)	216.30
溶接寸法	$L_1$ (mm)	9.00
溶接寸法	$L_2$ (mm)	6.00
溶接寸法	$L_3$ (mm)	0.00
胴板の有効補強面積	$A_1$ (mm <sup>2</sup> )	777.8
管台の有効補強面積	$A_2$ (mm <sup>2</sup> )	277.5
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$ (mm <sup>2</sup> )	81.00
強め板の有効補強面積	$A_4$ (mm <sup>2</sup> )	945.2
補強に有効な総面積	$A_o$ (mm <sup>2</sup> )	$2.082 \times 10^3$
評価： $A_o > A_r$ ，よって十分である。		

管台名称	(2) タンクヒータ用座	
大きい穴の補強		
補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)	1000.00	
評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。		
溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)	1.304×10 <sup>5</sup>	
溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)	-4.673×10 <sup>4</sup>	
溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)	-4.673×10 <sup>4</sup>	
評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。		

開放タンクの穴の補強計算

設計・建設規格 PVD-3010, PVD-3510 (PVC-3160, PVC-3950 準用)

参照附図 W E L D - 1 8

管台名称	(3) 消火ポンプ給水ノズル	
胴板材料	SS400	
管台材料	STPG370	
強め板材料	SS400	
最高使用圧力	P (MPa)	0.05
最高使用温度	(°C)	40
胴板の許容引張応力	$S_s$ (MPa)	100
管台の許容引張応力	$S_n$ (MPa)	93
強め板の許容引張応力	$S_e$ (MPa)	100
穴の径	d (mm)	194.08
管台が取付く穴の径	$d_w$ (mm)	228.30
胴板の最小厚さ	$t_s$ (mm)	5.40
管台の最小厚さ	$t_n$ (mm)	11.11
胴板の継手効率	$\eta$	1.00
係数	F	1.00
胴の内径	$D_i$ (mm)	6000.00
胴板の計算上必要な厚さ	$t_{sr}$ (mm)	1.36
管台の計算上必要な厚さ	$t_{nr}$ (mm)	0.06
穴の補強に必要な面積	$A_r$ (mm <sup>2</sup> )	266.1
補強の有効範囲	$X_1$ (mm)	194.08
補強の有効範囲	$X_2$ (mm)	194.08
補強の有効範囲	X (mm)	388.16
補強の有効範囲	$Y_1$ (mm)	13.50
補強の有効範囲	$Y_2$ (mm)	13.50
強め板の最小厚さ	$t_e$ (mm)	5.50
強め板の外径	$B_e$ (mm)	480.00
管台の外径	$D_{on}$ (mm)	216.30
溶接寸法	$L_1$ (mm)	6.00
溶接寸法	$L_2$ (mm)	6.00
溶接寸法	$L_3$ (mm)	9.00
胴板の有効補強面積	$A_1$ (mm <sup>2</sup> )	777.8
管台の有効補強面積	$A_2$ (mm <sup>2</sup> )	556.4
すみ肉溶接部の有効補強面積	$A_3$ (mm <sup>2</sup> )	117.0
強め板の有効補強面積	$A_4$ (mm <sup>2</sup> )	945.2
補強に有効な総面積	$A_o$ (mm <sup>2</sup> )	$2.396 \times 10^3$
評価： $A_o > A_r$ ，よって十分である。		



管台名称	(3) 消火ポンプ給水ノズル	
大きい穴の補強		
補強を要する穴の限界径 $d_j$ (mm)	1000.00	
評価： $d \leq d_j$ ，よって大きい穴の補強計算は必要ない。		
溶接部にかかる荷重 $W_1$ (N)		$1.619 \times 10^5$
溶接部にかかる荷重 $W_2$ (N)		$-4.673 \times 10^4$
溶接部の負うべき荷重 $W$ (N)		$-4.673 \times 10^4$
評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。		