

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 3-009-49
提出年月日	2022年7月15日

VI-3-3-7-5-1-4 第1ベントフィルタ 銀ゼオライト容器の強度計算書

2022年7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。

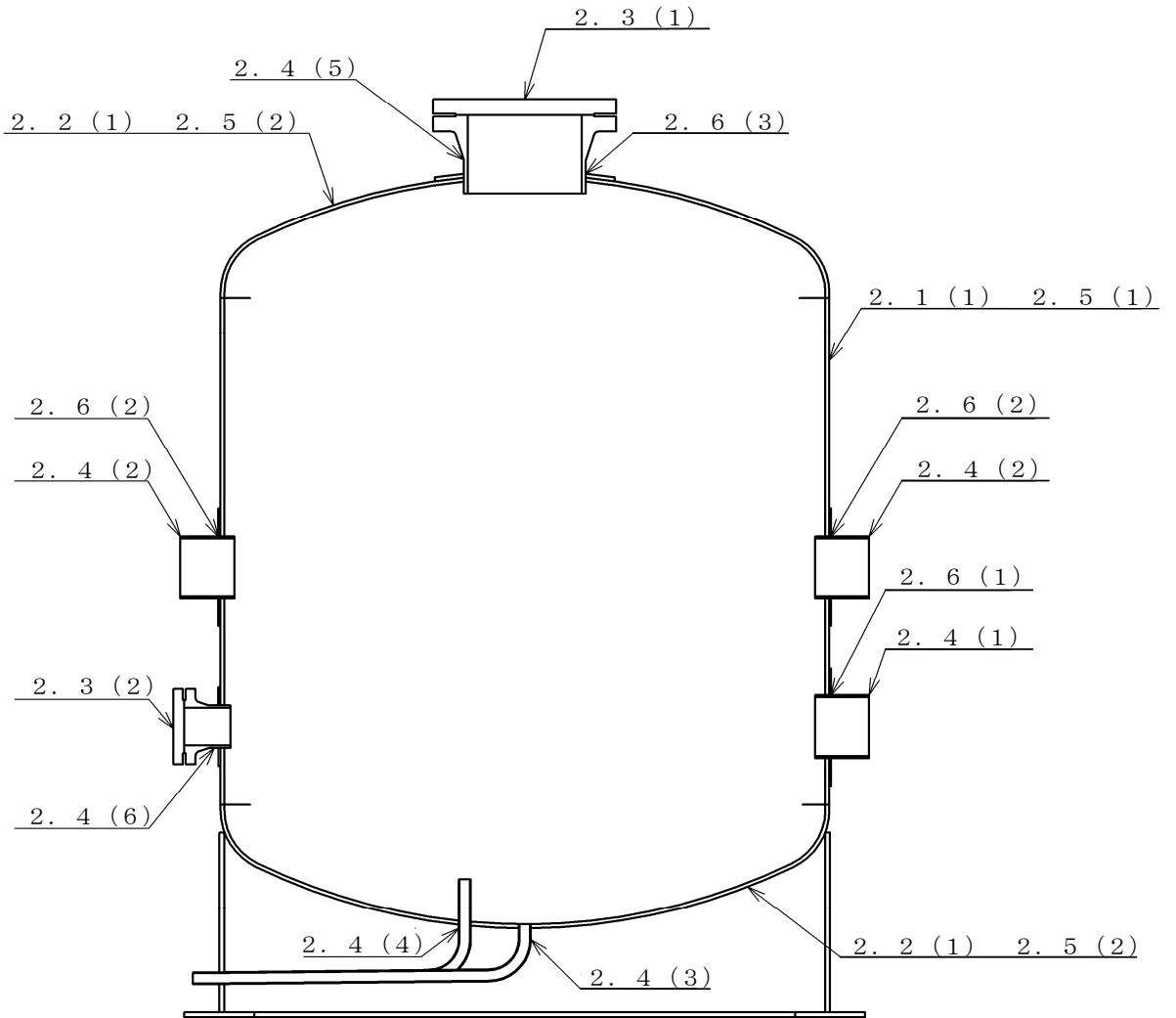
目 次

1. 計算条件	1
1.1 計算部位	1
1.2 設計条件	1
2. 強度計算	2
2.1 容器の胴の厚さの計算	2
2.2 容器の鏡板の厚さの計算	3
2.3 容器の平板の厚さの計算	4
2.4 容器の管台の厚さの計算	6
2.5 容器の補強を要しない穴の最大径の計算	12
2.6 容器の穴の補強計算	14
3. 支持構造物の強度計算書	20

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

最高使用圧力 (MPa)	0.427
最高使用温度 (°C)	200

2. 強度計算

2.1 容器の胴の厚さの計算

設計・建設規格 PVC-3120

胴板名称	(1) 胴板		
材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
胴の内径	D _i	(mm)	3000.00
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	η		1.00
継手の種類	突合せ両側溶接		
放射線検査の有無	有り		
必要厚さ	t ₁	(mm)	1.50
必要厚さ	t ₂	(mm)	6.00
t ₁ , t ₂ の大きい値	t	(mm)	6.00
呼び厚さ	t _{so}	(mm)	20.00
最小厚さ	t _s	(mm)	<input type="text"/>
評価: $t_s \geq t$, よって十分である。			

2.2 容器の鏡板の厚さの計算

(イ) 設計・建設規格 PVC-3210

鏡板の形状

鏡板名称		(1) 鏡板
鏡板の外径	D_{oc} (mm)	3040.00
鏡板の中央部における内面の半径	R (mm)	3000.00
鏡板のすみの丸みの内半径	r (mm)	300.00
$3 \cdot t_{co}$	(mm)	60.00
$0.06 \cdot D_{oc}$	(mm)	182.40
評価： $D_{oc} \geq R$, $r \geq 3 \cdot t_{co}$, $r \geq 0.06 \cdot D_{oc}$, $r \geq 50\text{mm}$, よってさら形鏡板である。		

(ロ) 設計・建設規格 PVC-3220

鏡板の厚さ

鏡板名称		(1) 鏡板
材料		SUS316L
最高使用圧力	P (MPa)	0.427
最高使用温度	($^{\circ}\text{C}$)	200
胴の内径	D_i (mm)	3000.00
さら形鏡板の形状による係数	W	1.54
許容引張応力	S (MPa)	107
継手効率	η	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
必要厚さ	t_1 (mm)	6.00
必要厚さ	t_2 (mm)	9.23
t_1, t_2 の大きい値	t (mm)	9.23
呼び厚さ	t_{co} (mm)	20.00
最小厚さ	t_c (mm)	
評価： $t_c \geq t$, よって十分である。		

2.3 容器の平板の厚さの計算

(イ) 設計・建設規格 PVC-3310

取付け方法及び穴の有無

平板名称	(1) マンホール平板
平板の取付け方法	(m)
平板の穴の有無	無し

(ロ) 設計・建設規格 PVC-3310

(J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

平板の厚さ

平板名称	(1) マンホール平板	
平板材料	SUSF316L(厚さ130mm以上200mm以下)	
ボルト材料	SNB7(直径63mm超え100mm以下)	
ガスケット材料	渦巻形金属ガスケット(非石綿)(ステンレス鋼)	
ガスケット厚さ	(mm)	4.5
ガスケット座面の形状	1a-II	
最高使用圧力	P (MPa)	0.427
最高使用温度	(°C)	200
平板の許容引張応力	S (MPa)	107
ボルトの許容引張応力	常温(ガスケット締付時)(20°C)	S _a (MPa) 161
	最高使用温度(使用状態)	S _b (MPa) 161
ボルト中心円の直径	C (mm)	812.80
ボルト呼び	M42×3	
ボルト本数	n	24
ボルト谷径	d _b (mm)	38.752
実際のボルト総有効断面積	A _b (mm ²)	2.831×10 ⁴
ガスケット接触面の外径	G _s (mm)	685.80
ガスケット接触面の幅	N (mm)	28.55
ガスケット係数	m	3.00
最小設計締付圧力	y (N/mm ²)	68.9
ガスケット座の基本幅	b _o (mm)	14.28
ガスケット座の有効幅	b (mm)	9.52
平板の径(ガスケット有効径)	d = G (mm)	666.76
内圧による全荷重	W = H (N)	1.491×10 ⁵
使用状態での最小ボルト荷重	W _{m1} (N)	2.002×10 ⁵
ガスケット締付最小ボルト荷重	W _{m2} (N)	1.374×10 ⁶
ボルトの所要総有効断面積	使用状態	A _{m1} (mm ²) 1.243×10 ³
	ガスケット締付時	A _{m2} (mm ²) 8.535×10 ³
	いずれか大きい値	A _m (mm ²) 8.535×10 ³
ボルト荷重	使用状態	W _o (N) 2.002×10 ⁵
	ガスケット締付時	W _g (N) 2.966×10 ⁶
	いずれか大きい値	F (N) 2.966×10 ⁶
モーメントアーム	h _g (mm)	73.02
取付け方法による係数	K	2.38
必要厚さ	t (mm)	64.96
呼び厚さ	t _{p o} (mm)	83.20
最小厚さ	t _p (mm)	64.96
評価: t _p ≥ t, よって十分である。		

容器の平板の厚さの計算

(イ) 設計・建設規格 PVC-3310

取付け方法及び穴の有無

平板名称	(2) サーバランス用モレキュラシーブ容器 採取口平板
平板の取付け方法	(m)
平板の穴の有無	無し

(ロ) 設計・建設規格 PVC-3310

(J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

平板の厚さ

平板名称	(2) サーバランス用モレキュラシーブ容器 採取口平板	
平板材料	SUSF316L (厚さ130mm以上200mm以下)	
ボルト材料	SNB7 (直径63mm以下)	
ガスケット材料	渦巻形金属ガスケット(非石綿)(ステンレス鋼)	
ガスケット厚さ (mm)	4.5	
ガスケット座面の形状	1a-II	
最高使用圧力 P (MPa)	0.427	
最高使用温度 (°C)	200	
平板の許容引張応力 S (MPa)	107	
ボルトの許容引張応力	常温(ガスケット締付時) (20°C) S _a (MPa)	173
	最高使用温度(使用状態) S _b (MPa)	173
ボルト中心円の直径 C (mm)	330.20	
ボルト呼び	M24	
ボルト本数 n	12	
ボルト谷径 d _b (mm)	20.752	
実際のボルト総有効断面積 A _b (mm ²)	4.059×10 ³	
ガスケット接触面の外径 G _s (mm)	263.70	
ガスケット接触面の幅 N (mm)	19.05	
ガスケット係数 m	3.00	
最小設計締付圧力 y (N/mm ²)	68.9	
ガスケット座の基本幅 b _o (mm)	9.53	
ガスケット座の有効幅 b (mm)	7.78	
平板の径(ガスケット有効径) d = G (mm)	248.15	
内圧による全荷重 W = H (N)	2.065×10 ⁴	
使用状態での最小ボルト荷重 W _{m1} (N)	3.618×10 ⁴	
ガスケット締付最小ボルト荷重 W _{m2} (N)	4.177×10 ⁵	
ボルトの所要総有効断面積	使用状態 A _{m1} (mm ²)	209.2
	ガスケット締付時 A _{m2} (mm ²)	2.415×10 ³
	いずれか大きい値 A _m (mm ²)	2.415×10 ³
ボルト荷重	使用状態 W _o (N)	3.618×10 ⁴
	ガスケット締付時 W _g (N)	5.600×10 ⁵
	いずれか大きい値 F (N)	5.600×10 ⁵
モーメントアーム h _g (mm)	41.03	
取付け方法による係数 K	4.68	
必要厚さ t (mm)	33.93	
呼び厚さ t _{po} (mm)	54.70	
最小厚さ t _p (mm)	<input type="text" value=""/>	
評価: t _p ≥ t, よって十分である。		

2.4 容器の管台の厚さの計算
設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(1) ベントガス入口		
材料	SUS316LTP-S		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D _o	(mm)	318.50
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	η		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t ₁	(mm)	0.64
必要厚さ	t ₃	(mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t	(mm)	0.64
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	10.30
最小厚さ	t _n	(mm)	<input type="text"/>
評価：t _n ≥ t, よって十分である。			

容器の管台の厚さの計算
 設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(2) ベントガス出口		
材料	SUS316LTP-S		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D _o	(mm)	318.50
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	η		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t ₁	(mm)	0.64
必要厚さ	t ₃	(mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t	(mm)	0.64
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	10.30
最小厚さ	t _n	(mm)	
評価：t _n ≥ t, よって十分である。			

容器の管台の厚さの計算
 設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(3) ドレン (入口側)		
材料	SUS316LTP-S		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D _o	(mm)	60.50
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	η		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t ₁	(mm)	0.12
必要厚さ	t ₃	(mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t	(mm)	0.12
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	3.90
最小厚さ	t _n	(mm)	<input type="text"/>
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

容器の管台の厚さの計算
 設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(4) ドレン (出口側)		
材料	SUS316LTP-S		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D _o	(mm)	60.50
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	η		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t ₁	(mm)	0.12
必要厚さ	t ₃	(mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t	(mm)	0.12
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	3.90
最小厚さ	t _n	(mm)	<input type="text"/>
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

容器の管台の厚さの計算
 設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(5) マンホール		
材料	SUSF316L (厚さ130mm以上200mm以下)		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D _o	(mm)	609.60
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	η		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t ₁	(mm)	1.22
必要厚さ	t ₃	(mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t	(mm)	1.22
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	20.00
最小厚さ	t _n	(mm)	<input type="text"/>
評価：t _n ≥ t, よって十分である。			

容器の管台の厚さの計算
 設計・建設規格 PVC-3610

管台名称	(6) サーベランス用モレキュラシーブ容器採取口		
材料	SUSF316L (厚さ130mm以上200mm以下)		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
管台の外径	D _o	(mm)	216.30
許容引張応力	S	(MPa)	107
継手効率	η		1.00
継手の種類	継手無し		
放射線検査の有無	—		
必要厚さ	t ₁	(mm)	0.43
必要厚さ	t ₃	(mm)	—
t ₁ , t ₃ の大きい値	t	(mm)	0.43
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	12.70
最小厚さ	t _n	(mm)	
評価：t _n ≥ t, よって十分である。			

2.5 容器の補強を要しない穴の最大径の計算
設計・建設規格 PVC-3150(2)

胴板名称		(1) 胴板
材料		SUS316L
最高使用圧力	P (MPa)	0.427
最高使用温度	(°C)	200
胴の外径	D (mm)	3040.00
許容引張応力	S (MPa)	107
胴板の最小厚さ	t_s (mm)	
継手効率	η	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
$d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$	(mm)	
61, d_{r1} の小さい値	(mm)	61.00
K		
$D \cdot t_s$	(mm ²)	
200, d_{r2} の小さい値	(mm)	200.00
補強を要しない穴の最大径	(mm)	200.00
評価：補強の計算を要する穴の名称		ベントガス入口(2.6(1)) ベントガス出口(2.6(2))

容器の補強を要しない穴の最大径の計算
 設計・建設規格 PVC-3230(2)

鏡板名称		(2) 鏡板
材料		SUS316L
最高使用圧力	P (MPa)	0.427
最高使用温度	(°C)	200
鏡板のフランジ部の外径	D (mm)	3040.00
許容引張応力	S (MPa)	107
鏡板の最小厚さ	t_c (mm)	
継手効率	η	1.00
継手の種類		継手無し
放射線検査の有無		—
$d_{r1} = (D - 2 \cdot t_c) / 4$	(mm)	
61, d_{r1} の小さい値	(mm)	61.00
K		
$D \cdot t_c$	(mm ²)	
200, d_{r2} の小さい値	(mm)	200.00
補強を要しない穴の最大径	(mm)	200.00
評価：補強の計算を要する穴の名称		マンホール(2.6(3))

2.6 容器の穴の補強計算
設計・建設規格 PVC-3160

参照附图 WELD-11

部材名称	(1) ベントガス入口		
胴板材料	SUS316L		
管台材料	SUS316LTP-S		
強め板材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
胴板の許容引張応力	S_s	(MPa)	107
管台の許容引張応力	S_n	(MPa)	107
強め板の許容引張応力	S_e	(MPa)	107
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d _w	(mm)	328.50
胴板の最小厚さ	t _s	(mm)	
管台の最小厚さ	t _n	(mm)	
胴板の継手効率	η		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	D _i	(mm)	3000.00
胴板の計算上必要な厚さ	t _{s r}	(mm)	6.00
管台の計算上必要な厚さ	t _{n r}	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A _r	(mm ²)	
補強の有効範囲	X ₁	(mm)	
補強の有効範囲	X ₂	(mm)	
補強の有効範囲	X	(mm)	
補強の有効範囲	Y ₁	(mm)	
補強の有効範囲	Y ₂	(mm)	
強め板の最小厚さ	t _e	(mm)	
強め板の外径	B _e	(mm)	600.00
管台の外径	D _{o n}	(mm)	318.50
溶接寸法	L ₁	(mm)	9.00
溶接寸法	L ₂	(mm)	—
溶接寸法	L ₃	(mm)	11.00
胴板の有効補強面積	A ₁	(mm ²)	
管台の有効補強面積	A ₂	(mm ²)	
すみ肉溶接部の有効補強面積	A ₃	(mm ²)	202.0
強め板の有効補強面積	A ₄	(mm ²)	
補強に有効な総面積	A ₀	(mm ²)	6.561×10^3
評価：A ₀ > A _r ，よって十分である。			

部材名称	(1) ベントガス入口		
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)	3.314×10^5
溶接部にかかる荷重	W_2	(N)	
溶接部の負うべき荷重	W	(N)	
評価： $W < 0$, よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。			

容器の穴の補強計算
設計・建設規格 PVC-3160

参照附图 WELD-11

部材名称	(2) ベントガス出口		
胴板材料	SUS316L		
管台材料	SUS316LTP-S		
強め板材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
胴板の許容引張応力	S_s	(MPa)	107
管台の許容引張応力	S_n	(MPa)	107
強め板の許容引張応力	S_e	(MPa)	107
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d_w	(mm)	328.50
胴板の最小厚さ	t_s	(mm)	
管台の最小厚さ	t_n	(mm)	
胴板の継手効率	η		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	D_i	(mm)	3000.00
胴板の計算上必要な厚さ	t_{sr}	(mm)	6.00
管台の計算上必要な厚さ	t_{nr}	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A_r	(mm ²)	
補強の有効範囲	X_1	(mm)	
補強の有効範囲	X_2	(mm)	
補強の有効範囲	X	(mm)	
補強の有効範囲	Y_1	(mm)	
補強の有効範囲	Y_2	(mm)	
強め板の最小厚さ	t_e	(mm)	
強め板の外径	B_e	(mm)	600.00
管台の外径	D_{on}	(mm)	318.50
溶接寸法	L_1	(mm)	9.00
溶接寸法	L_2	(mm)	—
溶接寸法	L_3	(mm)	11.00
胴板の有効補強面積	A_1	(mm ²)	
管台の有効補強面積	A_2	(mm ²)	
すみ肉溶接部の有効補強面積	A_3	(mm ²)	202.0
強め板の有効補強面積	A_4	(mm ²)	
補強に有効な総面積	A_o	(mm ²)	6.561×10^3
評価： $A_o > A_r$ ，よって十分である。			

部材名称	(2) ベントガス出口	
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)	3.314×10^5
溶接部にかかる荷重	W_2 (N)	
溶接部の負うべき荷重	W (N)	
評価： $W < 0$, よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。		

容器の穴の補強計算
設計・建設規格 PVC-3240

参照附图 WELD-41

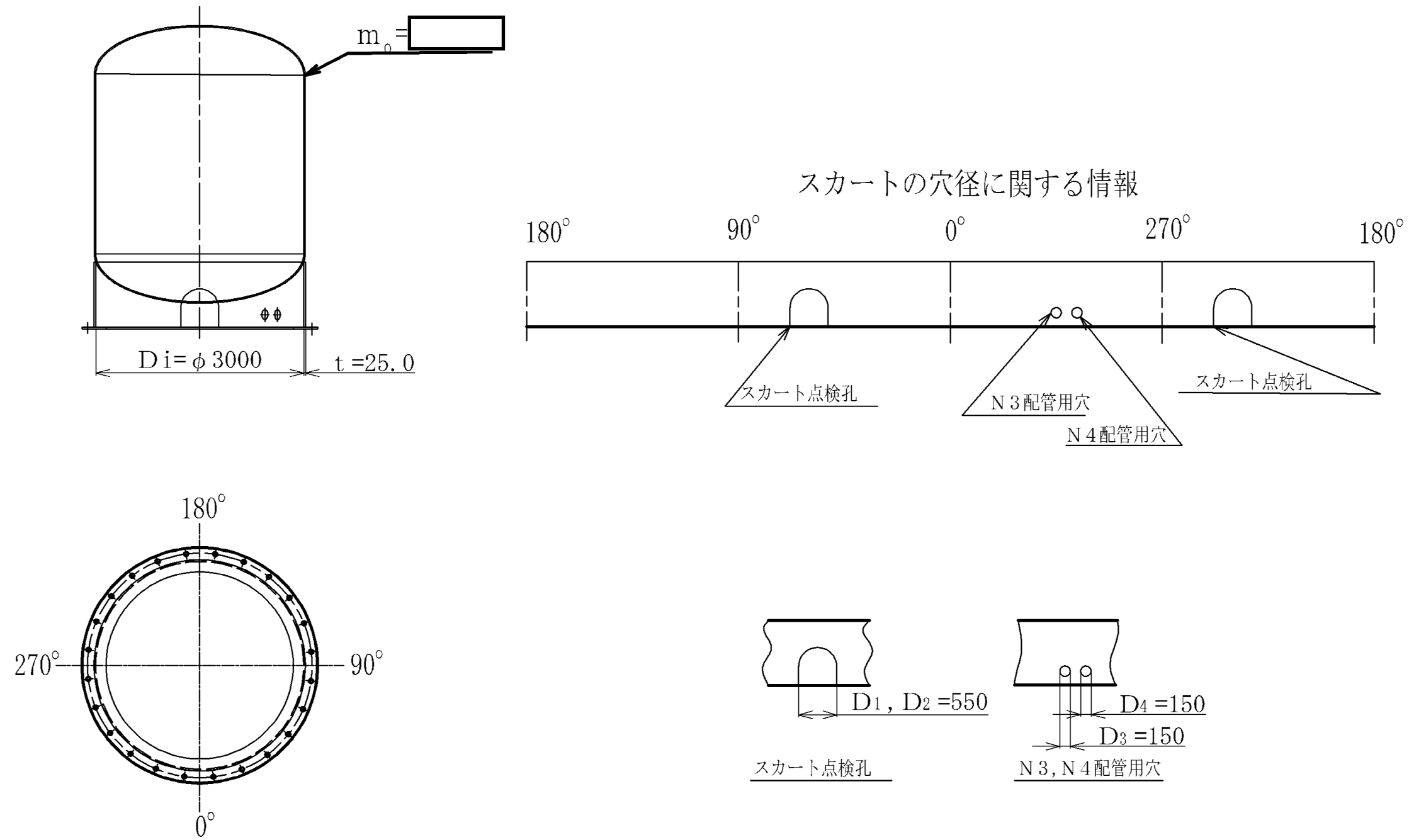
部材名称	(3) マンホール		
鏡板材料	SUS316L		
管台材料	SUSF316L(厚さ130mm以上200mm以下)		
強め板材料	SUS316L		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.427
最高使用温度		(°C)	200
鏡板の許容引張応力	S_c	(MPa)	107
管台の許容引張応力	S_n	(MPa)	107
強め板の許容引張応力	S_e	(MPa)	107
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d_w	(mm)	619.60
鏡板の最小厚さ	t_c	(mm)	
管台の最小厚さ	t_n	(mm)	
鏡板の継手効率	η		1.00
係数	F		1.00
鏡板の中央部における内半径	R	(mm)	3000.00
鏡板の計算上必要な厚さ	t_{cr}	(mm)	5.99
管台の計算上必要な厚さ	t_{nr}	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A_r	(mm^2)	
補強の有効範囲	X_1	(mm)	
補強の有効範囲	X_2	(mm)	
補強の有効範囲	X	(mm)	
補強の有効範囲	Y_1	(mm)	
補強の有効範囲	Y_2	(mm)	
強め板の最小厚さ	t_e	(mm)	
強め板の外径	B_e	(mm)	897.00
管台の外径	D_{on}	(mm)	609.60
溶接寸法	L_1	(mm)	9.00
溶接寸法	L_2	(mm)	14.00
溶接寸法	L_3	(mm)	19.00
鏡板の有効補強面積	A_1	(mm^2)	
管台の有効補強面積	A_2	(mm^2)	
すみ肉溶接部の有効補強面積	A_3	(mm^2)	638.0
強め板の有効補強面積	A_4	(mm^2)	
補強に有効な総面積	A_0	(mm^2)	1.323×10^4
評価： $A_0 > A_r$ ，よって十分である。			

部材名称	(3) 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)	8.887×10^5
溶接部にかかる荷重	W_2	(N)	
溶接部の負うべき荷重	W	(N)	
評価： $W < 0$ ，よって溶接部の強度計算は必要ない。 以上より十分である。			

3. 支持構造物の強度計算書

(1) 一次圧縮応力評価

種類	脚本数	材料	最高使用温度 (°C)	F 値 (MPa)	鉛直荷重 F _c (N)	断面積 A (mm ²)	一次圧縮応力 σ _c (MPa)	許容圧縮応力 f _c (MPa)	評価
スカート支持 たて置円筒形容器	—	SUS304	200	194			2	129	σ _c はf _c 以下である ので、支持構造物の強 度は十分である。



(単位：mm)

第1ベントフィルタ 銀ゼオライト容器 支持構造物の強度計算説明図