

別冊 12

サブドレン他水処理施設に係る補足説明

I. サブドレン他水処理施設の耐震性に係る補足説明

1. タンク、ポンプ、地下水ドレン前処理装置の耐震性評価

表-1 転倒評価に関わる数値根拠

機器名称	m_1 [kg]	m_2 [kg]	m [kg]	H_1 [m]	H_2 [m]	L [m]
集水タンク	■	■	■	■	■	■
サンプルタンク	■	■	■	■	■	■
RO濃縮水処理水中継タンク	■	■	■	■	■	■

表-2 基礎ボルトの強度評価に関わる数値根拠 (タンク)

機器名称	m [kg]	H [mm]	L [mm]	L_1 [mm]	n_r [-]	n [-]	A_b [mm ²]
中継タンク	■	■	■	■	■	■	■
処理装置供給タンク (SUS316L)	■	■	■	■	■	■	■
処理装置供給タンク (SM400C)	■	■	■	■	■	■	■
地下水ドレン中継タンク	■	■	■	■	■	■	■
地下水ドレン前処理装置	■	■	■	■	■	■	■

表-3 基礎ボルトの強度評価に関わる数値根拠 (ポンプ)

機器名称	m [kg]	h [mm]	L [mm]	L_1 [mm]	n_r [-]	n [-]	A_b [mm ²]	C_p [-]
中継タンク移送ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■
集水タンク移送ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■
処理装置供給ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■
処理装置加圧ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■
浄化水移送ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■
攪拌ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■
RO濃縮水処理水移送ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■
集水移送加圧ポンプ	■	■	■	■	■	■	■	■

2. 前処理フィルタ、吸着塔の耐震性評価

本評価は、「付録1 スカート支持たて置円筒形容器 (耐震設計上の重要度分類Bクラス) の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下、「基本方針」という。)に基づいて、以下の耐震性の計算を行う。

(1) 前処理フィルタ1, 2

1. 設計条件

機器名称	設置設計上の 風量区分	運行場所及び 基準高さ (m)	風量		水平方向設計風速 (CH=0.36)	鉛直方向設計風速	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向						
前処理フィルタ1, 2	B	サブドレン極端化装置設置 0.P. 40.0m					1.03	40	40	—

注記*: 基準レベルを示す。

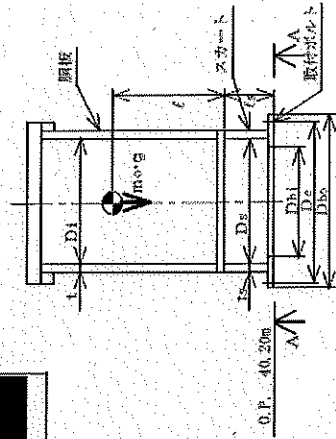
2. 仕様要目

m ₀ (kg)	D ₁ (mm)	t ₁ (mm)	D ₂ (mm)	t ₂ (mm)	E ₁ (MPa)	E ₂ (MPa)	C	G ₁ (MPa)	G ₂ (MPa)	ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	E _s (mm)
		6.35			201000*1	201000*2	77300*1	77300*2	77300*2			

D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₃ (mm)	H (mm)	s	n	D ₁₀ (mm)	D ₂₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	A ₁₀ (mm ²)	Y (mm)	M _s (N·mm)
			—								

S ₁ (MPa)	S ₂ (MPa)	S ₃ (MPa)	S ₄ (MPa)	S ₅ (MPa)	F (MPa)	S ₆ (MPa)	S ₇ (MPa)	S ₈ (MPa)	F (MPa)	
262*1	463*1	—	262*2	463*2	262	724*2 (≦64mm)	724*2 (≦64mm)	862*2 (≦64mm)	603	

注記*1: 最高使用圧力で算出
*2: 周囲環境温度で算出



スカーフト開口部の形状を示す。

2. 計算数値

3.1 順に生じる応力

	側方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛水頭又は内圧による応力	$\sigma_{x1} = 74$	$\sigma_{x1} = 37$	—
鉛水頭又は内圧による応力 (鉛直方向地震西)	—	—	—
要転倒重量による引張力	—	$\sigma_{x2} = 1$	—
鉛直方向地震による引張力	—	—	—
空質圧縮による圧縮力	—	$\sigma_{x3} = 3$	—
鉛直方向地震による圧縮力	—	—	—
水平方向応力	—	$\sigma_{x4} = 5$	$\tau = 3$
応力の和	$\sigma_{\Sigma} = \sigma_{x1} = 74$	$\sigma_{\Sigma} = 37$	—
	$\sigma_{\Sigma} = \sigma_{x1} = 74$	$\sigma_{\Sigma} = 31$	—
組合せ応力	引張り	$\sigma_{\Sigma} = 74$	—
	せん断	—	$\tau = 3$

3.2 スカートに生じる応力

	応力	組合せ応力
選転による引張力	$\sigma_{s1} = 5$	$\sigma_{s\Sigma} = 35$
鉛直方向地震による引張力	—	
水平方向地震による引張力	$\sigma_{s2} = 30$	
せん断	$\tau_{s\Sigma} = 4$	—

3.3 取付ボルトに生じる応力

	応力	組合せ応力
引張力	$\sigma_{b\Sigma} = 2$	—
せん断力	$\tau_{b\Sigma} = 9$	—

4. 結論

4.1 固有周期

方向	固有周期
水平方向	$T_H =$
鉛直方向	$T_V =$

4.2 応力

部材	材料	応力	応力	応力	新設	応力
鋼板	ASME SA516 Gr.70	組合せ	$\sigma_{\Sigma} = 74$	$S = 202$		
スカート	ASME SA312 Gr.70	組合せの圧縮と引張の差 (両者の許容)	$\frac{\sigma_{s1} + \sigma_{s2}}{f_c} + \frac{\tau_{s\Sigma}}{f_b} \leq 1$	$f_c = 202$		
取付ボルト	ASTM A193 Gr.B7	引張り	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 482$		
		せん断	$\tau_b = 9$	$f_{tb} = 348$		

すべて許容応力以下である。

注記*: (3.2.3.2) 式より算出

(2) 前処理フィルタ 3

1. 設計条件

機器名称 前処理フィルタ 3	重量区分 B	耐震設計上の 固有周期 (s) 水平方向	水平方向設計震度 C _H = 0.36	鉛直方向設計震度 —	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重 —

注記*: 基準レベルを示す。

2. 機器要目

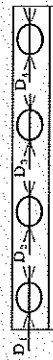
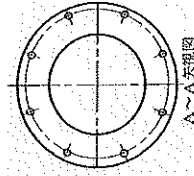
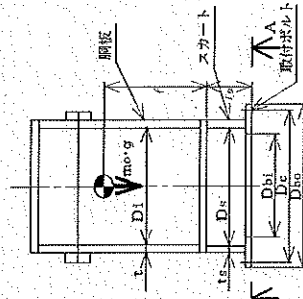
m ₀ (kg)	D ₁ (mm)	t (mm)	D ₂ (mm)	t _s (mm)	E (MPa)	E _s (MPa)	G (MPa)	G _s (MPa)	ℓ (mm)	ℓ _s (mm)
■	■	6.35	■	■	201000 *1	201000 *2	77300 *1	77300 *2	■	■

D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₃ (mm)	H (mm)	s	n	D _c (mm)	D _{h₀} (mm)	D _{h₁} (mm)	A _h (mm ²)	Y (mm)	M _s (N・mm)
■	■	■	—	■	■	■	■	■	■	■	■

S _v (鋼板) (MPa)	S _v (鋼板) (MPa)	S _r (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	S _u (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	S _u (取付ボルト) (MPa)	S _r (取付ボルト) (MPa)	F (取付ボルト) (MPa)
202 *1	483 *1	—	352 *2	483 *2	352	724 *2 (径≦64mm)	892 *2 (径≦64mm)	603

注記*: 最高使用温度で算出
*2: 周囲環境温度で算出

0. P. 40. 20m



スカート開口部の形状を示す。

3. 計算数値

3.1 鋼に生じる応力

		(単位: MPa)		
応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
静水風又は内圧による応力	$\sigma_{\theta\theta} = 74$	$\sigma_{xx} = 37$	—	
静水頭又は内圧による応力(鉛直方向地震時)	—	—	—	
運転時震動による引張応力	—	$\sigma_{xx} = 1$	—	
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	
変質量による圧縮応力	—	$\sigma_{xx} = 3$	—	
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—	
水平方向地震によるせん断応力	—	$\sigma_{xy} = 4$	$\tau = 2$	
応力の総和	$\sigma_{\theta\theta} + \sigma_{xx} = 74$	$\sigma_{xx} = 41$	—	
	$\sigma_{\theta\theta} - \sigma_{xx} = -74$	$\sigma_{xx} = -32$	—	
組合せ応力	$\sigma_{\theta\theta} = 74$	$\sigma_{xx} = 74$	—	
	$\tau = 2$	—	—	

3.2 スカートの生じる応力

		(単位: MPa)	
応力	力	組合せ応力	
運転時震動によるせん断応力	$\sigma_{st} = 5$	$\sigma_s = 31$	
鉛直方向地震によるせん断応力	—		
水平方向地震によるせん断応力	$\sigma_{st} = 26$		
せん断	$\tau_{st} = 4$		

3.3 取付ボルトに生じる応力

		(単位: MPa)	
応力	力	せん断応力	
引張応力	$\sigma_{bb} = 1$		
せん断応力	$\tau_{bb} = 8$		

4. 結論

4.1 固有周期

		(単位: s)	
方向	固有周期	T_u	T_v
水平方向			
鉛直方向			

4.2 応力

		(単位: MPa)			
部材	材料	応力	算出応力	許容応力	
脚板	ASME SA516 Gr.70	組合せ	$\sigma_{om} = 74$	$S_s = 262$	
スカート	ASME SA516 Gr.70	組合せ	$\sigma_{sm} = 31$	$f_{ts} = 202$	
		圧縮と曲げの組合せ(既設の管脚)	$\eta \cdot (\sigma_{st} + \sigma_{st}) + \frac{\eta \cdot \sigma_{st}}{f_b}$	$f_{ts} = 31$	
取付ボルト	ASTM A193 Gr.B7	引張り	$\sigma_{bb} = 1$	$f_{ts} = 452$	*
		せん断	$\tau_{bb} = 8$	$f_{sb} = 348$	

*すべて許容応力以下である。

注記*: (2.2.3.2) 式より算出

(3) 前処理フィルタ4

1. 設計条件

機器名称 前処理フィルタ4	B	新設計上の 重量区分	据付場所及び床面高さ (m)	サブドレン他浄化装置標準 O.P. 40.0*	固有周期	水平方向 振動方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	1.03	最高使用温度 (°C)	40	周囲環境温度 (°C)	40	比重
					振動方向										
注記*: 基準レベルを示す。															

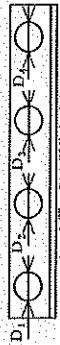
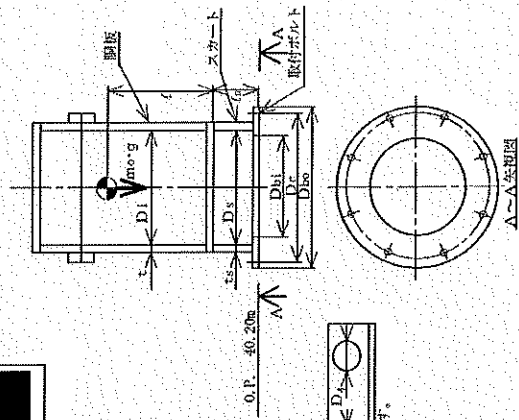
2. 機器要目

m_0 (kg)	D_1 (mm)	t (mm)	D_2 (mm)	t_s (mm)	E (MPa)	E_s (MPa)	G (MPa)	G_s (MPa)	l (mm)	l_s (mm)
■	■	6.35	■	■	201000*1	201000*2	77300*1	77300*2	■	■

D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_4 (mm)	H (mm)	s	n	D_c (mm)	D_{b0} (mm)	D_{s1} (mm)	A_b (mm ²)	Y (mm)	M_s (N/mm)
■	■	■	—	■	■	■	■	■	■	■	■

S_v (鋼板) (MPa)	S_v (鋼板) (MPa)	S(鋼板) (MPa)	S_u (スカート) (MPa)	S_u (スカート) (MPa)	F(スカート) (MPa)	S_v (取付ボルト) (MPa)	S_u (取付ボルト) (MPa)	F(取付ボルト) (MPa)
282*1	483*1	—	382*2	483*2	282	721*2 (径58mm)	382*2 (径58mm)	603

注記*: 最高使用圧力等算出
*2: 周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。

3. 計測数値

3.1 期に生じる応力

		(単位: MPa)		
応力	方向	値	せん断	せん断
水頭又は内圧による応力		$\sigma_{01} = 74$		
水頭又は内圧による応力		$\sigma_{x1} = 37$		
水頭又は内圧による応力 (鉛直方向地震時)				
運転時震動による引張応力		$\sigma_{x2} = 1$		
鉛直方向地震による引張応力				
空質底による圧縮応力				
鉛直方向地震による圧縮応力		$\sigma_{x3} = 2$		
水頭方向地震による応力				
水頭方向地震による引張応力		$\sigma_{x4} = 2$		$\tau = 2$
応力の和		$\sigma_{01} + \sigma_{02} = 74$		
圧縮応力		$\sigma_{01} - \sigma_{02} = -74$		
引張り圧		$\sigma_{01} + \sigma_{02} = 74$		
せん断圧				

3.2 スカートに生じる応力

		(単位: MPa)	
応力	方向	値	せん断
運転時震動による応力		$\sigma_{b1} = 3$	
鉛直方向地震による応力			
水頭方向地震による引張応力		$\sigma_{s2} = 15$	
せん断圧			$\tau_{s1} = 3$
組合せ応力			
			$\sigma_{s1} = 18$

3.3 取付ボルトに生じる応力

		(単位: MPa)	
応力	方向	値	せん断
引張応力		$\sigma_{b1} = 1$	
せん断応力			$\tau_{b1} = 5$

4. 結論

4.1 固有周期

		(単位: s)	
固有周期	方向	値	せん断
水頭方向		$T_{11} =$	
鉛直方向		$T_{22} =$	

4.2 応力

		(単位: MPa)			
部材	材料	応力	引出	せん断	せん断
胴板	ASME SA516 Gr.70	組合せ	$\sigma_{01} = 74$		$S_m = 262$
スカート	ASME SA516 Gr.70	組合せ	$\sigma_{s1} = 18$		$f_{t1} = 262$
		圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	$\frac{\sigma_{s1} + \sigma_{01}}{f_c} + \frac{\tau_{s1} + \tau_{01}}{f_b} \leq 1$		
			0.08 (数値)		
取付ボルト	ASTM A193 Gr.3B	引出	$\sigma_{b1} = 1$		$f_{t1} = 452$ *
		せん断	$\tau_{b1} = 5$		$f_{s1} = 248$

*すべて許容応力以下である。

注記*: (3.2.3.2) 式より算出

(4) 吸着塔 1～5

1. 設計条件

機器名称	蓄積設計上の重量分率	塔付塔筒及び床径高さ (m)		塔筒形状	水平方向	塔筒高さ	水平方向設計算式	鉛直方向設計算式	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	筒壁最高温度 (°C)	比重
		床径	高さ									
吸着塔 1, 2, 3, 4, 5	B	サブドレン油弁化設置機	0. P. 40.0 #	—	—	—	CH = 0.36	—	1.55	40	40	—

注記 # : 重量レベルを示す。

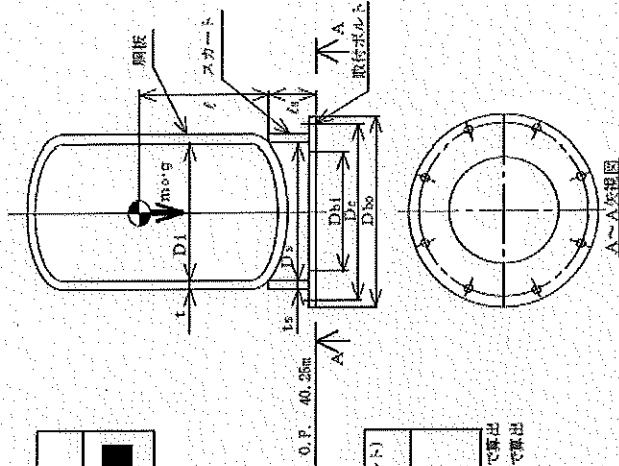
2. 機器要目

m ₀ (kg)	D _s (mm)	t (mm)	D ₀ (mm)	t _s (mm)	E (MPa)	E _s (MPa)	C (MPa)	G _s (MPa)	ℓ (mm)	Z _s (mm)
■	■	25.4	■	■	201000 #1	201000 #2	77300 #1	77300 #2	■	■

H (mm)	s	n	D _{0c} (mm)	D _{0i} (mm)	A ₀ (mm ²)	Y (mm)	M _s (N-mm)
—	■	■	■	■	■	■	■

S _y (鋼板) (MPa)	S _u (鋼板) (MPa)	S (鋼板) (MPa)	S _y (スカート) (MPa)	S _u (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	S _y (取付ボルト) (MPa)	S _u (取付ボルト) (MPa)	F (取付ボルト) (MPa)
262 #1	488 #1	—	262 #2	453 #2	262	724 #2 (径≦64mm)	862 #2 (径≦64mm)	603

ZEG #1 : 最高使用圧力で算出
#2 : 筒壁最高温度で算出



3. 計算概観

3.1 鋼に生じる応力

	鋼方向応力	軸方向応力	せん断応力	(単位: MPa)
骨格鋼又は内圧に よる応力	$\sigma_{x1} = 42$	$\sigma_{x2} = 42$	—	—
骨格鋼又は内圧に よる応力 (鋼管方向相対引張) による応力	—	—	—	—
埋戻土圧力による 引張応力	—	$\sigma_{x3} = 1$	—	—
鉛直方向埋戻土 による引張応力	—	—	—	—
空質埋戻土による 圧縮応力	—	$\sigma_{x3} = 1$	—	—
鉛直方向埋戻土による 圧縮応力	—	—	—	—
水平方向埋戻土による 圧縮応力	—	$\sigma_{x4} = 2$	—	—
応力の和	$\sigma_{x1} + \sigma_{x3} = 42$	$\sigma_{x2} + \sigma_{x4} = 42$	$\tau_{xy} = 1$	—
引張応力	$\sigma_{x1} + \sigma_{x3} = 42$	$\sigma_{x2} + \sigma_{x4} = 42$	—	—
圧縮応力	—	—	—	—
引張率	—	—	—	—
せん断率	—	—	—	—

3.2 スカットに生じる応力

	応力	せん断率	(単位: MPa)
埋戻土圧力による 引張応力	$\sigma_{x1} = 1$	—	—
鉛直方向埋戻土による 引張応力	—	—	—
水平方向埋戻土による 引張応力	$\sigma_{x2} = 2$	—	—
せん断率	—	$\tau_{xy} = 1$	—

3.3 鋼管に生じる応力

	引張応力	せん断率	(単位: MPa)
引張応力	$\sigma_{x1} = 1$	—	—
せん断率	—	$\tau_{xy} = 40$	—

4. 結論

4.1 鋼管周囲

方向	引張率	(単位: %)
水平方向	—	—
鉛直方向	—	—

4.2 応力

材料	材質	応力	せん断率	許容応力	(単位: MPa)
鋼板	SM490 Gr. B	$\sigma_{x1} = 42$	—	$S_y = 232$	—
スカット	SM490 Gr. B	$\sigma_{x1} = 1$	—	$S_y = 232$	—
鋼管	SM490 Gr. B	$\sigma_{x1} = 1$	—	$S_y = 232$	—

すべて許容応力以下である。

注: (1) (2) 式より算出

II. サブドレン集水設備の強度に係る補足説明

1 強度評価

1.1 中継タンク

1.1.1 評価結果

(1) 側板, 底板の評価

a. 側板

部材名称			側板
材料			JIS G 3101 SS400
設計圧力	P	(MPa)	液頭圧 (比重1.03)
設計温度			40
寸法			2000w× 1500h 及び 4000w×1500h
許容曲げ応力	fb	(MPa)	235
継手効率	η		1.0
継手の種類			側板は継手なし(コーナー部は隅肉溶接)
放射線検査の有無			なし
腐れ代	c	(mm)	■
計算上必要な厚さ	t	(mm)	3.84
呼び厚さ	t_{s0}	(mm)	6.0
規格上必要な最小厚さ	t_s	(mm)	4.5
評価: $t_{s0} \geq \max(t, t_s)$ よって十分である。			

b. 底板

部材名称			底板
材料			JIS G 3101 SS400
設計圧力	P	(MPa)	液頭圧 (比重1.03)
設計温度			40
寸法			2000w× 4000L
許容曲げ応力	fb	(MPa)	235
継手効率	η		1.0
継手の種類			底板は継手なし
放射線検査の有無			なし
腐れ代	c	(mm)	■
計算上必要な厚さ	t	(mm)	4.65
呼び厚さ	t_{b0}	(mm)	9.0
規格上必要な最小厚さ	t_b	(mm)	6.0
評価: $t_{b0} \geq \max(t, t_b)$ よって十分である。			

(2) 管台の厚さの評価

a. 流出管

部材名称			流出管
材料			JIS G 3454 STPG370
設計圧力	P	(MPa)	液頭圧 (比重1.03)
設計温度		(°C)	40
管台の外径	D _o	(mm)	76.3
許容引張応力	f _b	(MPa)	129
継手効率	η		1.0
継手の種類			継手なし
放射線検査の有無			なし
腐れ代	c	(mm)	■
必要厚さ	t	(mm)	4.7
呼び厚さ	t _{n0}	(mm)	7.0
最小厚さ	t _n	(mm)	■
評価: t _{n0} ≧ max (t , t _n) よって十分である。			

b. ドレン管

部材名称			ドレン管
材料			JIS G 3454 STPG370
設計圧力	P	(MPa)	液頭圧 (比重1.03)
設計温度		(°C)	40
管台の外径	D _o	(mm)	60.5
許容引張応力	f _b	(MPa)	129
継手効率	η		1.0
継手の種類			継手なし
放射線検査の有無			なし
腐れ代	c	(mm)	■
必要厚さ	t	(mm)	3.9
呼び厚さ	t _{n0}	(mm)	5.5
最小厚さ	t _n	(mm)	■
評価: t _{n0} ≧ max (t , t _n) よって十分である。			

(3) 管台の穴の補強計算

a. 流出管口(側板部)

部材名称	流出管口		
準拠規格	JIS B 8501		
側板材料	JIS G 3101 SS400		
管台の口径	65A		
側板の厚さ(腐れ代除く)	ta	(mm)	5.0
取付部の開口径	Dp	(mm)	■
強め材の開口径	Dr	(mm)	■
穴の補強に必要な面積	Areq	(mm ²)	397
補強に有効な総面積	At	(mm ²)	555
評価: $At \geq Areq$ よって十分である。			

b. ドレン管口(底板部)

部材名称	ドレン管口		
準拠規格	JIS B 8501		
底板材料	JIS G 3101 SS400		
管台の口径	50A		
底板の厚さ(腐れ代除く)	ta	(mm)	8.0
取付部の開口径	Dp	(mm)	■
強め材の開口径	Dr	(mm)	■
穴の補強に必要な面積	Areq	(mm ²)	512
補強に有効な総面積	At	(mm ²)	1045
評価: $At \geq Areq$ よって十分である。			

1.2 集水タンク

1.2.1 評価結果

(1) 胴の厚さの評価

機器名称		Di [m]	H [m]	ρ	材料	S [MPa]	η	t [mm]
集水タンク	1235 m ³ 容量	11	13 ^{†1}	1	SM400C	100	0.6	11.7

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	最小厚さ[mm]
集水タンク	1235 m ³ 容量 タンク板厚	11.7	12.0

(2) 底板の厚さの評価

機器名称	評価部位	必要肉厚 [mm]	最小厚さ [mm]
集水タンク	1235 m ³ 容量 タンク板厚 (底板)	3	11.2

(3) 管台の厚さの評価

機器名称		管台	Di [m]	H ^{†1} [m]	ρ	材料	S [MPa]	η	t [mm]
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A	■	■	1	STPG370	93	1	0.1
		200A			1	STPG370	93	1	0.2
		マンホール			1	SM400C	100	0.6	0.7

機器名称	管台	評価部位	必要肉厚[mm]	最小厚さ [mm]	
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A	管台板厚	3.5	5.25
		200A	管台板厚	3.5	7.18
		マンホール	管台板厚	3.5	11.2

(4) 胴の穴の補強計算

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d) - 2\left(1 - \frac{S_n}{S_s}\right)(\eta t_s - Ft_{sr})t_n$$

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = 2\left(\text{Max}\left(d, \frac{d}{2} + t_s + t_n\right)\right)$$

$$A_2 = 2((t_{n1} - t_{nr})Y_1 + t_{n2}Y_2)S_n / S_s$$

$$t_{nr} = \frac{PDi}{2S_n - 1.2P}$$

$$Y_1 = \text{Min}(2.5t_s, 2.5t_{n1} + Te)$$

$$Y_2 = \text{Min}(2.5t_s, 2.5t_{n2}, h)$$

$$A_3 = L_1L_1 + L_2L_2 + L_3L_3$$

$$A_4 = (W - Wi) \times Te$$

$$W = \text{Min}(X, De)$$

$$Ar = dt_{sr}F + 2\left(1 - \frac{S_n}{S_s}\right)t_{sr}Ft_n$$

- A₀ : 補強に有効な総面積
- A₁ : 胴、鏡板又は平板部分の補強に有効な面積
- A₂ : 管台部分の補強に有効な面積
- A₃ : すみ肉溶接部の補強に有効な面積
- A₄ : 強め材の補強に有効な面積
- η : PVC-3161.2 に規定する効率
- t_s : 胴の最小厚さ
- t_{sr} : 継ぎ目のない胴の計算上必要な厚さ (PVC-3122(1)において η = 1 としたもの)
- t_n : 管台最小厚さ
- t_{n1} : 胴板より外側の管台最小厚さ
- t_{n2} : 胴板より内側の管台最小厚さ
- t_{nr} : 管台の計算上必要な厚さ
- P : 最高使用圧力(水頭)=9.80665 × 10³H ρ
- S_s : 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力
- S_n : 管台材料の最高使用温度における許容引張応力
- Di : 管台の内径
- X : 胴面に沿った補強に有効な範囲
- X₁ : 補強に有効な範囲
- X₂ : 補強に有効な範囲
- Y₁ : 胴面に垂直な補強の有効な範囲 (胴より外側)
- Y₂ : 胴面に垂直な補強の有効な範囲 (胴より内側)
- h : 管台突出し高さ (胴より内側)
- L₁ : 溶接の脚長
- L₂ : 溶接の脚長
- L₃ : 溶接の脚長
- Ar : 補強が必要な面積
- d : 胴の断面に現れる穴の径
- F : 係数 (図 PVC-3161.2-1 から求めた値)
- Te : 強め材厚さ
- W : 強め材の有効な範囲
- Wi : 開先を含めた管台直径
- De : 強め材外径

$$F_1 = \frac{\pi}{2} d_o L_1 S_s \eta_1$$

$$F_2 = \frac{\pi}{2} d t_n S_n \eta_3$$

$$F_3 = \frac{\pi}{2} d_o' t_s S_s \eta_2$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} d_o L_2 S_s \eta_1$$

$$F_5 = \frac{\pi}{2} W_o L_3 S_s \eta_1$$

$$F_6 = \frac{\pi}{2} d_o' t_s S_s \eta_2$$

F₁ : 断面(管台外側のすみ肉溶接部)におけるせん断強さ

F₂ : 断面(管台内側の管台壁)におけるせん断強さ

F₃ : 断面(突合せ溶接部)におけるせん断強さ

F₄ : 断面(管台内側のすみ肉溶接部)におけるせん断強さ

F₅ : 断面(強め材のすみ肉溶接部)におけるせん断強さ

F₆ : 断面(突合せ溶接部)におけるせん断強さ

d_o : 管台外径

d : 管台内径

d_o' : 胴の穴の径

W_o : 強め材の外径

L₁ : すみ肉溶接部の脚長 (管台取付部 (胴より外側))

L₂ : すみ肉溶接部の脚長 (管台取付部 (胴より内側))

L₃ : 溶接部の脚長 (強め材)

η₁ : 強め材の取付け強さ (すみ肉溶接部のせん断)

η₂ : 強め材の取付け強さ (突合せ溶接部の引張)

η₃ : 強め材の取付け強さ (管台壁のせん断)

※表 PVC-3169-1 の値より

F : 管台の取付角度より求まる係数

(PVC-3161.2-1 から求まる値)

tsr : 継目のない胴の計算上必要な厚さ

(PVC-3122(1)において η=1 としたもの)

X : 補強に有効な範囲

W₁ : 予想される破断箇所の強さ

W₂ : 予想される破断箇所の強さ

W₃ : 予想される破断箇所の強さ

W₄ : 予想される破断箇所の強さ

W₅ : 予想される破断箇所の強さ

W₆ : 予想される破断箇所の強さ

各破壊形式における破断箇所の強さを下記式より求める。

$$W_1 = F_1 + F_2$$

$$W_2 = F_1 + F_6 + F_4$$

$$W_3 = F_5 + F_2$$

$$W_4 = F_3 + F_5$$

$$W_5 = F_1 + F_3$$

$$W_6 = F_5 + F_6 + F_4$$

破断箇所の強さが、下記溶接部の負うべき荷重Wよりも大きければよい。

$$W = t_{sr} d_o' S - (t_s - Ft_{sr})(X - d_o') S_s$$

機器名称	管台	管台材料	温度 [°C]	F	γ	d [mm]	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_s [mm]	t_{sr} [mm]	t_n [mm]	Y [mm]	A1 [mm ²]
集水タンク	100A	STP6370	66	1	1		93	100	12		5.25		
	200A	STP6370	66	1	1		93	100	12		7.18		
	マンホール	SM400C	66	1	0.6		100	100	12		11.2		

機器名称	管台	H [m]	ρ	P [MPa]	d [mm]	S_n [MPa]	S_s [MPa]	t_n [mm]	t_s [mm]	h [mm]	t_{sr} [mm]	t_n [mm]	Y ₁ [mm]	Y ₂ [mm]	A2 [mm ²]
集水タンク	100A	13	1	0.1275		93	100	5.25	12			12			
	200A	13	1	0.1275		93	100	7.18	12			12			
	マンホール	13	1	0.1275		100	100	11.2	12			12			

機器名称		管台	L ₁ [mm]	L ₂ [mm]	L ₃ [mm]	A ₃ [mm ²]
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A				
		200A				
		マンホール				

機器名称		管台	t ₀ [mm]	W [mm]	W ₁ [mm]	X [mm]	De [mm]	A ₄ [mm ²]
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A						
		200A						
		マンホール						

機器名称		管台	d [mm]	t _{cr} [mm]	t _n [mm]	F	S _n [MPa]	S _e [MPa]	A _c [mm ²]
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A			5.25	1	93	100	731.8
		200A			7.18	1	93	100	1420.4
		マンホール			11.2	1	100	100	4466.0

機器名称		管台	評価部位	A _r [mm ²]	A ₀ [mm ²]
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A	穴の補強	731.8	1622.2
		200A	穴の補強	1420.4	3141.4
		マンホール	穴の補強	4466.0	7634.8

機器名称		管台	Ss [MPa]	Sn [MPa]	W ₀ [mm]	d ₀ [mm]	d [mm]	d ₀ ' [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	L3 [mm]
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A	100	93							
		200A	100	93							
		マンホール	100	93							

機器名称		管台	η_1	η_2	η_3	t _s [mm]	t _n [mm]	t _{sr} [mm]	F	X [mm]
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A				12	6.26		1	
		200A				12	7.18		1	
		マンホール				12	11.2		1	

機器名称		管台口径	F1	F2	F3	F4	F5	F6
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A						
		200A						
		マンホール						

機器名称		管台	W	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	W ₆
集水タンク	1235 m ³ 容量	100A	35520	105278					
		200A	61220	288899					
		マンホール	163240	1160164					

なお、集水タンクの最高使用温度は 40℃であるが、評価の中で使用する材料の許容引張応力等の物性値は保守的に 66℃での値を採用した。

1.3 主配管

1.3.1 評価結果

(1) 管の厚さの評価

No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 D ₀ (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	継手効率 η	厚さの負の 許容差	最小厚さ (mm)	必要厚さ t (mm)	必要最小厚さ (mm)
1	0.98	40	42.7	3.6	STPG370	93	1	0.5mm	3.10	0.22	1.90
2	0.98	40	42.7	3.6	SUS316LTP	111	1	0.5mm	3.10	0.18	0.18
3	0.98	40	48.6	3.7	STPG370	93	1	0.5mm	3.20	0.25	2.20
4	0.98	40	76.3	5.2	STPG370	93	1	12.5%	4.55	0.40	2.70
5	0.98	40	60.5	3.9	STPG370	93	1	0.5mm	3.40	0.31	2.40
6	0.98	40	89.1	5.5	STPG370	93	1	12.5%	4.81	0.46	3.00
7	0.98	40	216.3	6.5	SUS316LTP	115	0.7	10.0%	5.85	1.31	1.31
8	0.98	40	216.3	8.2	STPG370	93	1	12.5%	7.18	1.14	3.80
9	0.98	40	318.5	10.3	STPG370	93	1	12.5%	9.01	1.68	3.80
10	0.98	40	355.6	11.1	STPG370	93	1	12.5%	9.71	1.87	3.80
11	0.49	40	216.3	8.2	SUS316LTP	117	1	12.5%	7.18	0.46	0.46
12	0.98	40	114.3	6.0	STPG370	93	1	12.5%	5.25	0.60	3.40

最小厚さが必要最小厚さ以上であり、十分である。

(2) 伸縮継手における疲労評価

No.	最高使用圧力 P (MPa)	使用温度 (°C)	材	弾性係数 E (MPa)	継手の板の厚さ t (mm)	全伸縮量 δ (mm)	継手の流の1 の2分の1 b (mm)	継手の流の高さ h (mm)	継手の 変換の 係数の p	継手の増幅 c	継手部応力 σ (MPa)	許容繰り返し回数 N $\times 10^3$	実際の 繰り返し回数 $\times 10^3$
E1	0.98	40	SUS316L	193000						1	1192	2.41E+03	1.00E+02
E2	0.98	40	SUS316L	193400						1	1508	1.06E+03	1.00E+02

Ⅲ. サブドレン他浄化設備の強度に係る補足説明

1. 強度評価

1.1 前処理フィルタ

1.1.1 評価結果

(1) 胴の厚さの評価

a. 前処理フィルタ 1, 2

胴板名称		胴板	
材料		ASME SA516 Gr. 70	
最高使用圧力	P (MPa)	1.03	
最高使用温度	(°C)	40	
胴の内径	D _i (mm)		
許容引張応力	S (MPa)	138	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t ₁ (mm)		
必要厚さ	t ₂ (mm)		
t ₁ , t ₂ の大きい値	t (mm)	4.84	
呼び厚さ	t _{so} (mm)	6.35	
最小厚さ	t _s (mm)		
評価: t _s ≥ t, よって十分である。			

b. 前処理フィルタ 3, 4

胴板名称		胴板	
材料		ASME SA516 Gr. 70	
最高使用圧力	P (MPa)	1.03	
最高使用温度	(°C)	40	
胴の内径	D _i (mm)		
許容引張応力	S (MPa)	138	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t ₁ (mm)		
必要厚さ	t ₂ (mm)		
t ₁ , t ₂ の大きい値	t (mm)	4.84	
呼び厚さ	t _{so} (mm)	6.35	
最小厚さ	t _s (mm)		
評価: t _s ≥ t, よって十分である。			

(2) 平板の厚さの評価

a. 前処理フィルタ 1, 2

平板名称			上部平板
材料			ASME SA516 Gr. 70
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
許容引張応力	S	(MPa)	138
取付け方法による係数	K		0.17
平板の径	d	(mm)	
必要厚さ	t	(mm)	54.71
呼び厚さ	t _{po}	(mm)	63.50
最小厚さ	t _p	(mm)	
評価: t _p ≥ t, よって十分である。			

平板名称			下部平板
材料			ASME SA516 Gr. 70
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
許容引張応力	S	(MPa)	138
取付け方法による係数	K		0.33
平板の径	d	(mm)	
必要厚さ	t	(mm)	44.75
呼び厚さ	t _{po}	(mm)	63.50
最小厚さ	t _p	(mm)	
評価: t _p ≥ t, よって十分である。			

b. 前処理フィルタ 3, 4

平板名称			上部平板
材料			ASME SA516 Gr. 70
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
許容引張応力	S	(MPa)	138
取付け方法による係数	K		0.33
平板の径	d	(mm)	
必要厚さ	t	(mm)	44.75
呼び厚さ	t _{po}	(mm)	63.50
最小厚さ	t _p	(mm)	
評価: t _p ≥ t, よって十分である。			

平板名称			下部平板
材料			ASME SA516 Gr. 70
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
許容引張応力	S	(MPa)	138
取付け方法による係数	K		0.33
平板の径	d	(mm)	
必要厚さ	t	(mm)	44.75
呼び厚さ	t _{po}	(mm)	63.50
最小厚さ	t _p	(mm)	
評価: t _p ≥ t, よって十分である。			

(3) 管台の厚さの評価

a. 前処理フィルタ 1, 2

管台名称	出口		
材料	ASME SA516 Gr. 70		
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
管台の外径	D _o	(mm)	
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t ₁	(mm)	
必要厚さ	t ₂	(mm)	
t ₁ , t ₂ の大きい値	t	(mm)	3.80
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	57.15
最小厚さ	t _n	(mm)	
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

b. 前処理フィルタ 3, 4

管台名称	出口		
材料	ASME SA516 Gr. 70		
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
管台の外径	D _o	(mm)	
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t ₁	(mm)	
必要厚さ	t ₂	(mm)	
t ₁ , t ₂ の大きい値	t	(mm)	3.80
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	50.80
最小厚さ	t _n	(mm)	
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

(4) 胴の補強を要しない穴の最大径の評価

a. 前処理フィルタ 1, 2

胴板名称	胴板	
材料	ASME SA516 Gr. 70	
最高使用圧力	P (MPa)	1.03
最高使用温度	(°C)	40
胴の外径	D (mm)	
許容引張応力	S (MPa)	138
胴板の最小厚さ	t_s (mm)	
継手効率	η	
継手の種類		
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)	99.93
補強を要しない穴の最大径	(mm)	99.93
評価: 補強の計算を要する穴の名称		無し

b. 前処理フィルタ 3, 4

胴板名称	胴板	
材料	ASME SA516 Gr. 70	
最高使用圧力	P (MPa)	1.03
最高使用温度	(°C)	40
胴の外径	D (mm)	
許容引張応力	S (MPa)	138
胴板の最小厚さ	t_s (mm)	
継手効率	η	
継手の種類		
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)	99.93
補強を要しない穴の最大径	(mm)	99.93
評価: 補強の計算を要する穴の名称		無し

(5) 平板の穴の補強計算

a. 前処理フィルタ 1, 2

部材名称			入口
平板材料			ASME SA516 Gr. 70
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
平板の許容引張応力	S _p	(MPa)	138
穴の径	d _h	(mm)	
平板の最小厚さ	t _p	(mm)	
平板の計算上必要な厚さ	t _{pr}	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A _r	(mm ²)	3.705×10 ³
穴の補強に必要な面積の2分の1	A _r /2	(mm ²)	1.853×10 ³
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)	
平板の有効補強面積	A ₁	(mm ²)	2.219×10 ³
補強に有効な総面積	A ₀	(mm ²)	2.219×10 ³
評価: A ₀ > A _r /2, よって十分である。			

b. 前処理フィルタ 3, 4

部材名称			入口
平板材料			ASME SA516 Gr. 70
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
平板の許容引張応力	S _p	(MPa)	138
穴の径	d _h	(mm)	
平板の最小厚さ	t _p	(mm)	
平板の計算上必要な厚さ	t _{pr}	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A _r	(mm ²)	3.705×10 ³
穴の補強に必要な面積の2分の1	A _r /2	(mm ²)	1.853×10 ³
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)	
平板の有効補強面積	A ₁	(mm ²)	2.219×10 ³
補強に有効な総面積	A ₀	(mm ²)	2.219×10 ³
評価: A ₀ > A _r /2, よって十分である。			

部材名称		ベント	
平板材料		ASME SA516 Gr. 70	
最高使用圧力	P (MPa)	1.03	
最高使用温度	(°C)	40	
平板の許容引張応力	S _p (MPa)	138	
穴の径	d _h (mm)	[REDACTED]	
平板の最小厚さ	t _p (mm)	[REDACTED]	
平板の計算上必要な厚さ	t _{pr} (mm)	[REDACTED]	
穴の補強に必要な面積	A _r (mm ²)	1.495×10 ³	
穴の補強に必要な面積の2分の1	A _r /2 (mm ²)	747.33	
補強の有効範囲	X ₁ (mm)	[REDACTED]	
補強の有効範囲	X ₂ (mm)	[REDACTED]	
補強の有効範囲	X (mm)	[REDACTED]	
平板の有効補強面積	A ₁ (mm ²)	2.219×10 ³	
補強に有効な総面積	A ₀ (mm ²)	2.219×10 ³	
評価: A ₀ > A _r /2, よって十分である。			

1.2 吸着塔

1.2.1 評価結果

(1) 胴の厚さの評価

胴板名称		胴板	
材料		ASME SA516 Gr. 70	
最高使用圧力	P (MPa)	1.55	
最高使用温度	(°C)	40	
胴の内径	D_i (mm)	[Redacted]	
許容引張応力	S (MPa)	138	
継手効率	η	[Redacted]	
継手の種類		[Redacted]	
放射線検査の有無		[Redacted]	
必要厚さ	t_1 (mm)	[Redacted]	
必要厚さ	t_2 (mm)	[Redacted]	
t_1, t_2 の大きい値	t (mm)	10.91	
呼び厚さ	t_{so} (mm)	25.40	
最小厚さ	t_s (mm)	[Redacted]	
評価： $t_s \geq t$ ，よって十分である。			

(2) 鏡板の厚さの評価

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

鏡板名称		鏡板	
材料		ASME SA516 Gr. 70	
最高使用圧力	P (MPa)	1.55	
最高使用温度	(°C)	40	
胴の内径	D_i (mm)	[Redacted]	
さら形鏡板の形状による係数	W	[Redacted]	
許容引張応力	S (MPa)	138	
継手効率	η	[Redacted]	
継手の種類		[Redacted]	
放射線検査の有無		[Redacted]	
必要厚さ	t_1 (mm)	[Redacted]	
必要厚さ	t_2 (mm)	[Redacted]	
t_1, t_2 の大きい値	t (mm)	13.91	
呼び厚さ	t_{co} (mm)	25.40	
最小厚さ	t_c (mm)	[Redacted]	
評価： $t_c \geq t$ ，よって十分である。			

(3) 管台の厚さの評価

管台名称		入口	
材料		ASME SA53 Gr. B	
最高使用圧力	P (MPa)	1.55	
最高使用温度	(°C)	40	
管台の外径	D _o (mm)		
許容引張応力	S (MPa)		
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t ₁ (mm)		
必要厚さ	t ₂ (mm)		
t ₁ , t ₂ の大きい値	t (mm)		3.00
呼び厚さ	t _{no} (mm)		5.49
最小厚さ	t _n (mm)		
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

管台名称		出口	
材料		ASME SA53 Gr. B	
最高使用圧力	P (MPa)	1.55	
最高使用温度	(°C)	40	
管台の外径	D _o (mm)		
許容引張応力	S (MPa)		
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t ₁ (mm)		
必要厚さ	t ₂ (mm)		
t ₁ , t ₂ の大きい値	t (mm)		3.00
呼び厚さ	t _{no} (mm)		5.49
最小厚さ	t _n (mm)		
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

管台名称	ベント		
材料	ASME SA53 Gr. B		
最高使用圧力	P	(MPa)	1.55
最高使用温度		(°C)	40
管台の外径	D _o	(mm)	
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t ₁	(mm)	
必要厚さ	t ₂	(mm)	
t ₁ , t ₂ の大きい値	t	(mm)	2.40
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	3.91
最小厚さ	t _n	(mm)	
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

管台名称	マンホール		
材料	ASME SA53 Gr. B		
最高使用圧力	P	(MPa)	1.55
最高使用温度		(°C)	40
管台の外径	D _o	(mm)	
許容引張応力	S	(MPa)	
継手効率	η		
継手の種類			
放射線検査の有無			
必要厚さ	t ₁	(mm)	
必要厚さ	t ₂	(mm)	
t ₁ , t ₂ の大きい値	t	(mm)	3.80
呼び厚さ	t _{no}	(mm)	14.27
最小厚さ	t _n	(mm)	
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

(4) 鏡板の補強を要しない穴の最大径の評価

鏡板名称	鏡板	
材料	ASME SA516 Gr. 70	
最高使用圧力	P (MPa)	1.55
最高使用温度	(°C)	40
鏡板のフランジ部の外径	D (mm)	
許容引張応力	S (MPa)	138
鏡板の最小厚さ	t _c (mm)	
継手効率	η	
継手の種類		
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 · 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

(5) 鏡板の穴の補強計算

部材名称	マンホール		
鏡板材料	ASME SA516 Gr. 70		
管台材料	ASME SA53 Gr. B		
最高使用圧力	P	(MPa)	1.55
最高使用温度		(°C)	40
鏡板の許容引張応力	S _c	(MPa)	138
管台の許容引張応力	S _n	(MPa)	118
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d _w	(mm)	
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)	
鏡板の計算上必要な厚さ	t _{c r'}	(mm)	
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)	3.516×10 ³
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)	
管台の外径	D _{o n}	(mm)	
溶接寸法	L ₁	(mm)	
溶接寸法	L ₃	(mm)	
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)	
補強に有効な総面積	A ₀	(mm ²)	5.252×10 ³
評価: A ₀ > A _r , よって十分である。			

注記*: X₁, X₂, Y₂は構造上取り得る範囲とした。

部材名称	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)	500.00
評価: d ≤ 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)	
溶接部にかかる荷重	W ₂	(N)	
溶接部の負うべき荷重	W	(N)	5.476×10 ⁴
すみ肉溶接の許容せん断応力	S _{w1}	(MPa)	
管台壁の許容せん断応力	S _{w4}	(MPa)	
応力除去の有無			無し
すみ肉溶接の許容せん断応力係数	F ₁		0.46
管台壁の許容せん断応力係数	F ₄		0.70
すみ肉溶接部のせん断力	W _{e1}	(N)	
すみ肉溶接部のせん断力	W _{e2}	(N)	
管台のせん断力	W _{e10}	(N)	
予想される破断箇所の強さ	W _{e b p1}	(N)	1.969×10 ⁶
予想される破断箇所の強さ	W _{e b p2}	(N)	1.715×10 ⁶
評価: W _{e b p1} ≥ W, W _{e b p2} ≥ W 以上より十分である。			

1.3 処理装置供給タンク

1.3.1 評価結果

(1) 胴の厚さの評価

a. 処理装置供給タンク (SUS316L)

胴板名称			胴板
材料			SUS316L
水頭	H	(m)	
最高使用温度			40
胴の内径	D ₁	(m)	
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	111
継手効率	η		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)	1.50
必要厚さ	t ₂	(mm)	0.95
必要厚さ	t ₃	(mm)	—
t ₁ , t ₂ , t ₃ の大きい値	t	(mm)	1.50
呼び厚さ	t _{s0}	(mm)	9.00
最小厚さ	t _s	(mm)	
評価: t _s ≥ t, よって十分である。			

b. 処理装置供給タンク (SM400C)

胴板名称			胴板
材料			SM400C
水頭	H	(m)	
最高使用温度			40
胴の内径	D ₁	(m)	
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	100
継手効率	η		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)	1.05
必要厚さ	t ₃	(mm)	—
t ₁ , t ₂ , t ₃ の大きい値	t	(mm)	3.00
呼び厚さ	t _{s0}	(mm)	9.00
最小厚さ	t _s	(mm)	
評価: t _s ≥ t, よって十分である。			

(2) 底板の厚さの評価

a. 処理装置供給タンク (SUS316L)

底板名称			底板
材料			SUS316L
必要厚さ	t	(mm)	3.00
呼び厚さ	t b o	(mm)	12.00
最小厚さ	t b	(mm)	
評価: $t b \geq t$, よって十分である。			

b. 処理装置供給タンク (SM400C)

底板名称			底板
材料			SM400C
必要厚さ	t	(mm)	3.00
呼び厚さ	t b o	(mm)	12.00
最小厚さ	t b	(mm)	
評価: $t b \geq t$, よって十分である。			

(3) 管台の厚さの評価

a. 処理装置供給タンク (SUS316L)

管台名称			排水出口
材料			SUS316LTP-S
水頭	H	(m)	■■■■■
最高使用温度		(°C)	40
管台の内径	D_i	(m)	0.1023
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	111
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)	0.03
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)	■■■■■
評価: $t_n \geq t$, よって十分である。			

管台名称			オーバーフロー
材料			SUS316LTP-S
水頭	H	(m)	■■■■■
最高使用温度		(°C)	40
管台の内径	D_i	(m)	0.1510
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	111
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)	0.04
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)	7.10
最小厚さ	t_n	(mm)	■■■■■
評価: $t_n \geq t$, よって十分である。			

管台名称			予備
材料			SUS316LTP-S
水頭	H	(m)	
最高使用温度			40
管台の内径	D _i	(m)	0.1023
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	111
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)	0.03
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)	
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

b. 処理装置供給タンク (SM400C)

管台名称			排水出口
材料			STPT410-S
水頭	H	(m)	4.9820
最高使用温度			
管台の内径	D _i	(m)	0.1023
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	103
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)	0.03
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)	
評価: t _n ≥ t, よって十分である。			

管台名称			オーバーフロー
材料			STPT410-S
水頭	H	(m)	
最高使用温度			40
管台の内径	D_i	(m)	0.1510
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	103
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)	0.04
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)	7.10
最小厚さ	t_n	(mm)	
評価： $t_n \geq t$, よって十分である。			

管台名称			予備
材料			STPT410-S
水頭	H	(m)	
最高使用温度			40
管台の内径	D_i	(m)	0.1023
液体の比重	ρ		1.00
許容引張応力	S	(MPa)	103
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)	0.03
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)	
評価： $t_n \geq t$, よって十分である。			

(4) 胴の穴の補強計算

a. 処理装置供給タンク (SUS316L)

部材名称	排水出口, 予備	
胴板材料	SUS316L	
管台材料	SUS316LTP-S	
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)	111
管台の許容引張応力	S _n (MPa)	111
穴の径	d (mm)	
管台が取り付く穴の径	d _w (mm)	114.30
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)	
胴板の計算上必要な厚さ	t _{sr} (mm)	0.66
管台の計算上必要な厚さ	t _{nr} (mm)	0.03
穴の補強に必要な面積	A _r (mm ²)	69.61
補強の有効範囲	X ₁ (mm)	105.40
補強の有効範囲	X ₂ (mm)	105.40
補強の有効範囲	X (mm)	210.80
補強の有効範囲	Y ₁ (mm)	11.13
管台の外径	D _{on} (mm)	114.30
溶接寸法	L ₁ (mm)	6.00
溶接寸法	L ₄ (mm)	5.00
胴板の有効補強面積	A ₁ (mm ²)	623.2
管台の有効補強面積	A ₂ (mm ²)	98.50
すみ肉溶接部の有効補強面積	A _s (mm ²)	36.00
補強に有効な総面積	A _o (mm ²)	757.7
評価: A _o > A _r , よって十分である。		

部材名称	排水出口, 予備	
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 ≤ 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)	1.493 × 10 ⁴
溶接部にかかる荷重	W ₂ (N)	-6.080 × 10 ⁴
溶接部の負うべき荷重	W (N)	-6.080 × 10 ⁴
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。		

部材名称		オーバーフロー
胴板材料		SUS316L
管台材料		SUS316LTP-S
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)	111
管台の許容引張応力	S _n (MPa)	111
穴の径	d (mm)	
管台が取り付く穴の径	d _w (mm)	165.20
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)	
胴板の計算上必要な厚さ	t _{sr} (mm)	0.66
管台の計算上必要な厚さ	t _{nr} (mm)	0.04
穴の補強に必要な面積	A _r (mm ²)	101.9
補強の有効範囲	X ₁ (mm)	154.38
補強の有効範囲	X ₂ (mm)	154.38
補強の有効範囲	X (mm)	308.75
補強の有効範囲	Y ₁ (mm)	13.53
管台の外径	D _{on} (mm)	165.20
溶接寸法	L ₁ (mm)	8.00
溶接寸法	L ₄ (mm)	5.00
胴板の有効補強面積	A ₁ (mm ²)	912.8
管台の有効補強面積	A ₂ (mm ²)	145.6
すみ肉溶接部の有効補強面積	A ₃ (mm ²)	64.00
補強に有効な総面積	A ₀ (mm ²)	1.122×10 ³
評価: A ₀ > A _r , よって十分である。		

部材名称		オーバーフロー
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 ≤ 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)	2.326×10 ⁴
溶接部にかかる荷重	W ₂ (N)	-8.921×10 ⁴
溶接部の負うべき荷重	W (N)	-8.921×10 ⁴
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。		

b. 処理装置供給タンク (SM400C)

部材名称			排水出口, 予備
胴板材料			SM400C
管台材料			STPT410-S
最高使用圧力	P	(MPa)	0.05
最高使用温度			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)	103
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d_w	(mm)	114.30
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)	
胴板の計算上必要な厚さ	t_{sr}	(mm)	0.74
管台の計算上必要な厚さ	t_{nr}	(mm)	0.03
穴の補強に必要な面積	A_r	(mm ²)	77.56
補強の有効範囲	X_1	(mm)	105.80
補強の有効範囲	X_2	(mm)	105.80
補強の有効範囲	X	(mm)	211.60
補強の有効範囲	Y_1	(mm)	10.63
管台の外径	D_{on}	(mm)	114.30
溶接寸法	L_1	(mm)	6.00
溶接寸法	L_4	(mm)	5.00
胴板の有効補強面積	A_1	(mm ²)	617.9
管台の有効補強面積	A_2	(mm ²)	89.78
すみ肉溶接部の有効補強面積	A_3	(mm ²)	36.00
補強に有効な総面積	A_0	(mm ²)	743.7
評価: $A_0 > A_r$, よって十分である。			

部材名称			排水出口, 予備
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)	1.258×10^4
溶接部にかかる荷重	W_2	(N)	-5.341×10^4
溶接部の負うべき荷重	W	(N)	-5.341×10^4
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。			

部材名称			オーバーフロー
胴板材料			SM400C
管台材料			STPT410-S
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)	103
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d _w	(mm)	165.20
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)	
胴板の計算上必要な厚さ	t _{sr}	(mm)	0.74
管台の計算上必要な厚さ	t _{nr}	(mm)	0.04
穴の補強に必要な面積	A _r	(mm ²)	114.2
補強の有効範囲	X ₁	(mm)	155.78
補強の有効範囲	X ₂	(mm)	155.78
補強の有効範囲	X	(mm)	311.55
補強の有効範囲	Y ₁	(mm)	11.78
管台の外径	D _{on}	(mm)	165.20
溶接寸法	L ₁	(mm)	8.00
溶接寸法	L ₄	(mm)	5.00
胴板の有効補強面積	A ₁	(mm ²)	909.7
管台の有効補強面積	A ₂	(mm ²)	110.2
すみ肉溶接部の有効補強面積	A ₃	(mm ²)	64.00
補強に有効な総面積	A ₀	(mm ²)	1.084×10 ³
評価：A ₀ > A _r ，よって十分である。			

部材名称			オーバーフロー
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 ≤ 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)	1.742×10 ⁴
溶接部にかかる荷重	W ₂	(N)	-7.886×10 ⁴
溶接部の負うべき荷重	W	(N)	-7.886×10 ⁴
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。			

1.4 サンプルタンク，RO 濃縮水処理水中継タンク

サンプルタンク，RO 濃縮水処理水中継タンクは，強度評価に関わる仕様が集水タンクと同じであるため，強度評価は「Ⅱ. サブドレン集水設備の強度に係る補足説明」の「2.2 集水タンク」を参照すること。

1.5 主配管

1.5.1 評価結果

(1) 管の厚さの評価

No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外 径 D ₀ (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	許容引張応力 S (MPa)	継手効率 η	厚さの負の 許容差	最小厚さ (mm)	必要厚さ t (mm)	必要最小厚さ (mm)
1	静水頭	40	114.30	6.00	STPT410	103	1.00	12.5%	5.25	—	—
2	0.98	40	60.50	5.50	STPT410	103	1.00	12.5%	4.81	0.29	2.40
3	0.98	40	114.30	6.00	STPT410	103	1.00	12.5%	5.25	0.55	3.40
4	0.98	40	165.20	7.10	STPT410	103	1.00	12.5%	6.21	0.79	3.80
5	静水頭	40	114.30	3.05	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	2.67	—	—
6	静水頭	40	88.90	5.49	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	4.80	—	—
7	1.03	40	60.33	3.91	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	3.42	0.14	0.14
8	1.03	40	88.90	3.05	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	2.67	0.20	0.20
9	1.03	40	88.90	5.49	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	4.80	0.20	0.20
10	1.55	40	60.33	3.91	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	3.42	0.21	0.21
11	1.55	40	88.90	3.05	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	2.67	0.31	0.31
12	0.98	40	88.90	3.05	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	2.67	0.19	0.19
13	0.98	40	114.30	3.05	UNS S32750 (ASME SA.790)	228	1.00	12.5%	2.67	0.25	0.25
14	0.98	40	114.30	6.00	STPG370	93	1.00	12.5%	5.25	0.60	3.40
15	静水頭	40	216.30	8.20	STPG370	93	1.00	12.5%	7.18	—	—
16	静水頭	40	114.30	6.00	STPG370	93	1.00	12.5%	5.25	—	—
17	1.03	40	89.10	5.50	STPT410	103	1.00	12.5%	4.81	0.45	3.00
18	1.55	40	89.10	5.50	STPT410	103	1.00	12.5%	4.81	0.67	3.00
19	0.98	40	89.10	5.50	STPT410	103	1.00	12.5%	4.81	0.43	3.00

最小厚さが必要最小厚さ以上であり、十分である。

(2) 伸縮継手における疲労評価

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	材 料	弾性係数 E (MPa)	t (mm)	全伸縮量 δ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	継手部応力 σ (MPa)	N $\times 10^3$	実際の繰り 返し回数 $\times 10^3$
E1	1.55	40	ENS 30400 (ASME SB 127 / ASTM B 127)	178200						1	905	6.3	0.1

IV. サブドレン他移送設備の強度に係る補足説明

1. 強度評価

1.1 主配管

1.1.1 評価結果

(1) 管の厚さの評価

No.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 Do (mm)	公称厚さ (mm)	材質	許容引張応力 S (MPa)	継手効率 η	厚さの負の許容差	最小厚さ (mm)	必要厚さ t (mm)	必要最小厚さ (mm)
1	0.98	40	114.3	6.0	STPG370	93	1.00	12.5%	5.25	0.6	3.4
2	0.98	40	165.2	7.1	STPG370	93	1.00	12.5%	6.21	0.87	3.8
3	0.98	40	216.3	8.2	STPG370	93	1.00	12.5%	7.17	1.14	3.8
4	0.98	40	267.4	9.3	STPG370	93	1.00	12.5%	8.13	1.41	3.8
5	0.98	40	165.2	7.1	SUSS16LTP	111	1.00	12.5%	6.21	0.73	0.73
6	0.98	40	114.3	6.0	STPT410	103	1.00	12.5%	5.25	0.55	3.4

※配管仕様毎に最も高い圧力にて評価

最小厚さが必要最小厚さ以上であり、十分である。

V. 地下水ドレン集水設備の強度に係る補足説明

1. 強度評価

1.1 地下水ドレン中継タンク

1.1.1 評価結果

(1) 側板, 底板の評価

a. 側板

部材名称			側板
材料			JIS G 3101 SS400
設計圧力	P	(MPa)	液頭圧 (比重1.03)
設計温度		(°C)	40
寸法		(mm)	2000w × 1500h 及び 4000w × 1500h
許容曲げ応力	fb	(MPa)	235
継手効率	η		1.0
継手の種類			側板は継手なし(コーナー部は隅肉溶接)
放射線検査の有無			なし
腐れ代	c	(mm)	
計算上必要な厚さ	t	(mm)	3.84
呼び厚さ	t_{s0}	(mm)	6.0
規格上必要な最小厚さ	t_s	(mm)	4.5
評価: $t_{s0} \geq \max(t, t_s)$ よって十分である。			

b. 底板

部材名称			底板
材料			JIS G 3101 SS400
設計圧力	P	(MPa)	液頭圧 (比重1.03)
設計温度		(°C)	40
寸法		(mm)	2000w × 4000L
許容曲げ応力	fb	(MPa)	235
継手効率	η		1.0
継手の種類			底板は継手なし
放射線検査の有無			なし
腐れ代	c	(mm)	
計算上必要な厚さ	t	(mm)	4.65
呼び厚さ	t_{b0}	(mm)	9.0
規格上必要な最小厚さ	t_b	(mm)	6.0
評価: $t_{b0} \geq \max(t, t_b)$ よって十分である。			

(2) 管台の厚さの評価

a. 流出管・ドレン管

部材名称	ドレン管		
材料	JIS G 3454 STPG370		
設計圧力	P	(MPa)	液頭圧 (比重1.03)
管台の内径	Di	(mm)	50
管台の外径	Do	(mm)	60.5
許容引張応力	S	(MPa)	129
継手効率	η		1.0
継手の種類	継手なし		
放射線検査の有無	なし		
腐れ代	c	(mm)	
必要厚さ	t	(mm)	3.9
呼び厚さ	t_{n0}	(mm)	5.5
最小厚さ	t_n	(mm)	
評価: $t_{n0} \geq \max(t, t_n)$ よって十分である。			

(3) 管台の穴の補強計算

a. 流出管口(側板部)

部材名称	流出管口		
準拠規格	JIS B 8501		
側板材料	JIS G 3101 SS400		
管台の口径	50A		
側板の厚さ(腐れ代除く)	t_a	(mm)	5.0
取付部の開口径	D_p	(mm)	
強め材の開口径	D_r	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A_{req}	(mm ²)	320
補強に有効な総面積	A_t	(mm ²)	372
評価: $A_t \geq A_{req}$ よって十分である。			

b. ドレン管口(底板部)

部材名称	ドレン管口		
準拠規格	JIS B 8501		
底板材料	JIS G 3101 SS400		
管台の口径	50A		
底板の厚さ(腐れ代除く)	t_a	(mm)	8.0
取付部の開口径	D_p	(mm)	
強め材の開口径	D_r	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A_{req}	(mm ²)	512
補強に有効な総面積	A_t	(mm ²)	981
評価: $A_t \geq A_{req}$ よって十分である。			

1.2 主配管
1.2.1 評価結果
(1) 管の厚さの評価

No.	外径 D ₀ (mm)	公称厚さ (mm)	材質	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	許容引張応力 S (MPa)	継手効率 η	厚さの負の 許容差	最小厚さ (mm)	必要厚さ t _r (mm)	必要最小厚さ (mm)
1	60.5	3.9	SUS316LTP	0.49	40	111	1	12.5%	3.40	0.13	0.13
2	89.1	5.5	SUS316LTP	0.98	40	111	1	12.5%	4.90	0.40	0.40
3	165.2	7.1	SUS316LTP	0.98	40	111	1	12.5%	6.20	0.73	0.73
4	216.3	8.2	SUS316LTP	0.98	40	111	1	12.5%	7.20	0.95	0.95
5	89.1	4.0	SUS316LTP	0.5	40	111	1	12.5%	3.50	0.20	0.20
6	76.3	3.5	SUS316LTP	0.5	40	111	1	0.5mm	3.00	0.18	0.18
7	60.5	3.5	SUS316LTP	0.5	40	111	1	0.5mm	3.00	0.14	0.14
8	76.3	3.5	SUS316LTP	1.5	40	111	1	0.5mm	3.00	0.52	0.52
9	76.3	7.0	SUS316LTP	1.5	40	111	1	12.5%	6.13	0.52	0.52
10	60.5	5.5	SUS316LTP	1.5	40	111	1	12.5%	4.82	0.41	0.41
11	48.6	5.1	SUS304TP	0.5	40	129	1	12.5%	4.47	0.10	0.10
12	60.5	5.5	SUS304TP	0.5	40	129	1	12.5%	4.82	0.12	0.12
13	60.5	3.5	SUS304TP	0.5	40	129	1	0.5mm	3.00	0.12	0.12
14	60.5	3.9	SUS304TP	0.5	40	129	1	0.5mm	3.40	0.12	0.12
15	89.1	4.0	SUS304TP	0.5	40	129	1	12.5%	3.50	0.18	0.18
16	89.1	4.0	SUS316LTP	0.98	40	111	1	12.5%	3.50	0.40	0.40
17	76.3	3.5	SUS316LTP	0.98	40	111	1	0.5mm	3.00	0.34	0.34
18	165.2	7.1	STPC370	0.98	40	93	1	12.5%	6.22	0.87	3.80
19	165.2	7.1	SUS316LTP	0.49	40	117	1	12.5%	6.22	0.35	0.35
20	216.3	8.2	SUS316LTP	0.49	40	117	1	12.5%	7.18	0.46	0.46

最小厚さが必要最小厚さ以上であり、十分である。