

別冊 1 2

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. 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。

なお、本計算書においては、基本方針で定義された記号を使用する。

(1) 前処理フィルタ 1, 2

1. 設計条件

機器名称	前震設計上の重要度分類	貯留場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		水平方向設計震度	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
			水平方向	鉛直方向						
前処理フィルタ 1, 2	B	サブドレン他浄化装置建屋 0. P. 40. 0 *	■	■	C _H = 0.36	■	1.03	40	40	—

注記※：基礎レベルを示す。

2. 機器要目

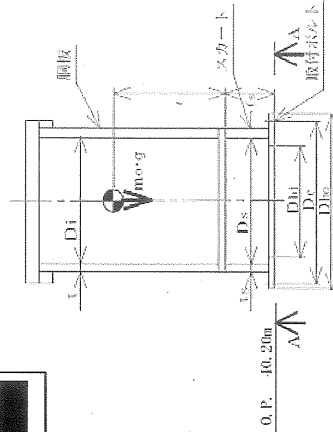
m ₀ (kg)	m _c (kg)	D ₁ (mm)	t (mm)	D ₁₈ (mm)	t _s (mm)	E (MPa)	E _s (MPa)	G (MPa)	G _s (MPa)	ℓ (mm)	ℓ _s (mm)
■	■	■	6.35	■	■	201000*1	201000*2	77300	77300*2	■	■

D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₃ (mm)	D ₄ (mm)	H (mm)	s	n	D _c (mm)	D _{b₀} (mm)	D _{b₁} (mm)	A _b (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	483*1	—	248*2	400*2	248	721*2 (径≧6mm)	862*2 (径≧6mm)	603

注記※1：最高使用温度で算出

※2：周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。

3. 計算数値

3.1 型に生じる応力

	(単位: MPa)		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
潜水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\theta} = 74$	$\sigma_{x1} = 37$	—
潜水頭又は内圧による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—
運転時質量による引張応力	—	$\sigma_{x2} = 1$	—
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—
逆質量による圧縮応力	—	$\sigma_{x3} = 3$	—
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—
水平方向地震による応力	—	$\sigma_{x4} = 5$	$\tau = 3$
応力の和	$\sigma = \sigma_{\theta} = 74$	$\sigma_{x1} = 42$	—
圧縮側	$\sigma_{\theta} = -\sigma_{\theta} = -74$	$\sigma_{x4} = -31$	—
引張り	—	$\sigma_{\theta} = 74$	—
圧縮	—	—	—

3.2 スカートに生じる応力

	(単位: MPa)	
	応力	組合せ応力
運転時質量による応力	$\sigma_{s1} = 5$	$\sigma_b = 35$
鉛直方向地震による応力	—	
水平方向地震による応力	$\sigma_{s2} = 30$	
せん断	$\tau_{s3} = 4$	

3.3 取付ボルトに生じる応力

	(単位: MPa)
引張応力	$\sigma_b = 2$
せん断応力	$\tau_b = 9$

4. 結論

4.1 固有周波数

方向	固有周波数 (単位: s)
水平方向	$T_H =$
鉛直方向	$T_V =$

4.2 応力

部材	材料	応力	算出応力	許容応力	(単位: MPa)
筒	ASME SA516 Gr.70	組合せ	$\sigma_{\theta} = 74$	$S_H = 262$	
スカート	ASTM A95	組合せ	$\sigma_s = 35$	$f_H = 248$	
取付ボルト	ASTM A193 Gr.1H7	引張り	$\sigma_b = 2$	$f_{t,b} = 452$	
		せん断	$\tau_b = 9$	$f_{s,b} = 348$	

* スカートの許容応力は以下である。

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	組立設計上の重要度分類	設置場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	円筒筒壁温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向						
前処理フィルタ3	B	サブドレン他浄化装置建設 0. P. 90.0 *	■	■	C1= 0.35	■	1.03	40	40	■

注記*: 基礎レベルを示す。

2. 機器要目

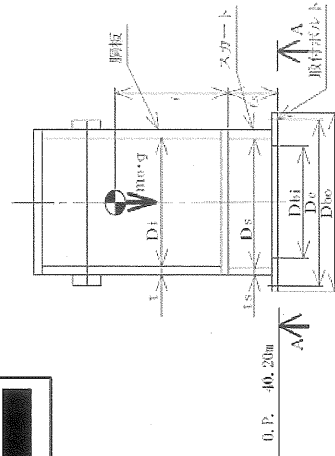
m ₀ (kg)	■	D ₁ (mm)	t (mm)	D ₂ (mm)	t _s (mm)	E (MPa)	E _s (MPa)	G (MPa)	G _s (MPa)	ℓ (mm)	ℓ _s (mm)
■	■	■	6.35	■	■	291000*1	291000*2	77300*1	77300*2	■	■

D ₁ (mm)	■	D ₂ (mm)	■	D ₃ (mm)	■	D ₄ (mm)	■	H (mm)	■	s	■	n	■	D _c (mm)	■	D _{b0} (mm)	■	D _{b1} (mm)	■	A _b (mm ²)	■	Y (mm)	■	M ₀ (N/mm)	■
---------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	---------------------	---	--------	---	---	---	---	---	---------------------	---	----------------------	---	----------------------	---	-----------------------------------	---	--------	---	-----------------------	---

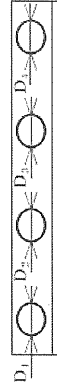
S _y (MPa)	392*1	S _u (MPa)	383*1	S (MPa)	■	S ₁ (MPa)	248*2	S ₂ (MPa)	400*2	F (MPa)	238	S ₃ (MPa)	721*2	S ₄ (MPa)	862*2	F (MPa)	600
						(径54mm)		(径54mm)				(径54mm)		(径56mm)			

注記*: 最高使用温度で算出

*2: 円筒筒壁温度で算出



0. P. 40. 20mm



A~A断面図

3. 計算数値

3.1 剛に生じる応力

	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
橋水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\theta 1} = 74$	$\sigma_{x1} = 37$	—
橋水頭又は内圧による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—
運転時質量による引張応力	—	$\sigma_{x2} = 1$	—
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—
空質量による圧縮応力	—	$\sigma_{x3} = 3$	—
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—
水平方向地震による応力	—	$\sigma_{x4} = 4$	$\tau = 2$
応力の和	$\sigma_{\theta} = \sigma_{\theta 1} = 74$	$\sigma_{x1} = 41$	—
圧縮側	$\sigma_{\theta} = -\sigma_{\theta 1} = -74$	$\sigma_{x5} = -32$	—
引張り		$\sigma_{y1} = 74$	—
圧縮		—	—

3.2 スカートに生じる応力

	応力	せん断応力
運転時質量による応力	$\sigma_{s1} = 5$	—
鉛直方向地震による応力	—	—
水平方向地震による応力	$\sigma_{s2} = 26$	$\tau_{s1} = 31$
せん断		$\tau_{s2} = 4$

3.3 取付ボルトに生じる応力

	引張応力	せん断応力
引張	$\sigma_{bb} = 1$	—
せん断	—	$\tau_{bb} = 8$

4. 結論

4.1 固有周期

方向	固有周期
水平方向	$T_x =$
鉛直方向	$T_y =$

4.2 応力

部材	材料	応力	算出応力	許容応力
胴板	ASME S4516 Gr.70	組合せ	$\sigma_{\theta} = 74$	$S_A = 262$
スカート	ASTN A36	組合せ	$\sigma_{ss} = 31$	$f_t = 248$
取付ボルト	ASTN A193 Gr. B7	圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	$\frac{3 \cdot (\sigma_{ss} + \sigma_{s2})}{f_c} + \frac{1 \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$ 0.13 (座屈)	$f_{ts} = 452$ $f_{sb} = 348$
		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*: (3.2.3.2) 式より算出

3. 計算数値

3.1 軸に生じる応力

		(単位: MPa)			
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力		
筒水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\theta} = 74$	$\sigma_{ax} = 37$	—		
筒水頭又は内圧による応力 (管軸方向地震時)	—	—	—		
運転時質量による引張応力	—	$\sigma_{ax} = 1$	—		
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—		
変質量による圧縮応力	—	$\sigma_{ax} = 2$	—		
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—		
水頭方向の応力	—	$\sigma_{ax} = 2$	$\tau = 2$		
応力の和	$\sigma_{\theta} = \sigma_{\theta 1} = 74$	$\sigma_{ax} = 40$	—		
	$\sigma_{\theta} = -\sigma_{\theta 1} = -74$	$\sigma_{ax} = -34$	—		
組合せ応力	$\sigma_{\theta 1} = 74$				
引張り	—				
圧縮	—				

3.2 スカートに生じる応力

		(単位: MPa)	
	応力	方	組合せ応力
運転時質量による応力	$\sigma_{s1} = 3$		
鉛直方向地震による応力	—		$\sigma_{s2} = 18$
水平方向地震による応力	$\sigma_{s2} = 15$		
せん断	$\tau_{s3} = 2$		

3.3 取付ボルトに生じる応力

		(単位: MPa)	
	引張応力	せん断応力	
引張応力	$\sigma_b = 1$		
せん断応力		$\tau_b = 5$	

4. 結論

4.1 固有周期

		(単位: s)	
固有周期	固有周期		
水平方向	$T_H =$		
鉛直方向	$T_V =$		

4.2 応力

		(単位: MPa)			
部材	材料	応力	算出応力	許容応力	
鋼板	ANME SA516 Gr.70	組合せ	$\sigma_{\theta} = 74$	$S_A = 262$	
		組合せ 正値と曲げの組合せ (座屈の評価)	$\frac{\sigma_{s1} + \sigma_{s2}}{f_c} + \frac{\sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$ 0.08 (座屈)	$f_{t1} = 248$	
スカート	ASTM A36	引張り	$\sigma_b = 1$	$f_{t1} = 452$	*
取付ボルト	ASTM A193 Gr. B7	せん断	$\tau_b = 5$	$f_{s,b} = 348$	

* σ_{b1} は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. 設置条件

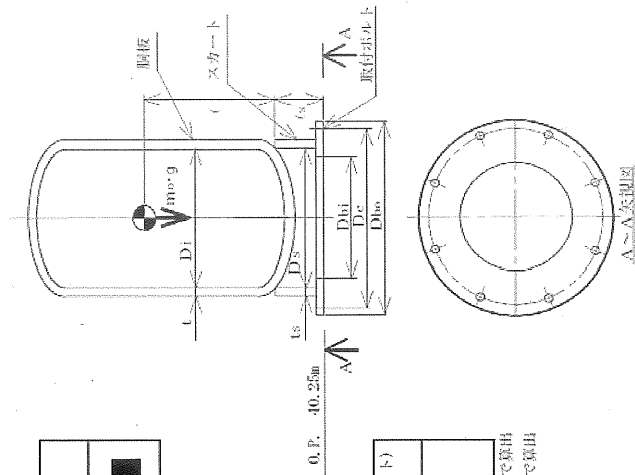
機器名称	前震設計上の重量区分	翻付場所及び床面積 (㎡)	固有周期 (s)		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向						
吸着塔 1, 2, 3, 4, 5	D	サブドレン他浄化装置建屋 0. P. 40. 0. *	■	—	C1= 0.36	—	1.55	40	40	—

注記*: 基礎床レベルを示す。

2. 機器要目

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

H (mm)	s	n	D _c (mm)	D _{b_o} (mm)	D _{b_i} (mm)	A _b (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	483 *1	—	248 *2	400 *2	298	724 *2 (径≦6mm)	882 *2 (径≦6mm)	803

注記*: 最高使用温度で算出
*: 周囲環境温度で算出

3. 計算数値

3.1 船に生じる応力

		(単位: MPa)		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭又は内圧による応力		$\sigma_{\theta\theta} = 42$	$\sigma_{xx} = 21$	—
静水頭又は内圧による応力 (船直方向地震時)		—	—	—
運転時置載による引張応力		—	$\sigma_{xx} = 1$	—
鉛直方向地震による引張応力		—	—	—
架橋による圧縮応力		—	$\sigma_{xx} = 1$	—
鉛直方向地震による圧縮応力		—	—	—
水平方向地震による応力		—	$\sigma_{xx} = 1$	$\tau = 1$
応力の和		$\sigma_{\theta\theta} = \sigma_{\theta\theta} = 42$	$\sigma_{xx} = 23$	—
圧縮側		$\sigma_{\theta\theta} = -\sigma_{\theta\theta} = -42$	$\sigma_{xx} = -20$	—
引張り			$\sigma_{\theta\theta} = 42$	
圧縮				

3.2 スカートに生じる応力

		(単位: MPa)	
		応力	組合せ応力
運転時置載による応力		$\sigma_{xx} = 1$	$\sigma_s = 2$
鉛直方向地震による応力		—	
水平方向地震による応力		$\sigma_{xx} = 2$	
		$\tau_{xy} = 1$	

3.3 取付ボルトに生じる応力

		(単位: MPa)	
		引張応力	せん断応力
		$\sigma_b = 1$	
			$\tau_b = 35$

4. 結論

4.1 固有周期

		(単位: s)	
方向	固有周期	T_H	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	
鋼板	ASME S3516 G, 70	組合せ	$\sigma_{\theta\theta} = 42$	$S_a = 262$	
スカート	ASTM A36	組合せ	$\sigma_s = 2$	$f_t = 248$	
		圧縮と曲げの組合せ (応力の評価)	$\frac{\eta \cdot (\sigma_{\theta\theta} + \sigma_{xx})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{xx}}{f_b} \leq 1$ 0.01 (経済的)		
取付ボルト	ASTM A193 G, B7	引張り	$\sigma_b = 1$	$f_{ts} = 432$	
		せん断	$\tau_b = 29$	$f_{sb} = 348$	

すべて許容応力以下である。

注記*: (3.2.3.2) 式より算出

II. サブドレン他浄化設備の強度に係る補足説明

1. 強度評価の方針

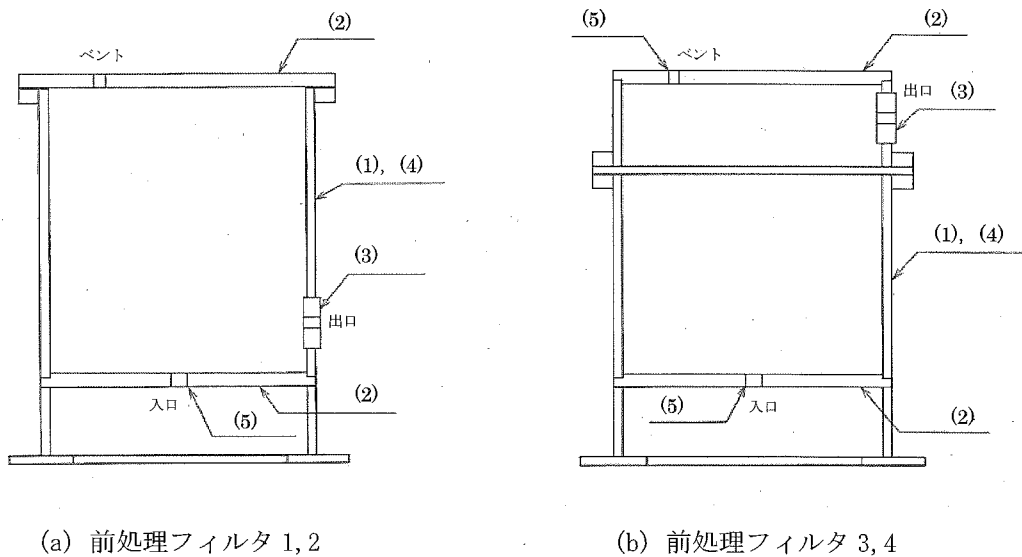
サブドレン他浄化設備を構成する主要な機器及び主配管（鋼管，伸縮継手）は，強度評価においては，「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（以下，「設計・建設規格」という。）のクラス3機器またはクラス3配管に準じた評価を行う。

2. 強度評価

2.1 前処理フィルタ

2.1.1 評価箇所

強度評価箇所を図-1に示す。



図中の番号は，2.1.2の番号に対応する。

図-1 前処理フィルタ概要図

2.1.2 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)	[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)	4.84	
呼び厚さ	t _{so} (mm)	6.35	
最小厚さ	t _s (mm)	[REDACTED]	
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)	[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)	4.84	
呼び厚さ	t _{so} (mm)	6.35	
最小厚さ	t _s (mm)	[REDACTED]	
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 _{p o}	(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 _{p o}	(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 _{p0} (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 _{p0} (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)	[Redacted]	
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)		[Redacted]
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)	[Redacted]	
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)		[Redacted]
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)	[REDACTED]	
許容引張応力 S (MPa)	138	
胴板の最小厚さ t_s (mm)	[REDACTED]	
継手効率 η	[REDACTED]	
継手の種類	[REDACTED]	
放射線検査の有無	[REDACTED]	
$d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$ (mm)	[REDACTED]	
6l, d_{r1} の小さい値 (mm)	61.00	
K	[REDACTED]	
$D \cdot t_s$ (mm ²)	[REDACTED]	
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)	[REDACTED]	
許容引張応力 S (MPa)	138	
胴板の最小厚さ t_s (mm)	[REDACTED]	
継手効率 η	[REDACTED]	
継手の種類	[REDACTED]	
放射線検査の有無	[REDACTED]	
$d_{r1} = (D - 2 \cdot t_s) / 4$ (mm)	[REDACTED]	
6l, d_{r1} の小さい値 (mm)	61.00	
K	[REDACTED]	
$D \cdot t_s$ (mm ²)	[REDACTED]	
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_o (mm ²) 2.219×10^3
評価: $A_o > A_r/2$, よって十分である。			

b. 前処理フィルタ 3, 4

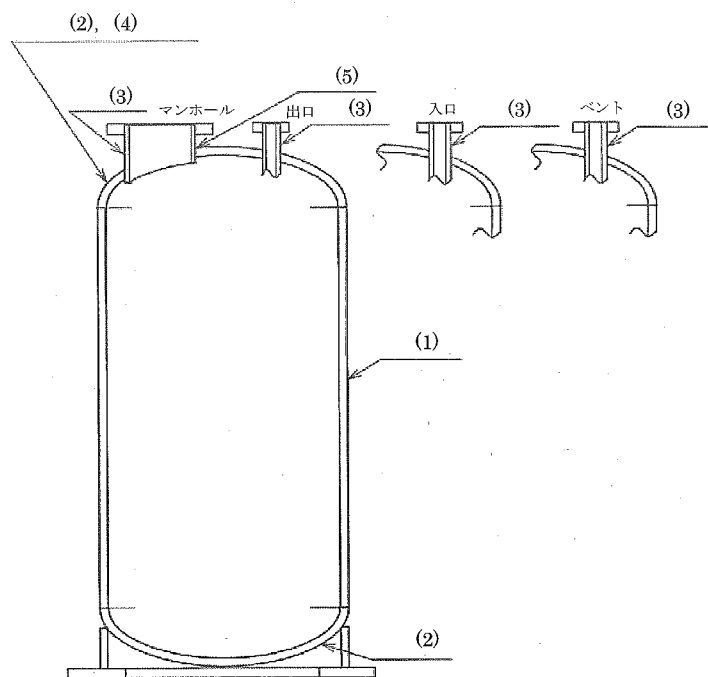
部材名称			入口
平板材料			ASME SA516 Gr. 70
最高使用圧力	P	(MPa)	1.03
最高使用温度		(°C)	40
平板の許容引張応力	S_p	(MPa)	138
穴の径	d_h	(mm)	
平板の最小厚さ	t_p	(mm)	
平板の計算上必要な厚さ	t_{pr}	(mm)	
穴の補強に必要な面積	A_r	(mm ²)	3.705×10^3
穴の補強に必要な面積の2分の1	$A_r/2$	(mm ²)	1.853×10^3
補強の有効範囲	X_1	(mm)	
補強の有効範囲	X_2	(mm)	
補強の有効範囲	X	(mm)	
平板の有効補強面積			A_1 (mm ²) 2.219×10^3
補強に有効な総面積			A_o (mm ²) 2.219×10^3
評価: $A_o > A_r/2$, 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)	
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)	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)	
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。			

2.2 吸着塔

2.2.1 評価箇所

強度評価箇所を図-2に示す。



図中の番号は、2.2.2の番号に対応する。

図-2 吸着塔概要図

2.2.2 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)	[Redacted]	
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)		[Redacted]
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)	[Redacted]	
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)		[Redacted]
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 _{cr} (mm)	
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)	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 _{on} (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。		

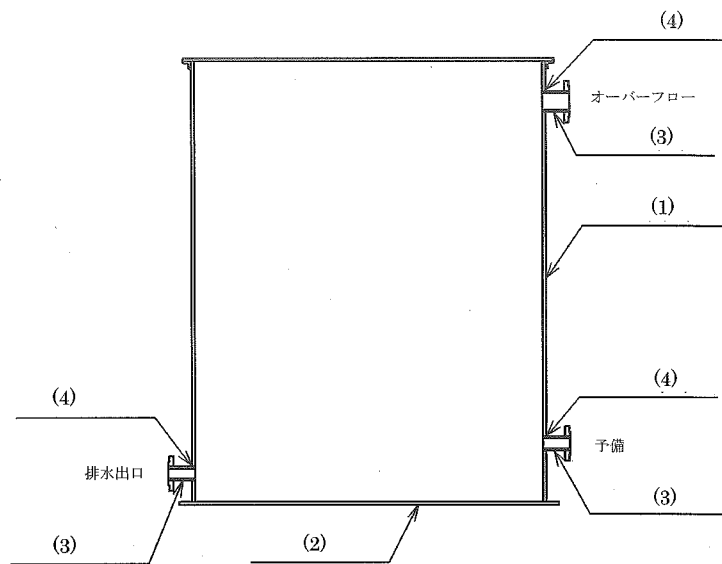
注記*：X₁, X₂, Y₂は構造上取り得る範囲とした。

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 _{ebp1} (N)	1.969×10 ⁶
予想される破断箇所の強さ	W _{ebp2} (N)	1.715×10 ⁶
評価：W _{ebp1} ≥ W, W _{ebp2} ≥ W 以上より十分である。		

2.3 処理装置供給タンク

2.3.1 評価箇所

強度評価箇所を図-3に示す。



図中の番号は、2.3.2の番号に対応する。

図-3 処理装置供給タンク概要図

2.3.2 評価結果

(1) 胴の厚さの評価

胴板名称		胴板
材料		SUS316L
水頭	H (m)	■■■■■
最高使用温度	(°C)	40
胴の内径	D _i (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 _{so} (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

底板名称		底板
材料		SUS316L
必要厚さ	t (mm)	3.00
呼び厚さ	t _{bo} (mm)	12.00
最小厚さ	t _b (mm)	■■■■■
評価: t _b ≥ t, よって十分である。		

(3) 管台の厚さの評価

管台名称			排水出口
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: $t_n \geq t$, 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			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	(°C)	40
管台の内径	D _i (mm)	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。		

(4) 胴の穴の補強計算

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 ₃ (mm ²)	36.00
補強に有効な総面積	A ₀ (mm ²)	757.7
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)	1.493×10^4
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。			

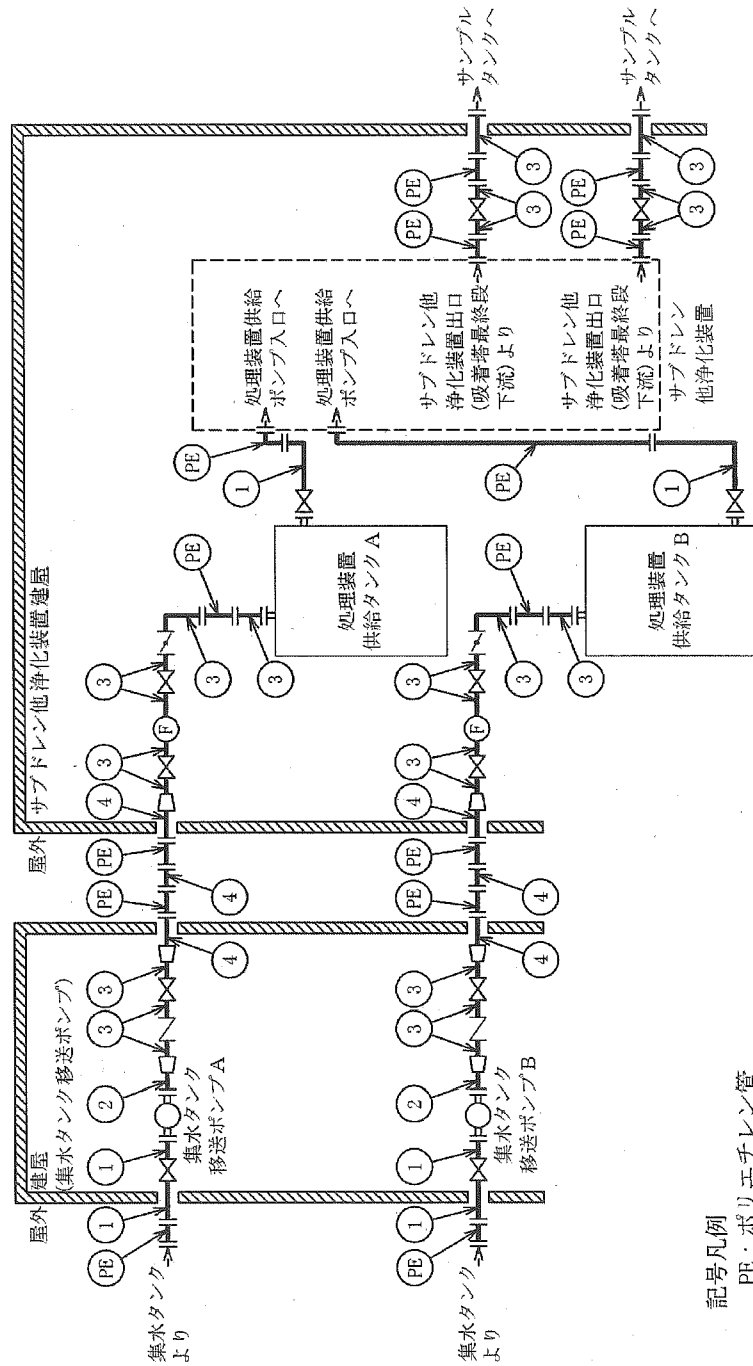
部材名称	オーバーフロー		
胴板材料	SUS316L		
管台材料	SUS316LTP-S		
最高使用圧力	P	(MPa)	0.05
最高使用温度		(°C)	40
胴板の許容引張応力	S_s	(MPa)	111
管台の許容引張応力	S_n	(MPa)	111
穴の径	d	(mm)	
管台が取り付く穴の径	d_w	(mm)	165.20
胴板の最小厚さ	t_s	(mm)	
管台の最小厚さ	t_n	(mm)	
胴板の継手効率	η		1.00
係数	F		1.00
胴の内径	D_i	(mm)	
胴板の計算上必要な厚さ	t_{sr}	(mm)	0.66
管台の計算上必要な厚さ	t_{nr}	(mm)	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: $d \leq d_j$, 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)	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。			

2.4 主配管

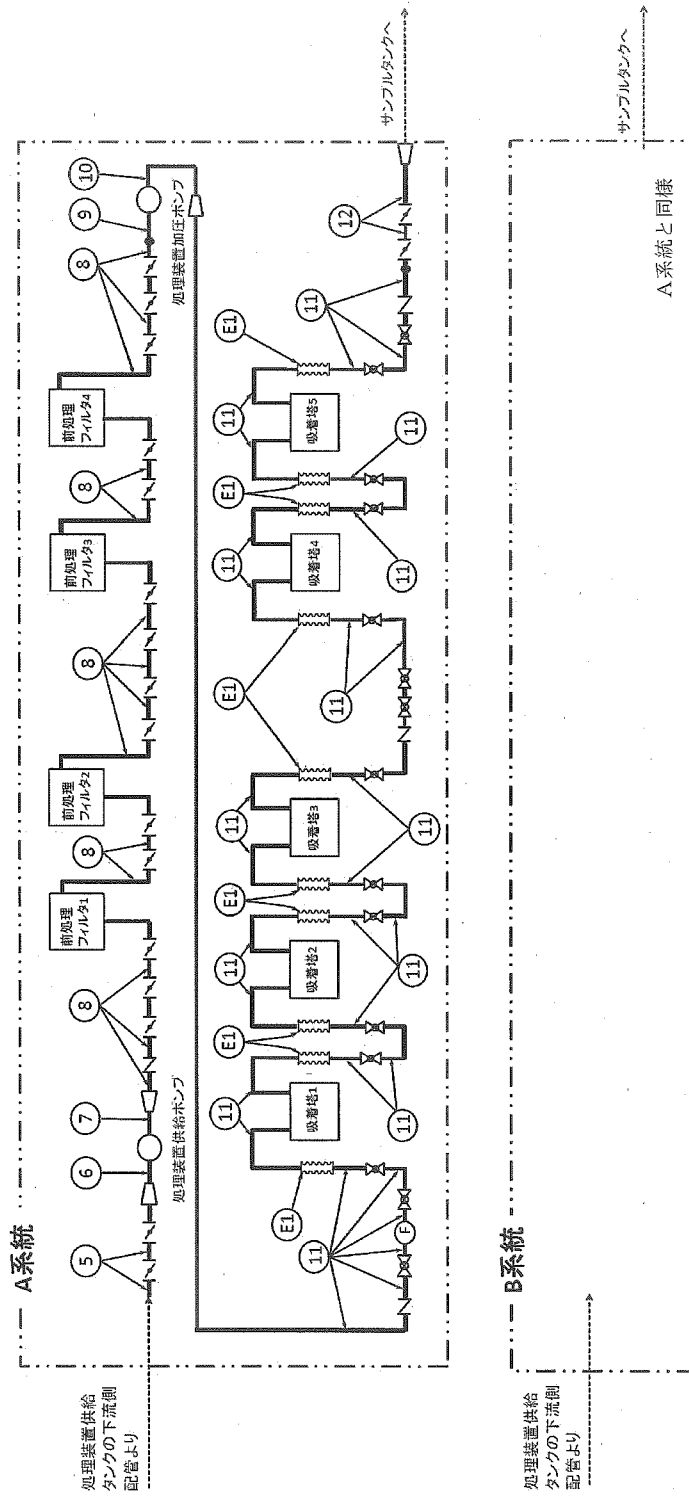
2.4.1 評価箇所

強度評価箇所を図-4に示す。



図中の番号は、2.4.2の番号に対応する。

図-4 配管概略図 (1/2)



図中の番号は、2.4.2の番号に対応する。

図-4 配管概略図 (2/2)

2.4.2 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 (°C)	外 径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	S (MPa)	η	厚さの角の 許容差	最小厚さ (mm)	t (mm)	必要な厚さ (mm)
1	静水頭	40	114.30	6.00	STPT410	---	---	12.5 %	5.25	---	---
2	0.98	40	60.50	5.50	STPT410	103	1.00	12.5 %	4.81	0.20	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	---	---	12.5 %	2.67	---	---
6	静水頭	40	88.90	3.05	UNS S32750	---	---	12.5 %	2.67	---	---
7	1.03	40	60.33	3.91	UNS S32750	228	1.00	12.5 %	3.42	0.14	0.14
8	1.03	40	88.90	3.05	UNS S32750	228	1.00	12.5 %	2.67	0.20	0.20
9	1.03	40	88.90	5.40	UNS S32750	228	1.00	12.5 %	4.80	0.20	0.20
10	1.55	40	60.33	3.91	UNS S32750	228	1.00	12.5 %	3.42	0.21	0.21
11	1.55	40	88.90	3.05	UNS S32750	228	1.00	12.5 %	2.67	0.31	0.31
12	0.98	40	88.90	3.05	UNS S32750	228	1.00	12.5 %	2.67	0.19	0.19

最小厚さが必要な厚さ以上であり、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	モネル (UNS N04400)	178200						1	905	6.3	0.1