

*****株式会社 様

強度計算書

客先名	***** 様
機番	*****
品名	*****

1					
0	**/**/**	新規作成	***	***	***
改訂	年月日	適用	承認	確認	作成

株式会社富田化成

強度計算書

客先 *****様
 機番 **-***
 品名 *****

株式会社 富田化成
 愛知県稲沢市祖父江町祖父江寺内44番地
 TEL:0587-97-5254
 FAX:0587-97-7380

1 タンク仕様

仕様	内径 2200 [mm]	高さ 13700 [mm]	空間高さ* 11400 [mm]	天板の形状 10%鏡板
	Φ 2200 x 13700h(TL迄)		(*最大液面より上部TLまでの距離)	

液比重	ρ_w	1.05	
FRP比重	ρ_m	1.65	
設計圧力	P	2 /	-6 [kpa]
設計温度	T	90	[°C]

2 固定荷重等

固定荷重	天板	1,324 [N]	
	側板	28,194 [N]	
	底板	1,373 [N]	
	天板付属物	2,452 [N]	Duct含む
	側板付属物	82,082 [N]	
	固定荷重計	115,424 [N]	
標準積雪荷重	sp	0.00 [kPa]	
積雪荷重	ws	0 [kN]	

静水圧等 y (変位部)	P+p(全圧) p (静水圧) wo (液重量)			最高液面	
	mm	MPa	MPa		N
側壁-dt	2,500	0.0020	0.0000	0	最高液面
側壁-d1	5,300	0.0020	0.0000	0	は側板頂
側壁-d2	8,100	0.0020	0.0000	0	部より空間
側壁-d3	10,900	0.0020	0.0000	0	高さを引い
側壁-db	13,700	0.0257	0.0237	90,027	た値とする

3 物性値

No.:	範囲	ft	Et
8	4.8 ≤ t < 6.4	16.6	9214
9	6.4 ≤ t < 8	18.1	10921
10	8 ≤ t	19.6	11774
FW	Shell	62.1	26657

コメント

ft: 引張許容応力
 Et: 縦弾性係数
 FW: フィラメントワインディング法

設計板厚	h(変位部)	耐食層 強化層			全板厚	w1(重量)
		mm	mm	mm		
天板-t			3	7	10	1,324
側壁-tt	2,500		3	9	12	5,639
側壁-t1	5,300		3	9	12	5,639
側壁-t2	8,100		3	9	12	5,639
側壁-t3	10,900		3	9	12	5,639
側壁-tb	13,700		3	9	12	5,639
底板-b			3	9	12	1,373
						30,891

※参考

JIS K 7012-1999
 JIS B 8265-2003

4 胴板の必要板厚、及び外圧座屈強さ

4.1 内圧に必要な側板の最小板厚

最小必要厚さ	t=	右表	[mm]
使用板厚	ta=	右表	[mm]
設計内圧力	P1=	0.002	[MPa]
	P2=	-0.006	[MPa]
貯槽内径	D=	2206	[mm]
最高液面高さ	h=	2300	[mm]
液体の比重	ρ_w =	1.05	
材料の許容引張応力	fa=	右表	[N/mm ²]
腐れ代(耐食層)	c=	3	[mm]
	t=	$\frac{P_i \cdot D}{2fa} + c$	

表4 各段の設計条件と最小必要板厚

計算上必要な最小板厚	段	計算位置 y	許容応力 fa	最高使用圧力[Mpa]		最小板厚 t	使用板厚 ta
				Pi	Po		
側壁-dt	1	2,500	62.1	0.0020	0.006	3.04	12.0
側壁-d1	2	5,300	62.1	0.0020		3.04	12.0
側壁-d2	3	8,100	62.1	0.0020		3.04	12.0
側壁-d3	4	10,900	62.1	0.0020		3.04	12.0
側壁-db	5	13,700	62.1	0.0257		3.46	12.0

4.2 空槽時の外圧(風荷重)強さ

(1) 側板の外圧座屈強さ Pcr

$$P_{cr} = \frac{1.04 \sqrt{Z} \cdot \pi^2 \cdot E_t \left[\frac{tt}{dt} \right]^2}{2.5 \cdot 12(1 - \nu^2)} \left[\frac{tt}{r} \right] \quad [Mpa]$$

上端補強リング間隔:	dt=	4,833	[mm]
最上段側板板厚:	tt=	9.0	[mm]
槽半径:	r=	1103	[mm]
側板の弾性係数:	E _t =	26,657	[N/mm ²]
ポアソン比:	ν =	0.3	
定数:	Z=	$dt^2 \sqrt{(1 - \nu^2)} / (tt \cdot r)$	
	=	2244.679	
	P _{cr} =	0.013436	[Mpa]
	=	13,436	[Pa]

JIS K7012-1999による側板の外圧座屈強さ

腐れ代を除いた板厚

> 最高使用圧力: Po= 0.006 [Mpa] OK
 > 6.1(1) 基準速度圧: q = 2,257 [Pa] OK

(2) 側板の必要補強リング(グレーチングサポートリング)

リングの最大スパン:	S=	4,506	[mm]
リングの最大荷重:	ω =	27.0375	[N/mm]
リングの半径:	Rr=	1,112.0	[mm]
リングの弾性係数:	Er=	205,000	[N/mm ²]
必要断面二次モーメント:	Ir=	60,451	[mm ⁴]
		6.045	[cm ⁴]
使用リングの形状:	[125x65x6t		
	Ia =	61.8	[cm ⁴]

上下段グレーチング支配幅の内大きい方

$\omega = P_o \cdot S$
 $Rr = r + tt$
 SS400の縦弾性係数
 $Ir = \omega \cdot Rr^3 / (3 \cdot Er)$

Ia > Ir OK

5 天板(10%鏡板)の最小板厚

(1) 内圧による必要板厚

圧力	Pe=	0.0047	[MPa]
鏡板の半径	Ra=	2203.0	[mm]
鏡板隅の丸みの半径	ro=	223.0	[mm]
鏡板係数	Ma=	1.54	
許容応力	fa=	18.1	[N/mm ²]

$$t = \frac{Pe \cdot Ra \cdot Ma}{2fa - 0.2Pe} + c$$

$$= 3.437 \quad [\text{mm}]$$

Pe: 内圧と内圧に換算した天板及び天板積載荷重による圧力の1.67倍
天板及び天板積載荷重による圧力: pw

Ma=0.25(3+√(Ra/ro))	天板: tr · ρ _m · g =	161.8 [Pa]
	積雪: sp =	0.0 [Pa]
	積載: 積重 / Arf =	644.9 [Pa]
	Σ: pw =	806.8 [Pa]
使用板厚	(屋根面積: Arf =	3.8 [m ²])
7 [mm] OK	(屋根板厚: tr =	10.0 [mm])

(2) 外圧を受ける皿型鏡板の耐圧力

設計外圧力	Po=	0.0068	[MPa]
鏡板の外半径	Ra=	2210	[mm]
板厚	t =	7.0	[mm]
縦弾性係数	E _t =	10,921	[N/mm ²]

Po: 設計外圧力(|P|)+天板荷重による圧力(pw×10⁻⁶) 0.0068 [MPa]

t: 耐食層を除いた板厚

皿型鏡板の外圧座屈強さ: P_{cr}

$$P_{cr} = \frac{0.36 E_t \cdot t^2}{2.5 R_a^2}$$

$$= 0.0158 \quad [\text{MPa}]$$

JIS K7012-1999による鏡板の許容耐圧力

P_{cr} > Po : OK

続く