

PC版(型式:RC-10)の設計計算書

PC版寸法: 1230 mm × 3200 mm × 100 mm

適用浄化槽型式: KBR1-10

富山コンクリート工業株式会社

PC版に作用する力は、通常の施工条件下において、圧縮力(浄化槽本体投影面積上の荷重)だけとなるが、

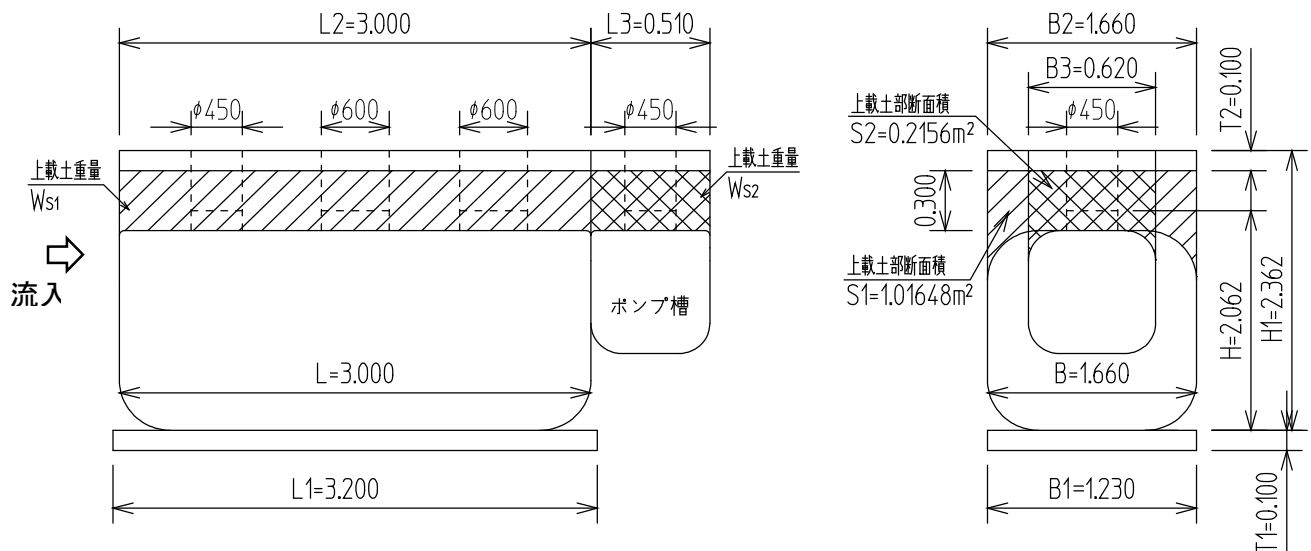
本計算書では、ポンプ槽一体型浄化槽も考慮し、PC版及びポンプ槽下部が空洞状態を想定することにより、PC版に曲げ応力、せん断応力が発生する通常より厳しい条件下での応力度を検討する。

※本計算書内の小数点以下の表示については、一部表示桁数以下を四捨五入しています。

(1)設計条件

1) PC版長さ	L1=	3.200 (m)	
2) PC版幅	B1=	1.230 (m)	
3) PC版厚さ	T1=	0.100 (m)	
4) 設置深さ	H1=	2.362 (m) (深埋300mm時)	
5) 長さ方向有効高さ	d1=	6.0 (cm)	
6) 長さ方向鉄筋径	φ 1=	10.0 (mm)	公称断面積 0.7133 (cm ²)
7) 長さ方向鉄筋本数	N1=	12 (本)	
8) 幅方向有効高さ	d2=	5.0 (cm)	
9) 幅方向鉄筋径	φ 2=	10.0 (mm)	公称断面積 0.7133 (cm ²)
10) 幅方向鉄筋本数	N2=	32 (本)	
11) 重力加速度	g =	10.0 (m/s ²)	※重力加速度は、安全側になるよう 10.0m/s ² として計算。
12) 土の単位体積重量	γ s=	18.0 (kN/m ³)	
(1.8 kgf/cm ³ × g)			
13) 鉄筋コンクリートの単位体積重量	γ c=	24.0 (kN/m ³)	
(2.4 kgf/cm ³ × g)			
14) 内水の単位体積重量	γ w=	10.0 (kN/m ³)	
(1.0 kgf/cm ³ × g)			
15) 地表面上載荷重(一般地域、積雪1mのみ)	Q=	2.0 (kN/m ²)	
(2 kgf/cm/m ² × g)			
16) 普通コンクリートの設計基準強度	Fc=	30 (N/mm ²)	
17) 普通コンクリートの許容圧縮応力度	fca=	10 (N/mm ²)	※「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」より引用。
18) 普通コンクリートの許容せん断応力	fsa=	0.79 (N/mm ²)	
19) 鉄筋(SD295A)の許容引張応力度	Fa=	195 (N/mm ²)	
20) ヤング係数比	n=	13	
21) 浄化槽	(ポンプ槽無し)	(ポンプ槽付)	
長さ	L=	3.000 (m)	L+L3= 3.510 (m)
幅	B=	1.660 (m)	B= 1.660 (m)
重量	W=	5.200 (kN)	W= 5.800 (kN)
	(520kgf × g)		(550kgf × g)
内水容量	V=	5.695 (m ³)	V= 5.802 (m ³)
22) 上部スラブコンクリート			
長さ	L2=	3.000 (m)	L2+L3= 3.510 (m)
幅	B2=	1.660 (m)	B2= 1.660 (m)
厚さ	T2=	0.100 (m)	T2= 0.100 (m)

【設計断面概略図】



$$\begin{aligned} \text{上載土重量} & W_{S1} = S1 \times L2 \times \gamma_s = 54.889920 \text{ kN} \\ (\text{マンホール部含む}) & W_{S2} = S2 \times L3 \times \gamma_s = 1.979208 \text{ kN} \end{aligned}$$

(2) 荷重の計算

① ポンプ槽無し

PC版に作用する荷重

$$\text{地表面上載荷重} \quad W1 = L2 \times B2 \times Q = 9.96000 \text{ (kN)}$$

$$\text{浄化槽荷重} \quad W = 5.20000 \text{ (kN)}$$

$$\text{内水重量} \quad Ww = V \cdot \gamma_w = 56.95000 \text{ (kN)}$$

$$\begin{aligned} \text{上部スラブコンクリート体積} \quad Vc2 &= L2 \times B2 \times T2 \\ &\quad - (\text{マンホール } \phi 600 \times 2, \phi 450 \times 1 \text{ の開口部体積 (} 0.072453 \text{)}) \\ &= 0.425547 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\text{上部スラブコンクリート重量} \quad Wc2 = Vc2 \times \gamma_c = 10.21313 \text{ (kN)}$$

$$\begin{aligned} \text{上載土重量} & Ws = W_{S1} \\ (\text{浄化槽上部に積載される土重量}) & \quad - (\text{マンホール } \phi 600 \times 2, \phi 450 \times 1 \text{ の開口部土重量 (} 3.912461 \text{)}) \\ &= 50.97746 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\text{荷重の合計} \quad \Sigma W = W1 + W + Ww + Wc2 + Ws = 133.30059 \text{ (kN)}$$

$$\text{PC版に作用する面荷重} \quad q_0 = \frac{\Sigma W}{L1 \times B1} = 33.86702 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(2) 荷重の計算

② ポンプ槽付

PC版に作用する荷重

地表面上載荷重 $W1 = (L2 \times B2 + L3 \times B3) \times Q = 10.67920 \text{ (kN)}$

浄化槽荷重 $W = 5.80000 \text{ (kN)}$

内水重量 $Ww = V \cdot \gamma_w = 58.02000 \text{ (kN)}$

上部スラブコンクリート体積 $Vc2 = (L2 \times B2 + L3 \times B3) \times T2$
 $-(\text{マンホール蓋 } \phi 600 \times 2, \phi 450 \times 2 \text{ の開口部体積(} 0.0883573 \text{)})$
 $= 0.4456027 \text{ (m}^3\text{)}$

上部スラブコンクリート重量 $Wc2 = Vc2 \times \gamma_c = 10.69446 \text{ (kN)}$

上載土重量 $Ws = W_{S1} + W_{S2}$
 $(\text{浄化槽上部に積載される土重量}) - (\text{マンホール } \phi 600 \times 2, \phi 450 \times 2 \text{ の開口部土重量(} 4.771294 \text{)})$
 $= 52.09783 \text{ (kN)}$

荷重の合計 $\Sigma W = W1 + W + Ww + Wc2 + Ws = 137.29150 \text{ (kN)}$

PC版に作用する面荷重 $q_0 = \frac{\Sigma W}{L1 \times B1} = 34.88097 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

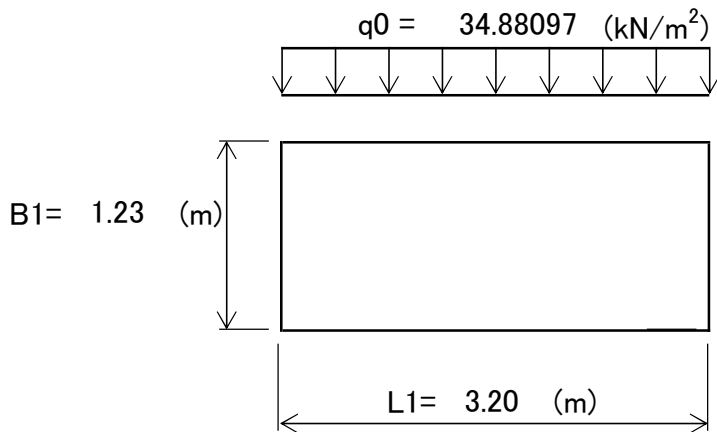
表1 等分布(面)荷重を受ける4辺単純支持板の最大たわみ,最大モーメント、最大せん断力
 および最大反力($\nu=0.3$)

L1/B1	α	β	$\beta 1$	γ	$\gamma 1$	σ	$\sigma 1$
1.0	0.00406	0.0479	0.0479	0.338	0.338	0.420	0.420
1.1	0.00485	0.0554	0.0493	0.360	0.347	0.440	0.440
1.2	0.00564	0.0627	0.0501	0.380	0.353	0.455	0.453
1.3	0.00638	0.0694	0.0503	0.397	0.357	0.468	0.464
1.4	0.00705	0.0755	0.0502	0.411	0.361	0.478	0.471
1.5	0.00772	0.0812	0.0498	0.424	0.363	0.486	0.480
1.6	0.00830	0.0862	0.0492	0.435	0.365	0.491	0.485
1.7	0.00883	0.0908	0.0486	0.444	0.367	0.496	0.488
1.8	0.00931	0.0948	0.0479	0.452	0.368	0.499	0.491
1.9	0.00974	0.0985	0.0471	0.459	0.369	0.502	0.494
2.0	0.01013	0.1017	0.0464	0.465	0.370	0.503	0.496
2.602	0.01139	0.1120	0.0429	0.482	0.371	0.504	0.497
3.0	0.01223	0.1189	0.0406	0.493	0.372	0.505	0.498
4.0	0.01282	0.1235	0.0384	0.498	0.372	0.502	0.500
5.0	0.01297	0.1246	0.0375	0.500	0.372	0.501	0.500

以上よりポンプ槽付の条件の方がPC版に作用する面荷重が大きくなるので、
この条件に対する断面の応力度を以下に検討する。

なお、算定に当たっては、土木学会「構造力学公式集」より引用するものとする。

(3) 等分布(面)荷重を受ける4辺単純支持板の計算 (ポンプ槽付)



$$\begin{aligned}
 L1 &= 3.200 \text{ (m)} \\
 B1 &= 1.230 \text{ (m)} \\
 \text{PC版厚さ } t &= 0.100 \text{ (m)} \\
 L1/B1 &= 2.602 \\
 q0 &= 34.88097 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\
 \text{前頁の表1より } 2.602 \text{ の場合の係数にて計算する。} \\
 \alpha &= 0.01139 & \gamma &= 0.482 \\
 \beta &= 0.1120 & \gamma 1 &= 0.371 \\
 \beta 1 &= 0.0429 & \sigma &= 0.504 \\
 & & \sigma 1 &= 0.497
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{最大曲げモーメント (M)} \quad (ML1)_{\max} &= \beta \cdot q0 \cdot B1^2 \\
 &= 5.9104 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \\
 (MB1)_{\max} &= \beta 1 \cdot q0 \cdot B1^2 \\
 &= 2.2639 \text{ (kN} \cdot \text{m)}
 \end{aligned}$$

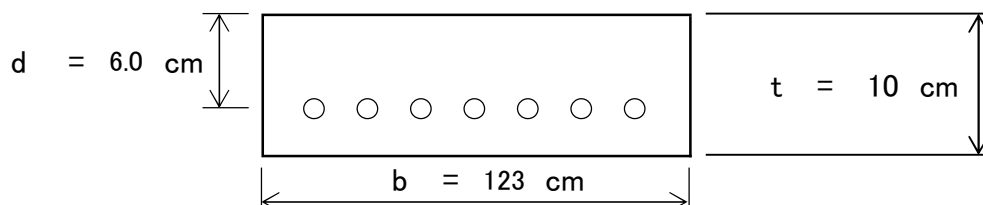
$$\begin{aligned}
 \text{最大せん断力 (Q)} \quad (QL1)_{\max} &= \gamma \cdot q0 \cdot B1 \\
 &= 20.6795 \text{ (kN)} \\
 (QB1)_{\max} &= \gamma 1 \cdot q0 \cdot B1 \\
 &= 15.9172 \text{ (kN)}
 \end{aligned}$$

(4)断面の応力度計算

① L1方向

1) PC版厚さ	t =	10.0 (cm)
2) 有効高さ	d =	6.0 (cm)
3) 有効長さ	b =	123.0 (cm)
4) 鉄筋径	D =	10.0 (mm)
5) 鉄筋公称断面積	D _S =	0.7133 (cm ²)
6) 鉄筋本数	N =	12 (本)
7) 曲げモーメント	M =	5.9104 (kN・m)
8) せん断力	Q =	20.6795 (kN)
9) コンクリートの設計基準強度	F _c =	30 (N/mm ²)
10) コンクリートの許容圧縮応力度	f _{ca} =	10 (N/mm ²)
11) コンクリートの許容せん断応力度	f _{sa} =	0.79 (N/mm ²)
12) 鉄筋の許容引張応力度	F _a =	195 (N/mm ²)
13) ヤング係数比	n =	13

$$\text{鉄筋総断面積} \quad A_s = D_s \times N$$



$$p = A_s / (b \cdot d)$$

$$k = \sqrt{2np + (np)^2} - np$$

$$j = 1 - k/3$$

〈コンクリートの圧縮応力度〉

$$f_c = 2 \cdot M / (k \cdot b \cdot j \cdot d^2) = 7.4 \quad (\text{N/mm}^2) < f_{ca} = 10 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{O.K}$$

〈鉄筋の引張応力度〉

$$F = M / (A_s \cdot j \cdot d) = 133.7 \quad (\text{N/mm}^2) < F_a = 195 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{O.K}$$

〈コンクリートのせん断応力度〉

$$f_s = Q / (b \cdot j \cdot d) = 0.326 \quad (\text{N/mm}^2) < f_{sa} = 0.79 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{O.K}$$

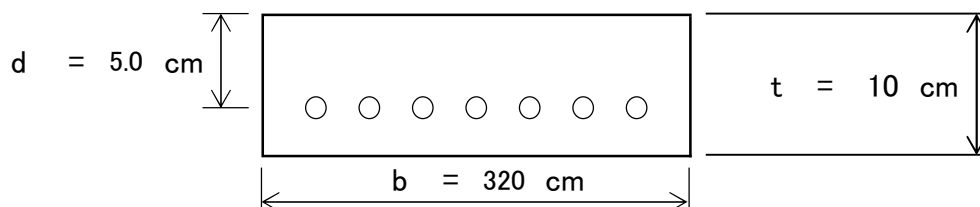
＊計算の結果すべて許容応力度以内であるため安全である。

(4) 断面の応力度計算

② B1方向

1) PC版厚さ	$t =$	10.0 (cm)
2) 有効高さ	$d =$	5.0 (cm)
3) 有効長さ	$b =$	320.0 (cm)
4) 鉄筋径	$D =$	10.0 (mm)
5) 鉄筋公称断面積	$D_s =$	0.7133 (cm ²)
6) 鉄筋本数	$N =$	32 (本)
7) 曲げモーメント	$M =$	2.2639 (kN・m)
8) せん断力	$Q =$	15.9172 (kN)
9) コンクリートの設計基準強度	$F_c =$	30 (N/mm ²)
10) コンクリートの許容圧縮応力度	$f_{ca} =$	10 (N/mm ²)
11) コンクリートの許容せん断応力度	$f_{sa} =$	0.79 (N/mm ²)
12) 鉄筋の許容引張応力度	$F_a =$	195 (N/mm ²)
13) ヤング係数比	$n =$	13

鉄筋総断面積 $A_s = D_s \times N$



$$p = A_s / (b \cdot d)$$

$$k = \sqrt{2np + (np)^2} - np$$

$$j = 1 - k/3$$

〈コンクリートの圧縮応力度〉

$$f_c = 2 \cdot M / (k \cdot b \cdot j \cdot d^2) = 1.5 \text{ (N/mm}^2\text{)} < f_{ca} = 10 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{O.K}$$

〈鉄筋の引張応力度〉

$$F = M / (A_s \cdot j \cdot d) = 23.3 \text{ (N/mm}^2\text{)} < F_a = 195 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{O.K}$$

〈コンクリートのせん断応力度〉

$$f_s = Q / (b \cdot j \cdot d) = 0.117 \text{ (N/mm}^2\text{)} < f_{sa} = 0.79 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{O.K}$$

＊計算の結果すべて許容応力度以内であるため安全である。