

偏心を考慮した等変分布荷重

ケース5：X方向加震（+）・平水時

底版位置 (水槽名)	底版反力 ¹ (kN/m ²)		底版自重に よる荷重強度 (kN/m ²)	無筋 Co に よる荷重強度 (kN/m ²)	低水位時水重に よる荷重強度 (kN/m ²)	設計荷重強度 (kN/m ²)		最大設計 ⁶ 荷重強度 (kN/m ²)
ばっ気沈砂槽	105.90	107.09	17.15	43.70	10.78	34.27	35.46	35.46
	105.90	107.09				34.27	35.46	
流量調整槽	93.97	99.84	19.60 ²	2.76 ³	8.62 ⁴	62.99 ⁵	68.86	68.86
	93.97	99.84				62.99	68.86	
ばっ気槽(1)	87.31	93.65	19.60	0.00	49.00	18.71	25.05	25.05
	87.31	93.65				18.71	25.05	
ばっ気槽(2)	87.31	93.65	19.60	0.00	49.00	18.71	25.05	25.05
	87.31	93.65				18.71	25.05	
沈殿槽	93.97	99.84	19.60	34.50	34.30	5.57	11.44	11.44
	93.97	99.84				5.57	11.44	
散水ポンプ槽	100.11	103.05	19.60	4.83	2.84	72.84	75.78	75.78
	100.11	103.05				72.84	75.78	
原水ポンプ槽	100.15	103.28	17.15	7.13	1.86	74.01	77.14	77.14
	100.15	103.28				74.01	77.14	
汚泥受槽	103.68	105.03	19.60	0.00	9.80	74.28	75.63	75.63
	103.68	105.03				74.28	75.63	
汚泥貯留槽(1)	105.31	108.99	19.60	0.00	39.20	46.51	50.19	50.19
	105.31	108.99				46.51	50.19	
汚泥貯留槽(2)	105.31	108.99	19.60	0.00	39.20	46.51	50.19	50.19
	105.31	108.99				46.51	50.19	
放流ポンプ槽	103.28	105.03	19.60	0.00	4.90	78.78	80.53	80.53
	103.28	105.03				78.78	80.53	

ケース6：X方向加震（-）・平水時

底版位置 (水槽名)	底版反力		底版自重に よる荷重強度 (kN/m ²)	無筋 Co に よる荷重強度 (kN/m ²)	低水位時水重に よる荷重強度 (kN/m ²)	設計荷重強度 (kN/m ²)		最大設計 荷重強度 (kN/m ²)
	(kN/m ²)	(kN/m ²)				(kN/m ²)	(kN/m ²)	
ばっ気沈砂槽	94.17	93.58	17.15	43.70	10.78	22.54	21.95	22.54
	94.17	93.58				22.54	21.95	
流量調整槽	100.13	97.20	19.60	2.76	8.62	69.15	66.22	69.15
	100.13	97.20				69.15	66.22	
ばっ気槽(1)	103.45	100.29	19.60	0.00	49.00	34.85	31.69	34.85
	103.45	100.29				34.85	31.69	
ばっ気槽(2)	103.45	100.29	19.60	0.00	49.00	34.85	31.69	34.85
	103.45	100.29				34.85	31.69	
沈殿槽	100.13	97.20	19.60	34.50	34.30	11.73	8.80	11.73
	100.13	97.20				11.73	8.80	
散水ポンプ槽	97.06	95.60	19.60	4.83	2.84	69.79	68.33	69.79
	97.06	95.60				69.79	68.33	
原水ポンプ槽	97.04	95.48	17.15	7.13	1.86	70.90	69.34	70.90
	97.04	95.48				70.90	69.34	
汚泥受槽	95.28	94.61	19.60	0.00	9.80	65.88	65.21	65.88
	95.28	94.61				65.88	65.21	
汚泥貯留槽(1)	94.47	92.63	19.60	0.00	39.20	35.67	33.83	35.67
	94.47	92.63				35.67	33.83	
汚泥貯留槽(2)	94.47	92.63	19.60	0.00	39.20	35.67	33.83	35.67
	94.47	92.63				35.67	33.83	
放流ポンプ槽	95.48	94.61	19.60	0.00	4.90	70.98	70.11	70.98
	95.48	94.61				70.98	70.11	

ケース7：Y方向加震（+）・平水時

底版位置 (水槽名)	底版反力 (kN/m ²)		底版自重に よる荷重強度 (kN/m ²)	無筋 Co に よる荷重強度 (kN/m ²)	低水位時水重に よる荷重強度 (kN/m ²)	設計荷重強度 (kN/m ²)		最大設計 荷重強度 (kN/m ²)
ばっ気沈砂槽	90.68	91.22	17.15	43.70	10.78	19.05	19.59	19.59
	86.29	86.80				14.66	15.17	
流量調整槽	95.80	98.73	19.60	2.76	8.62	64.82	67.75	67.75
	81.18	83.70				50.20	52.72	
ばっ気槽(1)	92.48	95.64	19.60	0.00	49.00	23.88	27.04	27.04
	78.33	81.05				9.73	12.45	
ばっ気槽(2)	107.39	111.02	19.60	0.00	49.00	38.79	42.42	42.42
	93.24	96.43				24.64	27.83	
沈殿槽	111.20	114.57	19.60	34.50	34.30	22.80	26.17	26.17
	96.59	99.54				8.19	11.14	
散水ポンプ槽	114.72	116.41	19.60	4.83	2.84	87.45	89.14	89.14
	108.42	110.02				81.15	82.75	
原水ポンプ槽	91.97	93.43	17.15	7.13	1.86	65.83	67.29	67.29
	83.83	85.17				57.69	59.03	
汚泥受槽	109.74	110.47	19.60	0.00	9.80	80.34	81.07	81.07
	101.47	102.15				72.07	72.75	
汚泥貯留槽(1)	117.70	119.81	19.60	0.00	39.20	58.90	61.01	61.01
	110.20	112.19				51.40	53.39	
汚泥貯留槽(2)	109.48	111.45	19.60	0.00	39.20	50.68	52.65	52.65
	102.29	104.14				43.49	45.34	
放流ポンプ槽	116.54	117.54	19.60	0.00	4.90	92.04	93.04	93.04
	110.15	111.10				85.65	86.60	

ケース8：Y方向加震（-）・平水時

底版位置 (水槽名)	底版反力 (kN/m ²)		底版自重に よる荷重強度 (kN/m ²)	無筋 Co に よる荷重強度 (kN/m ²)	低水位時水重に よる荷重強度 (kN/m ²)	設計荷重強度 (kN/m ²)		最大設計 荷重強度 (kN/m ²)
ばっ気沈砂槽	109.68	110.33	17.15	43.70	10.78	38.05	38.70	41.70
	112.65	113.33				41.02	41.70	
流量調整槽	96.20	99.15	19.60	2.76	8.62	65.22	68.17	78.20
	105.82	109.18				74.84	78.20	
ばっ気槽(1)	92.86	96.04	19.60	0.00	49.00	24.26	27.44	37.04
	102.01	105.64				33.41	37.04	
ばっ気槽(2)	83.21	85.92	19.60	0.00	49.00	14.61	17.32	26.92
	92.37	95.52				23.77	26.92	
沈殿槽	86.06	88.57	19.60	34.50	34.30	-2.34	0.17	10.20
	95.68	98.60				7.28	10.20	-2.34
散水ポンプ槽	88.68	89.94	19.60	4.83	2.84	61.41	62.67	66.97
	92.90	94.24				65.63	66.97	
原水ポンプ槽	103.92	105.59	17.15	7.13	1.86	77.78	79.45	85.01
	109.36	111.15				83.22	85.01	
汚泥受槽	94.95	95.57	19.60	0.00	9.80	65.55	66.17	71.78
	100.51	101.18				71.11	71.78	
汚泥貯留槽(1)	90.90	92.48	19.60	0.00	39.20	32.10	33.68	38.88
	95.98	97.68				37.18	38.88	
汚泥貯留槽(2)	96.47	98.18	19.60	0.00	39.20	37.67	39.38	44.35
	101.32	103.15				42.52	44.35	
放流ポンプ槽	90.04	90.79	19.60	0.00	4.90	65.54	66.29	70.64
	94.35	95.14				69.85	70.64	

底版用設計荷重の決定

各水槽毎に、ケース1～ケース8の上向き荷重強度および下向き荷重強度におけるそれぞれの最大値を採用設計荷重強度とします。

	偏心を考慮しない(等分布荷重)				偏心を考慮する(等変分布荷重)				
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7	ケース8	
底版位置 (水槽名)	X方向 加震(+) 荷重強度 (kN/m ²)	X方向 加震(-) 荷重強度 (kN/m ²)	Y方向 加震(+) 荷重強度 (kN/m ²)	Y方向 加震(-) 荷重強度 (kN/m ²)	X方向 加震(+) 荷重強度 (kN/m ²)	X方向 加震(-) 荷重強度 (kN/m ²)	Y方向 加震(+) 荷重強度 (kN/m ²)	Y方向 加震(-) 荷重強度 (kN/m ²)	採用設計 荷重強度 (kN/m ²)
ばっ気 沈砂槽	30.53	30.40	30.66	30.40	35.46	22.54	19.59	41.70	41.70
流量 調整槽	71.18	71.05	71.31	71.05	68.86	69.15	67.75	78.20	78.20
ばっ気槽 (1)	33.56	33.43	33.69	33.43	25.05	34.85	27.04	37.04	37.04
ばっ気槽 (2)	33.56	33.43	33.69	33.43	25.05	34.85	42.42	26.92	42.42
沈殿槽	13.76	13.63	13.89	13.63	11.44	11.73	26.17	10.20 -2.34	26.17 -2.34
散水 ポンプ槽	37.09	36.96	37.22	36.96	75.78	69.79	89.14	66.97	89.14
原水 ポンプ槽	76.02	75.89	76.15	75.89	77.14	70.90	67.29	85.01	85.01
汚泥 受槽	72.76	72.63	72.89	72.63	75.63	65.88	81.07	71.78	81.07
汚泥貯留槽 (1)	43.36	43.23	43.49	43.23	50.19	35.67	61.01	38.88	61.01
汚泥貯留槽 (2)	43.36	43.23	43.49	43.23	50.19	35.67	52.65	44.35	52.65
放流 ポンプ槽	77.66	77.53	77.79	77.53	80.53	70.98	93.04	70.64	93.04

常時の設計荷重強度との比較検証

地震時の許容応力度は、常時の 1.5 倍となります。

このことから、地震時の設計荷重強度と常時の設計荷重強度の 1.5 倍を比較します。

底板位置 (水槽名)	地震時の 設計荷重強度 (上向き) (kN/m ²)	判定	常時の設計 荷重強度の 1.5 倍 (kN/m ²)
ばっ気沈砂槽	41.70	<	65.07
流量調整槽	78.20	<	112.86
ばっ気槽(1)	37.04	<	96.62
ばっ気槽(2)	42.42	<	96.62
沈殿槽	26.17	<	49.02
散水ポンプ槽	89.14	<	121.02
原水ポンプ槽	85.01	<	122.90
汚泥受槽	81.07	<	119.42
汚泥貯留槽(1)	61.01	<	120.48
汚泥貯留槽(2)	52.65	<	124.26
放流ポンプ槽	93.04	<	126.77

上表より、地震時の設計荷重強度は、常時の設計荷重強度の 1.5 倍より、いずれも小さくなります。

よって、上向き荷重における地震時の検討は省略します。

また、下向き荷重については常時で検討をしていないため、別途検討する必要があります。

下向き荷重の検討

沈殿槽の底板を例とし、モーメント、せん断力を求めます。
なお、計算手順は P.90 と同様です。

底板の計算例(沈殿槽 FS31, 版厚 0.80m)

・設計条件

長辺 ; $L_y = 7.40\text{m}$ 短辺 ; $L_x = 7.40\text{m}$ 版厚 ; $h = 0.80\text{m}$
設計荷重 ; $P = 32.68\text{kN/m}^2$
支承条件 ; 4 辺固定

・モーメント、せん断力の計算(常時)

(長辺方向上面) $M_{y2} = 0.028 \times 32.68 \times 7.40^2 = 50.11$ (kN·m)
(長辺方向下面) $M_{y1} = 0.042 \times 32.68 \times 7.40^2 = 75.16$ (kN·m)
(短辺方向上面) $M_{x2} = 0.028 \times 32.68 \times 7.40^2 = 50.11$ (kN·m)
(短辺方向下面) $M_{x1} = 0.042 \times 32.68 \times 7.40^2 = 75.16$ (kN·m)

(長辺方向) $Q_y = 0.44 \times 32.68 \times 7.40 = 106.41$ (kN)
(短辺方向) $Q_x = 0.44 \times 32.68 \times 7.40 = 106.41$ (kN)

・モーメント、せん断力の計算（地震時）

（長辺方向上面） $My_2 = 0.028 \times 2.34 \times 7.40^2 = 3.59$ （kN・m）

（長辺方向下面） $My_1 = 0.042 \times 2.34 \times 7.40^2 = 5.38$ （kN・m）

（短辺方向上面） $Mx_2 = 0.028 \times 2.34 \times 7.40^2 = 3.59$ （kN・m）

（短辺方向下面） $Mx_1 = 0.042 \times 2.34 \times 7.40^2 = 5.38$ （kN・m）

（長辺方向） $Q_y = 0.44 \times 2.34 \times 7.40 = 7.62$ （kN）

（短辺方向） $Q_x = 0.44 \times 2.34 \times 7.40 = 7.62$ （kN）

比較項目		常時の応力の 1.5倍 (上向き荷重)	判定	地震時の応力 (下向き荷重)
モーメント (kN・m)	長辺方向上面	75.17	>	3.59
	長辺方向下面	112.74	>	5.38
	短辺方向上面	75.17	>	3.59
	短辺方向下面	112.74	>	5.38
せん断力 (kN)	長辺方向	159.62	>	7.62
	短辺方向	159.62	>	7.62

上表より、地震時の応力（下向き荷重）のモーメント、せん断力は、常時の応力の1.5倍（上向き荷重）より、いずれも小さくなり、本例においては、配筋計画は常時によって決定されることが明らかとなります。

よって、地震時の下向き荷重の検討は省略します。

[参考] 長期・短期荷重等の取扱いについて

処理水槽の荷重状態は以下のケースが考えられます。

荷重状態	常時	地震時
施工時の荷重状態		
水張り試験時の荷重状態		
施工完了時の荷重状態（全水槽空水）		
供用開始後の荷重状態（水槽の日常水位変動を考慮）		
維持管理（清掃）、改築時等の荷重状態（一部水槽空水）		

（注）：一般的に長期荷重として取扱う荷重状態

：一般的に短期荷重として取扱う荷重状態

長期・短期荷重等の取扱いについて明確な判断基準はありませんが、施工時荷重・地震時荷重等は、短期荷重として取扱うことが一般的となっています。

したがって、上記の から の荷重状態の中で 、 、 は、短期荷重として取扱って差し支えないものと考えられます。

長期荷重として取扱う 、 のケースで底版反力の算出を行います。

ここで、Q & Aに示すケース が の荷重状態、ケース が の荷重状態を示しています。計算例に示したとおり、ケース とケース の設計荷重の載荷方向が同じ場合には、設計荷重の採用値はいずれか絶対値の大きい方の数値となります。

ただし、維持管理（清掃）、改築等の荷重状態および1系列運転で1系列が空となっている場合等が長期に亘る可能性が明らかな場合は、その荷重状態も考慮する必要があります。

1-2-4 . 基礎の設計

1) 地盤の支持力の検討 ¹

(1) 短期許容支持力度 (qa) の算定

地盤の短期許容支持力度はテルツァギーの修正式を適用し、以下により算出します。

$$\begin{aligned} q_a &= \frac{2}{3} (\cdot C \cdot N_c + \cdot 1 \cdot B \cdot N_r + 1/2 \cdot 2 \cdot D_f \cdot N_q) \\ &= \frac{2}{3} (1.1 \times 0 \text{ kN/m}^2 \times 14.8 + 0.4 \times 10 \text{ kN/m}^3 \times 17.56 \text{ m} \times 2.9 + 1/2 \times 11.3 \text{ kN/m}^3 \\ &\quad \times 6.2 \text{ m} \times 6.4) \\ &= 285.26 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

ここで、支持層の土質等より

基礎底面下にある地盤の粘着力 ² $C = 0 \text{ kN/m}^2$

基礎底面下にある地盤の単位体積重量 ³ $\gamma_1 = 10 \text{ kN/m}^3$

基礎底面上にある地盤の単位体積重量 ⁴ $\gamma_2 = 11.3 \text{ kN/m}^3$

形状係数 ⁵ $\lambda = 1.1$ 、 $\lambda = 0.4$

支持力係数 ⁶ $N_c = 14.8$ 、 $N_r = 2.9$ 、 $N_q = 6.4$

基礎に近接した最低地盤面から基礎底面までの深さ ⁷ $D_f = 6.2 \text{ m}$

基礎底面の最小幅 $B = 17.56 \text{ m}$

(2) 支持力の照査

基礎地盤に作用する最大接地圧は、**119.81** kN/m^2 ⁸ です。

よって、 $q_a = 285.26 \text{ kN/m}^2 > \mathbf{119.81} \text{ kN/m}^2$ より、基礎地盤は必要な支持力を有します。

1 ; 地盤の支持力の検討においては、「水槽内最高運転水位」と「地下水最低水位(揚圧力最小)」の組合せとします。

Q & A [問 21] 参照

2 ; 本例では、砂れき層であることから 0kN/m^2 を採用しています。

3 ; 本例では、地下水位下にあるため、水中土の単位体積重量である 10kN/m^3 を採用しています。

4 ; 基礎底面より上方にある地盤の平均単位体積重量 γ_2 で下記式より算出します。

$$\gamma_2 = (18\text{kN/m}^3 \times 1.01\text{m} + 10\text{kN/m}^3 \times 5.19\text{m}) / 6.2\text{m} = 11.3\text{kN/m}^3$$

(地下水位が比較的地表面に近い場合は、安全側(支持力が小さくなる)の設定として水中土の単位体積重量である 10kN/m^3 を採用しても良い)

5 ; 『集排指針』表 12-1-12 より求まる形状係数

本例では、基礎底面の形状は長方形であり、長辺の長さを $L = 29.71\text{m}$ 、基礎面の最小幅 $B = 17.56\text{m}$ として、 α を求めると次式のとおりです。

$$\alpha = 1.0 + 0.2 \cdot B / L = 1.0 + 0.2 \times 17.56\text{m} / 29.71\text{m} = 1.1$$

$$\beta = 0.5 - 0.2 \cdot B / L = 0.5 - 0.2 \times 17.56\text{m} / 29.71\text{m} = 0.4$$

6 ; 『集排指針』表 12-1-13 または図 12-1-23 より求まる支持力係数であって内部摩擦角の関数です。

内部摩擦角(支持地盤) $\phi = 20^\circ$ として、図表より $N_c = 14.8$ 、 $N_r = 2.9$ 、 $N_q = 6.4$ を読み取りました。

$$\gamma_2 = 20^\circ \text{ は、底版下面の地山 (} N=1.6 \text{) より } \gamma_2 = 15 + (15 \cdot N)$$

7 ; 本例では、最低地盤面高さを現地盤高さ 94.90m とし基礎底面の高さが 88.70m より $D_f = 94.90\text{m} - 88.70\text{m} = 6.2\text{m}$ としました。

8 ; 「Y方向加震(+)」の汚泥貯留槽(1)の値です。

2-1-5. 地震時荷重の計算 ¹

記載は代表的な一例とします。

1) 鉛直荷重および水平荷重、モーメント (O₁点) の算出

鉛直荷重・水平荷重・モーメント一覧表 ²

ケース5【X方向加震 (+)】

番号	荷重区分	鉛直荷重 W (kN)	水平荷重 H (kN)	O ₁ における X方向モーメント Mxo (kN・m)	O ₁ における Y方向モーメント Myo (kN・m)	O ₁ における Z方向モーメント Mzo (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重 ³	2,709.36	541.86	40,001.70	21,550.80	3,753.10
	建屋荷重 ⁴	1,914.50	382.90	35,537.10	7,879.90	2,680.30
	側壁・隔壁自重	15,041.50	3,008.28	236,839.20	124,999.90	10,013.30
	中床版自重	382.90	76.59	8,334.70	2,262.90	148.10
	底版自重 + 張出し上部土重 ⁵	16,615.75	2,091.88	243,174.70	132,980.50	90.70
	階段自重	64.14	12.83	1,498.00	471.40	54.40
	水槽内梁自重	545.49	109.07	6,540.10	3,998.90	710.60
	無筋コンクリート自重	2,991.38	598.27	46,930.60	30,508.80	936.50
	砂詰め自重	1,910.70	382.13	39,367.00	14,763.50	305.90
小計		42,175.72	7,203.81	658,223.10	339,416.60	18,692.90
	水槽内水重 ⁶	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力 ⁷	-29,200.61		-437,381.90	-228,917.10	
B	動水圧 ⁸		1,624.06			4,330.60
C	根入れ効果の土圧増分 ⁹		-5,042.67			-12,984.88
計		22,005.89	3,785.20	307,658.30	192,826.60	10,038.62

2) 偏心距離とモーメント (底版中心 O₂) の算定

(1) 底版中心 (O₂) からの偏心距離 e の算定

原点 O₁ からの鉛直荷重重心距離 e₀ の算定をすると以下のとおりです。

$$\langle X \text{ 方向} \rangle e_0 = (307,658.30 \text{ kN} \cdot \text{m} + 10,038.62 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 22,005.89 \text{ kN} = 14.44 \text{ m}$$

$$\langle Y \text{ 方向} \rangle e_0 = (192,826.60 \text{ kN} \cdot \text{m} + 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 22,005.89 \text{ kN} = 8.76 \text{ m}$$

よって、鉛直荷重重心の座標は、O₂ 座標系では (e_x, e_y) = (0.16, 0.56) となります。

(2) 底版中心 (O₂) におけるモーメント M の算出

$$M = e \cdot W$$

$$\langle X \text{ 方向断面} \rangle M_x = 0.16 \text{ m} \times 22,005.89 \text{ kN} = 3,520.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\langle Y \text{ 方向断面} \rangle M_y = 0.56 \text{ m} \times 22,005.89 \text{ kN} = 12,323.30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

2-1-6. 底版に作用する荷重

	荷重ケース	鉛直力 V (kN)	水平力 H (kN)	モーメント Mx (kN・m)	モーメント My (kN・m)
常 時	ケース	43,826	0	54,388	-6,442
	ケース	54,946	0	12,857	-4,231
地震時	ケース 5	22,006	3,785	3,521	12,323
	ケース 6	21,945	-3,782	-17,117	12,509
	ケース 7	22,078	3,927	-6,182	22,520
	ケース 8	21,943	-3,919	-7,022	2,194

2-1-7. 底版中心点の変位の算定

底版中心点 (O₂) の変位については 2-1-4 ~ 2-1-6 で算定した荷重 H、V およびモーメント M を適用し、以下に示す常時及び地震時の各 X、Y 方向毎の三元連立方程式から算出します。

$$\begin{bmatrix} z \\ x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{zz} & A_{zx} & A_{za} \\ A_{xz} & A_{xx} & A_{xa} \\ A_{az} & A_{ax} & A_{aa} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} V \\ H \\ M \end{bmatrix}$$

ここで、

z ; 底版中心の鉛直変位 (m)

x ; 底版中心の水平変位 (m)

; 底版の回転角 (rad)

ピン結合の場合は、以下のとおりです。

常時 (X 方向)

$$\begin{bmatrix} z \\ x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13,747,932 & 0 & -4,319,524 \\ 0 & 1,235,916 & 0 \\ -4,319,524 & 0 & 1,290,540,196 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} 54,946 \\ 0 \\ 12,857 \end{bmatrix}$$

常時 (Y 方向)

$$\begin{bmatrix} z \\ x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13,747,932 & 0 & 458,264 \\ 0 & 1,235,916 & 0 \\ 458,264 & 0 & 461,964,114 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} 54,946 \\ 0 \\ -4,231 \end{bmatrix}$$

地震時 (X 方向)

$$\begin{bmatrix} z \\ x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13,747,932 & 0 & -4,319,524 \\ 0 & 2,078,481 & 0 \\ -4,319,524 & 0 & 1,290,540,196 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} 22,006 \\ 3,785 \\ 3,521 \end{bmatrix}$$

地震時 (Y 方向)

$$\begin{bmatrix} z \\ x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13,747,932 & 0 & 458,264 \\ 0 & 2,078,481 & 0 \\ 458,264 & 0 & 461,964,114 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} 22,078 \\ 3,927 \\ 22,520 \end{bmatrix}$$

1 ; 地震時 X 方向の行列 (右辺の右項) の数値算定の場合を例にとると以下のとおりです。

底版に作用する鉛直荷重 (2-1-6.より) $V = 22,006\text{kN}$
 底版に作用する水平荷重 (2-1-6.より) $H = 3,785\text{kN}$
 底版中心点 (O_2) の回りの外力のモーメント (2-1-6 より) $M = 3,521\text{kN}\cdot\text{m}$

2 ; 地震時 X 方向の剛性行列 (右辺の左項) の数値算定の場合を例にとると以下のとおりです。

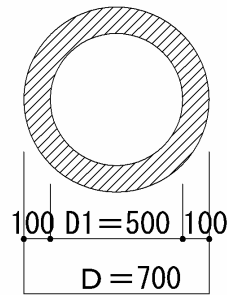
1) 杭軸方向バネ定数 K_v の算定

$$K_v = a \cdot \frac{A_p \cdot E}{L_p}$$

$$= 0.5014 \times \frac{0.1885\text{m}^2 \times 4.00 \times 10^7\text{kN/m}^2}{9.90\text{m}} = 381,887\text{kN/m}$$

(計算結果は電算出力値による)

杭断面図



ここで、

杭長 $L_p = 9.90\text{m}$

$$\begin{aligned} \text{杭の純断面積 } A_p &= \pi \cdot (D^2 - D_1^2) / 4 \\ &= \pi \times (0.70^2 - 0.50^2) / 4 \\ &= 0.18849555 \approx 0.1885\text{m}^2 \end{aligned}$$

杭の弾性係数 (PHC 杭より) $E = 4.00 \times 10^7\text{kN/m}^2$

杭の有効径 $D = 0.70\text{m}$

a については、本例では、中掘り PHC 杭の式を用いて算定します。

$$a = 0.010 \cdot (L_p / D) + 0.36 = 0.010 \times (9.90\text{m} / 0.70\text{m}) + 0.36 = 0.5014$$

a の算定

杭種	a の算定 (ただし、 $L_p / D \geq 10$ とする)
打込み杭 (打撃工法)	$a = 0.014 (L_p / D) + 0.72$
打込み杭 (パイロパイル工)	$a = 0.017 (L_p / D) - 0.014$
場所打ち杭	$a = 0.031 (L_p / D) - 0.15$
中掘り杭	$a = 0.010 (L_p / D) + 0.36$
プレボ - リング杭	$a = 0.013 (L_p / D) + 0.53$
鋼管ソイルセメント杭	$a = 0.040 (L_p / D) + 0.15$

ヤング係数 E

杭種	E (kN/m^2)
RC 杭	3.5×10^7
PC、PHC 杭	4.0×10^7
鋼杭	2.1×10^8
場所打杭	2.5×10^7

底版中心点の変位 (x、 z、)

	荷重ケース		x (mm)	z (mm)	(rad)
常 時	ケース	X 方向	0.00	3.20	0.00005287
		Y 方向	0.00	3.19	-0.00001711
	ケース	X 方向	0.00	4.00	0.00002336
		Y 方向	0.00	4.00	-0.00001312
地震時	ケース 5	X 方向	1.82	1.60	0.00000809
	ケース 6		-1.82	1.59	-0.00000793
	ケース 7	Y 方向	1.89	1.60	0.00004716
	ケース 8		-1.89	1.60	0.00000317

2) 杭軸直角方向バネ定数 K1、K2、K3、K4 の算定

常時の杭の特性値 の算出

杭の特性値 (m⁻¹) の算定式

$$= \left(\frac{K_h \cdot D}{4 \cdot E \cdot I} \right)^{1/4} \quad \dots (A)$$

水平方向地盤反力係数 K_h (kN/m³) の算定式

$$K_h = k_{h0} \cdot (BH / 0.30)^{-3/4} \quad \dots (B)$$

直径 30cm の剛体円盤による平板載荷試験の値に相当します。

水平方向地盤反力係数 k_{h0} (kN/m³) の算定式

$$k_{h0} = 1 / 0.30 \cdot \cdot E_0 \quad \dots (C)$$

荷重作用方向に直交する基礎の換算載荷幅 BH (m) の算定式

$$BH = \sqrt{D / \cdot} \quad \dots (D)$$

(B) 式に (C) および (D) 式を代入して整理すると次のとおりです。

$$K_h = 1.3512 \cdot \cdot E_0 \cdot (D / \cdot)^{-3/8} \quad \dots (B')$$

(A) 式に (B') 式を代入して整理し、算定すると次のとおりです。

$$= \left(\frac{1.3512 \cdot \cdot E_0 \cdot D^{5/8}}{4 \cdot E \cdot I} \right)^{8/29}$$

$$= \left(\frac{1.3512 \times 1 \times 33,600 \text{ kN/m}^2 \times (0.70 \text{ m})^{5/8}}{4 \times 4.0 \times 10^7 \text{ kN/m}^2 \times 0.008718 \text{ m}^4} \right)^{8/29} = 0.3656 \text{ m}^{-1}$$

ここで、

杭の断面 2 次モーメント I (m⁴) (700 の場合)

$$I = \cdot (D^4 - D_1^4) / 64 = \cdot \times (0.70^4 - 0.50^4) / 64 = 0.008718 \text{ m}^4$$

設計の対象とする地盤の変形係数 E₀ (kN/m²);

本例では、標準貫入試験の N 値より推定することとし、

1 / = 1 / 0.3656 = 2.736m の範囲、すなわち、柱状図の第 1 層目の N 値 (=12) より算出します。

$$N = 12 \text{ より、} E_0 = 2,800 \times 12 = 33,600 \text{ kN/m}^2$$

設計の対象とする地盤の変形係数 E₀ (kN/m²) と地盤反力係数の推定に用いる係数

試験方法による変形係数 E ₀ (kN/m ²)		
	常時	地震時
直径 30cm の剛体円板による平板載荷試験の繰返し曲線から求めた変形係数の 1/2	1	2
ボーリング孔内で測定した変形係数	4	8
供試体の一軸または三軸圧縮試験から求めた変形係数	4	8
標準貫入試験の N 値より E ₀ = 2,800N で推定した変形係数	1	2

『集排指針』 p394 表-12-1-26 より

バネ定数をまとめると下表のとおりとなります。

杭頭条件 バネ定数	単位	ピン結合			[参考] 杭頭剛結合		
		算定式	常時	地震時	算定式	常時	地震時
K1	kN/m	$\frac{3 \cdot E \cdot I \cdot h^3}{(1+h)^3 + 0.5}$	34,331	57,736	$\frac{12 \cdot E \cdot I \cdot h^3}{(1+h)^3 + 2}$	67,517	114,080
K2	kN/rad	-	0	0	$0.51 \cdot K1 \cdot (h + \frac{1}{h})$	91,939	130,083
K3	kN·m/m						
K4	kN·m/rad	-	0	0	$\frac{4 \cdot E \cdot I \cdot h}{1+h} \cdot \frac{(1+h)^3 + 0.5}{(1+h)^3 + 2}$	254,707	300,327

3) 剛性行列（右辺の左項）の算定

地震時 X 方向の場合を例にとると、以下のとおりです。ただし、計算式中の数値は、四捨五入して表示していますので、精密解とはなっていません。

$$\begin{aligned} A_{xx} &= (K1 \cdot \cos^2 i + K_v \cdot \sin^2 i) \\ &= (57,736 \text{ kN/m} \times 1.0 + 381,887 \text{ kN/m} \times 0.0) \times 36 \text{ 本} \\ &= 2,078,481 \text{ kN/m} \quad (\text{計算結果は電算出力値による}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{xz} &= A_{zx} = (K_v - K1) \cdot \sin i \cdot \cos i \\ &= \{(381,887 \text{ kN/m} - 57,736 \text{ kN/m}) \times 0.0 \times 1.0\} \times 36 \text{ 本} \\ &= 0.0 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{xa} &= A_{ax} = \{(K_v - K1) \cdot X_i \cdot \sin i \cdot \cos i - K2 \cdot \cos i\} \\ &= \{(381,887 \text{ kN/m} - 57,736 \text{ kN/m}) \times X_i \times 0.0 \times 1.0 - 0.0 \text{ kN/rad} \times 1.0\} \times 36 \\ &\quad \text{本} \\ &= 0.0 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{zz} &= (K_v \cdot \cos^2 i + K1 \cdot \sin^2 i) \\ &= (381,887 \text{ kN/m} \times 1.0 + 57,736 \text{ kN/m} \times 0.0) \times 36 \text{ 本} \\ &= 13,747,932 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{za} &= A_{az} = \{(K_v \cdot \cos^2 i + K1 \cdot \sin^2 i) \cdot X_i + K2 \cdot \sin i\} \\ &= \{(381,887 \text{ kN/m} \times 1.0 + 57,736 \text{ kN/m} \times 0.0) \times X_i + 0.0 \text{ kN/rad} \times 0.0\} \\ &= 381,887 \text{ kN/m} \times X_i \\ &= 381,887 \text{ kN/m} \times -11.311 \text{ m} \\ &= -4,319,524 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A_{aa} &= \{ (K_v \cdot \cos^2 i + K_1 \cdot \sin^2 i) \cdot X_i^2 + (K_2 + K_3) \cdot X_i \cdot \sin i + K_4 \} \\
&= \{ (381,887 \text{ kN/m} \times 1.0 + 57,736 \text{ kN/m} \times 0.0) \times X_i^2 + (0.0 \text{ kN/rad} + 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m/m}) \times X_i \times 0.0 + 0.0 \text{ kN/m} \} \\
&= (381,887 \text{ kN/m} \times X_i^2 + 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}) \\
&= 381,887 \text{ kN/m} \times X_i^2 \\
&= 381,887 \text{ kN/m} \times 3,379 \text{ m}^2 \\
&= 1,290,540,196 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{計算結果は電算出力値による})
\end{aligned}$$

ここで、

杭軸が鉛直軸となす角 i ; 斜め杭ではないため、 $i = 0^\circ$ とします。

$$i = 0^\circ \rightarrow \sin i = 0, \sin^2 i = 0, \cos i = 1, \cos^2 i = 1$$

i 番目 (本例では $i = 1 \sim 36$) の杭の杭頭の X 座標 X_i (m) の X_i 、 X_i^2 ; 各杭の位置 (基礎杭配置図の座標) より、以下のとおりとなります。

$$\begin{aligned}
X_i &= \{ (X - 1 \text{ 通りの } X \text{ 座標}) \times (X - 1 \text{ 通り上の杭本数}) + \dots + (X - 10 \text{ 通りの } X \text{ 座標}) \times (X - 10 \text{ 通り上の杭本数}) \} \\
&= \{ (-13.975 \text{ m}) \times 7 \text{ 本} + (-9.725 \text{ m}) \times 3 \text{ 本} + \dots + 9.725 \text{ m} \times 3 \text{ 本} + 13.975 \text{ m} \times 5 \text{ 本} \} \\
&= -11.311 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
X_i^2 &= \{ (X - 1 \text{ 通りの } X \text{ 座標})^2 \times (X - 1 \text{ 通り上の杭本数}) + \dots + (X - 10 \text{ 通りの } X \text{ 座標})^2 \times (X - 10 \text{ 通り上の杭本数}) \} \\
&= (-13.975 \text{ m})^2 \times 7 \text{ 本} + (-9.725 \text{ m})^2 \times 3 \text{ 本} + \dots + (9.725 \text{ m})^2 \times 3 \text{ 本} + (13.975 \text{ m})^2 \times 5 \text{ 本} \\
&= 3,379 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

本例では、杭を 36 本設置 (基礎杭配置図参照) することとしているので、1 本当たりの数値に 36 本を乗じます。

2-1-8. 杭頭の変位、杭軸方向力、杭軸直角方向力およびモーメントの算定

2-1-7. より求められた底版中心点 (O_2) における変位 (x 、 z) より、各杭頭の変位 x_i^1 、 z_i^2 、杭軸方向力 PN_i^3 、杭軸直角方向力 Phi^4 およびモーメント Mt_i^5 を算出します。

結果をまとめれば、下表のとおりです。

(1本あたり) 杭軸方向力 (最大値、最小値) 杭軸直角方向力およびモーメント

位 置		PNmax (kN)	PNmin (kN)	PH (kN)	Mt (kN・m)
常 時	x 方向	1,653.8	1,404.4	0.00	0.0
	y 方向	1,566.0	1,486.9	0.00	0.0
地震時	x 方向 (+)	655.5	569.1	105.14	0.0
	x 方向 (-)	651.0	566.3	-105.06	0.0
	y 方向 (+)	755.0	470.4	109.08	0.0
	y 方向 (-)	619.0	599.9	-108.86	0.0

1 ; i 番目の杭の杭頭の軸直角方向変位 x_i' (m) については、次式により算定します。

$$x_i' = x \cdot \cos \theta_i - (z + \cdot X_i) \sin \theta_i$$

地震時 X 方向 (+) 1 番目の杭の場合を例にとると、以下のとおりです。

$$\begin{aligned} x_{1}' &= x \cdot \cos \theta_1 - (z + \cdot X_1) \sin \theta_1 \\ &= 0.00182\text{m} \times 1.0 - 0.0 = 0.00182\text{m} \end{aligned}$$

2 ; i 番目の杭の杭頭の軸方向変位 z_i' (m) については、次式により算定します。

$$z_i' = x \cdot \sin \theta_i + (z + \cdot X_i) \cos \theta_i$$

地震時 X 方向 (+) 1 番目の杭の場合を例にとると、以下のとおりです。

$$\begin{aligned} z_{1}' &= x \cdot \sin \theta_1 + (z + \cdot X_1) \cos \theta_1 \\ &= 0.0 + (0.00160\text{m} + (0.00000809)) \times -13.975\text{m} \times 1.0 = -0.022473\text{m} \end{aligned}$$

3 ; i 番目の杭の杭軸方向力 P_{Ni} (kN) については、次式により算定します。

$$P_{Ni} = K_v \cdot z_i'$$

地震時 X 方向 (+) 1 番目の杭の場合を例にとると、以下のとおりです。

$$\begin{aligned} P_{N1} &= K_v \cdot z_{1}' \\ &= 381,887\text{kN/m} \times -0.022473\text{m} = -8,582.147\text{kN} \end{aligned}$$

4 ; i 番目の杭の杭軸直角方向力 P_{Hi} (kN) については、次式により算定します。

$$P_{Hi} = K_1 \cdot x_i' - K_2 \cdot$$

地震時 X 方向 (+) 1 番目の杭の場合を例にとると、以下のとおりです。

$$\begin{aligned} P_{H1} &= K_1 \cdot x_{1}' - K_2 \cdot \\ &= 57,736\text{kN/m} \times (0.00182) \text{m} - 0.0\text{kN/rad} \times (0.00000809) = 105.080\text{kN} \end{aligned}$$

5 ; i 番目の杭の杭頭に作用する外力としてのモーメント M_{ti} (kN・m) については、次式により算定します。

$$M_{ti} = -K_3 \cdot x_i' + K_4 \cdot$$

地震時 X 方向 (+) 1 番目の杭の場合を例にとると、以下のとおりです。

$$\begin{aligned} M_{t1} &= -K_3 \cdot x_{1}' + K_4 \cdot \\ &= -0.0\text{kN} \cdot \text{m/m} \times (0.00182) \text{m} + 0.0\text{kN} \cdot \text{m/rad} \times (0.00000809) = -0.0\text{kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

2-1-9. 杭の支持力の検討および設置本数の検討 ¹

常時における、杭に作用する軸力（2-1-8.より）は以下のとおりです。

	軸力の最大値 PNmax (kN)	軸力の最小値 PNmin (kN)	許容支持力 Ra (kN) ²	照査 PNmax Ra
X 方向	1,653.8	1,404.4	1,655	OK
Y 方向	1,566.0	1,486.9		OK

よって、計画された基礎杭は必要な支持力を有するとともに、基礎杭の本数および配置は適切 ³であると判断されます。

2-1-10. 杭の引抜力の検討

軸力が全て正の値となるため、引抜力は生じません。

2-1-11. 杭体応力の検討 ⁴

1) 常時の検討

PHC 700mm A種を想定した場合以下のとおりとなります。

(1) コンクリートの圧縮縁応力度 c の算定

$$c = c_e + \frac{PN_{\max}}{A_e}$$

$$= 4.0\text{N/mm}^2 + \frac{1,653,800\text{N}}{192,200\text{mm}^2} = 12.60\text{N/mm}^2$$

ここで、

有効プレストレス量	$c_e = 4.0\text{N/mm}^2$ ⁵
常時の軸力の最大値（2-1-8.より）	$PN_{\max} = 1,653,800\text{N}$
換算断面積	$A_e = 192,200\text{mm}^2$ ⁵

(2) 応力度の照査

$$c = 12.60\text{N/mm}^2 < 23.0\text{N/mm}^2 \text{ (許容軸圧縮応力度 (常時))} \text{ ⁶$$

よって、A種で必要な応力度を満足します。

2) 地震時の検討

PHC 700mm A種を想定した場合以下のとおりとなります。

(1) コンクリートの圧縮縁応力度 c の算定

$$\begin{aligned}c &= c_e + \frac{M}{Z_e} + \frac{PN_{\max}}{A_e} \\ &= 4.0\text{N/mm}^2 + \frac{81,620,000\text{N}\cdot\text{mm}}{25,380,000\text{mm}^3} + \frac{755,000\text{N}}{192,200\text{mm}^2} = 11.14\text{N/mm}^2\end{aligned}$$

(2) コンクリートの引張り縁応力度 c' の算定

$$\begin{aligned}c' &= c_e - \frac{M}{Z_e} + \frac{PN_{\min}}{A_e} \\ &= 4.0\text{N/mm}^2 - \frac{81,620,000\text{N}\cdot\text{mm}}{25,380,000\text{mm}^3} + \frac{470,400\text{N}}{192,200\text{mm}^2} = 3.23\text{N/mm}^2\end{aligned}$$

ここで、

曲げモーメント	$M = 81,620,000\text{Nmm}$ ⁷
地震時の軸力の最大値 (2-1-8.より)	$PN_{\max} = 755,000\text{N}$ ⁸
地震時の軸力の最小値 (2-1-8.より)	$PN_{\min} = 470,400\text{N}$ ⁸
換算断面係数	$Z_e = 25,380,000\text{mm}^3$ ⁵

(3) 応力度の照査

$$c = 11.14\text{N/mm}^2 < 40.0\text{N/mm}^2 \text{ (許容曲げ圧縮応力度 (地震時))}^9$$

$$c' = 3.23\text{N/mm}^2 > -3.0\text{N/mm}^2 \text{ (許容曲げ引張応力度 (地震時))}^{10}$$

よって、A種で必要な応力度を満足します。

1 ; 杭の支持力の検討については、一般に杭に作用する軸力が大きくなる常時を考慮します。

Q & A [問 21] 参照

2 ; 許容押し込み支持力 R_a は 2-1-3. によります。

3 ; 本例では、杭の本数および配置については、全ての杭に作用する軸力が杭の許容支持力を下回り、軸力・支持力比が 0.999 ($PN_{max} / R_a = 1,653.8\text{kN} / 1,655\text{kN}$)、杭に作用する最小・最大軸力比が 0.849 ($PN_{min} / PN_{max} = 1,404.4\text{kN} / 1,653.8\text{kN}$) となります。

軸力・支持力比が 1 に近いほど少ない本数で支持できることになり、経済的な設計になります。また、最小・最大軸力比が 1.0 に近いほど、バランスの良い杭配置であるといえます。

4 ; 杭体応力度の検討については常時および地震時を考慮します。

Q & A [問 21] 参照

杭頭処理をピン結合としているので、常時および地震時の杭頭モーメントならびに常時の曲げモーメントは発生しません。(ただし、偏土圧等により水平力を受ける場合においては、常時の曲げモーメントが発生します。)

5 ; 有効プレストレス、コンクリートの換算断面積および換算断面係数については、それぞれ下表の「外径 D : 700」「種類 : A」欄の値によります。

PHC 杭の断面性能表 (参考)

外径 D (mm)	厚さ t (mm)	種類	有効プレストレス ce (kN/mm ²)	コンクリートの換算断面積 Ae (mm ²)	換算断面係数 Ze (mm ³)
350	60	A	4.0	55,800	3,492 × 10 ³
		B	8.0	56,700	3,547 × 10 ³
		C	10.0	57,500	3,594 × 10 ³
400	65	A	4.0	66,900	5,087 × 10 ³
		B	8.0	71,000	5,158 × 10 ³
		C	10.0	72,000	5,231 × 10 ³
450	70	A	4.0	85,400	7,075 × 10 ³
		B	8.0	87,200	7,219 × 10 ³
		C	10.0	88,000	7,284 × 10 ³
500	80	A	4.0	107,600	9,837 × 10 ³
		B	8.0	109,700	10,030 × 10 ³
		C	10.0	111,200	10,170 × 10 ³
600	90	A	4.0	147,000	16,430 × 10 ³
		B	8.0	149,800	16,750 × 10 ³
		C	10.0	151,700	16,960 × 10 ³
700	100	A	4.0	192,200	25,380 × 10 ³
		B	8.0	196,400	25,930 × 10 ³
		C	10.0	198,900	26,250 × 10 ³

出典 ; 『杭基礎設計便覧 - 社団法人 日本道路協会 (平成 19 年 1 月)』

6 ; 常時は軸力のみが作用するため、下表の常時の軸圧縮応力度の値を採用します。

PHC 杭のコンクリートの許容応力度 (N/mm²)

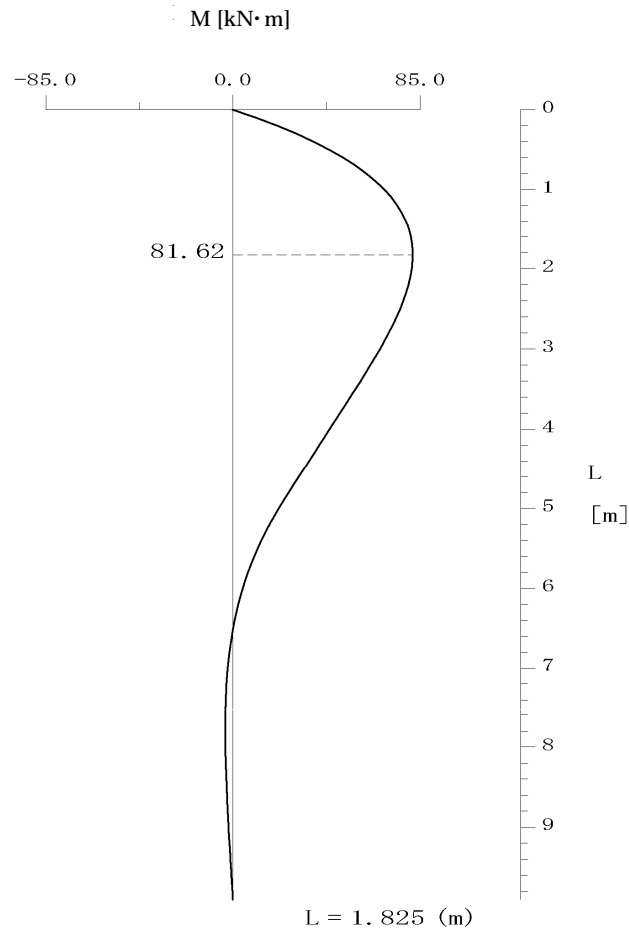
応力度の種類	常時	地震時
設計基準強度	80	
曲げ圧縮応力度	27	40.5
軸圧縮応力度	23	34.5

注) 『集排指針』 p402 表-12-1-31 より。

7 ; X 方向と Y 方向の杭体モーメント (最大値) のうち大きい方の値を採用します。本例では、X 方向より大きい Y 方向の曲げモーメントを採用します。その値は杭体モーメント図によります (詳細については参考資料 - 4 です)。

8 ; 7 で採用した曲げモーメントと同じ方向における軸力の最大値および最小値を採用します。本例では Y 方向の値となります。

杭体モーメント図 (kN・m)
杭頭ピン結・地震時 Y 方向



[参考] PHC 杭の種類の設定について

PHC 杭の種類の設定においては、一般的に最も安価な A 種を採用しますが、杭本体に作用する曲げモーメントにより A 種では応力度を満足しない場合は有効プレストレス量が大きい B 種とします。さらに、B 種でも応力度を満足しない場合は、有効プレストレス量がより大きい C 種とします。

種類が A 種以上となる場合は、一般に杭下部に作用する応力が小さいので、上杭のみ B 種で下杭が A 種とするなどの経済的な組み合わせを検討する必要があります。

3-1-3. 基礎杭による押込み力の検討

押込み力による検討は、常時にて行います。 ¹

1) 鉛直方向の押抜きせん断応力度の検討 ²

検討しません。

2) 垂直支圧応力度の検討 ³

(1) 垂直支圧応力度 c_v の算定

$$c_v = \frac{PN_{\max}}{\pi \cdot D^2 / 4} = \frac{1,653,800\text{N}}{\pi \times (700\text{mm})^2 / 4} = 4.30\text{N/mm}^2$$

ここで、

杭の最大軸方向力(第2節 2-1-8.より) $PN_{\max} = 1,653,800\text{N}$

杭径 $D = 700\text{mm}$

(2) 支圧応力度の照査

$c_v = 4.30\text{N/mm}^2 < 6.3\text{N/mm}^2$ (許容支圧応力度) ⁴より、必要な強度を有しています。

3-1-4. 基礎杭による水平力の検討

水平力に対する検討は、地震時にて行います。 ⁵

1) 水平支圧応力度の検討 ⁶

(1) 水平支圧応力度 c_h の算定

$$c_h = \frac{PH}{D \cdot L} = \frac{109,080\text{N}}{700\text{mm} \times 100\text{mm}} = 1.56\text{N/mm}^2$$

ここで、

杭の水平力(地震時)(第2節 2-1-8.より) $PH = 109,080\text{N}$

杭径 $D = 700\text{mm}$

杭の埋込み長 $L = 100\text{mm}$

(2) 支圧応力度の照査

$c_h = 1.56\text{N/mm}^2 < 9.45\text{N/mm}^2$ ⁷より、必要な強度を有しています。

[参考] 鉛直方向の押抜きせん断応力度の検討例

鉛直方向の押抜きせん断応力度 v の算定

$$v = \frac{PN_{\max}}{\cdot (D+h) \cdot h} = \frac{1,653,800\text{N}}{\times (700\text{mm}+700\text{mm}) \times 700\text{mm}} = 0.54\text{N/mm}^2$$

ここで 杭の最大軸方向力 $PN_{\max} = 1,653,800\text{N}$

杭径 $D = 700\text{mm}$

押抜きせん断力に対する有効部材厚¹⁰ $h = 700\text{mm}$

せん断応力度の照査

$$v = 0.54\text{N/mm}^2 < 0.85\text{N/mm}^2 \quad 11$$

10; 底版厚さ 800mm、杭の埋込み長さ 100mm と想定して $h = 800\text{mm} - 100\text{mm} = 700\text{mm}$ としました。

11; 『集排指針』表 12-1-39 に示される Fc21 の許容せん断応力度 (スラブの場合) です。

(2) 底版中心におけるモーメントの算定

$$M = e \cdot W$$

水槽空水時

X方向断面 $M_x = 1.24\text{m} \times 43,826.34\text{kN} = 54,388.49\text{kN}\cdot\text{m}$ (計算結果は電算出力値による)

Y方向断面 $M_y = -0.15\text{m} \times 43,826.34\text{kN} = -6,442.47\text{kN}\cdot\text{m}$ (計算結果は電算出力値による)

水槽満水時

X方向断面 $M_x = 0.23\text{m} \times 54,945.98\text{kN} = 12,857.36\text{kN}\cdot\text{m}$ (計算結果は電算出力値による)

Y方向断面 $M_y = -0.08\text{m} \times 54,945.98\text{kN} = -4,230.84\text{kN}\cdot\text{m}$ (計算結果は電算出力値による)

(3) 偏心率

躯体の寸法 $X = 29.71$ $Y = 17.56$

水槽空水時

X方向 $e_{x0} / L = 1.24\text{m} / 29.71\text{m} = 0.04 (= e_x)$

Y方向 $e_{y0} / L = -0.15\text{m} / 17.56\text{m} = -0.01 (= e_y)$

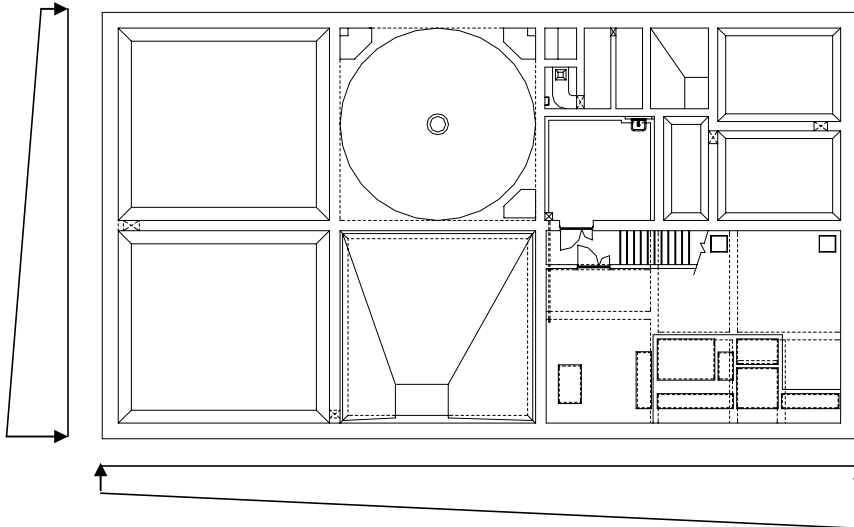
水槽満水時

X方向 $e_{x0} / L = 0.23\text{m} / 29.71\text{m} = 0.01 (= e_x)$

Y方向 $e_{y0} / L = -0.08\text{m} / 17.56\text{m} = 0.00 (= e_y)$

(4) 平均底版反力

水槽空水時



$$\text{平均底版反力} = 43,826.34\text{kN} / 521.71\text{m}^2 = 84.01\text{kN/m}^2$$

3-2 L1地震時（直接基礎）

鉛直荷重および原点モーメントの算出

水槽平水時（X方向加震：（+方向））

番号	荷重区分	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	原点における X方向モーメント M _{X0} (kN・m)	原点における Y方向モーメント M _{Y0} (kN・m)	原点における Z方向モーメント M _{Z0} (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重	2,709.36	541.86	40,001.70	21,550.80	3,753.10
	建屋荷重	1,914.50	382.90	35,537.10	7,879.90	2,680.30
	側壁・隔壁自重	15,041.50	3,008.28	236,839.20	124,999.90	10,013.30
	中床版自重	382.90	76.59	8,334.70	2,262.90	148.10
	底版自重 + 張出し上部土重	16,615.75	2,091.88	243,174.70	132,980.50	90.70
	水槽内梁自重	545.49	109.07	6,540.10	3,998.90	710.60
	階段自重	64.14	12.83	1,498.00	471.40	54.40
	無筋コンクリート自重	2,991.38	598.27	46,930.60	30,508.80	936.50
	砂詰め自重	1,910.70	382.13	39,367.00	14,763.50	305.90
小計		42,175.72	7,203.81	658,223.10	339,416.60	18,692.90
	水槽内水重	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力					
B	動水圧		1,624.06			4,330.60
C	根入れ効果の土圧増分					
計		51,206.50	8,827.87	745,040.20	421,743.70	23,023.50

水槽平水時（X方向加震：（-方向））

番号	荷重区分	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	原点における X方向モーメント M _{X0} (kN・m)	原点における Y方向モーメント M _{Y0} (kN・m)	原点における Z方向モーメント M _{Z0} (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重	2,709.36	-541.86	40,001.70	21,550.80	-3,753.10
	建屋荷重	1,853.90	-370.78	34,149.00	7,592.10	-2,595.40
	側壁・隔壁自重	15,041.50	-3,008.28	236,839.20	124,999.90	-10,013.30
	中床版自重	382.90	-76.59	8,334.70	2,262.90	-148.10
	底版自重 + 張出し上部土重	16,615.75	-2,091.88	243,174.70	132,980.50	-90.70
	水槽内梁自重	545.49	-109.07	6,540.10	3,998.90	-710.60
	階段自重	64.14	-12.83	1,498.00	471.40	-54.40
	無筋コンクリート自重	2,991.38	-598.27	46,930.60	30,508.80	-936.50
	砂詰め自重	1,910.70	-382.13	39,367.00	14,763.50	-305.90
小計		42,115.12	-7,191.69	656,835.00	339,128.80	-18,608.00
	水槽内水重 平水時	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力					
B	動水圧		-1,624.06			-4,330.60
C	根入れ効果の土圧増分					
計		51,145.90	-8,815.75	743,652.10	421,455.90	-22,938.60

水槽平水時（Y方向加震：（+方向））

番号	荷重区分	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	原点における X方向モーメント M _{X0} (kN・m)	原点における Y方向モーメント M _{Y0} (kN・m)	原点における Z方向モーメント M _{Z0} (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重	2,709.36	541.86	40,001.70	21,550.80	3,753.10
	建屋荷重	1,986.60	397.32	36,874.40	8,214.10	2,781.30
	側壁・隔壁自重	15,041.50	3,008.28	236,839.20	124,999.90	10,013.30
	中床版自重	382.90	76.59	8,334.70	2,262.90	148.10
	底版自重 + 張出し上部土重	16,615.75	2,091.88	243,174.70	132,980.50	90.70
	水槽内梁自重	545.49	109.07	6,540.10	3,998.90	710.60
	階段自重	64.14	12.83	1,498.00	471.40	54.40
	無筋コンクリート自重	2,991.38	598.27	46,930.60	30,508.80	936.50
	砂詰め自重	1,910.70	382.13	39,367.00	14,763.50	305.90
小計		42,247.82	7,218.23	659,560.40	339,750.80	18,793.90
	水槽内水重 平水時	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力					
B	動水圧		1,761.48			4,674.90
C	根入れ効果の土圧増分					
計		51,278.60	8,979.71	746,377.50	422,077.90	23,468.80

水槽平水時（Y方向加震：（-方向））

番号	荷重区分	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	原点における X方向モーメント M _{X0} (kN・m)	原点における Y方向モーメント M _{Y0} (kN・m)	原点における Z方向モーメント M _{Z0} (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重	2,709.36	-541.86	40,001.70	21,550.80	-3,753.10
	建屋荷重	1,851.60	-370.32	34,152.40	7,564.30	-2,592.20
	側壁・隔壁自重	15,041.50	-3,008.28	236,839.20	124,999.90	-10,013.30
	中床版自重	382.90	-76.59	8,334.70	2,262.90	-148.10
	底板自重 + 張出し上部土重	16,615.75	-2,091.88	243,174.70	132,980.50	-90.70
	水槽内梁自重	545.49	-109.07	6,540.10	3,998.90	-710.60
	階段自重	64.14	-12.83	1,498.00	471.40	-54.40
	無筋コンクリート自重	2,991.38	-598.27	46,930.60	30,508.80	-936.50
	砂詰め自重	1,910.70	-382.13	39,367.00	14,763.50	-305.90
小計		42,112.82	-7,191.23	656,838.40	339,101.00	-18,604.80
	水槽内水重 平水時	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力					
B	動水圧		-1,761.48			-4,674.90
C	根入れ効果の土圧増分					
計		51,143.60	-8,952.71	743,655.50	421,428.10	-23,279.70

偏心距離と中心モーメントの算定

(1) 底板中心からの偏心距離の算定

水槽内平水時（X方向加震：（+方向））

$$X方向 \quad e_{x0} = (745,040.20 \text{ kN} \cdot \text{m} + 23,023.50 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 51,206.50 \text{ kN} = 15.00 \text{ m}$$

$$Y方向 \quad e_{y0} = (421,743.70 \text{ kN} \cdot \text{m} + 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 51,206.50 \text{ kN} = 8.24 \text{ m}$$

躯体の中心座標 $X = 14.28$ $Y = 8.20$

したがって、鉛直荷重重心の座標は、中心座標系で $X = 0.72$ $Y = 0.04$ となります。

水槽内平水時（X方向加震：（-方向））

$$X方向 \quad e_{x0} = (743,652.10 \text{ kN} \cdot \text{m} + -22,938.60 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 51,145.90 \text{ kN} = 14.09 \text{ m}$$

$$Y方向 \quad e_{y0} = (421,455.90 \text{ kN} \cdot \text{m} + -0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 51,145.90 \text{ kN} = 8.24 \text{ m}$$

躯体の中心座標 $X = 14.28$ $Y = 8.20$

したがって、鉛直荷重重心の座標は、中心座標系で $X = -0.19$ $Y = 0.04$ となります。

水槽内平水時（Y方向加震：（+方向））

$$X方向 \quad e_{x0} = (746,377.50 \text{ kN} \cdot \text{m} + 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 51,278.60 \text{ kN} = 14.56 \text{ m}$$

$$Y方向 \quad e_{y0} = (422,077.90 \text{ kN} \cdot \text{m} + 23,468.80 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 51,278.60 \text{ kN} = 8.69 \text{ m}$$

躯体の中心座標 $X = 14.28$ $Y = 8.20$

したがって、鉛直荷重重心の座標は、中心座標系で $X = 0.28$ $Y = 0.49$ となります。

水槽内平水時（Y方向加震：（-方向））

$$X方向 \quad e_{x0} = (743,655.50 \text{ kN} \cdot \text{m} + -0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 51,143.60 \text{ kN} = 14.54 \text{ m}$$

$$Y方向 \quad e_{y0} = (421,428.10 \text{ kN} \cdot \text{m} + -23,279.70 \text{ kN} \cdot \text{m}) / 51,143.60 \text{ kN} = 7.78 \text{ m}$$

躯体の中心座標 $X = 14.28$ $Y = 8.20$

したがって、鉛直荷重重心の座標は、中心座標系で $X = 0.26$ $Y = -0.42$ となります。

(2) 底版中心におけるモーメントの算定

$$M = e \cdot W$$

水槽内平水時 (X方向加震: (+方向))

X方向断面 $M_x = 0.72\text{m} \times 51,206.50\text{kN} = 36,868.68\text{kN}\cdot\text{m}$

Y方向断面 $M_y = 0.04\text{m} \times 51,206.50\text{kN} = 2,048.26\text{kN}\cdot\text{m}$

水槽内平水時 (X方向加震: (-方向))

X方向断面 $M_x = -0.19\text{m} \times 51,145.90\text{kN} = -9,717.72\text{kN}\cdot\text{m}$

Y方向断面 $M_y = 0.04\text{m} \times 51,145.90\text{kN} = 2,045.84\text{kN}\cdot\text{m}$

水槽内平水時 (Y方向加震: (+方向))

X方向断面 $M_x = 0.28\text{m} \times 51,278.60\text{kN} = 14,358.01\text{kN}\cdot\text{m}$

Y方向断面 $M_y = 0.49\text{m} \times 51,278.60\text{kN} = 25,126.51\text{kN}\cdot\text{m}$

水槽内平水時 (Y方向加震: (-方向))

X方向断面 $M_x = 0.26\text{m} \times 51,143.60\text{kN} = 13,279.34\text{kN}\cdot\text{m}$

Y方向断面 $M_y = -0.42\text{m} \times 51,143.60\text{kN} = -21,480.31\text{kN}\cdot\text{m}$

(3) 偏心率

躯体の寸法 $X = 29.71$ $Y = 17.56$

水槽内平水時 (X方向加震: (+方向))

X方向 $e_{x0} / L = 0.72\text{m} / 29.71\text{m} = 0.02 (= e_x)$

Y方向 $e_{y0} / L = 0.04\text{m} / 17.56\text{m} = 0.00 (= e_y)$

水槽内平水時 (X方向加震: (-方向))

X方向 $e_{x0} / L = -0.19\text{m} / 29.71\text{m} = -0.01 (= e_x)$

Y方向 $e_{y0} / L = 0.04\text{m} / 17.56\text{m} = 0.00 (= e_y)$

水槽内平水時 (Y方向加震: (+方向))

X方向 $e_{x0} / L = 0.28\text{m} / 29.71\text{m} = 0.01 (= e_x)$

Y方向 $e_{y0} / L = 0.49\text{m} / 17.56\text{m} = 0.03 (= e_y)$

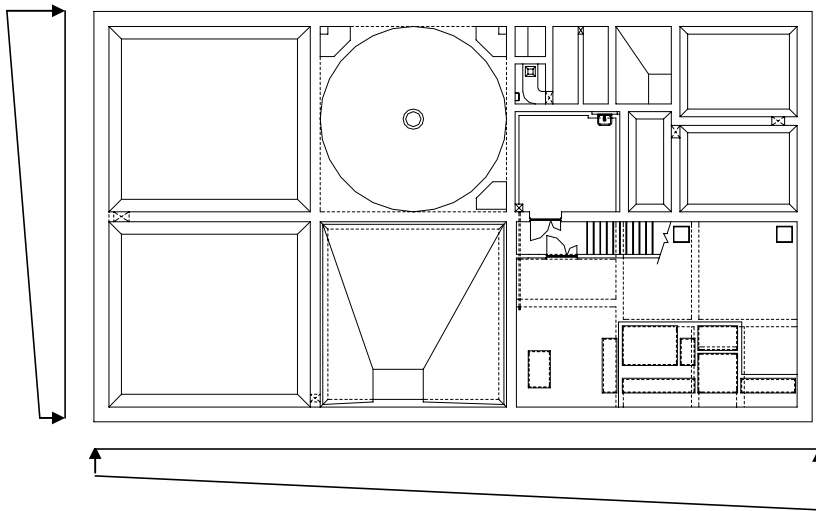
水槽内平水時 (Y方向加震: (-方向))

X方向 $e_{x0} / L = 0.26\text{m} / 29.71\text{m} = 0.01 (= e_x)$

Y方向 $e_{y0} / L = -0.42\text{m} / 17.56\text{m} = -0.02 (= e_y)$

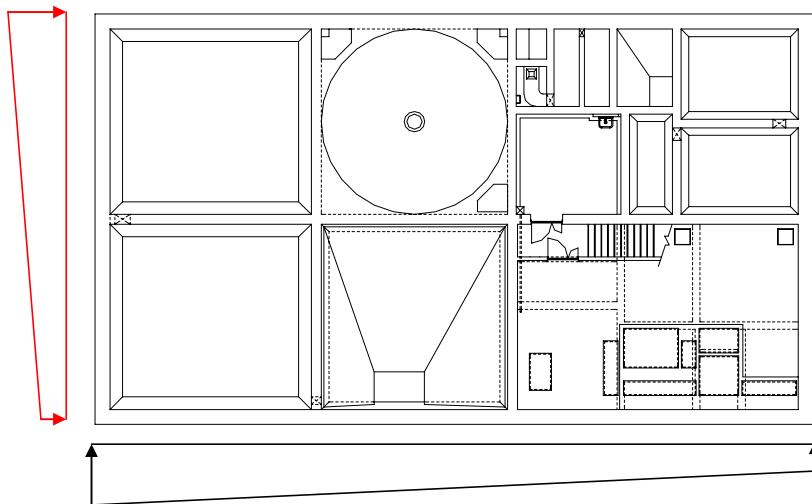
(4) 平均底板反力

水槽平水時 (X方向加震： (+ 方向))



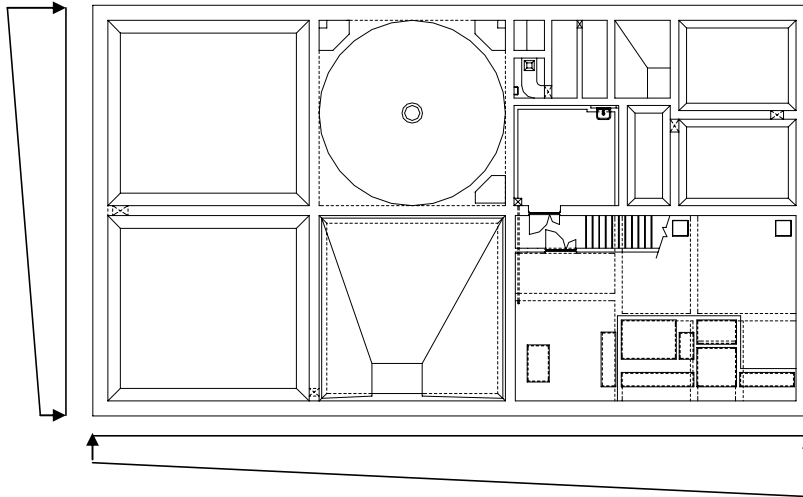
$$\text{平均底板反力} = 51,206.50\text{kN} / 521.71\text{m}^2 = 98.15\text{kN/m}^2$$

水槽平水時 (X方向加震： (- 方向))



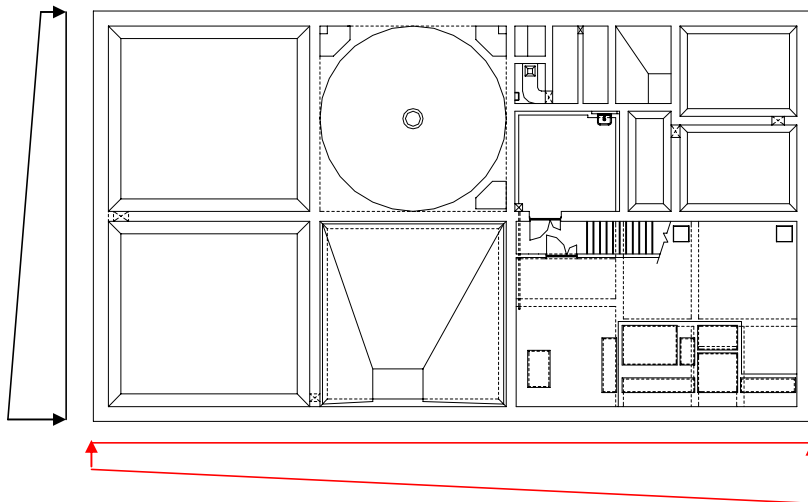
$$\text{平均底板反力} = 51,145.90\text{kN} / 521.71\text{m}^2 = 98.04\text{kN/m}^2$$

水槽平水時 (Y方向加震： (+ 方向))



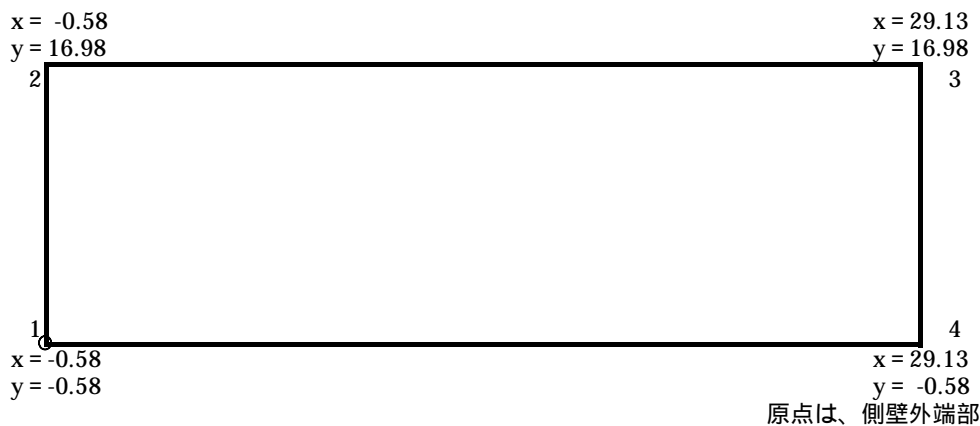
$$\text{平均底版反力} = 51,278.60\text{kN} / 521.71\text{m}^2 = 98.29\text{kN/m}^2$$

水槽平水時 (Y方向加震： (- 方向))



$$\text{平均底版反力} = 51,143.60\text{kN} / 521.71\text{m}^2 = 98.03\text{kN/m}^2$$

(5) 4隅の底版反力



水槽内平水時 (X方向加震: (+方向))

底版位置 (水槽名)		q (kN/m ²)
ばっ気槽 (1)	$1 = (1 - e_x \cdot 6) \cdot (1 - e_y \cdot 6) = 0.88$	86.37
ばっ気槽 (2)	$2 = (1 - e_x \cdot 6) \cdot (1 + e_y \cdot 6) = 0.88$	86.37
汚泥貯留槽 (1)	$3 = (1 + e_x \cdot 6) \cdot (1 + e_y \cdot 6) = 1.12$	109.93
前処理室	$4 = (1 + e_x \cdot 6) \cdot (1 - e_y \cdot 6) = 1.12$	109.93

水槽内平水時 (X方向加震: (-方向))

底版位置 (水槽名)		q (kN/m ²)
ばっ気槽 (1)	$1 = (1 - e_x \cdot 6) \cdot (1 - e_y \cdot 6) = 1.06$	103.92
ばっ気槽 (2)	$2 = (1 - e_x \cdot 6) \cdot (1 + e_y \cdot 6) = 1.06$	103.92
汚泥貯留槽 (1)	$3 = (1 + e_x \cdot 6) \cdot (1 + e_y \cdot 6) = 0.94$	92.16
前処理室	$4 = (1 + e_x \cdot 6) \cdot (1 - e_y \cdot 6) = 0.94$	92.16

水槽内平水時 (Y方向加震: (+方向))

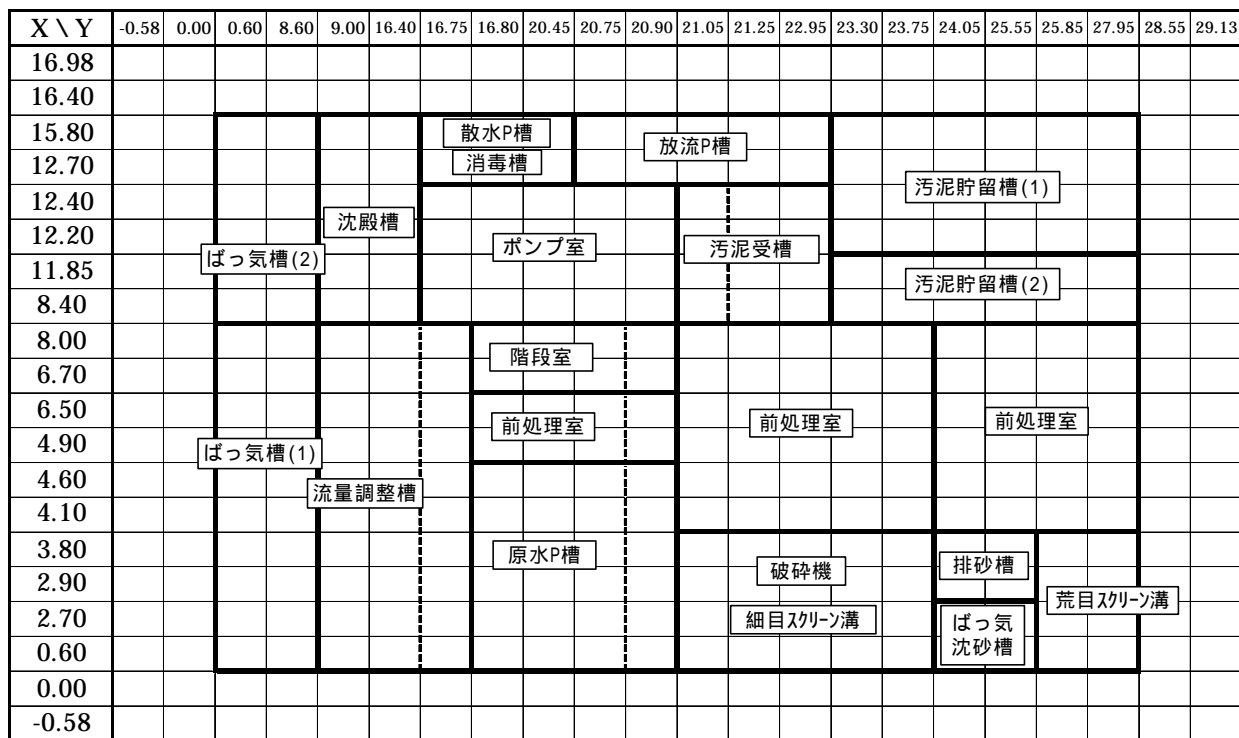
底版位置 (水槽名)		q (kN/m ²)
ばっ気槽 (1)	$1 = (1 - e_x \cdot 6) \cdot (1 - e_y \cdot 6) = 0.77$	75.68
ばっ気槽 (2)	$2 = (1 - e_x \cdot 6) \cdot (1 + e_y \cdot 6) = 1.11$	109.10
汚泥貯留槽 (1)	$3 = (1 + e_x \cdot 6) \cdot (1 + e_y \cdot 6) = 1.25$	122.86
前処理室	$4 = (1 + e_x \cdot 6) \cdot (1 - e_y \cdot 6) = 0.87$	85.51

水槽内平水時 (Y方向加震: (-方向))

底版位置 (水槽名)		q (kN/m ²)
ばっ気槽 (1)	$1 = (1 - e_x \cdot 6) \cdot (1 - e_y \cdot 6) = 1.05$	102.93
ばっ気槽 (2)	$2 = (1 - e_x \cdot 6) \cdot (1 + e_y \cdot 6) = 0.83$	81.36
汚泥貯留槽 (1)	$3 = (1 + e_x \cdot 6) \cdot (1 + e_y \cdot 6) = 0.93$	91.17
前処理室	$4 = (1 + e_x \cdot 6) \cdot (1 - e_y \cdot 6) = 1.19$	116.66

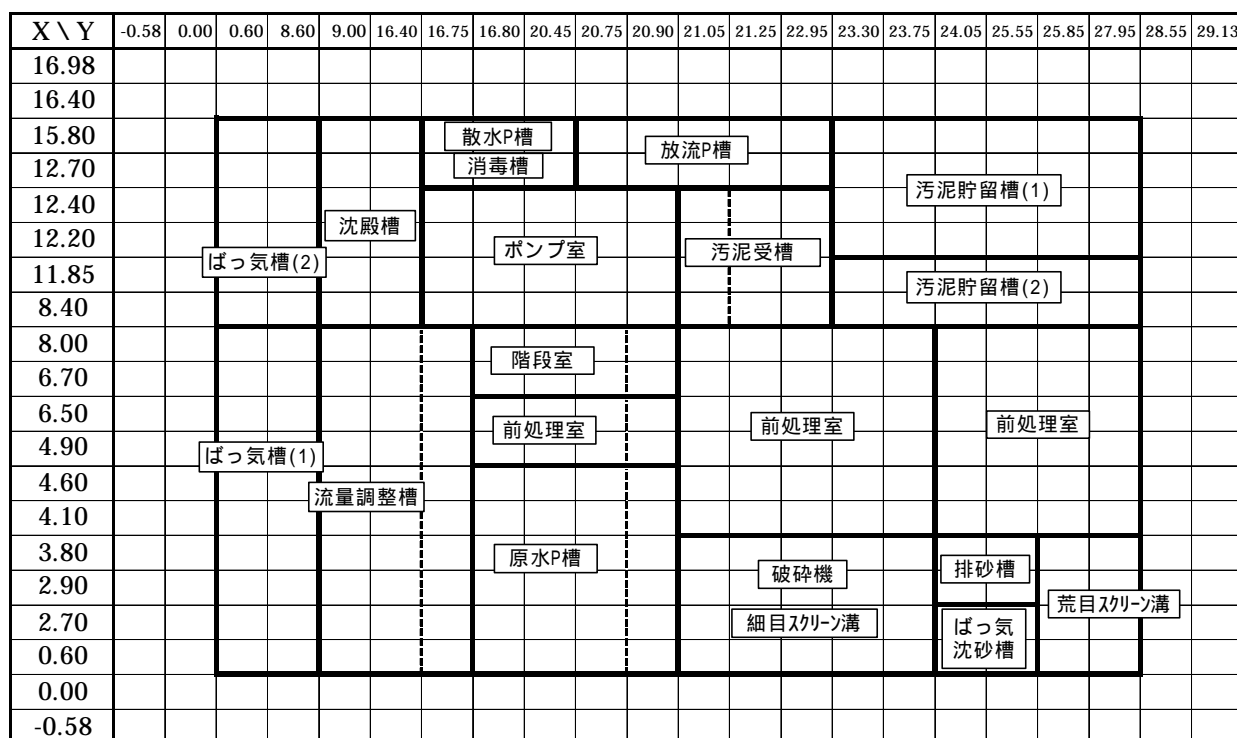
水槽平水時 (X方向加震: (+方向))

X \ Y	-0.58	0.00	0.60	8.60	9.00	16.40	16.75	16.80	20.45	20.75	20.90	21.05	21.25	22.95	23.30	23.75	24.05	25.55	25.85	27.95	28.55	29.13
16.98	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
16.40	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
15.80	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
12.70	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
12.40	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
12.20	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
11.85	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
8.40	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
8.00	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
6.70	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
6.50	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
4.90	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
4.60	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
4.10	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
3.80	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
2.90	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
2.70	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
0.60	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
0.00	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93
-0.58	86.37	86.83	87.31	93.65	93.97	99.84	100.11	100.15	103.05	103.28	103.40	103.52	103.68	105.03	105.31	105.66	105.90	107.09	107.33	108.99	109.47	109.93



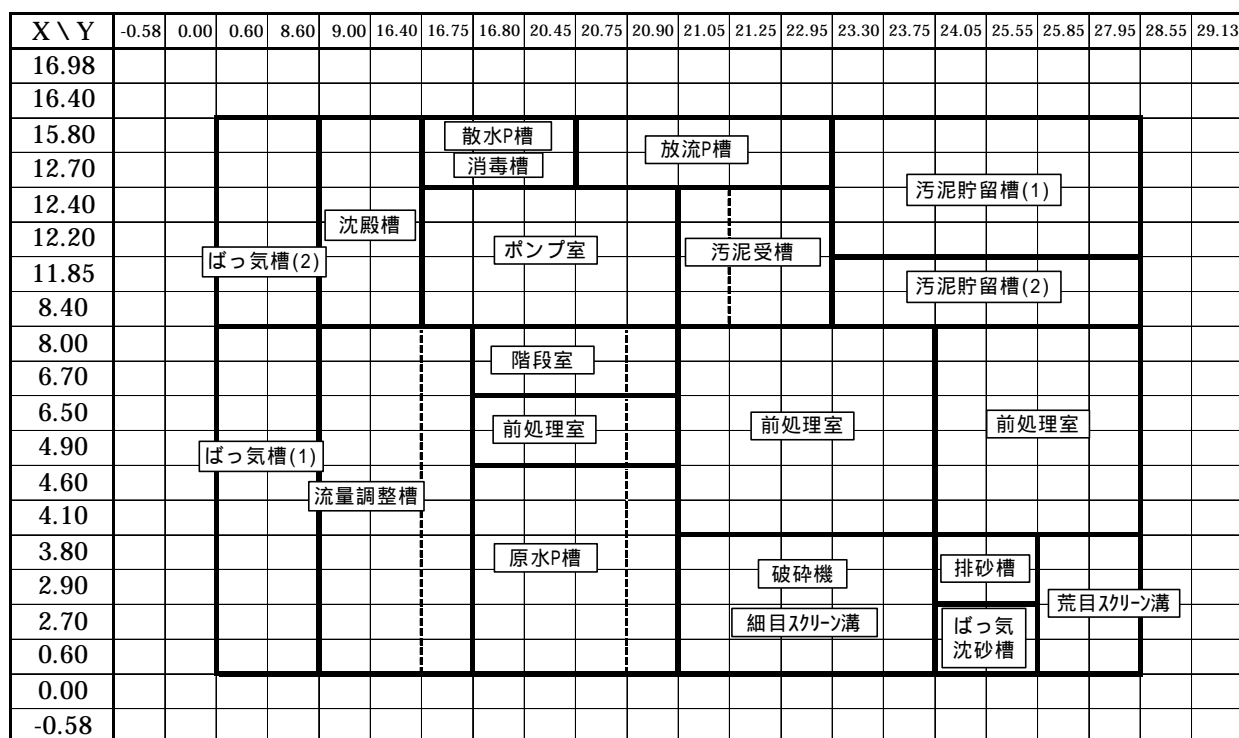
水槽平水時 (X方向加震: (-方向))

X \ Y	-0.58	0.00	0.60	8.60	9.00	16.40	16.75	16.80	20.45	20.75	20.90	21.05	21.25	22.95	23.30	23.75	24.05	25.55	25.85	27.95	28.55	29.13
16.98	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
16.40	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
15.80	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
12.70	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
12.40	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
12.20	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
11.85	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
8.40	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
8.00	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
6.70	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
6.50	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
4.90	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
4.60	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
4.10	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
3.80	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
2.90	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
2.70	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
0.60	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
0.00	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16
-0.58	103.92	103.69	103.45	100.29	100.13	97.20	97.06	97.04	95.60	95.48	95.42	95.36	95.28	94.61	94.47	94.29	94.17	93.58	93.46	92.63	92.39	92.16



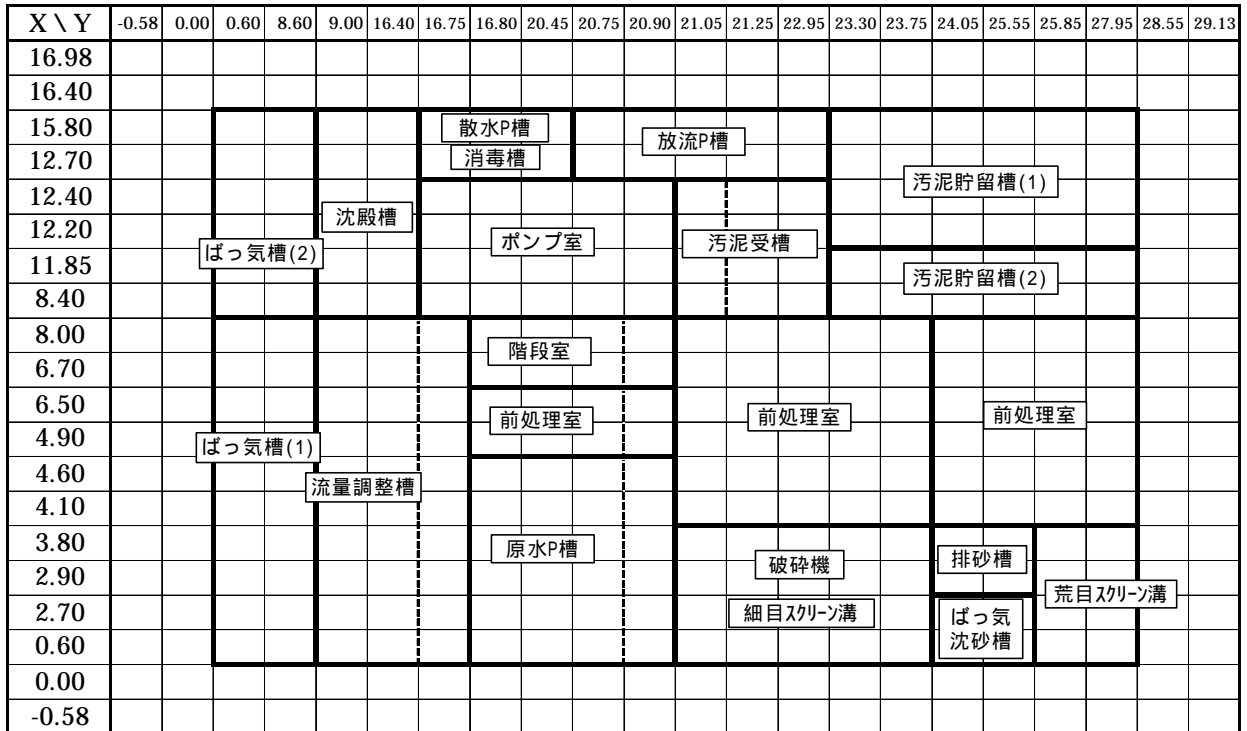
水槽平水時 (Y方向加震: (+方向))

X\Y	-0.58	0.00	0.60	8.60	9.00	16.40	16.75	16.80	20.45	20.75	20.90	21.05	21.25	22.95	23.30	23.75	24.05	25.55	25.85	27.95	28.55	29.13
16.98	109.10	109.37	109.65	113.35	113.54	116.96	117.13	117.15	118.84	118.98	119.05	119.12	119.21	120.00	120.16	120.37	120.51	121.20	121.34	122.31	122.59	122.86
16.40	108.00	108.27	108.54	112.21	112.39	115.79	115.95	115.97	117.65	117.79	117.85	117.92	118.01	118.79	118.96	119.16	119.30	119.99	120.13	121.09	121.36	121.63
15.80	106.85	107.11	107.39	111.02	111.20	114.57	114.72	114.75	116.41	116.54	116.61	116.68	116.77	117.54	117.70	117.91	118.04	118.72	118.86	119.81	120.09	120.35
12.70	100.95	101.20	101.46	104.91	105.08	108.27	108.42	108.44	110.02	110.15	110.21	110.28	110.36	111.10	111.25	111.44	111.57	112.22	112.35	113.25	113.51	113.76
12.40	100.38	100.63	100.89	104.32	104.49	107.66	107.81	107.83	109.40	109.53	109.59	109.66	109.74	110.47	110.62	110.81	110.94	111.58	111.71	112.61	112.87	113.12
12.20	100.00	100.25	100.50	103.92	104.09	107.25	107.40	107.42	108.98	109.11	109.17	109.24	109.32	110.05	110.20	110.39	110.52	111.16	111.29	112.19	112.44	112.69
11.85	99.34	99.59	99.84	103.24	103.41	106.55	106.70	106.72	108.27	108.39	108.46	108.52	108.61	109.33	109.48	109.67	109.79	110.43	110.56	111.45	111.70	111.95
8.40	92.77	93.00	93.24	96.43	96.59	99.54	99.68	99.70	101.15	101.27	101.33	101.39	101.47	102.15	102.29	102.47	102.59	103.18	103.30	104.14	104.38	104.61
8.00	92.01	92.24	92.48	95.64	95.80	98.73	98.86	98.88	100.33	100.45	100.51	100.56	100.64	101.32	101.45	101.63	101.75	102.34	102.46	103.29	103.53	103.76
6.70	89.54	89.76	89.99	93.08	93.23	96.08	96.22	96.24	97.64	97.76	97.82	97.88	97.95	98.61	98.74	98.92	99.03	99.61	99.73	100.54	100.77	100.99
6.50	89.15	89.37	89.60	92.68	92.83	95.68	95.81	95.83	97.23	97.35	97.41	97.46	97.54	98.19	98.33	98.50	98.62	99.19	99.31	100.12	100.35	100.57
4.90	86.11	86.33	86.55	89.53	89.68	92.43	92.56	92.58	93.94	94.05	94.11	94.16	94.24	94.87	95.00	95.17	95.28	95.84	95.95	96.73	96.95	97.17
4.60	85.54	85.75	85.98	88.94	89.08	91.82	91.95	91.97	93.32	93.43	93.49	93.54	93.62	94.24	94.37	94.54	94.65	95.21	95.32	96.09	96.32	96.53
4.10	84.59	84.80	85.02	87.95	88.10	90.80	90.93	90.95	92.28	92.39	92.45	92.50	92.58	93.20	93.33	93.49	93.60	94.15	94.26	95.03	95.25	95.46
3.80	84.02	84.23	84.45	87.36	87.51	90.20	90.33	90.34	91.67	91.78	91.84	91.89	91.96	92.58	92.71	92.87	92.98	93.53	93.64	94.40	94.62	94.83
2.90	82.30	82.51	82.72	85.58	85.72	88.36	88.49	88.51	89.81	89.92	89.97	90.02	90.10	90.70	90.83	90.99	91.10	91.63	91.74	92.49	92.70	92.91
2.70	81.92	82.13	82.34	85.19	85.33	87.96	88.09	88.10	89.40	89.51	89.56	89.62	89.69	90.29	90.42	90.58	90.68	91.22	91.32	92.07	92.28	92.49
0.60	77.93	78.13	78.33	81.05	81.18	83.70	83.82	83.83	85.07	85.17	85.22	85.28	85.34	85.92	86.04	86.19	86.29	86.80	86.91	87.62	87.82	88.02
0.00	76.78	76.97	77.18	79.86	79.99	82.47	82.59	82.61	83.83	83.93	83.98	84.03	84.10	84.67	84.79	84.94	85.04	85.54	85.64	86.34	86.55	86.74
-0.58	75.68	75.87	76.07	78.72	78.85	81.30	81.41	81.43	82.64	82.74	82.79	82.84	82.90	83.47	83.58	83.73	83.83	84.33	84.42	85.12	85.32	85.51



水槽平時（Y方向加震（-方向））

X\Y	-0.58	0.00	0.60	8.60	9.00	16.40	16.75	16.80	20.45	20.75	20.90	21.05	21.25	22.95	23.30	23.75	24.05	25.55	25.85	27.95	28.55	29.13
16.98	81.36	81.55	81.75	84.39	84.52	86.97	87.08	87.10	88.30	88.40	88.45	88.50	88.57	89.13	89.24	89.39	89.49	89.99	90.09	90.78	90.98	91.17
16.40	82.07	82.26	82.46	85.14	85.28	87.75	87.87	87.88	89.11	89.21	89.26	89.31	89.37	89.94	90.06	90.21	90.31	90.81	90.91	91.62	91.82	92.01
15.80	82.81	83.01	83.21	85.92	86.06	88.57	88.68	88.70	89.94	90.04	90.09	90.14	90.21	90.79	90.90	91.06	91.16	91.67	91.77	92.48	92.68	92.88
12.70	86.62	86.83	87.05	89.94	90.09	92.77	92.90	92.91	94.24	94.35	94.40	94.45	94.53	95.14	95.27	95.43	95.54	96.08	96.19	96.95	97.17	97.38
12.40	86.99	87.20	87.42	90.34	90.48	93.18	93.31	93.33	94.66	94.77	94.82	94.87	94.95	95.57	95.69	95.86	95.97	96.52	96.62	97.39	97.61	97.82
12.20	87.23	87.44	87.66	90.59	90.74	93.45	93.58	93.59	94.93	95.04	95.10	95.15	95.22	95.85	95.98	96.14	96.25	96.80	96.91	97.68	97.90	98.11
11.85	87.66	87.87	88.10	91.05	91.19	93.92	94.05	94.07	95.42	95.53	95.58	95.64	95.71	96.34	96.47	96.64	96.75	97.30	97.41	98.18	98.41	98.62
8.40	91.90	92.13	92.37	95.52	95.68	98.60	98.74	98.76	100.20	100.31	100.37	100.43	100.51	101.18	101.32	101.50	101.62	102.21	102.33	103.15	103.39	103.62
8.00	92.39	92.62	92.86	96.04	96.20	99.15	99.28	99.30	100.76	100.88	100.94	101.00	101.07	101.75	101.89	102.07	102.19	102.79	102.91	103.74	103.98	104.21
6.70	93.99	94.23	94.47	97.73	97.89	100.91	101.05	101.07	102.55	102.68	102.74	102.80	102.88	103.57	103.72	103.90	104.02	104.63	104.75	105.61	105.85	106.09
6.50	94.23	94.47	94.71	97.98	98.15	101.17	101.32	101.34	102.83	102.95	103.01	103.08	103.16	103.85	104.00	104.18	104.30	104.92	105.04	105.90	106.14	106.38
4.90	96.20	96.44	96.70	100.07	100.23	103.35	103.50	103.52	105.06	105.18	105.24	105.31	105.39	106.11	106.26	106.44	106.57	107.20	107.33	108.21	108.47	108.71
4.60	96.57	96.82	97.07	100.45	100.62	103.75	103.90	103.92	105.47	105.59	105.66	105.72	105.81	106.53	106.67	106.86	106.99	107.63	107.75	108.64	108.89	109.14
4.10	97.18	97.43	97.68	101.10	101.27	104.43	104.58	104.60	106.16	106.29	106.35	106.42	106.50	107.23	107.38	107.57	107.70	108.34	108.47	109.37	109.62	109.87
3.80	97.55	97.80	98.06	101.49	101.66	104.84	104.99	105.01	106.57	106.70	106.77	106.83	106.92	107.65	107.80	107.99	108.12	108.76	108.89	109.79	110.05	110.30
2.90	98.66	98.91	99.17	102.66	102.84	106.06	106.21	106.24	107.83	107.96	108.02	108.09	108.18	108.92	109.07	109.26	109.40	110.05	110.18	111.10	111.36	111.61
2.70	98.90	99.15	99.42	102.92	103.09	106.33	106.48	106.50	108.10	108.23	108.30	108.36	108.45	109.20	109.35	109.55	109.68	110.33	110.46	111.38	111.65	111.90
0.60	101.48	101.74	102.01	105.64	105.82	109.18	109.34	109.36	111.01	111.15	111.22	111.29	111.38	112.15	112.31	112.51	112.65	113.33	113.46	114.42	114.69	114.95
0.00	102.22	102.49	102.76	106.42	106.61	109.99	110.15	110.18	111.85	111.98	112.05	112.12	112.21	112.99	113.15	113.36	113.49	114.18	114.32	115.28	115.55	115.82
-0.58	102.93	103.20	103.48	107.17	107.36	110.78	110.94	110.96	112.65	112.79	112.86	112.93	113.02	113.80	113.97	114.17	114.31	115.01	115.14	116.11	116.39	116.66



偏心を考慮した底版用設計荷重

各槽における底版の荷重強度は、以下の通りである。

水槽平水時（X方向加震：（+方向））

底版位置 （水槽名）	底版反力 （kN/m ² ）		底版自重による 荷重強度 （kN/m ² ）	無筋Coによる 荷重強度 （kN/m ² ）	低水位時水重に よる荷重強度 （kN/m ² ）	設計荷重強度 （kN/m ² ）		最大設計 荷重強度 （kN/m ² ）
ばっ気沈砂槽	105.90	107.09	17.15	43.70	10.78	34.27	35.46	35.46
	105.90	107.09				34.27	35.46	
流量調整槽	93.97	99.84	19.60	2.76	8.62	62.99	68.86	68.86
	93.97	99.84				62.99	68.86	
ばっ気槽（1）	87.31	93.65	19.60	0.00	49.00	18.71	25.05	25.05
	87.31	93.65				18.71	25.05	
ばっ気槽（2）	87.31	93.65	19.60	0.00	49.00	18.71	25.05	25.05
	87.31	93.65				18.71	25.05	
沈殿槽	93.97	99.84	19.60	34.50	34.30	5.57	11.44	11.44
	93.97	99.84				5.57	11.44	
散水ポンプ槽	100.11	103.05	19.60	4.83	2.84	72.84	75.78	75.78
	100.11	103.05				72.84	75.78	
原水ポンプ槽	100.15	103.28	17.15	7.13	1.86	74.01	77.14	77.14
	100.15	103.28				74.01	77.14	
汚泥受槽	103.68	105.03	19.60	0.00	9.80	74.28	75.63	75.63
	103.68	105.03				74.28	75.63	
汚泥貯留槽（1）	105.31	108.99	19.60	0.00	39.20	46.51	50.19	50.19
	105.31	108.99				46.51	50.19	
汚泥貯留槽（2）	105.31	108.99	19.60	0.00	39.20	46.51	50.19	50.19
	105.31	108.99				46.51	50.19	
放流ポンプ槽	103.28	105.03	19.60	0.00	4.90	78.78	80.53	80.53
	103.28	105.03				78.78	80.53	

水槽平水時（X方向加震：（-方向））

底版位置 （水槽名）	底版反力 （kN/m ² ）		底版自重による 荷重強度 （kN/m ² ）	無筋Coによる 荷重強度 （kN/m ² ）	低水位時水重に よる荷重強度 （kN/m ² ）	設計荷重強度 （kN/m ² ）		最大設計 荷重強度 （kN/m ² ）
ばっ気沈砂槽	94.17	93.58	17.15	43.70	10.78	22.54	21.95	22.54
	94.17	93.58				22.54	21.95	
流量調整槽	100.13	97.20	19.60	2.76	8.62	69.15	66.22	69.15
	100.13	97.20				69.15	66.22	
ばっ気槽（1）	103.45	100.29	19.60	0.00	49.00	34.85	31.69	34.85
	103.45	100.29				34.85	31.69	
ばっ気槽（2）	103.45	100.29	19.60	0.00	49.00	34.85	31.69	34.85
	103.45	100.29				34.85	31.69	
沈殿槽	100.13	97.20	19.60	34.50	34.30	11.73	8.80	11.73
	100.13	97.20				11.73	8.80	
散水ポンプ槽	97.06	95.60	19.60	4.83	2.84	69.79	68.33	69.79
	97.06	95.60				69.79	68.33	
原水ポンプ槽	97.04	95.48	17.15	7.13	1.86	70.90	69.34	70.90
	97.04	95.48				70.90	69.34	
汚泥受槽	95.28	94.61	19.60	0.00	9.80	65.88	65.21	65.88
	95.28	94.61				65.88	65.21	
汚泥貯留槽（1）	94.47	92.63	19.60	0.00	39.20	35.67	33.83	35.67
	94.47	92.63				35.67	33.83	
汚泥貯留槽（2）	94.47	92.63	19.60	0.00	39.20	35.67	33.83	35.67
	94.47	92.63				35.67	33.83	
放流ポンプ槽	95.48	94.61	19.60	0.00	4.90	70.98	70.11	70.98
	95.48	94.61				70.98	70.11	

水槽平水時（Y方向加震：（+方向））

底版位置 （水槽名）	底版反力 （kN/m ² ）		底版自重による 荷重強度 （kN/m ² ）	無筋Coによる 荷重強度 （kN/m ² ）	低水位時水重に よる荷重強度 （kN/m ² ）	設計荷重強度 （kN/m ² ）		最大設計 荷重強度 （kN/m ² ）
ばっ気沈砂槽	90.68	91.22	17.15	43.70	10.78	19.05	19.59	19.59
	86.29	86.80				14.66	15.17	
流量調整槽	95.80	98.73	19.60	2.76	8.62	64.82	67.75	67.75
	81.18	83.70				50.20	52.72	
ばっ気槽（1）	92.48	95.64	19.60	0.00	49.00	23.88	27.04	27.04
	78.33	81.05				9.73	12.45	
ばっ気槽（2）	107.39	111.02	19.60	0.00	49.00	38.79	42.42	42.42
	93.24	96.43				24.64	27.83	
沈殿槽	111.20	114.57	19.60	34.50	34.30	22.80	26.17	26.17
	96.59	99.54				8.19	11.14	
散水ポンプ槽	114.72	116.41	19.60	4.83	2.84	87.45	89.14	89.14
	108.42	110.02				81.15	82.75	
原水ポンプ槽	91.97	93.43	17.15	7.13	1.86	65.83	67.29	67.29
	83.83	85.17				57.69	59.03	
汚泥受槽	109.74	110.47	19.60	0.00	9.80	80.34	81.07	81.07
	101.47	102.15				72.07	72.75	
汚泥貯留槽（1）	117.70	119.81	19.60	0.00	39.20	58.90	61.01	61.01
	110.20	112.19				51.40	53.39	
汚泥貯留槽（2）	109.48	111.45	19.60	0.00	39.20	50.68	52.65	52.65
	102.29	104.14				43.49	45.34	
放流ポンプ槽	116.54	117.54	19.60	0.00	4.90	92.04	93.04	93.04
	110.15	111.10				85.65	86.60	

水槽平水時（Y方向加震：（-方向））

底版位置 （水槽名）	底版反力 （kN/m ² ）		底版自重による 荷重強度 （kN/m ² ）	無筋Coによる 荷重強度 （kN/m ² ）	低水位時水重に よる荷重強度 （kN/m ² ）	設計荷重強度 （kN/m ² ）		最大設計 荷重強度 （kN/m ² ）
ばっ気沈砂槽	109.68	110.33	17.15	43.70	10.78	38.05	38.70	41.70
	112.65	113.33				41.02	41.70	
流量調整槽	96.20	99.15	19.60	2.76	8.62	65.22	68.17	78.20
	105.82	109.18				74.84	78.20	
ばっ気槽（1）	92.86	96.04	19.60	0.00	49.00	24.26	27.44	37.04
	102.01	105.64				33.41	37.04	
ばっ気槽（2）	83.21	85.92	19.60	0.00	49.00	14.61	17.32	26.92
	92.37	95.52				23.77	26.92	
沈殿槽	86.06	88.57	19.60	34.50	34.30	-2.34	0.17	10.20
	95.68	98.60				7.28	10.20	
散水ポンプ槽	88.68	89.94	19.60	4.83	2.84	61.41	62.67	66.97
	92.90	94.24				65.63	66.97	
原水ポンプ槽	103.92	105.59	17.15	7.13	1.86	77.78	79.45	85.01
	109.36	111.15				83.22	85.01	
汚泥受槽	94.95	95.57	19.60	0.00	9.80	65.55	66.17	71.78
	100.51	101.18				71.11	71.78	
汚泥貯留槽（1）	90.90	92.48	19.60	0.00	39.20	32.10	33.68	38.88
	95.98	97.68				37.18	38.88	
汚泥貯留槽（2）	96.47	98.18	19.60	0.00	39.20	37.67	39.38	44.35
	101.32	103.15				42.52	44.35	
放流ポンプ槽	90.04	90.79	19.60	0.00	4.90	65.54	66.29	70.64
	94.35	95.14				69.85	70.64	

3-3 L1地震時（杭基礎）

鉛直荷重および原点モーメントの算出

水槽平水時（X方向加震：（+方向））

番号	荷重区分	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	原点における X方向モーメント M _{X0} (kN・m)	原点における Y方向モーメント M _{Y0} (kN・m)	原点における Z方向モーメント M _{Z0} (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重	2,709.36	541.86	40,001.70	21,550.80	3,753.10
	建屋荷重	1,914.50	382.90	35,537.10	7,879.90	2,680.30
	側壁・隔壁自重	15,041.50	3,008.28	236,839.20	124,999.90	10,013.30
	中床版自重	382.90	76.59	8,334.70	2,262.90	148.10
	底版自重 + 張出し上部土重	16,615.75	2,091.88	243,174.70	132,980.50	90.70
	水槽内梁自重	545.49	109.07	6,540.10	3,998.90	710.60
	階段自重	64.14	12.83	1,498.00	471.40	54.40
	無筋コンクリート自重	2,991.38	598.27	46,930.60	30,508.80	936.50
	砂詰め自重	1,910.70	382.13	39,367.00	14,763.50	305.90
小計		42,175.72	7,203.81	658,223.10	339,416.60	18,692.90
	水槽内水重	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力	-29,200.61		-437,381.90	-228,917.10	
B	動水圧		1,624.06			4,330.60
C	根入れ効果の土圧増分		-5,042.67			-12,984.88
計		22,005.89	3,785.20	307,658.30	192,826.60	10,038.62

水槽平水時（X方向加震：（-方向））

番号	荷重区分	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	原点における X方向モーメント M _{X0} (kN・m)	原点における Y方向モーメント M _{Y0} (kN・m)	原点における Z方向モーメント M _{Z0} (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重	2,709.36	-541.86	40,001.70	21,550.80	-3,753.10
	建屋荷重	1,853.90	-370.78	34,149.00	7,592.10	-2,595.40
	側壁・隔壁自重	15,041.50	-3,008.28	236,839.20	124,999.90	-10,013.30
	中床版自重	382.90	-76.59	8,334.70	2,262.90	-148.10
	底版自重 + 張出し上部土重	16,615.75	-2,091.88	243,174.70	132,980.50	-90.70
	水槽内梁自重	545.49	-109.07	6,540.10	3,998.90	-710.60
	階段自重	64.14	-12.83	1,498.00	471.40	-54.40
	無筋コンクリート自重	2,991.38	-598.27	46,930.60	30,508.80	-936.50
	砂詰め自重	1,910.70	-382.13	39,367.00	14,763.50	-305.90
小計		42,115.12	-7,191.69	656,835.00	339,128.80	-18,608.00
	水槽内水重 平水時	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力	-29,200.61		-437,381.90	-228,917.10	
B	動水圧		-1,624.06			-4,330.60
C	根入れ効果の土圧増分		5,034.18			12,963.01
計		21,945.29	-3,781.57	306,270.20	192,538.80	-9,975.59

水槽平水時（Y方向加震：（+方向））

番号	荷重区分	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	原点における X方向モーメント M _{X0} (kN・m)	原点における Y方向モーメント M _{Y0} (kN・m)	原点における Z方向モーメント M _{Z0} (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重	2,709.36	541.86	40,001.70	21,550.80	3,753.10
	建屋荷重	1,986.60	397.32	36,874.40	8,214.10	2,781.30
	側壁・隔壁自重	15,041.50	3,008.28	236,839.20	124,999.90	10,013.30
	中床版自重	382.90	76.59	8,334.70	2,262.90	148.10
	底版自重 + 張出し上部土重	16,615.75	2,091.88	243,174.70	132,980.50	90.70
	水槽内梁自重	545.49	109.07	6,540.10	3,998.90	710.60
	階段自重	64.14	12.83	1,498.00	471.40	54.40
	無筋コンクリート自重	2,991.38	598.27	46,930.60	30,508.80	936.50
	砂詰め自重	1,910.70	382.13	39,367.00	14,763.50	305.90
小計		42,247.82	7,218.23	659,560.40	339,750.80	18,793.90
	水槽内水重 平水時	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力	-29,200.61		-437,381.90	-228,917.10	
B	動水圧		1,761.48			4,674.90
C	根入れ効果の土圧増分		-5,052.76			-13,010.86
計		22,077.99	3,926.95	308,995.60	193,160.80	10,457.94

水槽平水時（Y方向加震：（-方向））

番号	荷重区分	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	原点における X方向モーメント M _{X0} (kN・m)	原点における Y方向モーメント M _{Y0} (kN・m)	原点における Z方向モーメント M _{Z0} (kN・m)
	頂版自重 + 設備荷重	2,709.36	-541.86	40,001.70	21,550.80	-3,753.10
	建屋荷重	1,851.60	-370.32	34,152.40	7,564.30	-2,592.20
	側壁・隔壁自重	15,041.50	-3,008.28	236,839.20	124,999.90	-10,013.30
	中床版自重	382.90	-76.59	8,334.70	2,262.90	-148.10
	底板自重 + 張出し上部土重	16,615.75	-2,091.88	243,174.70	132,980.50	-90.70
	水槽内梁自重	545.49	-109.07	6,540.10	3,998.90	-710.60
	階段自重	64.14	-12.83	1,498.00	471.40	-54.40
	無筋コンクリート自重	2,991.38	-598.27	46,930.60	30,508.80	-936.50
	砂詰め自重	1,910.70	-382.13	39,367.00	14,763.50	-305.90
小計		42,112.82	-7,191.23	656,838.40	339,101.00	-18,604.80
	水槽内水重 平水時	9,030.78		86,817.10	82,327.10	
A	揚圧力	-29,200.61		-437,381.90	-228,917.10	
B	動水圧		-1,761.48			-4,674.90
C	根入れ効果の土圧増分		5,033.86			12,962.19
計		21,942.99	-3,918.85	306,273.60	192,511.00	-10,317.51

偏心距離と中心モーメントの算定

(1) 底板中心からの偏心距離の算定

水槽内平水時（X方向加震：（+方向））

$$X方向 \quad e_{x0} = (307,658.30\text{kN}\cdot\text{m} + 10,038.62\text{kN}\cdot\text{m}) / 22,005.89\text{kN} = 14.44\text{m}$$

$$Y方向 \quad e_{y0} = (192,826.60\text{kN}\cdot\text{m} + 0.00\text{kN}\cdot\text{m}) / 22,005.89\text{kN} = 8.76\text{m}$$

躯体の中心座標 $X = 14.28$ $Y = 8.20$

したがって、鉛直荷重重心の座標は、中心座標系で $X = 0.16$ $Y = 0.56$ となります。

水槽内平水時（X方向加震：（-方向））

$$X方向 \quad e_{x0} = (306,270.20\text{kN}\cdot\text{m} + -9,975.59\text{kN}\cdot\text{m}) / 21,945.29\text{kN} = 13.50\text{m}$$

$$Y方向 \quad e_{y0} = (192,538.80\text{kN}\cdot\text{m} + -0.00\text{kN}\cdot\text{m}) / 21,945.29\text{kN} = 8.77\text{m}$$

躯体の中心座標 $X = 14.28$ $Y = 8.20$

したがって、鉛直荷重重心の座標は、中心座標系で $X = -0.78$ $Y = 0.57$ となります。

水槽内平水時（Y方向加震：（+方向））

$$X方向 \quad e_{x0} = (308,995.60\text{kN}\cdot\text{m} + 0.00\text{kN}\cdot\text{m}) / 22,077.99\text{kN} = 14.00\text{m}$$

$$Y方向 \quad e_{y0} = (193,160.80\text{kN}\cdot\text{m} + 10,457.94\text{kN}\cdot\text{m}) / 22,077.99\text{kN} = 9.22\text{m}$$

躯体の中心座標 $X = 14.28$ $Y = 8.20$

したがって、鉛直荷重重心の座標は、中心座標系で $X = -0.28$ $Y = 1.02$ となります。

水槽内平水時（Y方向加震：（-方向））

$$X方向 \quad e_{x0} = (306,273.60\text{kN}\cdot\text{m} + -0.00\text{kN}\cdot\text{m}) / 21,942.99\text{kN} = 13.96\text{m}$$

$$Y方向 \quad e_{y0} = (192,511.00\text{kN}\cdot\text{m} + -10,317.51\text{kN}\cdot\text{m}) / 21,942.99\text{kN} = 8.30\text{m}$$

躯体の中心座標 $X = 14.28$ $Y = 8.20$

したがって、鉛直荷重重心の座標は、中心座標系で $X = -0.32$ $Y = 0.10$ となります。

(2) 底版中心におけるモーメントの算定

$$M = e \cdot W$$

水槽内平水時 (X方向加震: (+方向))

X方向断面 $M_x = 0.16\text{m} \times 22,005.89\text{kN} = 3,520.94\text{kN}\cdot\text{m}$

Y方向断面 $M_y = 0.56\text{m} \times 22,005.89\text{kN} = 12,323.30\text{kN}\cdot\text{m}$

水槽内平水時 (X方向加震: (-方向))

X方向断面 $M_x = -0.78\text{m} \times 21,945.29\text{kN} = -17,117.33\text{kN}\cdot\text{m}$

Y方向断面 $M_y = 0.57\text{m} \times 21,945.29\text{kN} = 12,508.82\text{kN}\cdot\text{m}$

水槽内平水時 (Y方向加震: (+方向))

X方向断面 $M_x = -0.28\text{m} \times 22,077.99\text{kN} = -6,181.84\text{kN}\cdot\text{m}$

Y方向断面 $M_y = 1.02\text{m} \times 22,077.99\text{kN} = 22,519.55\text{kN}\cdot\text{m}$

水槽内平水時 (Y方向加震: (-方向))

X方向断面 $M_x = -0.32\text{m} \times 21,942.99\text{kN} = -7,021.76\text{kN}\cdot\text{m}$

Y方向断面 $M_y = 0.10\text{m} \times 21,942.99\text{kN} = 2,194.30\text{kN}\cdot\text{m}$

3-4 荷重集計

	水槽内状態	加震方向	鉛直力V (kN)	水平力H (kN)	モーメントMex (kN・m)	モーメントMey (kN・m)
常時	満水時	-	54,946	0	12,857	-4,231
	空水時	-	43,826	0	54,388	-6,442
L1地震時 (直接基礎)	平水時	X方向加震： (+)	51,207	8,828	36,869	2,048
	平水時	X方向加震： (-)	51,146	-8,816	-9,718	2,046
	平水時	Y方向加震： (+)	51,279	8,980	14,358	25,127
	平水時	Y方向加震： (-)	51,144	-8,953	13,297	-21,480
L1地震時 (杭基礎)	平水時	X方向加震： (+)	22,006	3,785	3,521	12,323
	平水時	X方向加震： (-)	21,945	-3,782	-17,117	12,509
	平水時	Y方向加震： (+)	22,078	3,927	-6,182	22,520
	平水時	Y方向加震： (-)	21,943	-3,919	-7,022	2,194

**参考資料 - 4 杭基礎構造計算結果出力
(剛結合とピン結合の各計算及び比較)**

・水平方向地盤反力係数 kH (kN/m^3)

層No	層厚 (m)		橋軸方向		橋軸直角方向	
	常 時	地震時	常 時	地震時	常 時	地震時
1	3.670	3.670	35,584	71,168	35,584	71,168
2	1.250	1.250	8,896	17,792	8,896	17,792
3	3.300	3.300	109,717	219,434	109,717	219,434
4	0.700	0.700	71,168	142,336	71,168	142,336
5	0.980	0.980	148,266	296,533	148,266	296,533

1.6 作用力

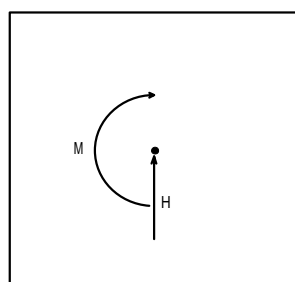
(1) 橋軸方向

No	荷重ケース名称	割増係数	鉛直力 V (kN)	水平力 H (kN)	モーメント M (kN・m)
1	常 時	1.00	43,826	0	-6,442
2	常 時	1.00	54,946	0	-4,231
3	地震時	1.50	22,078	3,927	22,520
4	地震時	1.50	21,943	-3,919	2,194

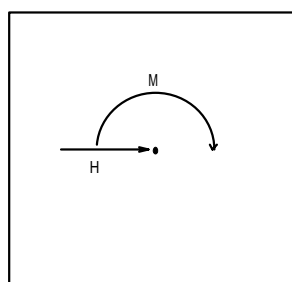
(2) 橋軸直角方向

No	荷重ケース名称	割増係数	鉛直力 V (kN)	水平力 H (kN)	モーメント M (kN・m)
1	常 時	1.00	43,826	0	54,388
2	常 時	1.00	54,946	0	12,857
3	地震時	1.50	22,006	3,785	3,521
4	地震時	1.50	21,945	-3,782	-17,117

橋軸方向



橋軸直角方向



(2) 常時

・原点作用力

$$V_o = 54,946.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 0.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = -4,231.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 4.00 \text{ (mm)}$$

$$x = -0.02 \text{ (mm)}$$

$$= -0.00001299 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	Y (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	7.900	8	1,487.25	0.00	-1.68	1,487.25	0.00	-0.02
2	5.267	1	1,500.31	0.00	-1.68	1,500.31	0.00	-0.02
3	4.350	4	1,504.86	0.00	-1.68	1,504.86	0.00	-0.02
4	2.633	1	1,513.38	0.00	-1.68	1,513.38	0.00	-0.02
5	0.000	8	1,526.44	0.00	-1.68	1,526.44	0.00	-0.02
6	-2.633	1	1,539.51	0.00	-1.68	1,539.51	0.00	-0.02
7	-3.450	1	1,543.56	0.00	-1.68	1,543.56	0.00	-0.02
8	-4.250	3	1,547.53	0.00	-1.68	1,547.53	0.00	-0.02
9	-5.267	1	1,552.58	0.00	-1.68	1,552.58	0.00	-0.02
10	-7.900	8	1,565.64	0.00	-1.68	1,565.64	0.00	-0.02

$$PN_{\max} = 1,565.64 \text{ (kN)} \quad Ra = 1,655.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 1,487.25 \text{ (kN)} \quad Pa = -186.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.02 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(3) 地震時

・原点作用力

$$V_o = 22,078.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 3,927.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 22,520.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 1.60 \text{ (mm)}$$

$$x = 1.02 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00005618 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	Y (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	7.900	8	782.07	109.08	-115.85	782.07	109.08	1.02
2	5.267	1	725.57	109.08	-115.85	725.57	109.08	1.02
3	4.350	4	705.90	109.08	-115.85	705.90	109.08	1.02
4	2.633	1	669.06	109.08	-115.85	669.06	109.08	1.02
5	0.000	8	612.56	109.08	-115.85	612.56	109.08	1.02
6	-2.633	1	556.07	109.08	-115.85	556.07	109.08	1.02
7	-3.450	1	538.54	109.08	-115.85	538.54	109.08	1.02
8	-4.250	3	521.37	109.08	-115.85	521.37	109.08	1.02
9	-5.267	1	499.55	109.08	-115.85	499.55	109.08	1.02
10	-7.900	8	443.06	109.08	-115.85	443.06	109.08	1.02

$$PN_{\max} = 782.07 \text{ (kN)} \quad Ra = 2,483.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 443.06 \text{ (kN)} \quad Pa = -372.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 1.02 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(4) 地震時

・原点作用力

$$V_o = 21,943.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = -3,919.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 2,194.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 1.60 \text{ (mm)}$$

$$x = -0.96 \text{ (mm)}$$

$$= -0.00000643 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	Y (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	7.900	8	590.21	-108.86	123.16	590.21	-108.86	-0.96
2	5.267	1	596.67	-108.86	123.16	596.67	-108.86	-0.96
3	4.350	4	598.93	-108.86	123.16	598.93	-108.86	-0.96
4	2.633	1	603.14	-108.86	123.16	603.14	-108.86	-0.96
5	0.000	8	609.61	-108.86	123.16	609.61	-108.86	-0.96
6	-2.633	1	616.08	-108.86	123.16	616.08	-108.86	-0.96
7	-3.450	1	618.08	-108.86	123.16	618.08	-108.86	-0.96
8	-4.250	3	620.05	-108.86	123.16	620.05	-108.86	-0.96
9	-5.267	1	622.55	-108.86	123.16	622.55	-108.86	-0.96
10	-7.900	8	629.01	-108.86	123.16	629.01	-108.86	-0.96

$$PN_{\max} = 629.01 \text{ (kN)} \quad Ra = 2,483.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 590.21 \text{ (kN)} \quad Pa = -372.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.96 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

b) 杭頭ピン結

(1) 常時

・原点作用力

$$V_o = 43,826.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 0.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = -6,442.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 3.19 \text{ (mm)}$$

$$x = 0.00 \text{ (mm)}$$

$$= -0.00001711 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	Y (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	7.900	8	1,165.99	0.00	0.00	1,165.99	0.00	0.00
2	5.267	1	1,183.20	0.00	0.00	1,183.20	0.00	0.00
3	4.350	4	1,189.19	0.00	0.00	1,189.19	0.00	0.00
4	2.633	1	1,200.40	0.00	0.00	1,200.40	0.00	0.00
5	0.000	8	1,217.61	0.00	0.00	1,217.61	0.00	0.00
6	-2.633	1	1,234.81	0.00	0.00	1,234.81	0.00	0.00
7	-3.450	1	1,240.15	0.00	0.00	1,240.15	0.00	0.00
8	-4.250	3	1,245.37	0.00	0.00	1,245.37	0.00	0.00
9	-5.267	1	1,252.02	0.00	0.00	1,252.02	0.00	0.00
10	-7.900	8	1,269.22	0.00	0.00	1,269.22	0.00	0.00

$$PN_{\max} = 1,269.22 \text{ (kN)} \quad Ra = 1,655.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 1,165.99 \text{ (kN)} \quad Pa = -186.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.00 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(2) 常時

・原点作用力

$$V_o = 54,946.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 0.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = -4,231.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 4.00 \text{ (mm)}$$

$$x = 0.00 \text{ (mm)}$$

$$= -0.00001312 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	Y (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	7.900	8	1,486.85	0.00	0.00	1,486.85	0.00	0.00
2	5.267	1	1,500.05	0.00	0.00	1,500.05	0.00	0.00
3	4.350	4	1,504.64	0.00	0.00	1,504.64	0.00	0.00
4	2.633	1	1,513.25	0.00	0.00	1,513.25	0.00	0.00
5	0.000	8	1,526.44	0.00	0.00	1,526.44	0.00	0.00
6	-2.633	1	1,539.64	0.00	0.00	1,539.64	0.00	0.00
7	-3.450	1	1,543.74	0.00	0.00	1,543.74	0.00	0.00
8	-4.250	3	1,547.74	0.00	0.00	1,547.74	0.00	0.00
9	-5.267	1	1,552.84	0.00	0.00	1,552.84	0.00	0.00
10	-7.900	8	1,566.04	0.00	0.00	1,566.04	0.00	0.00

$$PN_{\max} = 1,566.04 \text{ (kN)} \quad Ra = 1,655.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 1,486.85 \text{ (kN)} \quad Pa = -186.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.00 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(3) 地震時

・原点作用力

$$V_o = 22,078.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 3,927.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 22,520.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 1.60 \text{ (mm)}$$

$$x = 1.89 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00004716 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	Y (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	7.900	8	754.95	109.08	0.00	754.95	109.08	1.89
2	5.267	1	707.53	109.08	0.00	707.53	109.08	1.89
3	4.350	4	691.01	109.08	0.00	691.01	109.08	1.89
4	2.633	1	660.09	109.08	0.00	660.09	109.08	1.89
5	0.000	8	612.68	109.08	0.00	612.68	109.08	1.89
6	-2.633	1	565.26	109.08	0.00	565.26	109.08	1.89
7	-3.450	1	550.55	109.08	0.00	550.55	109.08	1.89
8	-4.250	3	536.14	109.08	0.00	536.14	109.08	1.89
9	-5.267	1	517.83	109.08	0.00	517.83	109.08	1.89
10	-7.900	8	470.41	109.08	0.00	470.41	109.08	1.89

$$PN_{\max} = 754.95 \text{ (kN)} \quad Ra = 2,483.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 470.41 \text{ (kN)} \quad Pa = -372.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 1.89 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(4) 地震時

・原点作用力

Vo = 21,943.0 (kN)
Ho = -3,919.0 (kN)
Mo = 2,194.0 (kN·m)

・原点変位

z = 1.60 (mm)
x = -1.89 (mm)
= 0.00000317 (rad)

・杭反力

No	Y (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	7.900	8	619.04	-108.86	0.00	619.04	-108.86	-1.89
2	5.267	1	615.86	-108.86	0.00	615.86	-108.86	-1.89
3	4.350	4	614.75	-108.86	0.00	614.75	-108.86	-1.89
4	2.633	1	612.67	-108.86	0.00	612.67	-108.86	-1.89
5	0.000	8	609.49	-108.86	0.00	609.49	-108.86	-1.89
6	-2.633	1	606.30	-108.86	0.00	606.30	-108.86	-1.89
7	-3.450	1	605.32	-108.86	0.00	605.32	-108.86	-1.89
8	-4.250	3	604.35	-108.86	0.00	604.35	-108.86	-1.89
9	-5.267	1	603.12	-108.86	0.00	603.12	-108.86	-1.89
10	-7.900	8	599.94	-108.86	0.00	599.94	-108.86	-1.89

PNmax = 619.04 (kN) Ra = 2,483.00 (kN) : OK

PNmin = 599.94 (kN) Pa = -372.00 (kN) : OK

f = 1.89 (mm) a = 50.00 (mm) : OK

(2) 橋軸直角方向

a) 杭頭剛結

(1) 常時

・原点作用力

Vo = 43,826.0 (kN)
Ho = 0.0 (kN)
Mo = 54,388.0 (kN·m)

・原点変位

z = 3.20 (mm)
x = 0.07 (mm)
= 0.00005268 (rad)

・杭反力

No	X (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	-13.975	7	942.57	0.00	6.82	942.57	0.00	0.07
2	-9.725	3	1,028.07	0.00	6.82	1,028.07	0.00	0.07
3	-5.475	5	1,113.57	0.00	6.82	1,113.57	0.00	0.07
4	-1.587	3	1,191.78	0.00	6.82	1,191.78	0.00	0.07
5	2.300	5	1,269.98	0.00	6.82	1,269.98	0.00	0.07
6	6.325	1	1,350.95	0.00	6.82	1,350.95	0.00	0.07
7	6.625	2	1,356.99	0.00	6.82	1,356.99	0.00	0.07
8	8.850	2	1,401.75	0.00	6.82	1,401.75	0.00	0.07
9	9.725	3	1,419.35	0.00	6.82	1,419.35	0.00	0.07
10	13.975	5	1,504.85	0.00	6.82	1,504.85	0.00	0.07

PNmax = 1,504.85 (kN) Ra = 1,655.00 (kN) : OK

PNmin = 942.57 (kN) Pa = -186.00 (kN) : OK

f = 0.07 (mm) a = 50.00 (mm) : OK

(2) 常時

・原点作用力

$$V_o = 54,946.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 0.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 12,857.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 4.00 \text{ (mm)}$$

$$x = 0.03 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00002328 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	X (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	-13.975	7	1,404.83	0.00	3.02	1,404.83	0.00	0.03
2	-9.725	3	1,442.61	0.00	3.02	1,442.61	0.00	0.03
3	-5.475	5	1,480.40	0.00	3.02	1,480.40	0.00	0.03
4	-1.587	3	1,514.96	0.00	3.02	1,514.96	0.00	0.03
5	2.300	5	1,549.52	0.00	3.02	1,549.52	0.00	0.03
6	6.325	1	1,585.30	0.00	3.02	1,585.30	0.00	0.03
7	6.625	2	1,587.97	0.00	3.02	1,587.97	0.00	0.03
8	8.850	2	1,607.75	0.00	3.02	1,607.75	0.00	0.03
9	9.725	3	1,615.53	0.00	3.02	1,615.53	0.00	0.03
10	13.975	5	1,653.31	0.00	3.02	1,653.31	0.00	0.03

$$PN_{\max} = 1,653.31 \text{ (kN)} \quad Ra = 1,655.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 1,404.83 \text{ (kN)} \quad Pa = -186.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.03 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(3) 地震時

・原点作用力

$$V_o = 22,006.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 3,785.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 3,521.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 1.60 \text{ (mm)}$$

$$x = 0.93 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00001139 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	X (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	-13.975	7	551.84	105.14	-118.16	551.84	105.14	0.93
2	-9.725	3	570.33	105.14	-118.16	570.33	105.14	0.93
3	-5.475	5	588.82	105.14	-118.16	588.82	105.14	0.93
4	-1.587	3	605.74	105.14	-118.16	605.74	105.14	0.93
5	2.300	5	622.65	105.14	-118.16	622.65	105.14	0.93
6	6.325	1	640.17	105.14	-118.16	640.17	105.14	0.93
7	6.625	2	641.47	105.14	-118.16	641.47	105.14	0.93
8	8.850	2	651.15	105.14	-118.16	651.15	105.14	0.93
9	9.725	3	654.96	105.14	-118.16	654.96	105.14	0.93
10	13.975	5	673.45	105.14	-118.16	673.45	105.14	0.93

$$PN_{\max} = 673.45 \text{ (kN)} \quad Ra = 2,483.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 551.84 \text{ (kN)} \quad Pa = -372.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.93 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(4) 地震時

・原点作用力

$$V_o = 21,945.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = -3,782.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = -17,117.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 1.59 \text{ (mm)}$$

$$x = -0.93 \text{ (mm)}$$

$$= -0.00001123 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	X (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	-13.975	7	668.15	-105.06	118.09	668.15	-105.06	-0.93
2	-9.725	3	649.93	-105.06	118.09	649.93	-105.06	-0.93
3	-5.475	5	631.71	-105.06	118.09	631.71	-105.06	-0.93
4	-1.587	3	615.04	-105.06	118.09	615.04	-105.06	-0.93
5	2.300	5	598.38	-105.06	118.09	598.38	-105.06	-0.93
6	6.325	1	581.12	-105.06	118.09	581.12	-105.06	-0.93
7	6.625	2	579.83	-105.06	118.09	579.83	-105.06	-0.93
8	8.850	2	570.29	-105.06	118.09	570.29	-105.06	-0.93
9	9.725	3	566.54	-105.06	118.09	566.54	-105.06	-0.93
10	13.975	5	548.32	-105.06	118.09	548.32	-105.06	-0.93

$$PN_{\max} = 668.15 \text{ (kN)} \quad Ra = 2,483.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 548.32 \text{ (kN)} \quad Pa = -372.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.93 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

b) 杭頭ピン結

(1) 常時

・原点作用力

$$V_o = 43,826.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 0.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 54,388.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 3.20 \text{ (mm)}$$

$$x = 0.00 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00005287 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	X (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	-13.975	7	941.58	0.00	0.00	941.58	0.00	0.00
2	-9.725	3	1,027.38	0.00	0.00	1,027.38	0.00	0.00
3	-5.475	5	1,113.19	0.00	0.00	1,113.19	0.00	0.00
4	-1.587	3	1,191.69	0.00	0.00	1,191.69	0.00	0.00
5	2.300	5	1,270.17	0.00	0.00	1,270.17	0.00	0.00
6	6.325	1	1,351.43	0.00	0.00	1,351.43	0.00	0.00
7	6.625	2	1,357.49	0.00	0.00	1,357.49	0.00	0.00
8	8.850	2	1,402.41	0.00	0.00	1,402.41	0.00	0.00
9	9.725	3	1,420.08	0.00	0.00	1,420.08	0.00	0.00
10	13.975	5	1,505.89	0.00	0.00	1,505.89	0.00	0.00

$$PN_{\max} = 1,505.89 \text{ (kN)} \quad Ra = 1,655.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 941.58 \text{ (kN)} \quad Pa = -186.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.00 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(2) 常時

・原点作用力

$$V_o = 54,946.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 0.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 12,857.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 4.00 \text{ (mm)}$$

$$x = 0.00 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00002336 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	X (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	-13.975	7	1,404.39	0.00	0.00	1,404.39	0.00	0.00
2	-9.725	3	1,442.31	0.00	0.00	1,442.31	0.00	0.00
3	-5.475	5	1,480.23	0.00	0.00	1,480.23	0.00	0.00
4	-1.587	3	1,514.92	0.00	0.00	1,514.92	0.00	0.00
5	2.300	5	1,549.60	0.00	0.00	1,549.60	0.00	0.00
6	6.325	1	1,585.52	0.00	0.00	1,585.52	0.00	0.00
7	6.625	2	1,588.19	0.00	0.00	1,588.19	0.00	0.00
8	8.850	2	1,608.05	0.00	0.00	1,608.05	0.00	0.00
9	9.725	3	1,615.85	0.00	0.00	1,615.85	0.00	0.00
10	13.975	5	1,653.77	0.00	0.00	1,653.77	0.00	0.00

$$PN_{\max} = 1,653.77 \text{ (kN)} \quad Ra = 1,655.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 1,404.39 \text{ (kN)} \quad Pa = -186.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 0.00 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(3) 地震時

・原点作用力

$$V_o = 22,006.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = 3,785.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = 3,521.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 1.60 \text{ (mm)}$$

$$x = 1.82 \text{ (mm)}$$

$$= 0.00000809 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	X (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	-13.975	7	569.05	105.14	0.00	569.05	105.14	1.82
2	-9.725	3	582.19	105.14	0.00	582.19	105.14	1.82
3	-5.475	5	595.32	105.14	0.00	595.32	105.14	1.82
4	-1.587	3	607.34	105.14	0.00	607.34	105.14	1.82
5	2.300	5	619.36	105.14	0.00	619.36	105.14	1.82
6	6.325	1	631.80	105.14	0.00	631.80	105.14	1.82
7	6.625	2	632.73	105.14	0.00	632.73	105.14	1.82
8	8.850	2	639.61	105.14	0.00	639.61	105.14	1.82
9	9.725	3	642.31	105.14	0.00	642.31	105.14	1.82
10	13.975	5	655.45	105.14	0.00	655.45	105.14	1.82

$$PN_{\max} = 655.45 \text{ (kN)} \quad Ra = 2,483.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 569.05 \text{ (kN)} \quad Pa = -372.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 1.82 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

(4) 地震時

・原点作用力

$$V_o = 21,945.0 \text{ (kN)}$$

$$H_o = -3,782.0 \text{ (kN)}$$

$$M_o = -17,117.0 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

・原点変位

$$z = 1.59 \text{ (mm)}$$

$$x = -1.82 \text{ (mm)}$$

$$= -0.00000793 \text{ (rad)}$$

・杭反力

No	X (m)	本数	PN (kN)	PH (kN)	Mt (kN·m)	Vi (kN)	Hi (kN)	fx (mm)
1	-13.975	7	650.95	-105.06	0.00	650.95	-105.06	-1.82
2	-9.725	3	638.08	-105.06	0.00	638.08	-105.06	-1.82
3	-5.475	5	625.21	-105.06	0.00	625.21	-105.06	-1.82
4	-1.587	3	613.44	-105.06	0.00	613.44	-105.06	-1.82
5	2.300	5	601.67	-105.06	0.00	601.67	-105.06	-1.82
6	6.325	1	589.48	-105.06	0.00	589.48	-105.06	-1.82
7	6.625	2	588.57	-105.06	0.00	588.57	-105.06	-1.82
8	8.850	2	581.83	-105.06	0.00	581.83	-105.06	-1.82
9	9.725	3	579.18	-105.06	0.00	579.18	-105.06	-1.82
10	13.975	5	566.32	-105.06	0.00	566.32	-105.06	-1.82

$$PN_{\max} = 650.95 \text{ (kN)} \quad Ra = 2,483.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$PN_{\min} = 566.32 \text{ (kN)} \quad Pa = -372.00 \text{ (kN)} \quad : \text{OK}$$

$$f = 1.82 \text{ (mm)} \quad a = 50.00 \text{ (mm)} \quad : \text{OK}$$

3) 橋軸方向

地震時

	杭頭剛結			杭頭ピン結		
H (kN)	109.08			109.08		
M (kN・m)	-115.85			0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)	114,080			57,736		
K2 (kN/rad)	130,083			0		
K3 (kN・m/m)	130,083			0		
K4 (kN・m/rad)	300,327			0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN・m)	-115.85			0.00		
Mmax (kN・m)	27.20			81.62		
Z (m)	3.326			1.825		
1/2Mmax(kN・m)	57.92			57.92		
S (kN)	78.74			-22.94		
Z (m)	0.619			3.402		
Mmax : 地中部最大モーメント				1/2Mmax = 1/2 ・ max (Mmax,Mt)		
Mt : 杭頭モーメント						
杭体断面力						
Z (m)	x (mm)	M (kN・m)	S (kN)	x (mm)	M (kN・m)	S (kN)
0.000	1.020	-115.85	109.08	1.889	0.00	109.08
0.500	0.957	-67.56	84.33	1.486	43.62	67.08
1.000	0.844	-31.14	61.82	1.113	68.70	34.80
1.500	0.709	-5.21	42.46	0.788	79.88	11.24
2.000	0.569	11.90	26.56	0.520	81.17	-4.94
2.500	0.437	21.92	14.06	0.310	75.93	-15.15
3.000	0.321	26.47	4.66	0.154	66.78	-20.82
3.500	0.223	27.02	-2.07	0.045	55.66	-23.21
3.670	0.194	26.51	-3.84	0.018	51.69	-23.48
4.000	0.145	25.12	-4.53	-0.023	43.94	-23.46
4.500	0.084	22.66	-5.24	-0.060	32.26	-23.19
4.920	0.046	20.39	-5.57	-0.073	22.60	-22.84
5.000	0.040	19.92	-6.10	-0.074	20.81	-21.94
5.500	0.010	16.31	-7.95	-0.072	11.26	-16.25
6.000	-0.008	12.28	-7.96	-0.063	4.48	-11.02
6.500	-0.018	8.53	-6.92	-0.050	0.10	-6.67
7.000	-0.021	5.44	-5.40	-0.037	-2.36	-3.33
7.500	-0.020	3.14	-3.80	-0.026	-3.39	-0.94
8.000	-0.017	1.61	-2.34	-0.017	-3.42	0.67
8.220	-0.016	1.16	-1.78	-0.013	-3.22	1.17
8.500	-0.013	0.72	-1.37	-0.010	-2.85	1.49
8.920	-0.009	0.25	-0.90	-0.006	-2.15	1.82
9.000	-0.009	0.19	-0.75	-0.005	-2.00	1.91
9.500	-0.004	0.00	-0.10	-0.002	-0.93	2.28
9.900	0.000	0.00	0.06	0.000	0.00	2.36

4) 橋軸方向

地震時

	杭頭剛結			杭頭ピン結		
H (kN)	-108.86			-108.86		
M (kN・m)	123.16			0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)	114,080			57,736		
K2 (kN/rad)	130,083			0		
K3 (kN・m/m)	130,083			0		
K4 (kN・m/rad)	300,327			0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN・m)	123.16			0.00		
Mmax (kN・m)	-25.12			-81.45		
Z (m)	3.443			1.825		
1/2Mmax(kN・m)	61.58			61.58		
S (kN)	-78.00			22.23		
Z (m)	0.661			3.235		
Mmax : 地中部最大モーメント				1/2Mmax = 1/2 ・ max (Mmax,Mt)		
Mt : 杭頭モーメント						
杭体断面力						
Z (m)	x (mm)	M (kN・m)	S (kN)	x (mm)	M (kN・m)	S (kN)
0.000	-0.962	123.16	-108.86	-1.886	0.00	-108.86
0.500	-0.920	74.66	-85.28	-1.483	-43.53	-66.94
1.000	-0.825	37.58	-63.46	-1.111	-68.56	-34.73
1.500	-0.702	10.74	-44.41	-0.787	-79.71	-11.21
2.000	-0.571	-7.36	-28.55	-0.519	-81.01	4.93
2.500	-0.444	-18.35	-15.93	-0.309	-75.78	15.12
3.000	-0.331	-23.79	-6.31	-0.153	-66.64	20.78
3.500	-0.234	-25.10	0.69	-0.045	-55.54	23.16
3.670	-0.205	-24.82	2.55	-0.018	-51.58	23.43
4.000	-0.155	-23.85	3.29	0.023	-43.85	23.41
4.500	-0.093	-21.99	4.06	0.060	-32.20	23.14
4.920	-0.054	-20.20	4.44	0.073	-22.55	22.79
5.000	-0.047	-19.82	5.06	0.074	-20.76	21.89
5.500	-0.015	-16.61	7.39	0.072	-11.24	16.22
6.000	0.005	-12.76	7.74	0.063	-4.47	10.99
6.500	0.015	-9.06	6.92	0.050	-0.10	6.65
7.000	0.020	-5.93	5.53	0.037	2.35	3.32
7.500	0.020	-3.56	3.98	0.026	3.38	0.93
8.000	0.017	-1.94	2.53	0.017	3.42	-0.67
8.220	0.016	-1.44	1.97	0.013	3.21	-1.17
8.500	0.014	-0.95	1.56	0.010	2.84	-1.49
8.920	0.010	-0.41	1.07	0.006	2.14	-1.81
9.000	0.009	-0.33	0.92	0.005	1.99	-1.91
9.500	0.004	-0.06	0.25	0.002	0.93	-2.28
9.900	0.000	0.00	0.09	0.000	0.00	-2.36

7) 橋軸直角方向

地震時

	杭頭剛結			杭頭ピン結		
H (kN)	105.14			105.14		
M (kN・m)	-118.16			0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)	114,080			57,736		
K2 (kN/rad)	130,083			0		
K3 (kN・m/m)	130,083			0		
K4 (kN・m/rad)	300,327			0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN・m)	-118.16			0.00		
Mmax (kN・m)	24.46			78.67		
Z (m)	3.430			1.825		
1/2Mmax(kN・m)	59.08			59.08		
S (kN)	75.38			-21.56		
Z (m)	0.656			3.253		
Mmax : 地中部最大モーメント				1/2Mmax = 1/2 ・ max (Mmax,Mt)		
Mt : 杭頭モーメント						
杭体断面力						
Z (m)	x (mm)	M (kN・m)	S (kN)	x (mm)	M (kN・m)	S (kN)
0.000	0.935	-118.16	105.14	1.821	0.00	105.14
0.500	0.893	-71.36	82.24	1.432	42.04	64.65
1.000	0.799	-35.62	61.10	1.073	66.22	33.54
1.500	0.679	-9.80	42.68	0.760	76.99	10.83
2.000	0.551	7.58	27.36	0.501	78.24	-4.76
2.500	0.428	18.09	15.19	0.299	73.19	-14.61
3.000	0.318	23.25	5.92	0.148	64.36	-20.07
3.500	0.225	24.43	-0.81	0.044	53.64	-22.37
3.670	0.197	24.14	-2.60	0.017	49.82	-22.63
4.000	0.149	23.16	-3.31	-0.022	42.35	-22.61
4.500	0.089	21.31	-4.04	-0.058	31.10	-22.35
4.920	0.051	19.53	-4.40	-0.070	21.78	-22.01
5.000	0.045	19.15	-4.99	-0.071	20.05	-21.14
5.500	0.014	16.00	-7.20	-0.070	10.86	-15.66
6.000	-0.005	12.27	-7.50	-0.061	4.32	-10.62
6.500	-0.015	8.69	-6.68	-0.048	0.10	-6.43
7.000	-0.019	5.68	-5.33	-0.036	-2.27	-3.21
7.500	-0.019	3.39	-3.82	-0.025	-3.26	-0.90
8.000	-0.017	1.84	-2.42	-0.016	-3.30	0.64
8.220	-0.015	1.36	-1.88	-0.013	-3.10	1.13
8.500	-0.013	0.90	-1.48	-0.010	-2.74	1.44
8.920	-0.009	0.38	-1.02	-0.006	-2.07	1.75
9.000	-0.009	0.30	-0.87	-0.005	-1.92	1.84
9.500	-0.004	0.05	-0.23	-0.002	-0.90	2.20
9.900	0.000	0.00	-0.07	0.000	0.00	2.28

8) 橋軸直角方向

地震時

	杭頭剛結			杭頭ピン結		
H (kN)	-105.06			-105.06		
M (kN・m)	118.09			0.00		
杭軸直角方向バネ定数						
K1 (kN/m)	114,080			57,736		
K2 (kN/rad)	130,083			0		
K3 (kN・m/m)	130,083			0		
K4 (kN・m/rad)	300,327			0		
Mt , Mmax , 1/2Mmax						
Mt (kN・m)	118.09			0.00		
Mmax (kN・m)	-24.44			-78.60		
Z (m)	3.430			1.825		
1/2Mmax(kN・m)	59.04			59.04		
S (kN)	-75.32			21.54		
Z (m)	0.657			3.252		
Mmax : 地中部最大モーメント				1/2Mmax = 1/2 ・ max (Mmax,Mt)		
Mt : 杭頭モーメント						
杭体断面力						
Z (m)	x (mm)	M (kN・m)	S (kN)	x (mm)	M (kN・m)	S (kN)
0.000	-0.934	118.09	-105.06	-1.820	0.00	-105.06
0.500	-0.892	71.32	-82.18	-1.431	-42.01	-64.60
1.000	-0.798	35.61	-61.06	-1.072	-66.17	-33.51
1.500	-0.678	9.81	-42.65	-0.759	-76.93	-10.82
2.000	-0.550	-7.56	-27.35	-0.501	-78.17	4.75
2.500	-0.428	-18.07	-15.18	-0.298	-73.13	14.59
3.000	-0.318	-23.23	-5.92	-0.148	-64.31	20.05
3.500	-0.225	-24.41	0.81	-0.044	-53.60	22.35
3.670	-0.197	-24.12	2.59	-0.017	-49.78	22.61
4.000	-0.149	-23.14	3.30	0.022	-42.31	22.59
4.500	-0.089	-21.29	4.03	0.058	-31.07	22.33
4.920	-0.051	-19.51	4.40	0.070	-21.76	21.99
5.000	-0.045	-19.13	4.99	0.071	-20.04	21.13
5.500	-0.014	-15.99	7.19	0.070	-10.85	15.65
6.000	0.005	-12.26	7.49	0.061	-4.31	10.61
6.500	0.015	-8.69	6.68	0.048	-0.10	6.42
7.000	0.019	-5.67	5.32	0.036	2.27	3.20
7.500	0.019	-3.39	3.82	0.025	3.26	0.90
8.000	0.017	-1.84	2.42	0.016	3.30	-0.64
8.220	0.015	-1.36	1.88	0.013	3.10	-1.13
8.500	0.013	-0.90	1.48	0.010	2.74	-1.44
8.920	0.009	-0.38	1.02	0.006	2.07	-1.75
9.000	0.009	-0.30	0.87	0.005	1.92	-1.84
9.500	0.004	-0.05	0.23	0.002	0.90	-2.20
9.900	0.000	0.00	0.07	0.000	0.00	-2.28

3) 橋軸方向

地震時

杭 径 $D = 700.0$ (mm)

杭 長 $L = 9.90$ (m)

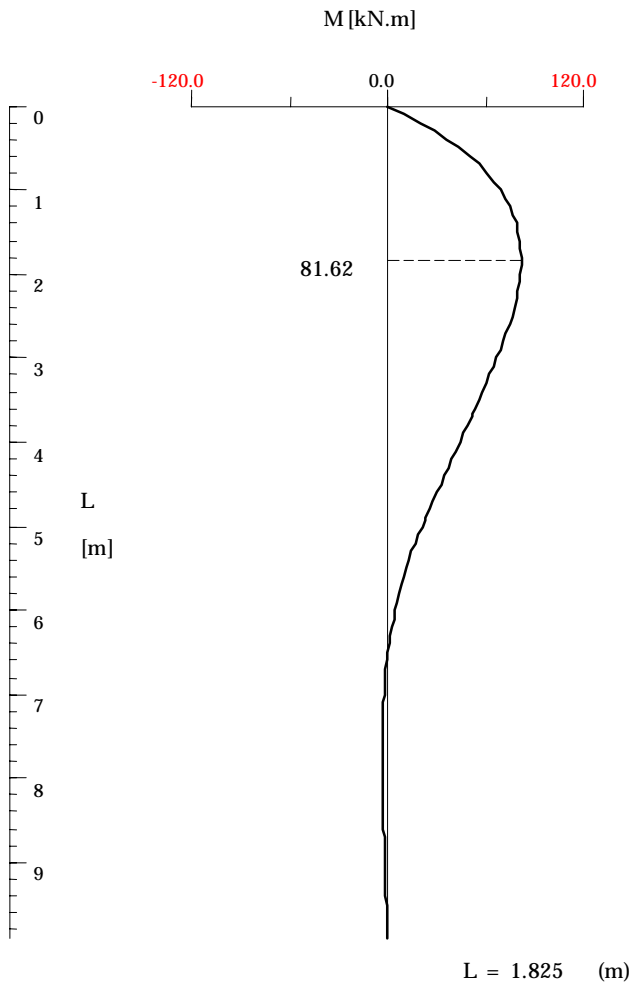
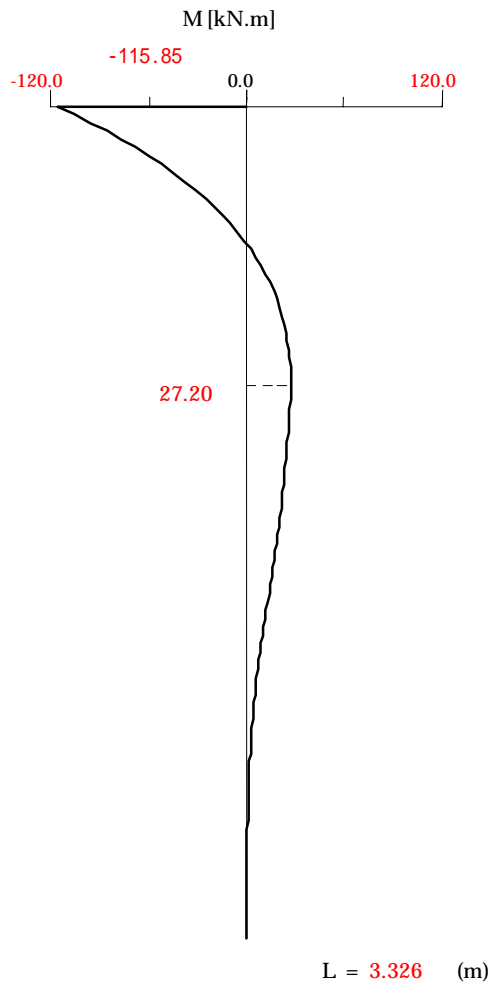
$H = 109.08$

$M = -115.85$ (kN·m)

$H = 109.08$ (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ピン結】

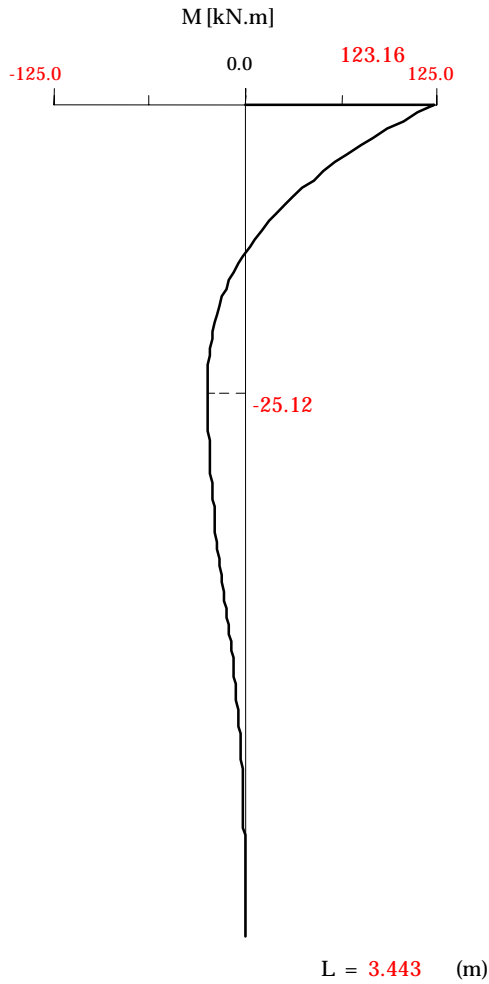


4) 橋軸方向 地震時
 杭 径 $D = 700.0$ (mm)
 $H = -108.86$ $M = 123.16$ (kN·m)

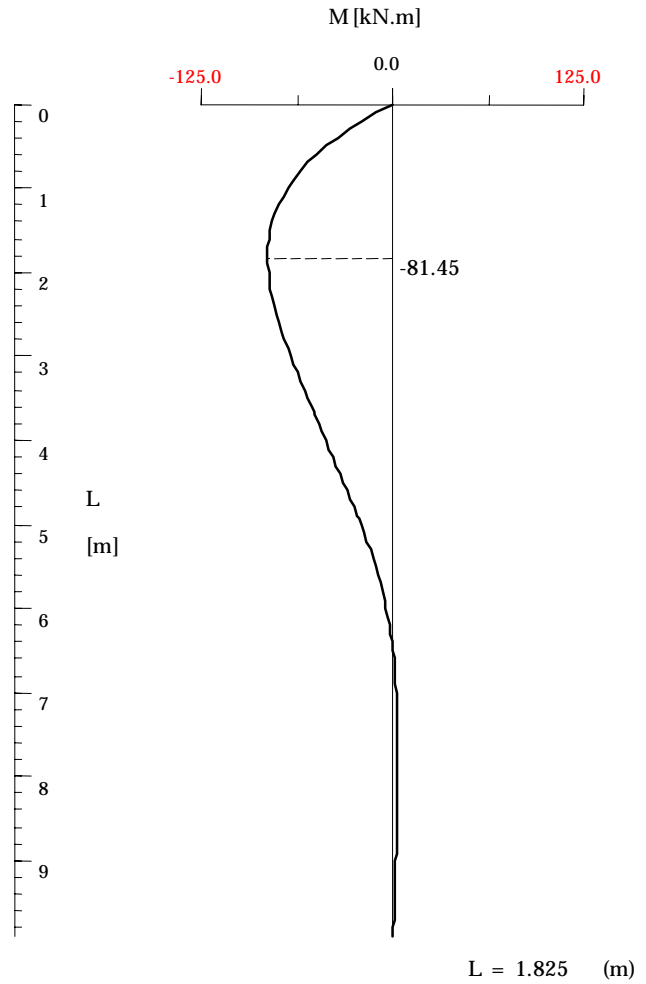
杭 長 $L = 9.90$ (m)

$H = -108.86$ (kN)

【杭頭剛結】



【杭頭ピン結】



7) 橋軸直角方向 地震時

杭 径 $D = 700.0$ (mm)

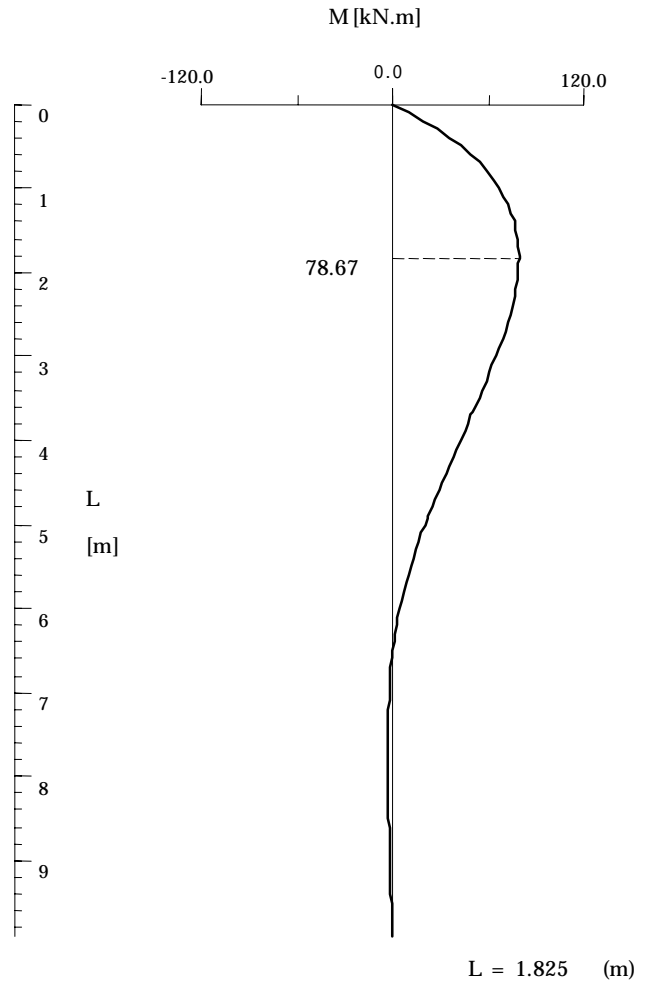
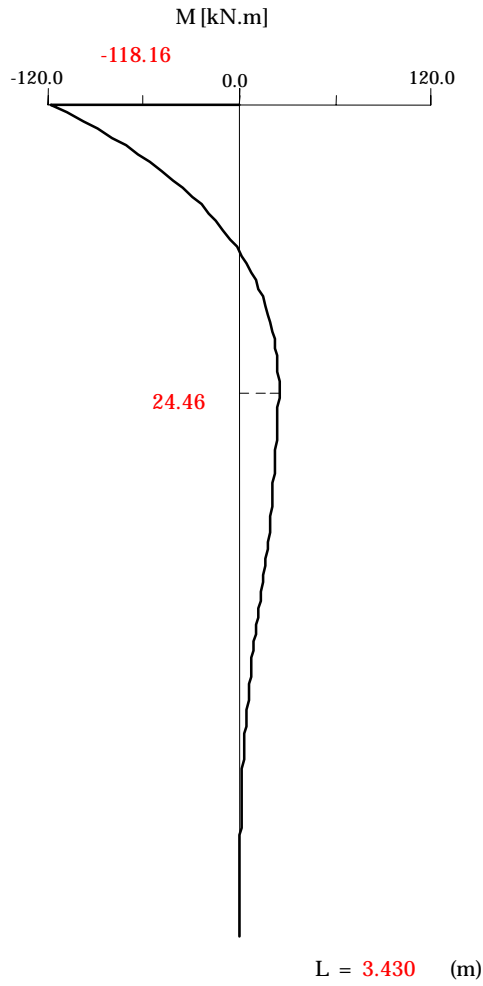
杭 長 $L = 9.90$ (m)

$H = 105.14$ $M = -118.16$ (kN·m)

$H = 105.14$ (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ピン結】



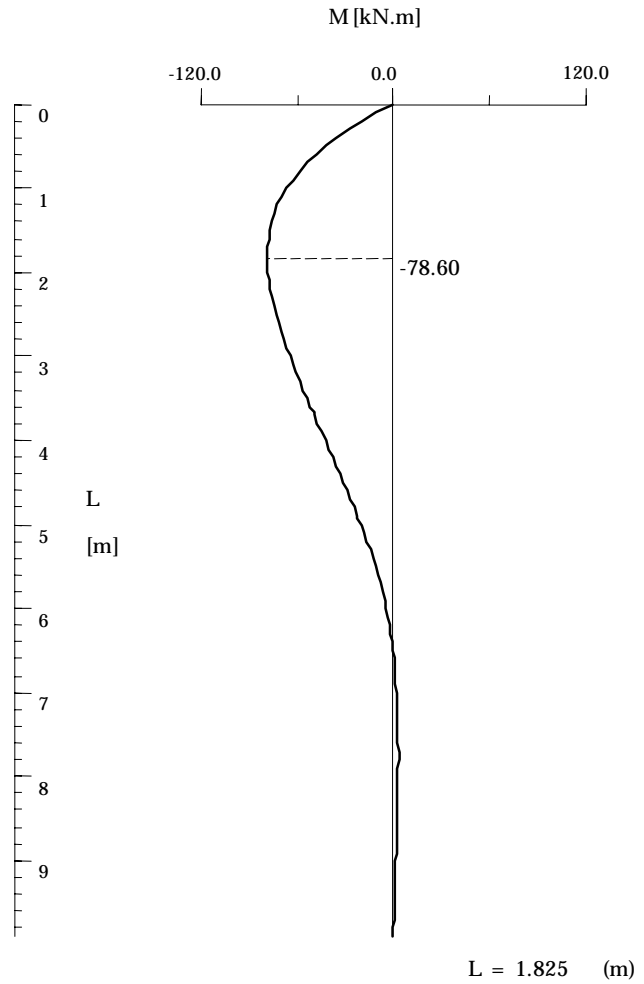
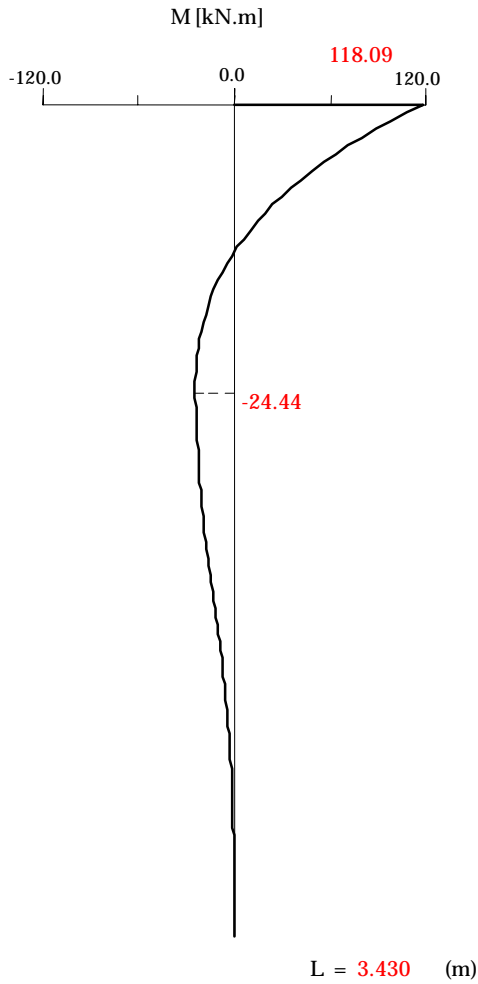
8) 橋軸直角方向 地震時
 杭 径 $D = 700.0$ (mm)
 $H = -105.06$ $M = 118.09$ (kN·m)

杭 長 $L = 9.90$ (m)

$H = -105.06$ (kN)

【杭頭剛結】

【杭頭ピン結】



3.3 杭体応力度

PHC杭

第1断面

杭外径 D = 700.0 (mm) 厚さ t = 100.0 (mm)

種別 A種

有効プレストレス $ce = 4.000$ (N/mm²)

換算断面積 $Ae = 1,920.00 \times 10^2$ (mm²)

換算断面係数 $Ze = 25,500.00 \times 10^3$ (mm³)

曲げ応力度の照査

$$= ce + \frac{N}{Ae} \pm \frac{M}{Ze}$$

(1) 橋軸方向

No	荷重名略称	着目杭 行 列		M (kN・m)	N (kN)	c, ca (N/mm ²)	t, ta (N/mm ²)	Mr (kN・m) Mr_L (m)
1	常 時	10	1	2.19	1,268.70	10.69 27.00	10.52 0.00	270.52 ---
		1	1	2.19	1,166.51	10.16 27.00	9.99 0.00	256.95 ---
2	常 時	10	1	1.68	1,565.64	12.22 27.00	12.09 0.00	309.96 ---
		1	1	1.68	1,487.25	11.81 27.00	11.68 0.00	299.55 ---
3	地震時	1	1	115.85	782.07	12.62 40.00	3.53 -3.00	282.37 ---
		10	1	115.85	443.06	10.85 40.00	1.76 -3.00	237.34 ---
4	地震時	10	1	123.16	629.01	12.11 40.00	2.45 -3.00	262.04 ---
		1	1	123.16	590.21	11.90 40.00	2.24 -3.00	256.89 ---

上段がNmax, 下段がNminを示す。Mr_LはMrと実モーメントとの交点深度を示す。

(2) 橋軸直角方向

No	荷重名略称	着目杭 行 列		M (kN・m)	N (kN)	c, ca (N/mm ²)	t, ta (N/mm ²)	Mr (kN・m) Mr_L (m)
1	常 時	1	10	6.82	1,504.85	12.11 27.00	11.57 0.00	301.89 ---
		1	1	6.82	942.57	9.18 27.00	8.64 0.00	227.21 ---
2	常 時	1	10	3.02	1,653.31	12.73 27.00	12.49 0.00	321.61 ---
		1	1	3.02	1,404.83	11.44 27.00	11.20 0.00	288.60 ---
3	地震時	1	10	118.16	673.45	12.14 40.00	2.87 -3.00	267.94 ---
		1	1	118.16	551.84	11.51 40.00	2.24 -3.00	251.79 ---
4	地震時	1	1	118.09	668.15	12.11 40.00	2.85 -3.00	267.24 ---
		1	10	118.09	548.32	11.49 40.00	2.22 -3.00	251.32 ---

上段がNmax, 下段がNminを示す。Mr_LはMrと実モーメントとの交点深度を示す。

せん断応力度の照査

$$= \frac{S}{Ac}$$

杭の断面積 $Ac = 1,884.96 \times 10^2 \text{ (mm}^2\text{)}$

軸方向圧縮力による補正係数 CN

$$CN = 1 + \frac{Mo}{M} \quad (1.0 \leq CN \leq 2.0)$$

$$Mo = \left(ce + \frac{N}{Ac} \right) \cdot \frac{Ic}{y}$$

杭の断面二次モーメント $Ic = 871,791.91 \times 10^4 \text{ (mm}^4\text{)}$

杭中心から引張縁までの距離 $y = 350.0 \text{ (mm)}$

(1) 橋軸方向

No	荷重名略称	着目杭 行 列		S (kN)	M (kN・m)	N (kN)	Mo (kN・m)	CN	(N/mm ²)	^a (N/mm ²)
1	常 時	10	1	0.51	1.42	1,268.70	267.28	2.000	0.003	1.700
		1	1	0.51	1.42	1,166.51	253.78	2.000	0.003	1.700
2	常 時	10	1	0.39	1.09	1,565.64	306.52	2.000	0.002	1.700
		1	1	0.39	1.09	1,487.25	296.16	2.000	0.002	1.700
3	地震時	1	1	109.08	115.85	782.07	202.98	2.000	0.579	2.550
		10	1	109.08	115.85	443.06	158.18	2.000	0.579	2.550
4	地震時	10	1	108.86	123.16	629.01	182.75	2.000	0.578	2.550
		1	1	108.86	123.16	590.21	177.62	2.000	0.578	2.550

上段がNmax，下段がNminを示す。

(2) 橋軸直角方向

No	荷重名略称	着目杭 行 列		S (kN)	M (kN・m)	N (kN)	Mo (kN・m)	CN	(N/mm ²)	^a (N/mm ²)
1	常 時	1	10	1.58	4.41	1,504.85	298.49	2.000	0.008	1.700
		1	1	1.58	4.41	942.57	224.19	2.000	0.008	1.700
2	常 時	1	10	0.70	1.95	1,653.31	318.11	2.000	0.004	1.700
		1	1	0.70	1.95	1,404.83	285.27	2.000	0.004	1.700
3	地震時	1	10	(*) 105.14	0.00	655.45	186.25	2.000	0.558	2.550
		1	1	(*) 105.14	0.00	569.05	174.83	2.000	0.558	2.550
4	地震時	1	1	105.06	118.09	668.15	187.92	2.000	0.557	2.550
		1	10	105.06	118.09	548.32	172.09	2.000	0.557	2.550

上段がNmax，下段がNminを示す。

(*)は、ピン結時の断面力を採用する。

4章 基礎杭計算結果一覧表 (最も危険側となる杭)

(1) 橋軸方向

		常 時		常 時		地震時		地震時	
原点作用力									
Vo	kN	43,826.0		54,946.0		22,078.0		21,943.0	
Ho	kN	0.0		0.0		3,927.0		-3,919.0	
Mo	kN・m	-6,442.0		-4,231.0		22,520.0		2,194.0	
原点変位									
x	mm	-0.02		-0.02		1.02		-0.96	
z	mm	3.19		4.00		1.60		1.60	
	rad	-0.00001694		-0.00001299		0.00005618		-0.00000643	
f, a	mm	0.02 50.00		0.02 50.00		1.02 50.00		0.96 50.00	
鉛直反力									
PNmax, Ra	kN	1,268.70	1,655.00	1,565.64	1,655.00	782.07	2,483.00	629.01	2,483.00
PNmin, Pa	kN	1,166.51	-186.00	1,487.25	-186.00	443.06	-372.00	590.21	-372.00
水平反力									
PH	kN	0.00		0.00		109.08		-108.86	
杭作用モーメント									
杭頭 Mt	kN・m	-2.19		-1.68		-115.85		123.16	
地中部 Mm	kN・m	0.14		0.11		81.62		-81.45	
杭体応力度									
上杭	c, ca	N/mm ²	10.69 27.00	12.22 27.00		12.62 40.00		12.11 40.00	
	t, ta	N/mm ²	9.99 0.00	11.68 0.00		1.76 -3.00		2.24 -3.00	
	, a	N/mm ²	0.003 1.700	0.002 1.700		0.579 2.550		0.578 2.550	
判定		OK		OK		OK		OK	

杭 種：中掘り杭工法 PHC杭

杭 径： = 700.0 (mm)

厚 さ：t = 100.0 (mm)

杭 長：L = 9.90 (m)

種 類：A種

(2) 橋軸直角方向

		常 時		常 時		地震時		地震時	
原点作用力									
Vo	kN	43,826.0		54,946.0		22,006.0		21,945.0	
Ho	kN	0.0		0.0		3,785.0		-3,782.0	
Mo	kN・m	54,388.0		12,857.0		3,521.0		-17,117.0	
原点変位									
x	mm	0.07		0.03		0.93		-0.93	
z	mm	3.20		4.00		1.60		1.59	
	rad	0.00005268		0.00002328		0.00001139		-0.00001123	
f, a	mm	0.07 50.00		0.03 50.00		0.93 50.00		0.93 50.00	
鉛直反力									
PNmax, Ra	kN	1,504.85	1,655.00	1,653.31	1,655.00	673.45	2,483.00	668.15	2,483.00
PNmin, Pa	kN	942.57	-186.00	1,404.83	-186.00	551.84	-372.00	548.32	-372.00
水平反力									
PH	kN	0.00		0.00		105.14		-105.06	
杭作用モーメント									
杭頭 Mt	kN・m	6.82		3.02		-118.16		118.09	
地中部 Mm	kN・m	-0.43		-0.19		78.67		-78.60	
杭体応力度									
上杭	c, ca	N/mm ²		N/mm ²		N/mm ²		N/mm ²	
	t, ta	12.11 27.00		12.73 27.00		12.14 40.00		12.11 40.00	
	, a	8.64 0.00		11.20 0.00		2.24 -3.00		2.22 -3.00	
		0.008 1.700		0.004 1.700		0.558 2.550		0.557 2.550	
判定		OK		OK		OK		OK	

杭 種：中掘り杭工法 PHC杭

杭 径： = 700.0 (mm)

厚 さ：t = 100.0 (mm)

杭 長：L = 9.90 (m)

種 類：A種

チェックシート 8 : 基礎工 (1/4)

検 討 項 目			基準値等	採用数値等	採用理由等	発注者 チェック欄	備 考		
項 目	内 容	詳 細	(標準値・許容値)						
①直接基礎・杭基礎 共通チェック項目									
基礎型式	基礎種別	直接基礎・杭基礎		⓪接・杭		<input checked="" type="checkbox"/>			
	他の代替工法との比較検討の有無			有・⓪無	* 安価	<input checked="" type="checkbox"/>			
地質調査 資料	調査箇所数			/ 箇所		<input checked="" type="checkbox"/>			
	調査時期			〇年〇月〇日		<input checked="" type="checkbox"/>			
	地下水位			EL 93.89 m		<input checked="" type="checkbox"/>			
	液状化層の有無			有・無	*	<input checked="" type="checkbox"/>			
	粘土層の有無			有・⓪無		<input checked="" type="checkbox"/>			
	地すべり層の有無			有・⓪無		<input checked="" type="checkbox"/>			
②直接基礎採用時チェック項目									
直接基礎 の検討	施工範囲			全面		<input checked="" type="checkbox"/>			
	支 持 層	現地盤からの深度		GL-6.20 m		<input checked="" type="checkbox"/>			
		土質		砂シキ		<input checked="" type="checkbox"/>			
		N値		40以上		<input checked="" type="checkbox"/>			
	荷重状態		ケースⅡ・ケースⅢ		ケースⅡ		<input checked="" type="checkbox"/>		
	最大 接地圧 (内訳)	常 時	支持力検討用		111.14 kN/m ²		<input checked="" type="checkbox"/>		
		地震時	支持力検討用		119.81 kN/m ²		<input checked="" type="checkbox"/>		
		発生箇所のうち最も高い底版下面標高				EL 88.70 m		<input checked="" type="checkbox"/>	
		上記箇所での揚圧力				kN/m ²		<input checked="" type="checkbox"/>	
		地下水位				EL 86.60 m		<input checked="" type="checkbox"/>	
		鉛直荷重強度				111.14 kN/m ²	報告書P.0	<input checked="" type="checkbox"/>	
	長期許 容地盤 支持力	決定方法	土質試験・ 平板載荷試験・その他		⓪土質・平板・その他		<input checked="" type="checkbox"/>		
		算定値			217.36 kN/m ²	報告書P.0	<input checked="" type="checkbox"/>		
	短期許容地盤支持力				285.26 kN/m ²	報告書P.0	<input checked="" type="checkbox"/>		
	地盤の液状化の検討の有無				有・⓪無		<input checked="" type="checkbox"/>		
即時沈下量		直接基礎の場合	30mm	mm		<input checked="" type="checkbox"/>			
圧密沈下量			100mm	mm		<input checked="" type="checkbox"/>			
地盤改良	地盤改良の有無			有・⓪無		<input checked="" type="checkbox"/>			
	施工範囲					<input checked="" type="checkbox"/>			
	他の代替工法との比較検討の有無			有	有・無		<input checked="" type="checkbox"/>		
	工法名					*	<input checked="" type="checkbox"/>		
	改良後地 盤支持力	常 時			kN/m ²		<input checked="" type="checkbox"/>		
地震時				kN/m ²		<input checked="" type="checkbox"/>			

- (注) 1.) 「採用数値等」において該当がない場合は斜線を記入とする。
 2.) 「採用理由等」欄において、*印が付いていれば必ず採用理由・算出根拠の設計図書等における所在等を明示するものとする。また、「採用数値等」が「基準値等」の内容と異なるときにも必ず明示するものとする。
 3.) ケースⅠは施工完了時、ケースⅡは供用開始後常時およびケースⅢは供用開始後地震時の荷重状態を示す。