

矢板式係船岸の設計計算 サンプルデータ

出力例

Sample-PortKumi

漁港基準(H19)準拠 普通矢板式係船岸の
サンプルデータ

目次

1章 前面矢板壁の設計	1
1.1 検討断面	1
1.2 永続状態	3
1.2.1 外力の計算（根入れ長計算用）	3
1.2.2 外力の計算（応力計算用）	6
1.2.3 フリーアースサポート法	8
(1)根入れ長の計算	8
1)必要根入れ長	8
2)決定根入れ長	9
3)外力表(水平力、モーメント表)	9
(2)断面力の計算	10
1)結果要旨	10
2)外力表	11
1.2.4 たわみ曲線法	12
(1)根入れ長及び断面力結果	12
(2)計算条件	12
(3)計算結果	15
1)変位	15
2)部材力	16
1.3 変動状態(レベル1地震動)	20
1.3.1 外力の計算（根入れ長計算用）	20
1.3.2 外力の計算（応力計算用）	26
1.3.3 フリーアースサポート法	31
(1)根入れ長の計算	31
1)必要根入れ長	31
2)決定根入れ長	32
3)外力表(水平力、モーメント表)	32
(2)断面力の計算	35
1)結果要旨	35
2)外力表	35
1.3.4 たわみ曲線法	38
(1)根入れ長及び断面力結果	38
(2)計算条件	38
(3)計算結果	42
1)変位	42
2)部材力	43
1.4 壁体応力度	47
(1)使用断面	47
(2)設計断面力	47
(3)曲げ照査	47
2章 控え杭の設計	48
2.1 計算条件	48
2.1.1 控え杭の杭断面諸元	48
2.1.2 頭部コンクリート	50
2.2 永続状態	51
2.2.1 設置位置の計算	51
2.2.2 各杭に働く押込み力	52
2.2.3 押込側の杭の支持力照査	52

2.2.4 引抜側の杭の支持力照査	53
2.3 変動状態(レベル1地震動)	55
2.3.1 設置位置の計算	55
2.3.2 各杭に働く押込み力	56
2.3.3 押込側の杭の支持力照査	56
2.3.4 引抜側の杭の支持力照査	57
2.4 杭体応力度	59
(1)使用断面	59
(2)設計断面力	59
(3)応力照査	59
3章 タイ材の設計	60
4章 腹起しの設計	61

1章 前面矢板壁の設計

1.1 検討断面

(1)断面種類 : 鋼管矢板

(2)使用材質 : SKY400

(3)ヤング係数: $E = 2.000 \times 10^8$ (kN/m²)

(4)杭断面諸元

断面諸元		単位	前面矢板壁
使用鋼材		-----	D500 t12
上部工天端高		m	G.L. 2.700
前面矢板天端高		m	G.L. 2.000
タイ材取付位置		m	G.L. 1.200
構造水深		m	G.L. -4.000
前面矢板先端高		m	G.L. -16.000
前面矢板全長		m	18.000
腐食前	断面積 A_0	cm ² /m	245.33
	断面二次モーメント I_0	cm ⁴ /m	73067
	断面係数 Z_0	cm ³ /m	2920
腐食後	断面積 A	cm ² /m	159.47
	断面二次モーメント I	cm ⁴ /m	47493
	断面係数 Z	cm ³ /m	1898

(5)腐食後の断面諸元

耐用年数: 30 年

腐食速度: 海側 0.300 mm/年

陸側 0.020 mm/年

腐食代: 海側 $0.300 \times 30 = 9.000$ mm

陸側 $0.020 \times 30 = 0.600$ mm

腐食低減係数(Iに関して): $i = 0.65$

腐食低減係数(Zに関して): $z = 0.65$

腐食後断面積: $A = zA_0 = 0.65 \times 184.00 = 119.60$ cm²/本

腐食後断面二次モーメント: $I = iI_0 = 0.65 \times 54800 = 35620$ cm⁴/本

腐食後断面係数: $Z = zZ_0 = 0.65 \times 2190 = 1424$ cm³/本

腐食前の1本当たり断面諸元を単位幅当たり断面諸元に換算する

換算係数:

$$\delta = \frac{100.0}{D + a} = \frac{100.0}{50.00 + 25.00} = 1.33$$

ここに、

D: 鋼管の外径(cm)

a: 継ぎ手間隔(cm)

断面積:

$$A_0 = \delta A_0 = 1.33 \times 184.00 = 245.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

断面2次モーメント:

$$I_0 = \delta I_0 = 1.33 \times 54800 = 73067 \text{ cm}^4/\text{m}$$

断面係数:

$$Z_0 = \delta Z_0 = 1.33 \times 2190 = 2920 \text{ cm}^3/\text{m}$$

腐食後の1本当たり断面諸元を単位幅当たり断面諸元に換算する

断面積:

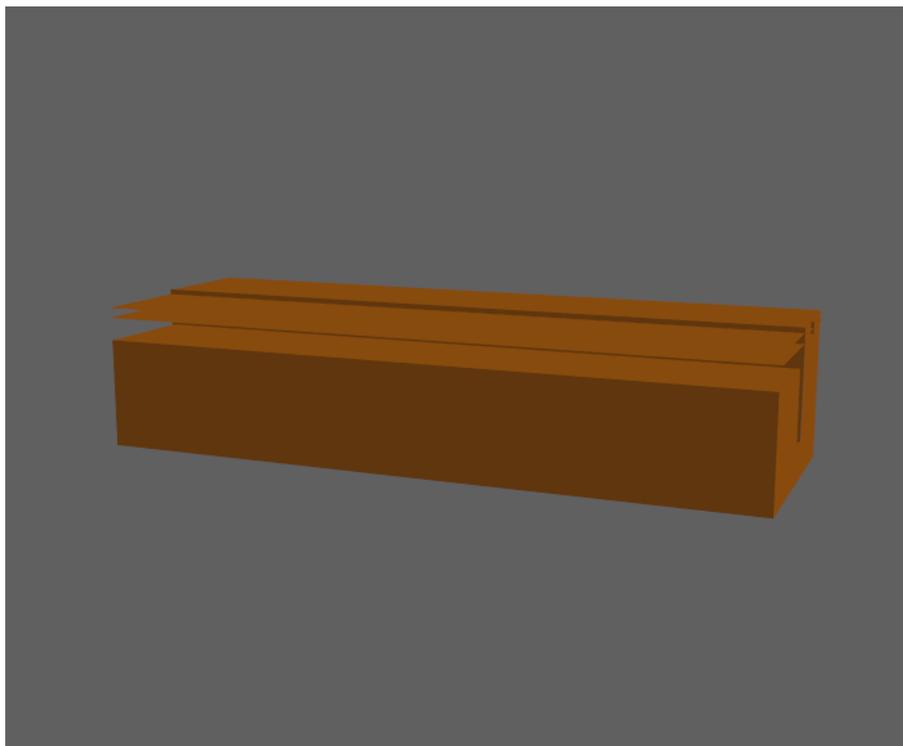
$$A = \delta A = 1.33 \times 119.60 = 159.47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

断面2次モーメント:

$$I = \delta I = 1.33 \times 35620 = 47493 \text{ cm}^4/\text{m}$$

断面係数:

$$Z = \delta Z = 1.33 \times 1424 = 1898 \text{ cm}^3/\text{m}$$

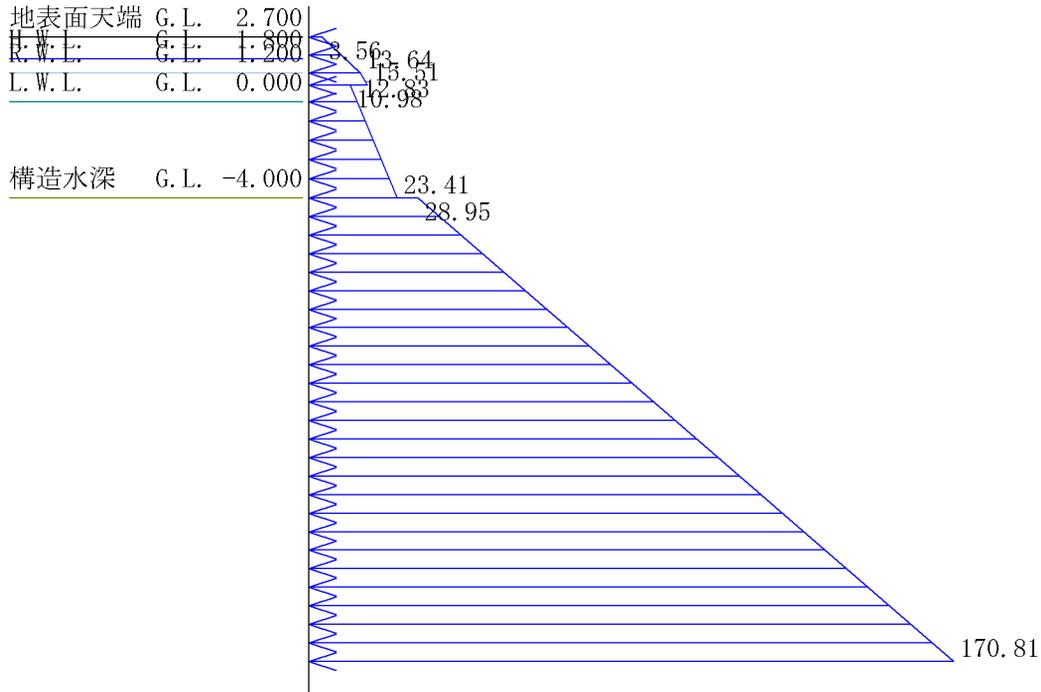


1.2 永続状態

1.2.1 外力の計算 (根入れ長計算用)

(1) 土圧

1) 主働土圧



砂質土

$$p_{ai} = K_{ai} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{q}{\cos \beta} \right]$$

$$K'_{ai} = \frac{\cos^2 \phi_i}{\cos \delta_i \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_i + \delta_i) \sin(\phi_i - \beta)}{\cos \delta_i \cos \beta}} \right]^2}$$

$$K_{ai} = K'_{ai} \cos \delta_i$$

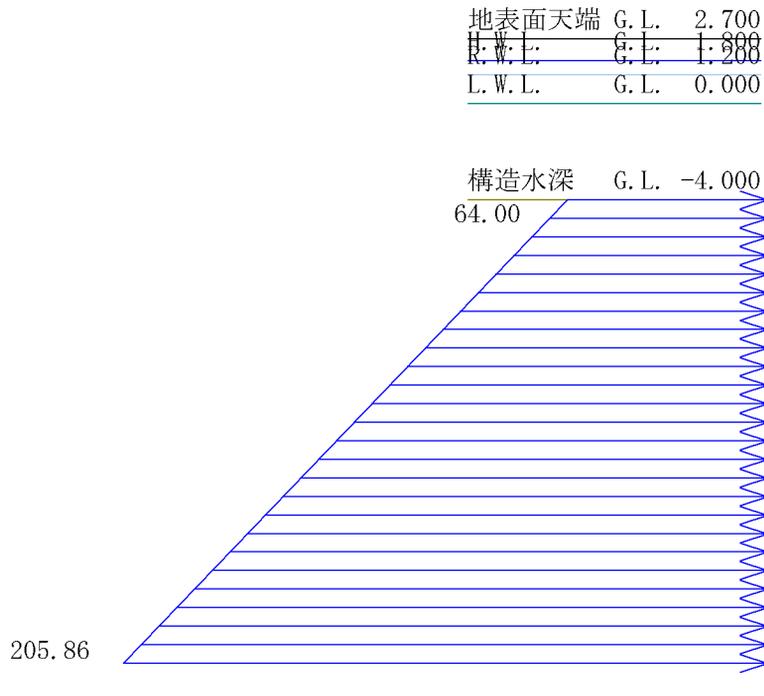
$$\cot(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta_i - \beta) + \sec(\phi_i + \delta_i - \beta) \sqrt{\frac{\cos \delta_i \sin(\phi_i + \delta_i)}{\cos \beta \sin(\phi_i - \beta)}}$$

粘性土

$$p_{ai} = \sum \gamma_i h_i + q - 2c_i$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有効 上載圧 rh+q kN/m ²	土圧 係数 Ka	主働 土圧強度 Pa1 kN/m ²	主働 土圧強度 Pa2 kN/m ²	崩壊面 角度 (度)
1	2.700	1.500	18.9	24.79	0.0	10.00	0.356	3.56	----	53.404
	1.200			14.25	0.0	38.35	0.356	13.64	----	53.404
2	1.200	0.500	10.5	24.79	0.0	38.35	0.356	13.64	----	53.404
	0.700			14.25	0.0	43.60	0.356	15.51	----	53.404
3	0.700	0.700	10.5	33.87	0.0	43.60	0.252	10.98	----	59.493
	0.000			14.25	0.0	50.95	0.252	12.83	----	59.493
4	0.000	4.000	10.5	33.87	0.0	50.95	0.252	12.83	----	59.493
	-4.000			14.25	0.0	92.95	0.252	23.41	----	59.493
5	-4.000	19.300	7.4	0.00	32.0	92.95	1.000	28.95	----	45.000
	-23.300			0.00	32.0	234.81	1.000	170.81	----	45.000

2) 受働土圧



砂質土

$$p_{pi} = K_{pi} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{q}{\cos \beta} \right]$$

$$K'_{pi} = \frac{\cos^2 \phi_i}{\cos \delta_i \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi_i - \delta_i) \sin(\phi_i + \beta)}{\cos \delta_i \cos \beta}} \right]^2}$$

$$K_{pi} = K'_{pi} \cos \delta_i$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = \tan(\phi_i - \delta_i + \beta) + \sec(\phi_i - \delta_i + \beta) \sqrt{\frac{\cos \delta_i \sin(\phi_i - \delta_i)}{\cos \beta \sin(\phi_i + \beta)}}$$

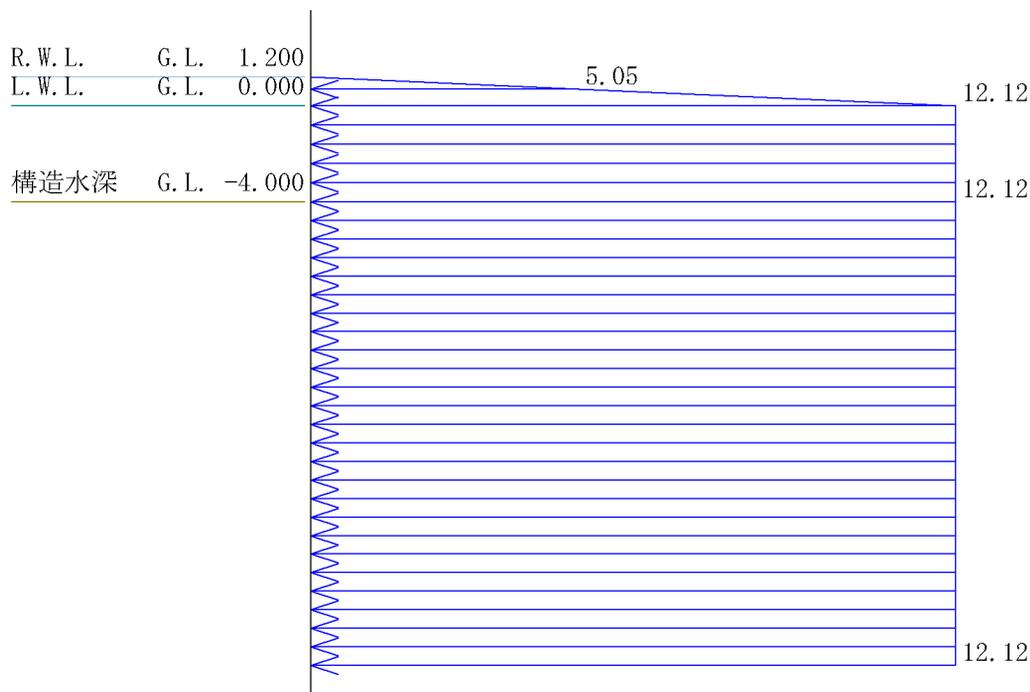
粘性土

$$p_{pi} = \sum \gamma_i h_i + q + 2c_i$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 圧 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 数 Kp	受 働 土 圧 強 度 Pp kN/m ²	崩 壊 面 角 度 (度)
1	-4.000 -23.300	19.300	7.4	0.00 0.00	32.0 32.0	0.00 141.86	1.000 1.000	64.00 205.86	45.000 45.000

(2)水圧

1)残留水圧



No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	水圧強度 pw kN/m ²
1	1.200 0.700	0.500	0.00 5.05
2	0.700 0.000	0.700	5.05 12.12
3	0.000 -4.000	4.000	12.12 12.12
4	-4.000 -23.300	19.300	12.12 12.12

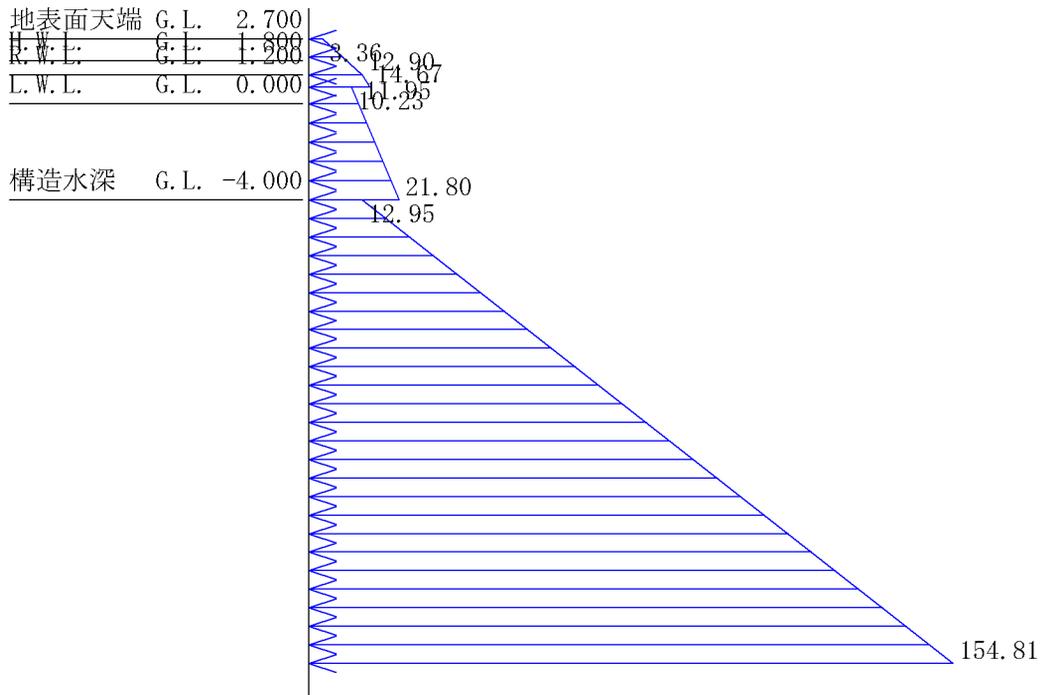
(3)側圧合計

No	深さ GL(m)	層厚 (m)	受働側(kN/m ²)			
			受働土圧	主働土圧	残留水圧	合計
1	2.700 1.200	1.500	----	3.56	0.00	3.56
			----	13.64	0.00	13.64
2	1.200 0.700	0.500	----	13.64	0.00	13.64
			----	15.51	5.05	20.56
3	0.700 0.000	0.700	----	10.98	5.05	16.03
			----	12.83	12.12	24.95
4	0.000 -4.000	4.000	----	12.83	12.12	24.95
			----	23.41	12.12	35.53
5	-4.000 -23.300	19.300	64.00	28.95	12.12	41.07
			205.86	170.81	12.12	182.93

1.2.2 外力の計算 (応力計算用)

(1)土圧

1)主働土圧



砂質土

$$p_{ai} = K_{ai} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{q}{\cos \beta} \right]$$

$$K'_{ai} = \frac{\cos^2 \phi_i}{\cos \delta_i \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_i + \delta_i) \sin(\phi_i - \beta)}{\cos \delta_i \cos \beta}} \right]^2}$$

$$K_{ai} = K'_{ai} \cos \delta_i$$

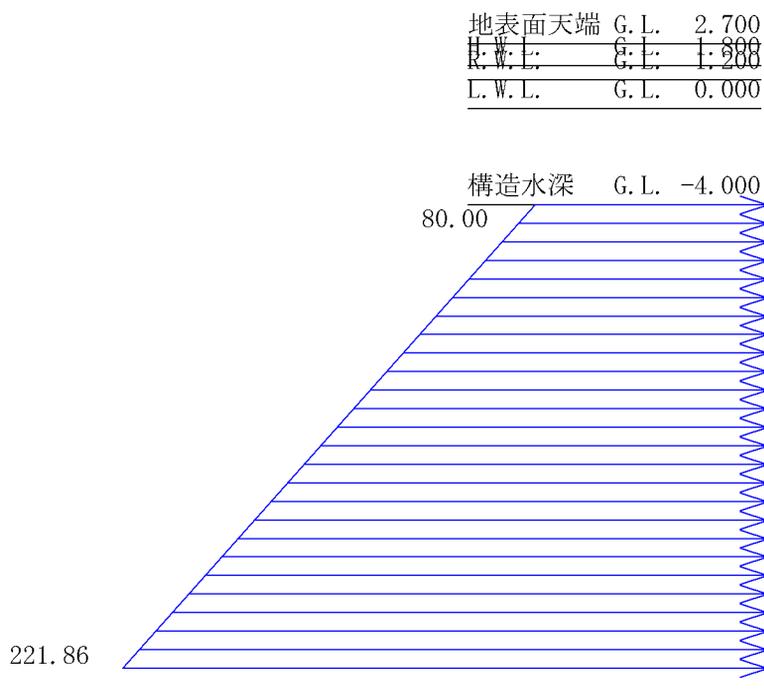
$$\cot(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta_i - \beta) + \sec(\phi_i + \delta_i - \beta) \sqrt{\frac{\cos \delta_i \sin(\phi_i + \delta_i)}{\cos \beta \sin(\phi_i - \beta)}}$$

粘性土

$$p_{ai} = \sum \gamma_i h_i + q - 2c_i$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 土 係 数 Ka	主 働 土 圧 強 度 Pa1 kN/m ²	主 働 土 圧 強 度 Pa2 kN/m ²	崩 壊 面 角 度 (度)
1	2.700	1.500	18.9	26.14	0.0	10.00	0.336	3.36	----	54.202
	1.200			15.00	0.0	38.35	0.336	12.90	----	54.202
2	1.200	0.500	10.5	26.14	0.0	38.35	0.336	12.90	----	54.202
	0.700			15.00	0.0	43.60	0.336	14.67	----	54.202
3	0.700	0.700	10.5	35.50	0.0	43.60	0.235	10.23	----	60.402
	0.000			15.00	0.0	50.95	0.235	11.95	----	60.402
4	0.000	4.000	10.5	35.50	0.0	50.95	0.235	11.95	----	60.402
	-4.000			15.00	0.0	92.95	0.235	21.80	----	60.402
5	-4.000	19.300	7.4	0.00	40.0	92.95	1.000	12.95	----	45.000
	-23.300			0.00	40.0	234.81	1.000	154.81	----	45.000

2) 受働土圧



砂質土

$$p_{pi} = K_{pi} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{q}{\cos \beta} \right]$$

$$K'_{pi} = \frac{\cos^2 \phi_i}{\cos \delta_i \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi_i - \delta_i) \sin(\phi_i + \beta)}{\cos \delta_i \cos \beta}} \right]^2}$$

$$K_{pi} = K'_{pi} \cos \delta_i$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = \tan(\phi_i - \delta_i + \beta) + \sec(\phi_i - \delta_i + \beta) \sqrt{\frac{\cos \delta_i \sin(\phi_i - \delta_i)}{\cos \beta \sin(\phi_i + \beta)}}$$

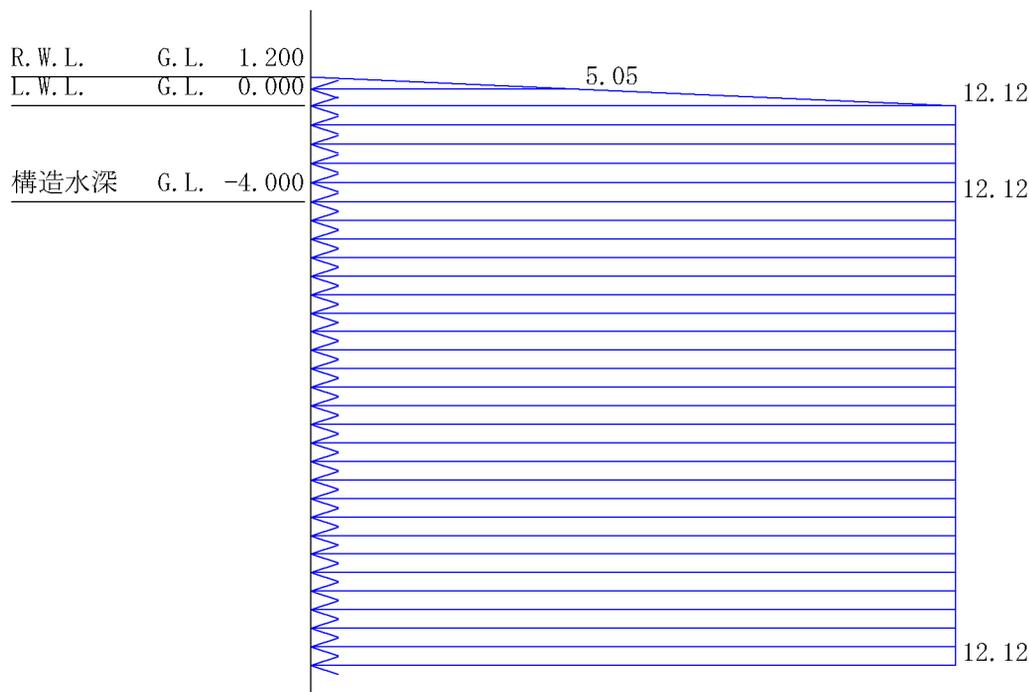
粘性土

$$p_{pi} = \sum \gamma_i h_i + q + 2c_i$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 数 Kp	受 働 土 圧 強度 Pp kN/m ²	崩 壊 面 角 度 (度)
1	-4.000 -23.300	19.300	7.4	0.00 0.00	40.0 40.0	0.00 141.86	1.000 1.000	80.00 221.86	45.000 45.000

(2)水圧

1)残留水圧



No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	水圧強度 pw kN/m ²
1	1.200 0.700	0.500	0.00 5.05
2	0.700 0.000	0.700	5.05 12.12
3	0.000 -4.000	4.000	12.12 12.12
4	-4.000 -23.300	19.300	12.12 12.12

(3)側圧合計

No	深さ GL(m)	層厚 (m)	受働側(kN/m ²)			
			受働土圧	主働土圧	残留水圧	合計
1	2.700 1.200	1.500	----	3.36 12.90	0.00 0.00	3.36 12.90
2	1.200 0.700	0.500	----	12.90 14.67	0.00 5.05	12.90 19.72
3	0.700 0.000	0.700	----	10.23 11.95	5.05 12.12	15.28 24.07
4	0.000 -4.000	4.000	----	11.95 21.80	12.12 12.12	24.07 33.92
5	-4.000 -23.300	19.300	80.00 221.86	12.95 154.81	12.12 12.12	25.07 166.93

1.2.3 フリーアースサポート法

(1)根入れ長の計算

1)必要根入れ長

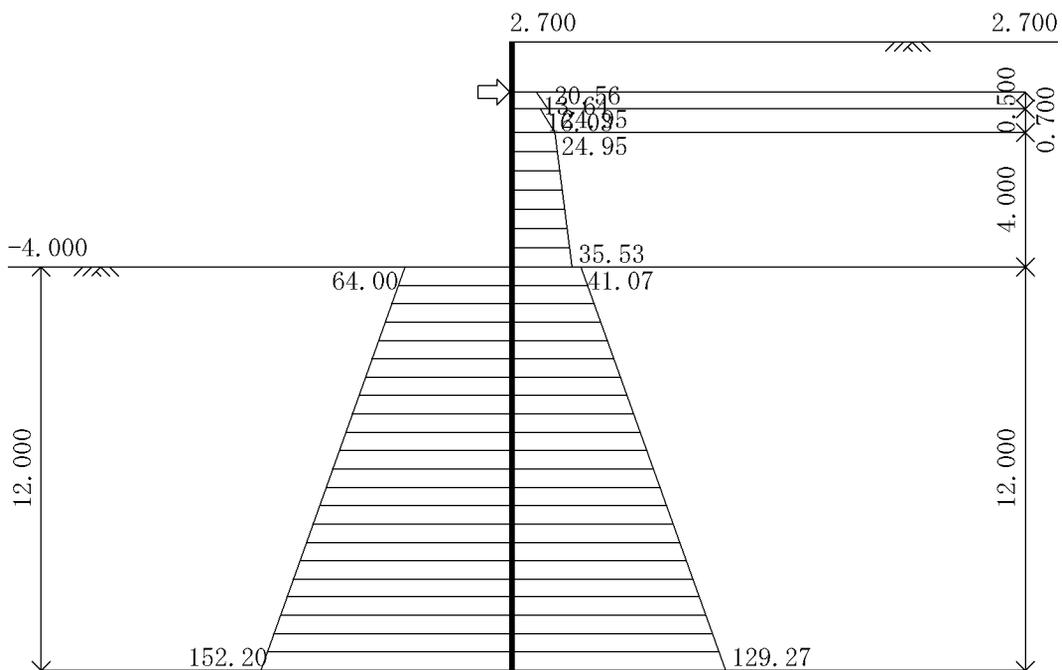
必要根入れ長(全長=2.760m、先端位置G.L. -6.760m)における外力集計結果は下表の通りである。

項目	モーメント(kN.m/m)	水平力(kN/m)
主働側	(Ma) 1359.00	(Pa) 285.22
受働側	(Mp) 1359.37	(Pp) 204.63
a × Ma	1.00 × 1359.00 =	1359.00(kN.m/m)

2) 決定根入れ長

決定根入れ長における外力集計結果は下表の通りである。

項目	単位	数値
上部工天端高	m	(G.L. 2.700)m
前面矢板天端高	m	(G.L. 2.000)m
構造水深	m	(G.L. -4.000)m
決定根入れ先端高	m	(G.L. -16.000)m
決定全壁長 (上部工天端高-根入れ先端高)	m	18.700
決定全矢板長 (前面矢板天端-根入れ先端高)	m	18.000
決定根入れ長 (構造水深-根入れ先端高)	m	12.000



項目	モーメント(kN.m/m)	水平力(kN/m)
主働側	(Ma) 12921.30	(Pa) 1165.91
受働側	(Mp) 15587.04	(Pp) 1297.20
a × Ma	1.00 × 12921.30 =	12921.30(kN.m/m)
Mp a × Ma	15587.04	12921.30 ...OK

3) 外力表(水平力、モーメント表)

水平力及びアーム長は、各層の側圧力を台形で扱い下式にて計算します。

上面強度p1、下面強度p2、層厚hとすると、水平力 = (p1 + p2) × h/2

アーム長 = (タイ材位置から層上面までの距離) + (h/3) × (p1 + 2 × p2) / (p1 + p2)

・主働側圧

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	側圧強度 pa kN/m ²	水平力 Pa kN/m	アーム長 y m	モーメント Ma kN.m/m
1	1.200 0.700	0.500	13.64 20.56	8.55	0.267	2.28

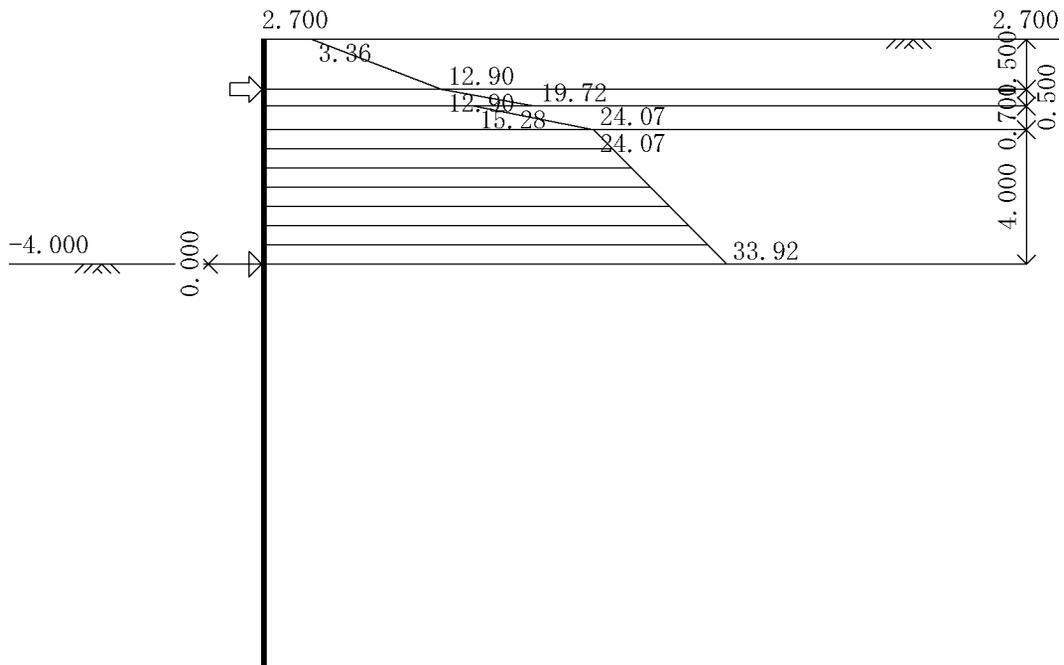
No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	側圧強度 pa kN/m ²	水平力 Pa kN/m	アーム長 y m	モーメント Ma kN.m/m
2	0.700 0.000	0.700	16.03 24.95	14.34	0.875	12.56
3	0.000 -4.000	4.000	24.95 35.53	120.97	3.317	401.21
4	-4.000 -16.000	12.000	41.07 129.27	1022.04	12.236	12505.25
				1165.91		12921.30

・受働側圧

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	側圧強度 pp kN/m ²	水平力 Pp kN/m	アーム長 y m	モーメント Mp kN.m/m
1	-4.000 -16.000	12.000	64.00 152.20	1297.20	12.016	15587.04
				1297.20		15587.04

(2)断面力の計算

1)結果要旨



・タイ材取付位置と仮想支持点間の単純スパン

項 目	単 位	数 値	
上部工天端高	m	(G.L. 2.700)m	
タイ材取付位置	m	(G.L. 1.200)m	
仮想支持点位置	m	(G.L. -4.000)m	
単純ばりスパン	m	5.200	
発生最大曲げ モーメント	モーメント Mmax 発生位置(タイ材取付点から)	kN.m/m m	88.52 2.800(G.L. -1.600)m
発生せん断力	せん断力 Smax 発生位置(タイ材取付点から)	kN/m m	75.22 5.200(G.L. -4.000)m
反力	上側支点反力 RA 下側支点反力 RB	kN/m kN/m	74.88 75.22
最大変位 (参考値)	変位量 max 発生位置(タイ材取付点から)	m m	0.0017 2.600(G.L. -1.400)m

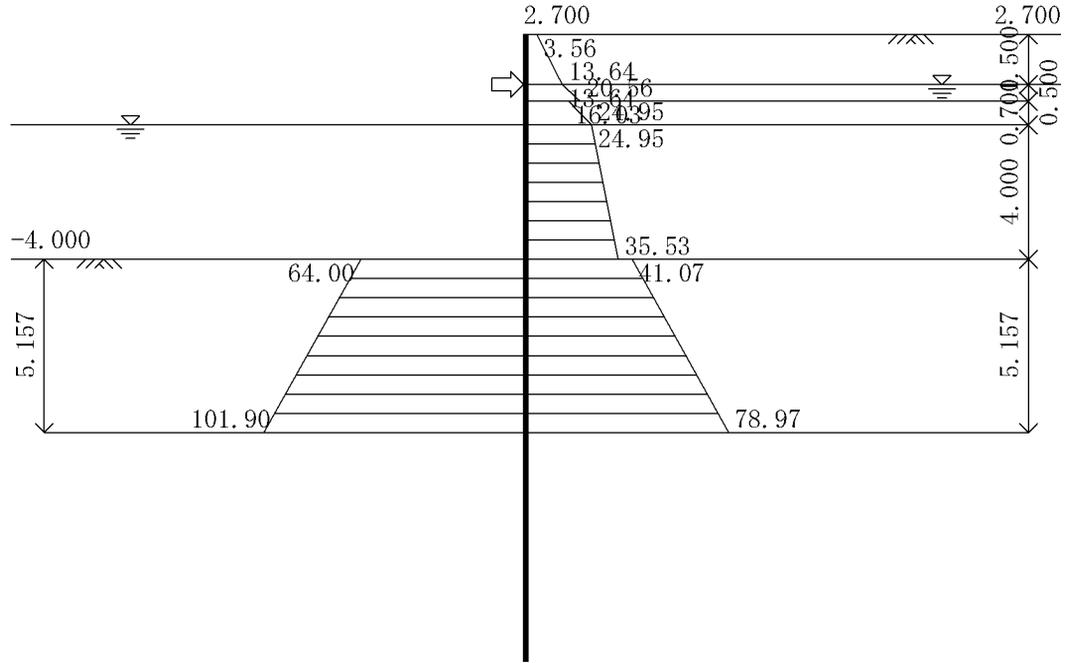
2)外力表

・断面計算用側圧分布表

No	深 さ GL(m)	層 厚 (m)	受 働 側圧強度 (kN/m ²)	主 働 側圧強度 (kN/m ²)	作 用 荷重強度 (kN/m ²)
1	2.700 1.200	1.500	0.00 0.00	3.36 12.90	3.36 12.90
2	1.200 0.700	0.500	0.00 0.00	12.90 19.72	12.90 19.72
3	0.700 0.000	0.700	0.00 0.00	15.28 24.07	15.28 24.07
4	0.000 -4.000	4.000	0.00 0.00	24.07 33.92	24.07 33.92

1.2.4 たわみ曲線法

(1)根入れ長及び断面力結果



項目	単位	数値
上部工天端高	m	(G.L. 2.700)m
前面矢板天端高	m	(G.L. 2.000)m
タイ材取付位置	m	(G.L. 1.200)m
構造水深	m	(G.L. -4.000)m
計算根入れ先端高	m	(G.L. -9.157)m
決定根入れ先端高	m	(G.L. -16.000)m
決定全壁長 (上部工天端高-根入れ先端高)	m	18.700
決定全矢板長(前面矢板天端-根入れ先端高)	m	18.000
決定根入れ長 (構造水深-根入れ先端高)	m	12.000
前面矢板長	m	5.157
計算根入れ長 D	m	5.157
部分係数 a		1.00
必要根入れ長 a×D	m	5.157(G.L. -9.157)m
判定		12.000 5.157...OK
最大曲げモーメント	kN.m/m m	120.40 3.000(G.L. -1.800)m
最小曲げモーメント	kN.m/m m	-52.72 8.000(G.L. -6.800)m
M=0	m	6.055(G.L. -4.855)m
反力	kN/m kN/m	87.91 -49.39
最大変位(参考値)	m m	0.0045 3.500(G.L. -2.300)m

(2)計算条件

格点座標データ

格点番号	X座標(m)	Y座標(m)
1	0.0000	2.7000
2	0.0000	2.2000
3	0.0000	1.7000
4	0.0000	1.2000
5	0.0000	0.7000
6	0.0000	0.2000
7	0.0000	0.0000
8	0.0000	-0.3000

格点番号	X 座標 (m)	Y 座標 (m)
9	0.0000	-0.8000
10	0.0000	-1.3000
11	0.0000	-1.8000
12	0.0000	-2.3000
13	0.0000	-2.8000
14	0.0000	-3.3000
15	0.0000	-3.8000
16	0.0000	-4.0000
17	0.0000	-4.3000
18	0.0000	-4.8000
19	0.0000	-5.3000
20	0.0000	-5.8000
21	0.0000	-6.3000
22	0.0000	-6.8000
23	0.0000	-7.3000
24	0.0000	-7.8000
25	0.0000	-8.3000
26	0.0000	-8.8000
27	0.0000	-9.1570

材質データ

材質番号	ヤング係数 E(kN/m ²)	線膨張係数 (/)
1	2.000000E+008	0.000000E+000

断面諸値

断面番号	断面積 A(m ²)	断面2次モーメント I(m ⁴)
1	2.453333E-002	7.306667E-004

部材データ

部材番号	格点番号 i - j	部材長 (m)	断面番号	材質番号	材端条件 i - j
1	1 - 2	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
2	2 - 3	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
3	3 - 4	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
4	4 - 5	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
5	5 - 6	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
6	6 - 7	0.2000	1	1	剛結 - 剛結
7	7 - 8	0.3000	1	1	剛結 - 剛結
8	8 - 9	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
9	9 - 10	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
10	10 - 11	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
11	11 - 12	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
12	12 - 13	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
13	13 - 14	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
14	14 - 15	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
15	15 - 16	0.2000	1	1	剛結 - 剛結
16	16 - 17	0.3000	1	1	剛結 - 剛結
17	17 - 18	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
18	18 - 19	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
19	19 - 20	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
20	20 - 21	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
21	21 - 22	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
22	22 - 23	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
23	23 - 24	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
24	24 - 25	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
25	25 - 26	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
26	26 - 27	0.3570	1	1	剛結 - 剛結

支点データ

支点ケース:1

格点 番号	支 点 コ - ド	K_x (kN/m)	K_y (kN/m)	K_w (kN.m/rad)
4 27	ピンYローラー ピン	固定 固定	自由 固定	自由 自由

荷重データ

荷重ケース [1]

荷重タイトル[永続状態]

支点ケース [1]

・部材分布荷重

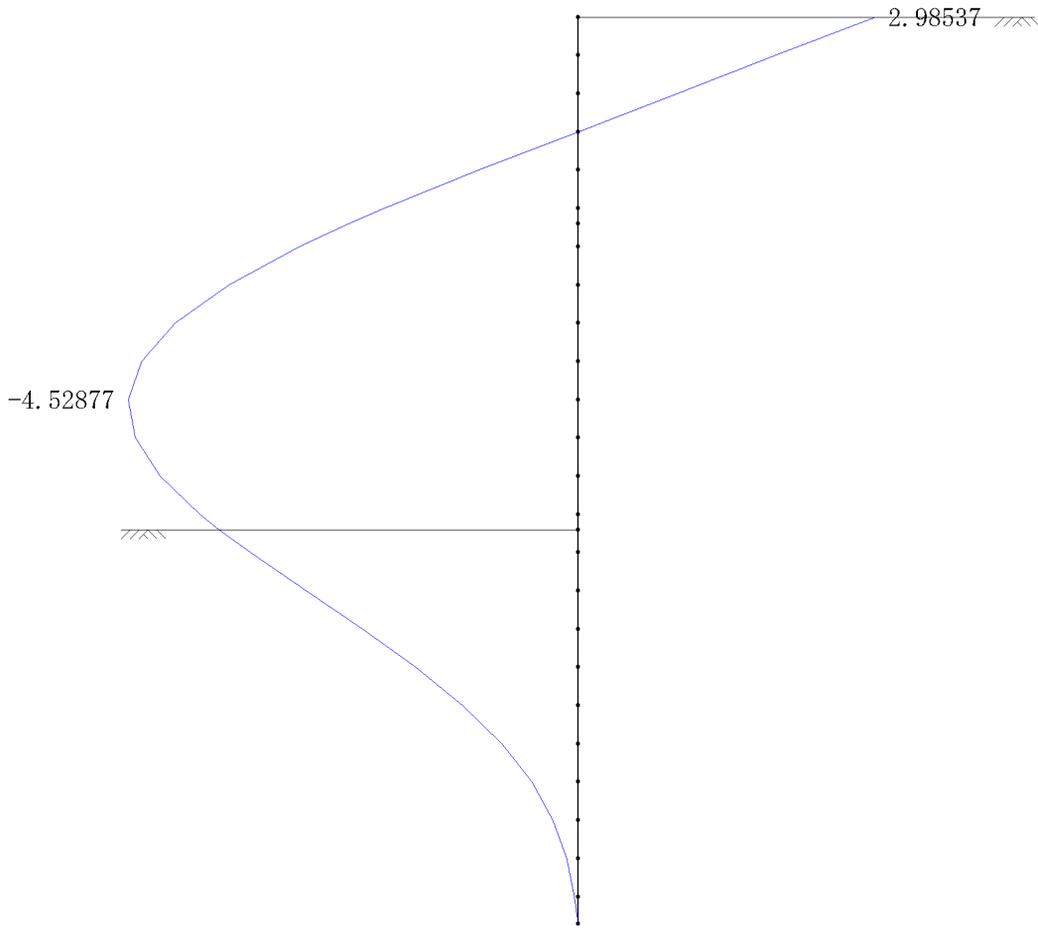
荷 重 種 別	载荷開始 部材番号	载荷終了 部材番号	i 端側 荷重強度 (kN/m, kN・m/m)	j 端側 荷重強度 (kN/m, kN・m/m)	i 端側 载荷位置 (m)	j 端側 载荷位置 (m)
全体X方向	1	3	-3.56	-13.64	0.000	0.000
全体X方向	4	4	-13.64	-20.56	0.000	0.000
全体X方向	5	6	-16.03	-24.95	0.000	0.000
全体X方向	7	15	-24.95	-35.53	0.000	0.000
全体X方向	16	26	-41.07	-78.97	0.000	0.000
全体X方向	16	26	64.00	101.90	0.000	0.000

(3) 計算結果

1) 変位

格点 番号	水平変位 x (mm)	鉛直変位 y (mm)	回轉變位 (mrad)
1	2.98537	0.00000	-1.98488
2	1.99285	0.00000	-1.98551
3	0.99909	0.00000	-1.99086
4	0.00000	0.00000	-2.00828
5	-1.00037	0.00000	-1.97295
6	-1.95397	0.00000	-1.82375
7	-2.31018	0.00000	-1.73586
8	-2.80796	0.00000	-1.57773
9	-3.51902	0.00000	-1.25567
10	-4.05471	0.00000	-0.88014
11	-4.39420	0.00000	-0.47489
12	-4.52877	0.00000	-0.06474
13	-4.46245	0.00000	0.32431
14	-4.21249	0.00000	0.66515
15	-3.81003	0.00000	0.92954
16	-3.61604	0.00000	1.00735
17	-3.30045	0.00000	1.08991
18	-2.73777	0.00000	1.14477
19	-2.17008	0.00000	1.11321
20	-1.63569	0.00000	1.01485
21	-1.16309	0.00000	0.86929
22	-0.77099	0.00000	0.69616
23	-0.46826	0.00000	0.51506
24	-0.25399	0.00000	0.34561
25	-0.11744	0.00000	0.20743
26	-0.03808	0.00000	0.12012
27	0.00000	0.00000	0.09977

変位図

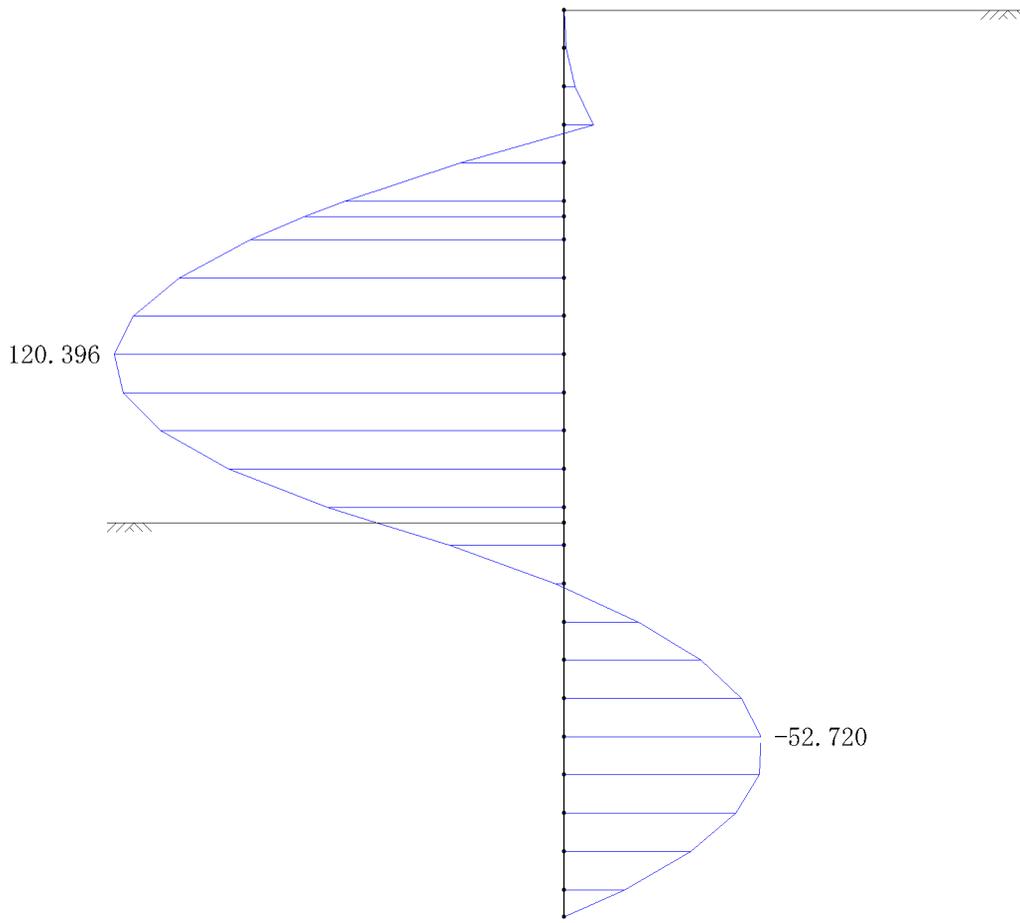


2)部材力

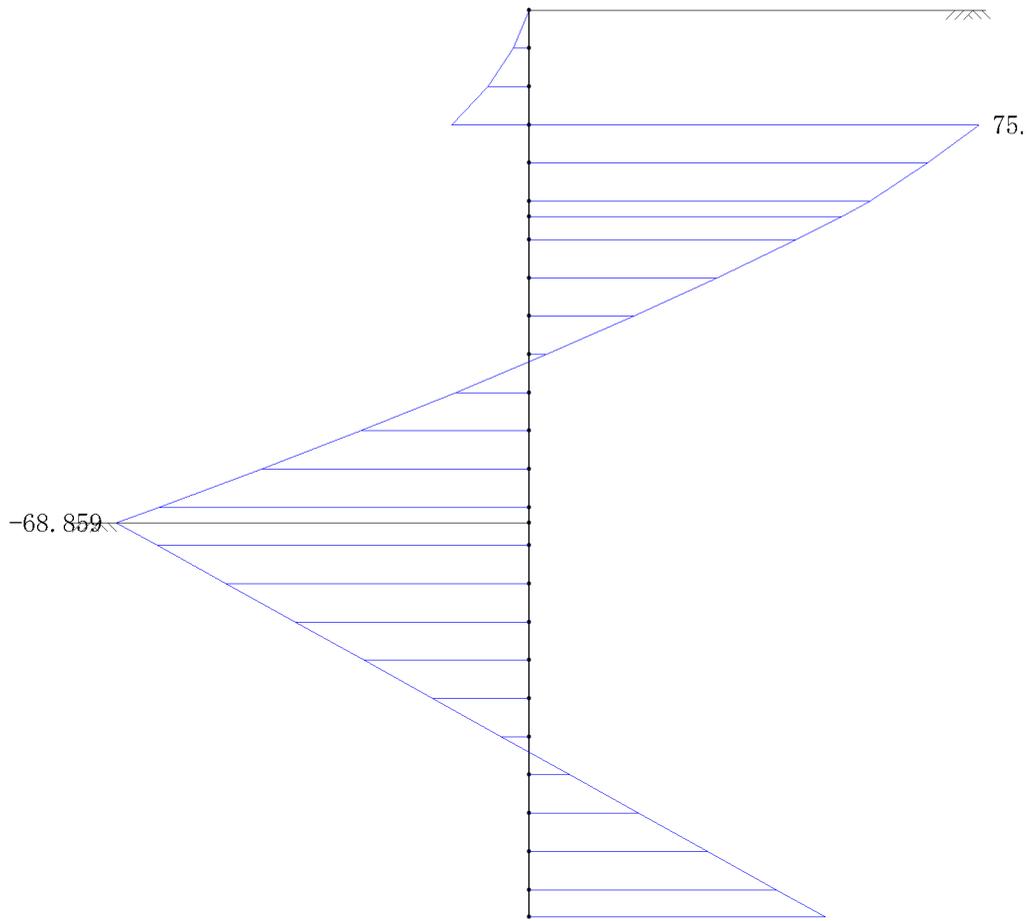
部材	着目	i端からの距離 (m)	曲げモーメント M(kN.m)	せん断力 S(kN)	軸力 N(kN)
1(1- 2)	i	0.000	0.000	0.000	0.000
	j	0.500	-0.585	-2.619	0.000
2(2- 3)	i	0.000	-0.585	-2.619	0.000
	j	0.500	-2.900	-6.920	0.000
3(3- 4)	i	0.000	-2.900	-6.920	0.000
	j	0.500	-7.785	-12.901	0.000
4(4- 5)	i	0.000	-7.785	75.009	0.000
	j	0.500	27.726	66.457	0.000
5(5- 6)	i	0.000	27.726	66.457	0.000
	j	0.500	58.685	56.848	0.000
6(6- 7)	i	0.000	58.685	56.848	0.000
	j	0.200	69.589	52.112	0.000
7(7- 8)	i	0.000	69.589	52.112	0.000
	j	0.300	84.088	44.507	0.000
8(8- 9)	i	0.000	84.088	44.507	0.000
	j	0.500	103.068	31.303	0.000
9(9- 10)	i	0.000	103.068	31.303	0.000
	j	0.500	115.281	17.438	0.000
10(10- 11)	i	0.000	115.281	17.438	0.000
	j	0.500	120.396	2.912	0.000
11(11- 12)	i	0.000	120.396	2.912	0.000
	j	0.500	118.083	-12.276	0.000
12(12- 13)	i	0.000	118.083	-12.276	0.000
	j	0.500	108.010	-28.125	0.000

部材	着目	i端からの距離 (m)	曲げモーメント M(kN.m)	せん断力 S(kN)	軸力 N(kN)
13(13- 14)	i	0.000	108.010	-28.125	0.000
		0.500	89.848	-44.635	0.000
14(14- 15)	j	0.000	89.848	-44.635	0.000
		0.500	63.265	-61.806	0.000
15(15- 16)	i	0.000	63.265	-61.806	0.000
		0.200	50.200	-68.859	0.000
16(16- 17)	j	0.000	50.200	-68.859	0.000
		0.300	30.574	-61.980	0.000
17(17- 18)	i	0.000	30.574	-61.980	0.000
		0.500	2.450	-50.515	0.000
18(18- 19)	j	0.000	2.450	-50.515	0.000
		0.500	-19.941	-39.050	0.000
19(19- 20)	i	0.000	-19.941	-39.050	0.000
		0.500	-36.600	-27.585	0.000
20(20- 21)	j	0.000	-36.600	-27.585	0.000
		0.500	-47.526	-16.120	0.000
21(21- 22)	i	0.000	-47.526	-16.120	0.000
		0.500	-52.720	-4.655	0.000
22(22- 23)	j	0.000	-52.720	-4.655	0.000
		0.500	-52.182	6.810	0.000
23(23- 24)	i	0.000	-52.182	6.810	0.000
		0.500	-45.911	18.275	0.000
24(24- 25)	j	0.000	-45.911	18.275	0.000
		0.500	-33.907	29.740	0.000
25(25- 26)	i	0.000	-33.907	29.740	0.000
		0.500	-16.171	41.205	0.000
26(26- 27)	j	0.000	-16.171	41.205	0.000
		0.357	0.000	49.391	0.000

モーメント図



せん断力図

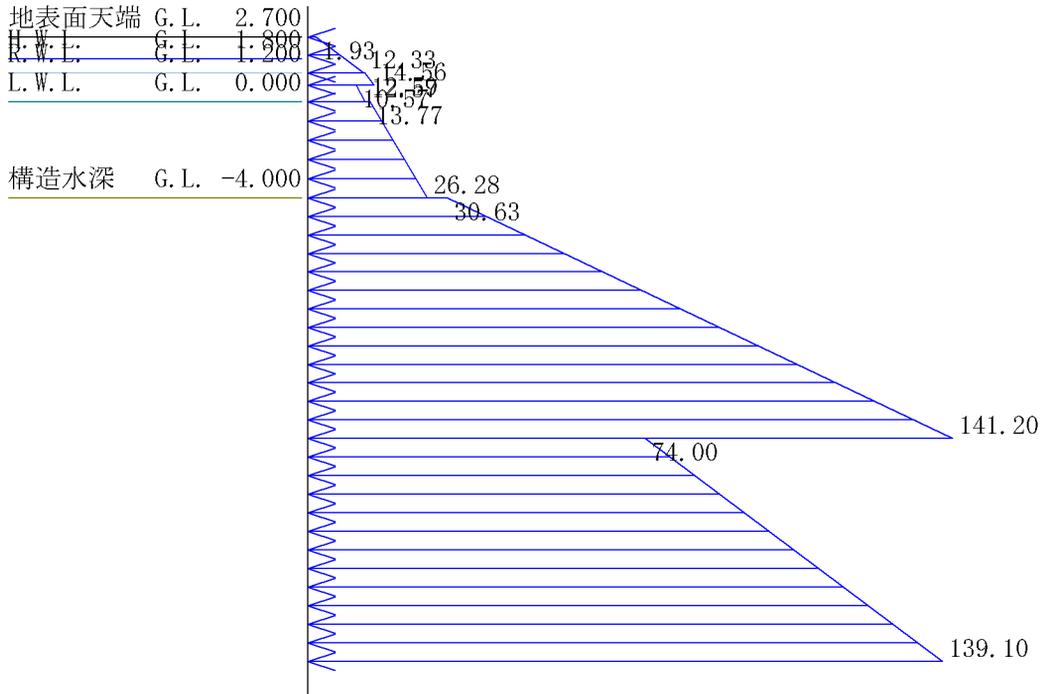


1.3 変動状態(レベル1地震動)

1.3.1 外力の計算(根入れ長計算用)

(1)土圧

1)主働土圧



砂質土

$$p_{ai} = K_{ai} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{q}{\cos \beta} \right]$$

$$K'_{ai} = \frac{\cos^2(\phi_i - \theta_i)}{\cos \theta_i \cos(\delta + \theta_i) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_i + \delta_i) \sin(\phi_i - \beta - \theta_i)}{\cos(\delta_i + \theta_i) \cos \beta}} \right]^2}$$

$$K_{ai} = K'_{ai} \cos \delta_i$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta_i - \beta) + \sec(\phi_i + \delta_i - \beta) \sqrt{\frac{\cos(\delta_i + \theta_i) \sin(\phi_i + \delta_i)}{\cos \beta \sin(\phi_i - \beta - \theta_i)}}$$

粘性土

海底面下10m以浅:

$$p_{ai} = \frac{(\sum \gamma_i h_i + q) \sin(\zeta_{ai} + \theta_i)}{\cos \theta \sin \zeta_{ai}} - \frac{c_i}{\cos \zeta_{ai} \sin \zeta_{ai}}$$

$$\zeta_{ai} = \tan^{-1} \sqrt{1 - \left(\frac{\sum \gamma_i h_i + 2q}{2c_i} \right)} \tan \theta_i$$

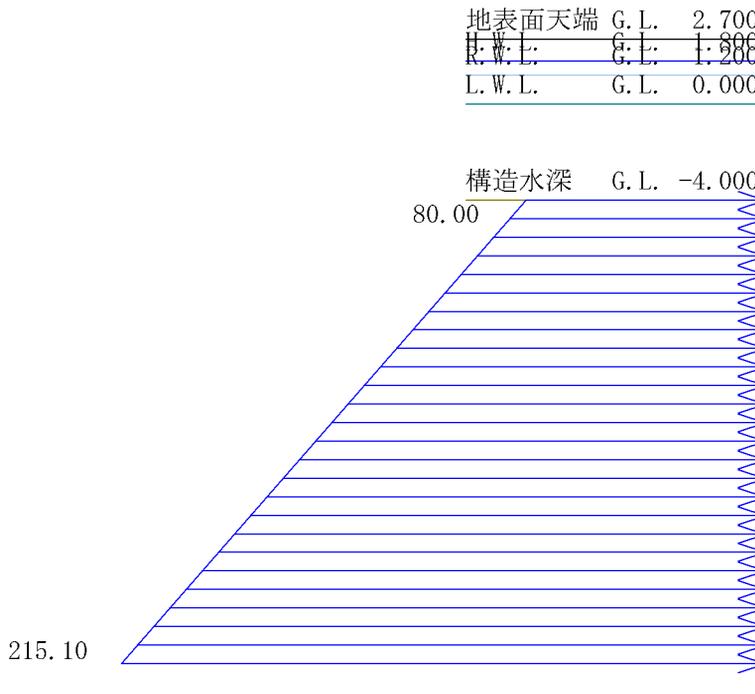
海底面下10m以深:

$$p_{ai} = \sum \gamma_i h_i + q - 2c_i$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有効 上載圧 rh+q kN/m ²	震度 k'	地震時 合成角 (度)	土圧係 数 Ka	主働 土圧強度 Pa1 kN/m ²	主働 土圧強度 Pa2 kN/m ²	崩壊面 角度 (度)
1	2.700	1.500	18.0	30.00	0.0	5.00	0.14	7.970	0.385	1.93	----	49.201
	1.200			15.00	0.0	32.00	0.14	7.970	0.385	12.33	----	49.201
2	1.200	0.500	10.0	30.00	0.0	32.00	0.15	8.539	0.394	12.59	----	48.572
	0.700			15.00	0.0	37.00	0.15	8.539	0.394	14.56	----	48.572

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有効 上載圧 rh+q kN/m ²	震度 k'	地震時 合成角 (度)	土係 圧数 Ka	主働 土圧強度 Pa1 kN/m ²	主働 土圧強度 Pa2 kN/m ²	崩壊面 角度 (度)
3	0.700	0.700	10.0	40.00	0.0	37.00	0.17	9.614	0.286	10.57	----	55.499
	0.000			15.00	0.0	44.00	0.17	9.614	0.286	12.57	----	55.499
4	0.000	4.000	10.0	40.00	0.0	44.00	0.21	11.860	0.313	13.77	----	53.423
	-4.000			15.00	0.0	84.00	0.21	11.860	0.313	26.28	----	53.423
5	-4.000	10.000	7.0	0.00	40.0	84.00	0.28	15.492	1.000	30.63	----	39.748
	-14.000			0.00	40.0	154.00	0.28	15.492	1.000	141.20	----	25.305
6	-14.000	9.300	7.0	0.00	40.0	154.00	0.00	0.000	1.000	74.00	----	45.000
	-23.300			0.00	40.0	219.10	0.00	0.000	1.000	139.10	----	45.000

2) 受働土圧



砂質土

$$p_{pi} = K_{pi} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{q}{\cos \beta} \right]$$

$$K'_{pi} = \frac{\cos^2(\phi_i - \theta_i)}{\cos \theta_i \cos(\delta_i - \theta_i) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi_i - \delta_i) \sin(\phi_i + \beta - \theta_i)}{\cos(\delta_i - \theta_i) \cos \beta}} \right]^2}$$

$$K_{pi} = K'_{pi} \cos \delta_i$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = \tan(\phi_i - \delta_i + \beta) + \sec(\phi_i - \delta_i + \beta) \sqrt{\frac{\cos(\delta_i - \theta_i) \sin(\phi_i - \delta_i)}{\cos \beta \sin(\phi_i + \beta - \theta_i)}}$$

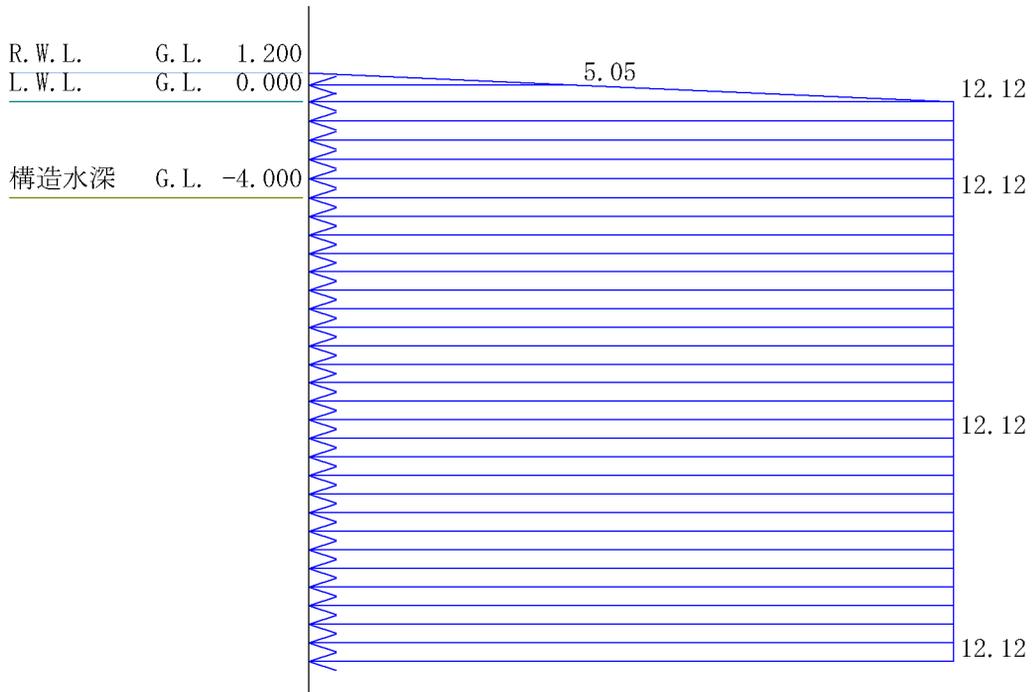
粘性土

$$p_{pi} = \sum \gamma_i h_i + q + 2c_i$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有効 上載圧 rh+q kN/m ²	震度 k'	地震時 合成角 (度)	土係 圧数 Kp	受働 土圧強度 Pp kN/m ²	崩壊面 角度 (度)
1	-4.000	19.300	7.0	0.00	40.0	0.00	0.34	18.778	1.000	80.00	45.000
	-23.300			0.00	40.0	135.10	0.34	18.778	1.000	215.10	45.000

(2)水圧

1)残留水圧



No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	水圧強度 pw kN/m ²
1	1.200 0.700	0.500	0.00 5.05
2	0.700 0.000	0.700	5.05 12.12
3	0.000 -4.000	4.000	12.12 12.12
4	-4.000 -14.000	10.000	12.12 12.12
5	-14.000 -23.300	9.300	12.12 12.12

2)動水圧

$$p_{dw} = \frac{7}{8} k_h \rho_w g \sqrt{Hy}$$

p_{dw} : 動水圧強度 (kN/m²)

k_h : 震度

$\rho_w g$: 水の単位体積重量 (kN/m³)

y : 水面から動水圧を求める点までの深さ (m)

H : 水深 (m)

No	深 さ GL(m)	動水圧強度 pdw kN/m ²
1	0.000	0.00
2	-0.100	0.78
3	-0.200	1.11
4	-0.300	1.36

No	深 さ GL(m)	動水圧強度 pdw kN/m ²
5	-0.400	1.57
6	-0.500	1.75
7	-0.600	1.92
8	-0.700	2.07
9	-0.800	2.21
10	-0.900	2.35
11	-1.000	2.47
12	-1.100	2.60
13	-1.200	2.71
14	-1.300	2.82
15	-1.400	2.93
16	-1.500	3.03
17	-1.600	3.13
18	-1.700	3.23
19	-1.800	3.32
20	-1.900	3.41
21	-2.000	3.50
22	-2.100	3.59
23	-2.200	3.67
24	-2.300	3.75
25	-2.400	3.83
26	-2.500	3.91
27	-2.600	3.99
28	-2.700	4.07
29	-2.800	4.14
30	-2.900	4.21
31	-3.000	4.29
32	-3.100	4.36
33	-3.200	4.43
34	-3.300	4.50
35	-3.400	4.56
36	-3.500	4.63
37	-3.600	4.70
38	-3.700	4.76
39	-3.800	4.82
40	-3.900	4.89
41	-4.000	4.95

(3) 側圧合計

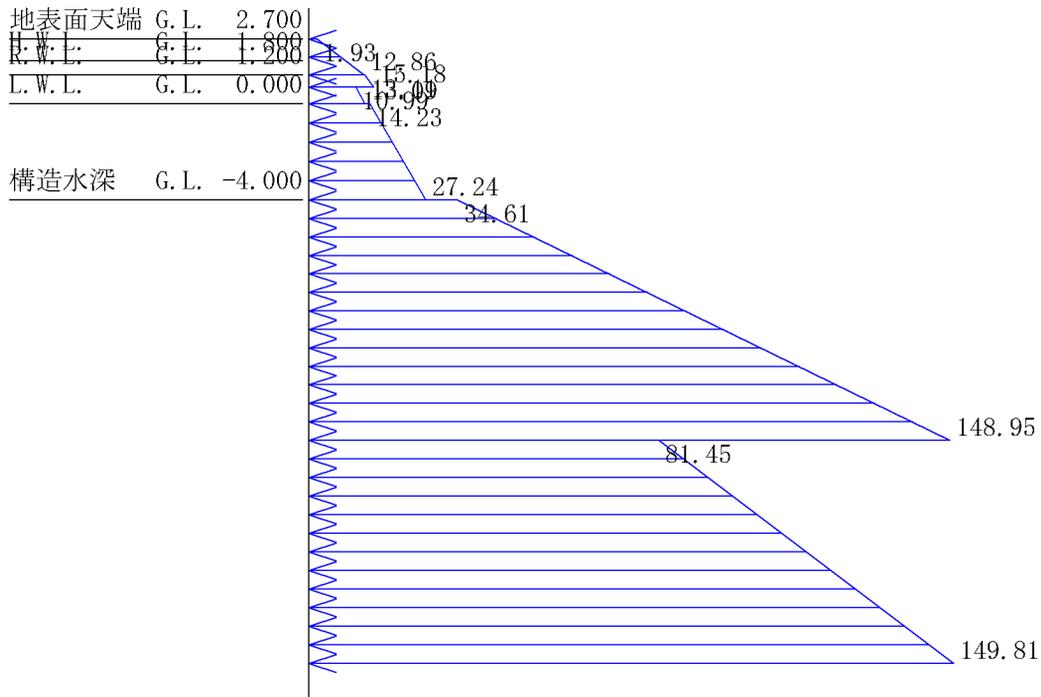
No	深 さ GL(m)	層 厚 (m)	受働側(kN/m ²)	主働側(kN/m ²)			
			受働土圧	主働土圧	残留水圧	動水圧	合計
1	2.700	1.500	----	1.93	0.00	0.00	1.93
	1.200		----	12.33	0.00	0.00	12.33
2	1.200	0.500	----	12.59	0.00	0.00	12.59
	0.700		----	14.56	5.05	0.00	19.61
3	0.700	0.700	----	10.57	5.05	0.00	15.62
	0.000		----	12.57	12.12	0.00	24.69
4	0.000	0.100	----	13.77	12.12	0.00	25.89
	-0.100		----	14.08	12.12	0.78	26.98
5	-0.100	0.100	----	14.08	12.12	0.78	26.98
	-0.200		----	14.39	12.12	1.11	27.62
6	-0.200	0.100	----	14.39	12.12	1.11	27.62
	-0.300		----	14.71	12.12	1.36	28.18
7	-0.300	0.100	----	14.71	12.12	1.36	28.18
	-0.400		----	15.02	12.12	1.57	28.70
8	-0.400	0.100	----	15.02	12.12	1.57	28.70
	-0.500		----	15.33	12.12	1.75	29.20
9	-0.500	0.100	----	15.33	12.12	1.75	29.20
	-0.600		----	15.65	12.12	1.92	29.68
10	-0.600	0.100	----	15.65	12.12	1.92	29.68
	-0.700		----	15.96	12.12	2.07	30.15
11	-0.700	0.100	----	15.96	12.12	2.07	30.15
	-0.800		----	16.27	12.12	2.21	30.60
12	-0.800	0.100	----	16.27	12.12	2.21	30.60
	-0.900		----	16.58	12.12	2.35	31.05
13	-0.900	0.100	----	16.58	12.12	2.35	31.05
	-1.000		----	16.90	12.12	2.47	31.49
14	-1.000	0.100	----	16.90	12.12	2.47	31.49
	-1.100		----	17.21	12.12	2.60	31.93
15	-1.100	0.100	----	17.21	12.12	2.60	31.93
	-1.200		----	17.52	12.12	2.71	32.35
16	-1.200	0.100	----	17.52	12.12	2.71	32.35
	-1.300		----	17.84	12.12	2.82	32.78
17	-1.300	0.100	----	17.84	12.12	2.82	32.78
	-1.400		----	18.15	12.12	2.93	33.20
18	-1.400	0.100	----	18.15	12.12	2.93	33.20
	-1.500		----	18.46	12.12	3.03	33.61
19	-1.500	0.100	----	18.46	12.12	3.03	33.61
	-1.600		----	18.77	12.12	3.13	34.02
20	-1.600	0.100	----	18.77	12.12	3.13	34.02
	-1.700		----	19.09	12.12	3.23	34.43
21	-1.700	0.100	----	19.09	12.12	3.23	34.43
	-1.800		----	19.40	12.12	3.32	34.84
22	-1.800	0.100	----	19.40	12.12	3.32	34.84
	-1.900		----	19.71	12.12	3.41	35.24
23	-1.900	0.100	----	19.71	12.12	3.41	35.24
	-2.000		----	20.03	12.12	3.50	35.65
24	-2.000	0.100	----	20.03	12.12	3.50	35.65
	-2.100		----	20.34	12.12	3.59	36.05
25	-2.100	0.100	----	20.34	12.12	3.59	36.05
	-2.200		----	20.65	12.12	3.67	36.44

No	深 さ GL(m)	層 厚 (m)	受働側(kN/m ²)	主働側(kN/m ²)			
			受働土圧	主働土圧	残留水圧	動水圧	合計
26	-2.200	0.100	----	20.65	12.12	3.67	36.44
	-2.300		----	20.97	12.12	3.75	36.84
27	-2.300	0.100	----	20.97	12.12	3.75	36.84
	-2.400		----	21.28	12.12	3.83	37.23
28	-2.400	0.100	----	21.28	12.12	3.83	37.23
	-2.500		----	21.59	12.12	3.91	37.62
29	-2.500	0.100	----	21.59	12.12	3.91	37.62
	-2.600		----	21.90	12.12	3.99	38.01
30	-2.600	0.100	----	21.90	12.12	3.99	38.01
	-2.700		----	22.22	12.12	4.07	38.40
31	-2.700	0.100	----	22.22	12.12	4.07	38.40
	-2.800		----	22.53	12.12	4.14	38.79
32	-2.800	0.100	----	22.53	12.12	4.14	38.79
	-2.900		----	22.84	12.12	4.21	39.18
33	-2.900	0.100	----	22.84	12.12	4.21	39.18
	-3.000		----	23.16	12.12	4.29	39.56
34	-3.000	0.100	----	23.16	12.12	4.29	39.56
	-3.100		----	23.47	12.12	4.36	39.95
35	-3.100	0.100	----	23.47	12.12	4.36	39.95
	-3.200		----	23.78	12.12	4.43	40.33
36	-3.200	0.100	----	23.78	12.12	4.43	40.33
	-3.300		----	24.09	12.12	4.50	40.71
37	-3.300	0.100	----	24.09	12.12	4.50	40.71
	-3.400		----	24.41	12.12	4.56	41.09
38	-3.400	0.100	----	24.41	12.12	4.56	41.09
	-3.500		----	24.72	12.12	4.63	41.47
39	-3.500	0.100	----	24.72	12.12	4.63	41.47
	-3.600		----	25.03	12.12	4.70	41.85
40	-3.600	0.100	----	25.03	12.12	4.70	41.85
	-3.700		----	25.35	12.12	4.76	42.23
41	-3.700	0.100	----	25.35	12.12	4.76	42.23
	-3.800		----	25.66	12.12	4.82	42.60
42	-3.800	0.100	----	25.66	12.12	4.82	42.60
	-3.900		----	25.97	12.12	4.89	42.98
43	-3.900	0.100	----	25.97	12.12	4.89	42.98
	-4.000		----	26.28	12.12	4.95	43.35
44	-4.000	10.000	80.00	30.63	12.12	0.00	42.75
	-14.000		150.00	141.20	12.12	0.00	153.32
45	-14.000	9.300	150.00	74.00	12.12	0.00	86.12
	-23.300		215.10	139.10	12.12	0.00	151.22

1.3.2 外力の計算 (応力計算用)

(1)土圧

1)主働土圧



砂質土

$$p_{ai} = K_{ai} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{q}{\cos \beta} \right]$$

$$K'_{ai} = \frac{\cos^2(\phi_i - \theta_i)}{\cos \theta_i \cos(\delta + \theta_i) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_i + \delta_i) \sin(\phi_i - \beta - \theta_i)}{\cos(\delta_i + \theta_i) \cos \beta}} \right]^2}$$

$$K_{ai} = K'_{ai} \cos \delta_i$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta_i - \beta) + \sec(\phi_i + \delta_i - \beta) \sqrt{\frac{\cos(\delta_i + \theta_i) \sin(\phi_i + \delta_i)}{\cos \beta \sin(\phi_i - \beta - \theta_i)}}$$

粘性土

海底面下10m以浅:

$$p_{ai} = \frac{(\sum \gamma_i h_i + q) \sin(\zeta_{ai} + \theta_i)}{\cos \theta \sin \zeta_{ai}} - \frac{c_i}{\cos \zeta_{ai} \sin \zeta_{ai}}$$

$$\zeta_{ai} = \tan^{-1} \sqrt{1 - \left(\frac{\sum \gamma_i h_i + 2q}{2c_i} \right)^2} \tan \theta_i$$

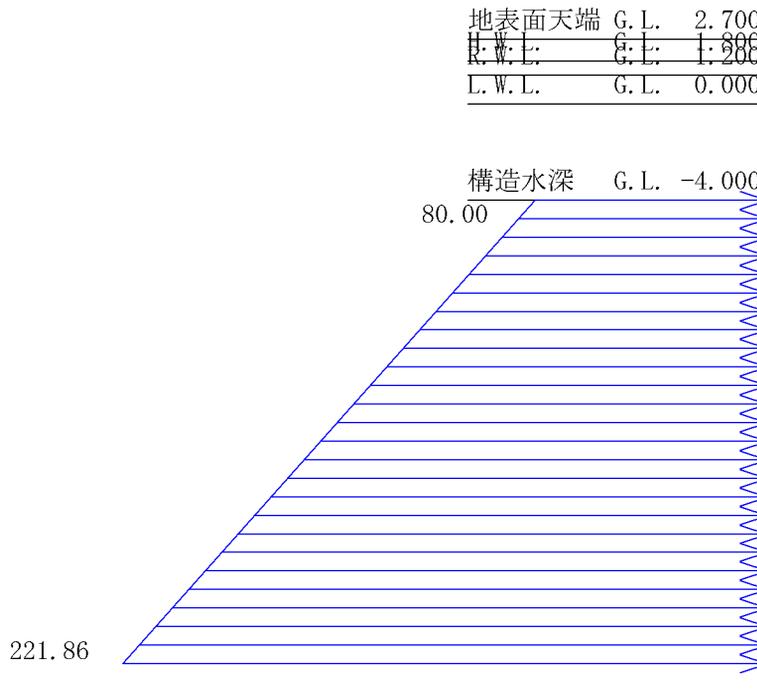
海底面下10m以深:

$$p_{ai} = \sum \gamma_i h_i + q - 2c_i$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有効 上載圧 rh+q kN/m ²	震度 k'	地震時 合成角 (度)	土係 圧数 Ka	主働 土圧強度 Pa1 kN/m ²	主働 土圧強度 Pa2 kN/m ²	崩壊面 角度 (度)
1	2.700	1.500	18.9	30.00	0.0	5.00	0.14	7.970	0.385	1.93	----	49.201
	1.200			15.00	0.0	33.35	0.14	7.970	0.385	12.86	----	49.201
2	1.200	0.500	10.5	30.00	0.0	33.35	0.15	8.514	0.393	13.11	----	48.601
	0.700			15.00	0.0	38.60	0.15	8.514	0.393	15.18	----	48.601

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有効 上載圧 rh+q kN/m ²	震度 k'	地震時 合成角 (度)	土係 圧数 Ka	主働 土圧強度 Pa1 kN/m ²	主働 土圧強度 Pa2 kN/m ²	崩壊面 角度 (度)
3	0.700	0.700	10.5	40.00	0.0	38.60	0.17	9.529	0.285	10.99	----	55.574
	0.000			15.00	0.0	45.95	0.17	9.529	0.285	13.09	----	55.574
4	0.000	4.000	10.5	40.00	0.0	45.95	0.21	11.605	0.310	14.23	----	53.665
	-4.000			15.00	0.0	87.95	0.21	11.605	0.310	27.24	----	53.665
5	-4.000	10.000	7.4	0.00	40.0	87.95	0.27	14.843	1.000	34.61	----	39.758
	-14.000			0.00	40.0	161.45	0.27	14.843	1.000	148.95	----	25.237
6	-14.000	9.300	7.4	0.00	40.0	161.45	0.00	0.000	1.000	81.45	----	45.000
	-23.300			0.00	40.0	229.81	0.00	0.000	1.000	149.81	----	45.000

2) 受働土圧



砂質土

$$p_{pi} = K_{pi} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{q}{\cos \beta} \right]$$

$$K'_{pi} = \frac{\cos^2(\phi_i - \theta_i)}{\cos \theta_i \cos(\delta_i - \theta_i) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi_i - \delta_i) \sin(\phi_i + \beta - \theta_i)}{\cos(\delta_i - \theta_i) \cos \beta}} \right]^2}$$

$$K_{pi} = K'_{pi} \cos \delta_i$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = \tan(\phi_i - \delta_i + \beta) + \sec(\phi_i - \delta_i + \beta) \sqrt{\frac{\cos(\delta_i - \theta_i) \sin(\phi_i - \delta_i)}{\cos \beta \sin(\phi_i + \beta - \theta_i)}}$$

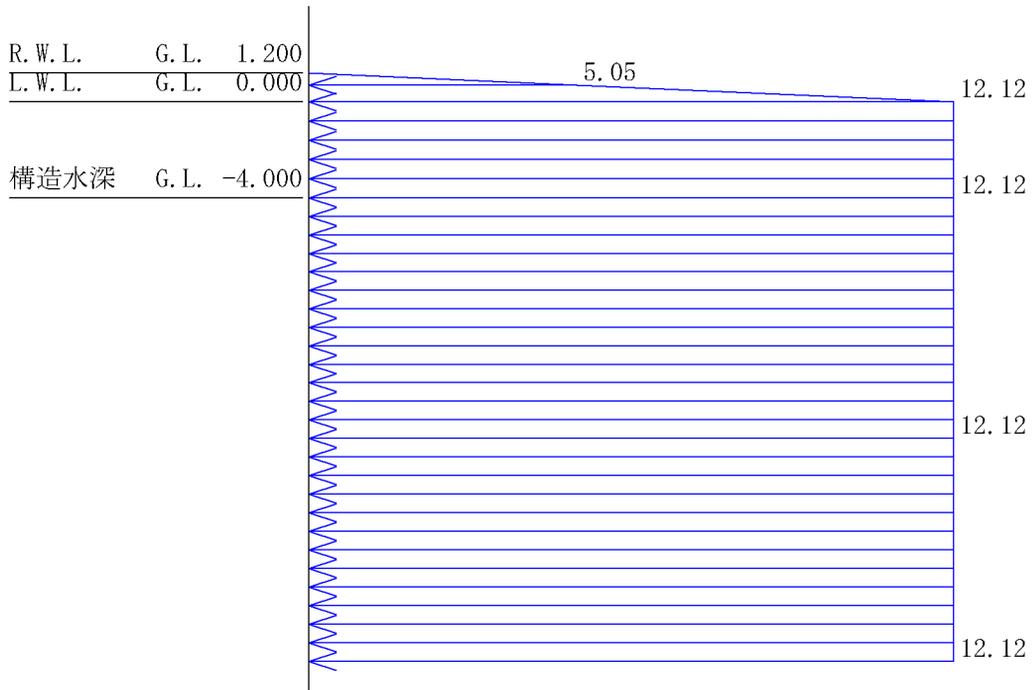
粘性土

$$p_{pi} = \sum \gamma_i h_i + q + 2c_i$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有効 上載圧 rh+q kN/m ²	震度 k'	地震時 合成角 (度)	土係 圧数 Kp	受働 土圧強度 Pp kN/m ²	崩壊面 角度 (度)
1	-4.000	19.300	7.4	0.00	40.0	0.00	0.32	17.659	1.000	80.00	45.000
	-23.300			0.00	40.0	141.86	0.32	17.659	1.000	221.86	45.000

(2)水圧

1)残留水圧



No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	水圧強度 pw kN/m ²
1	1.200 0.700	0.500	0.00 5.05
2	0.700 0.000	0.700	5.05 12.12
3	0.000 -4.000	4.000	12.12 12.12
4	-4.000 -14.000	10.000	12.12 12.12
5	-14.000 -23.300	9.300	12.12 12.12

2)動水圧

$$p_{dw} = \frac{7}{8} k_h \rho_w g \sqrt{Hy}$$

p_{dw} : 動水圧強度 (kN/m²)

k_h : 震度

$\rho_w g$: 水の単位体積重量 (kN/m³)

y : 水面から動水圧を求める点までの深さ (m)

H : 水深 (m)

No	深 さ GL(m)	動水圧強度 pdw kN/m ²
1	0.000	0.00
2	-0.100	0.78
3	-0.200	1.11
4	-0.300	1.36

No	深 さ GL(m)	動水圧強度 pdw kN/m ²
5	-0.400	1.57
6	-0.500	1.75
7	-0.600	1.92
8	-0.700	2.07
9	-0.800	2.21
10	-0.900	2.35
11	-1.000	2.47
12	-1.100	2.60
13	-1.200	2.71
14	-1.300	2.82
15	-1.400	2.93
16	-1.500	3.03
17	-1.600	3.13
18	-1.700	3.23
19	-1.800	3.32
20	-1.900	3.41
21	-2.000	3.50
22	-2.100	3.59
23	-2.200	3.67
24	-2.300	3.75
25	-2.400	3.83
26	-2.500	3.91
27	-2.600	3.99
28	-2.700	4.07
29	-2.800	4.14
30	-2.900	4.21
31	-3.000	4.29
32	-3.100	4.36
33	-3.200	4.43
34	-3.300	4.50
35	-3.400	4.56
36	-3.500	4.63
37	-3.600	4.70
38	-3.700	4.76
39	-3.800	4.82
40	-3.900	4.89
41	-4.000	4.95

(3) 側圧合計

No	深 さ GL(m)	層 厚 (m)	受働側(kN/m ²)	主働側(kN/m ²)			
			受働土圧	主働土圧	残留水圧	動水圧	合計
1	2.700	1.500	----	1.93	0.00	0.00	1.93
	1.200		----	12.86	0.00	0.00	12.86
2	1.200	0.500	----	13.11	0.00	0.00	13.11
	0.700		----	15.18	5.05	0.00	20.23
3	0.700	0.700	----	10.99	5.05	0.00	16.04
	0.000		----	13.09	12.12	0.00	25.21
4	0.000	0.100	----	14.23	12.12	0.00	26.35
	-0.100		----	14.56	12.12	0.78	27.46
5	-0.100	0.100	----	14.56	12.12	0.78	27.46
	-0.200		----	14.88	12.12	1.11	28.11
6	-0.200	0.100	----	14.88	12.12	1.11	28.11
	-0.300		----	15.21	12.12	1.36	28.68
7	-0.300	0.100	----	15.21	12.12	1.36	28.68
	-0.400		----	15.53	12.12	1.57	29.22
8	-0.400	0.100	----	15.53	12.12	1.57	29.22
	-0.500		----	15.86	12.12	1.75	29.73
9	-0.500	0.100	----	15.86	12.12	1.75	29.73
	-0.600		----	16.18	12.12	1.92	30.22
10	-0.600	0.100	----	16.18	12.12	1.92	30.22
	-0.700		----	16.51	12.12	2.07	30.70
11	-0.700	0.100	----	16.51	12.12	2.07	30.70
	-0.800		----	16.83	12.12	2.21	31.16
12	-0.800	0.100	----	16.83	12.12	2.21	31.16
	-0.900		----	17.16	12.12	2.35	31.62
13	-0.900	0.100	----	17.16	12.12	2.35	31.62
	-1.000		----	17.48	12.12	2.47	32.08
14	-1.000	0.100	----	17.48	12.12	2.47	32.08
	-1.100		----	17.81	12.12	2.60	32.52
15	-1.100	0.100	----	17.81	12.12	2.60	32.52
	-1.200		----	18.13	12.12	2.71	32.96
16	-1.200	0.100	----	18.13	12.12	2.71	32.96
	-1.300		----	18.46	12.12	2.82	33.40
17	-1.300	0.100	----	18.46	12.12	2.82	33.40
	-1.400		----	18.78	12.12	2.93	33.83
18	-1.400	0.100	----	18.78	12.12	2.93	33.83
	-1.500		----	19.11	12.12	3.03	34.26
19	-1.500	0.100	----	19.11	12.12	3.03	34.26
	-1.600		----	19.43	12.12	3.13	34.68
20	-1.600	0.100	----	19.43	12.12	3.13	34.68
	-1.700		----	19.76	12.12	3.23	35.10
21	-1.700	0.100	----	19.76	12.12	3.23	35.10
	-1.800		----	20.08	12.12	3.32	35.52
22	-1.800	0.100	----	20.08	12.12	3.32	35.52
	-1.900		----	20.41	12.12	3.41	35.94
23	-1.900	0.100	----	20.41	12.12	3.41	35.94
	-2.000		----	20.73	12.12	3.50	36.35
24	-2.000	0.100	----	20.73	12.12	3.50	36.35
	-2.100		----	21.06	12.12	3.59	36.76
25	-2.100	0.100	----	21.06	12.12	3.59	36.76
	-2.200		----	21.38	12.12	3.67	37.17

No	深 さ GL(m)	層 厚 (m)	受働側(kN/m ²)	主働側(kN/m ²)			
			受働土圧	主働土圧	残留水圧	動水圧	合計
26	-2.200	0.100	----	21.38	12.12	3.67	37.17
	-2.300		----	21.71	12.12	3.75	37.58
27	-2.300	0.100	----	21.71	12.12	3.75	37.58
	-2.400		----	22.03	12.12	3.83	37.99
28	-2.400	0.100	----	22.03	12.12	3.83	37.99
	-2.500		----	22.36	12.12	3.91	38.39
29	-2.500	0.100	----	22.36	12.12	3.91	38.39
	-2.600		----	22.68	12.12	3.99	38.79
30	-2.600	0.100	----	22.68	12.12	3.99	38.79
	-2.700		----	23.01	12.12	4.07	39.20
31	-2.700	0.100	----	23.01	12.12	4.07	39.20
	-2.800		----	23.34	12.12	4.14	39.60
32	-2.800	0.100	----	23.34	12.12	4.14	39.60
	-2.900		----	23.66	12.12	4.21	39.99
33	-2.900	0.100	----	23.66	12.12	4.21	39.99
	-3.000		----	23.99	12.12	4.29	40.39
34	-3.000	0.100	----	23.99	12.12	4.29	40.39
	-3.100		----	24.31	12.12	4.36	40.79
35	-3.100	0.100	----	24.31	12.12	4.36	40.79
	-3.200		----	24.64	12.12	4.43	41.18
36	-3.200	0.100	----	24.64	12.12	4.43	41.18
	-3.300		----	24.96	12.12	4.50	41.58
37	-3.300	0.100	----	24.96	12.12	4.50	41.58
	-3.400		----	25.29	12.12	4.56	41.97
38	-3.400	0.100	----	25.29	12.12	4.56	41.97
	-3.500		----	25.61	12.12	4.63	42.36
39	-3.500	0.100	----	25.61	12.12	4.63	42.36
	-3.600		----	25.94	12.12	4.70	42.75
40	-3.600	0.100	----	25.94	12.12	4.70	42.75
	-3.700		----	26.26	12.12	4.76	43.14
41	-3.700	0.100	----	26.26	12.12	4.76	43.14
	-3.800		----	26.59	12.12	4.82	43.53
42	-3.800	0.100	----	26.59	12.12	4.82	43.53
	-3.900		----	26.91	12.12	4.89	43.92
43	-3.900	0.100	----	26.91	12.12	4.89	43.92
	-4.000		----	27.24	12.12	4.95	44.31
44	-4.000	10.000	80.00	34.61	12.12	0.00	46.73
	-14.000		153.50	148.95	12.12	0.00	161.07
45	-14.000	9.300	153.50	81.45	12.12	0.00	93.57
	-23.300		221.86	149.81	12.12	0.00	161.93

1.3.3 フリーアースサポート法

(1) 根入れ長の計算

1) 必要根入れ長

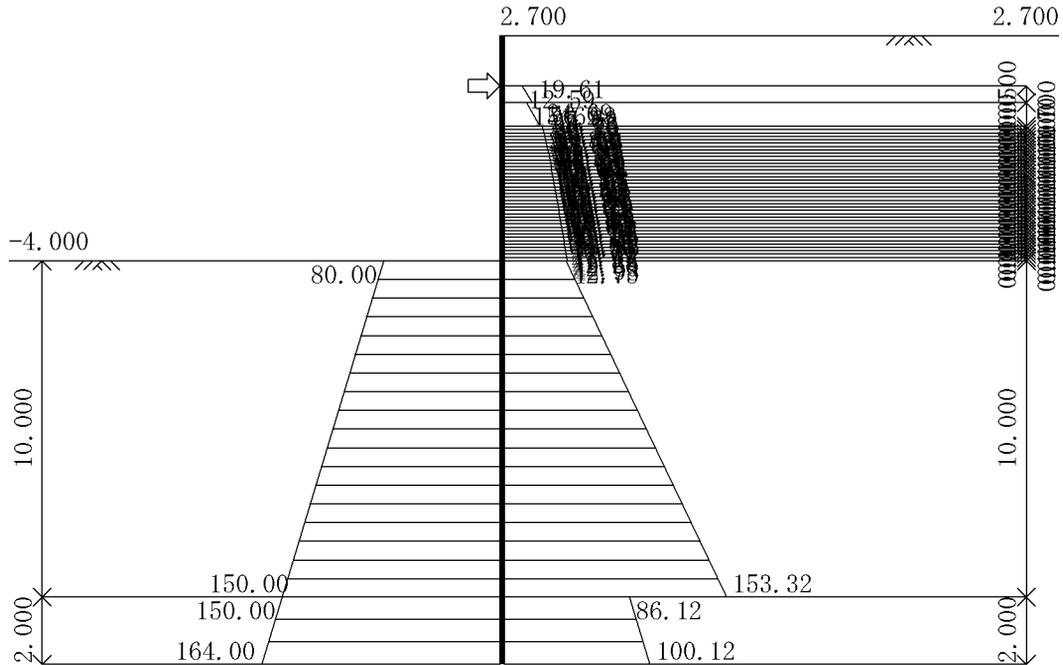
必要根入れ長(全長=11.890m、先端位置G.L.-15.890m)における外力集計結果は下表の通りである。

項 目	モーメント(kN.m/m)	水平力(kN/m)
主 働 側	(Ma) 14245.19	(Pa) 1319.59
受 働 側	(Mp) 17096.23	(Pp) 1446.00
a × Ma	1.20 × 14245.19 = 17094.23(kN.m/m)	

2) 決定根入れ長

決定根入れ長における外力集計結果は下表の通りである。

項 目	単 位	数 値
上部工天端高	m	(G.L. 2.700)m
前面矢板天端高	m	(G.L. 2.000)m
構造水深	m	(G.L. -4.000)m
決定根入れ先端高	m	(G.L. -16.000)m
決定全壁長 (上部工天端高-根入れ先端高)	m	18.700
決定全矢板長(前面矢板天端-根入れ先端高)	m	18.000
決定根入れ長 (構造水深-根入れ先端高)	m	12.000



項 目	モーメント(kN.m/m)	水平力(kN/m)
主働側	(Ma) 14433.29	(Pa) 1330.56
受働側	(Mp) 17404.80	(Pp) 1464.00
a × Ma	1.20 × 14433.29 = 17319.95(kN.m/m)	
Mp	17404.80	17319.95 ...OK

3) 外力表(水平力、モーメント表)

水平力及びアーム長は、各層の側圧力を台形で扱い下式にて計算します。

上面強度 p_1 、下面強度 p_2 、層厚 h とすると、水平力 = $(p_1 + p_2) \times h/2$

アーム長 = (タイ材位置から層上面までの距離) + $(h/3) \times (p_1 + 2 \times p_2) / (p_1 + p_2)$

・主働側圧

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pa kN/m ²	水 平 力 Pa kN/m	アーム長 y m	モーメント Ma kN.m/m
1	1.200 0.700	0.500	12.59 19.61	8.05	0.268	2.16
2	0.700 0.000	0.700	15.62 24.69	14.11	0.876	12.36
3	0.000 -0.100	0.100	25.89 26.98	2.64	1.250	3.31
4	-0.100 -0.200	0.100	26.98 27.62	2.73	1.350	3.69

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pa kN/m ²	水 平 力 Pa kN/m	アーム長 y m	モーメント Ma kN.m/m
5	-0.200 -0.300	0.100	27.62 28.18	2.79	1.450	4.05
6	-0.300 -0.400	0.100	28.18 28.70	2.84	1.550	4.41
7	-0.400 -0.500	0.100	28.70 29.20	2.90	1.650	4.78
8	-0.500 -0.600	0.100	29.20 29.68	2.94	1.750	5.15
9	-0.600 -0.700	0.100	29.68 30.15	2.99	1.850	5.53
10	-0.700 -0.800	0.100	30.15 30.60	3.04	1.950	5.92
11	-0.800 -0.900	0.100	30.60 31.05	3.08	2.050	6.32
12	-0.900 -1.000	0.100	31.05 31.49	3.13	2.150	6.72
13	-1.000 -1.100	0.100	31.49 31.93	3.17	2.250	7.13
14	-1.100 -1.200	0.100	31.93 32.35	3.21	2.350	7.55
15	-1.200 -1.300	0.100	32.35 32.78	3.26	2.450	7.98
16	-1.300 -1.400	0.100	32.78 33.20	3.30	2.550	8.41
17	-1.400 -1.500	0.100	33.20 33.61	3.34	2.650	8.85
18	-1.500 -1.600	0.100	33.61 34.02	3.38	2.750	9.30
19	-1.600 -1.700	0.100	34.02 34.43	3.42	2.850	9.76
20	-1.700 -1.800	0.100	34.43 34.84	3.46	2.950	10.22
21	-1.800 -1.900	0.100	34.84 35.24	3.50	3.050	10.69
22	-1.900 -2.000	0.100	35.24 35.65	3.54	3.150	11.17
23	-2.000 -2.100	0.100	35.65 36.05	3.58	3.250	11.65
24	-2.100 -2.200	0.100	36.05 36.44	3.62	3.350	12.14
25	-2.200 -2.300	0.100	36.44 36.84	3.66	3.450	12.64
26	-2.300 -2.400	0.100	36.84 37.23	3.70	3.550	13.15
27	-2.400 -2.500	0.100	37.23 37.62	3.74	3.650	13.66
28	-2.500 -2.600	0.100	37.62 38.01	3.78	3.750	14.18
29	-2.600 -2.700	0.100	38.01 38.40	3.82	3.850	14.71

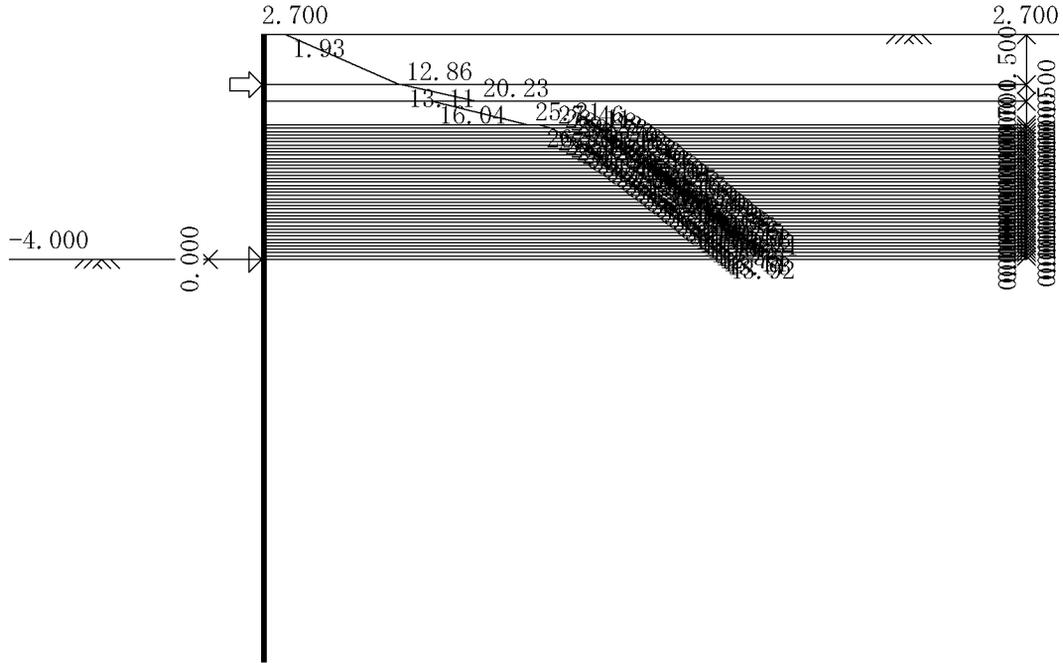
No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pa kN/m ²	水 平 力 Pa kN/m	アーム長 y m	モーメント Ma kN.m/m
30	-2.700 -2.800	0.100	38.40 38.79	3.86	3.950	15.25
31	-2.800 -2.900	0.100	38.79 39.18	3.90	4.050	15.79
32	-2.900 -3.000	0.100	39.18 39.56	3.94	4.150	16.34
33	-3.000 -3.100	0.100	39.56 39.95	3.98	4.250	16.90
34	-3.100 -3.200	0.100	39.95 40.33	4.01	4.350	17.46
35	-3.200 -3.300	0.100	40.33 40.71	4.05	4.450	18.03
36	-3.300 -3.400	0.100	40.71 41.09	4.09	4.550	18.61
37	-3.400 -3.500	0.100	41.09 41.47	4.13	4.650	19.20
38	-3.500 -3.600	0.100	41.47 41.85	4.17	4.750	19.79
39	-3.600 -3.700	0.100	41.85 42.23	4.20	4.850	20.39
40	-3.700 -3.800	0.100	42.23 42.60	4.24	4.950	21.00
41	-3.800 -3.900	0.100	42.60 42.98	4.28	5.050	21.61
42	-3.900 -4.000	0.100	42.98 43.35	4.32	5.150	22.23
43	-4.000 -14.000	10.000	42.75 153.32	980.39	11.140	10921.36
44	-14.000 -16.000	2.000	86.12 100.12	186.24	16.225	3021.75
				1330.56		14433.29

・受働側圧

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pp kN/m ²	水 平 力 Pp kN/m	アーム長 y m	モーメント Mp kN.m/m
1	-4.000 -14.000	10.000	80.00 150.00	1150.00	10.707	12313.33
2	-14.000 -16.000	2.000	150.00 164.00	314.00	16.215	5091.47
				1464.00		17404.80

(2)断面力の計算

1)結果要旨



・タイ材取付位置と仮想支持点間の単純スパン

項 目	単 位	数 値	
上部工天端高	m	(G.L. 2.700)m	
タイ材取付位置	m	(G.L. 1.200)m	
仮想支持点位置	m	(G.L. -4.000)m	
単純ばりスパン	m	5.200	
発生最大曲げ モーメント	モーメント Mmax 発生位置(タイ材取付点から)	kN.m/m m	109.44 2.800(G.L. -1.600)m
発生せん断力	せん断力 Smax 発生位置(タイ材取付点から)	kN/m m	94.99 5.200(G.L. -4.000)m
反力	上側支点反力 RA 下側支点反力 RB	kN/m kN/m	83.46 94.99
最大変位 (参考値)	変位置 max 発生位置(タイ材取付点から)	m m	0.0021 2.700(G.L. -1.500)m

2)外力表

・断面計算用側圧分布表

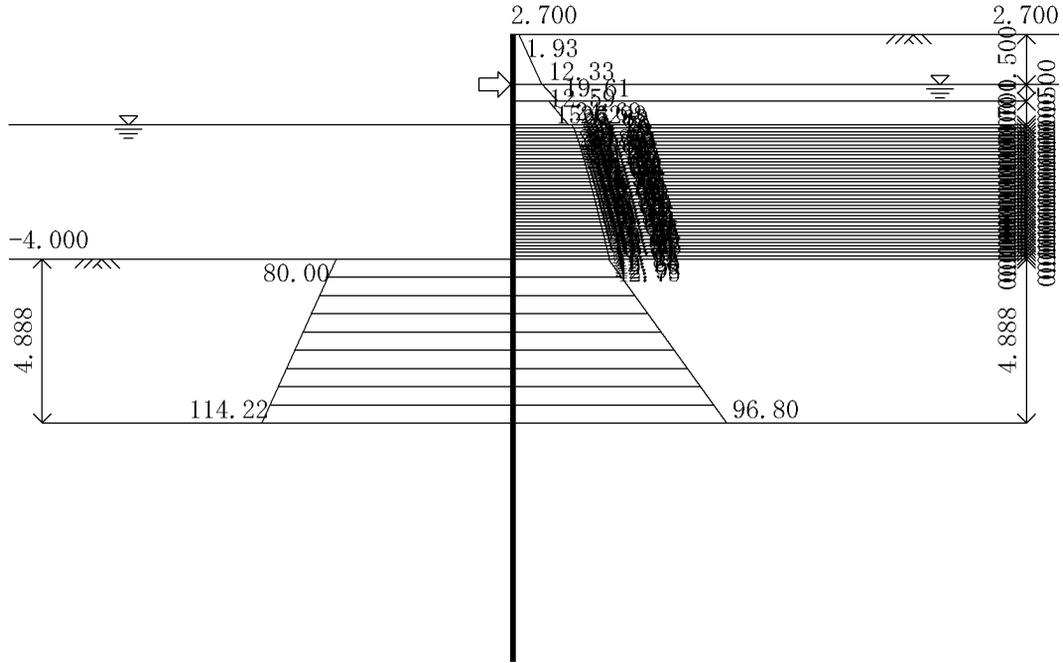
No	深 さ GL(m)	層 厚 (m)	受 働 側圧強度 (kN/m ²)	主 働 側圧強度 (kN/m ²)	作 用 荷重強度 (kN/m ²)
1	2.700	1.500	0.00	1.93	1.93
	1.200		0.00	12.86	12.86
2	1.200	0.500	0.00	13.11	13.11
	0.700		0.00	20.23	20.23
3	0.700	0.700	0.00	16.04	16.04
	0.000		0.00	25.21	25.21
4	0.000	0.100	0.00	26.35	26.35
	-0.100		0.00	27.46	27.46
5	-0.100	0.100	0.00	27.46	27.46
	-0.200		0.00	28.11	28.11
6	-0.200	0.100	0.00	28.11	28.11
	-0.300		0.00	28.68	28.68

No	深 さ GL (m)	層 厚 (m)	受 働 側圧強度 (kN/m ²)	主 働 側圧強度 (kN/m ²)	作 用 荷重強度 (kN/m ²)
7	-0.300 -0.400	0.100	0.00 0.00	28.68 29.22	28.68 29.22
8	-0.400 -0.500	0.100	0.00 0.00	29.22 29.73	29.22 29.73
9	-0.500 -0.600	0.100	0.00 0.00	29.73 30.22	29.73 30.22
10	-0.600 -0.700	0.100	0.00 0.00	30.22 30.70	30.22 30.70
11	-0.700 -0.800	0.100	0.00 0.00	30.70 31.16	30.70 31.16
12	-0.800 -0.900	0.100	0.00 0.00	31.16 31.62	31.16 31.62
13	-0.900 -1.000	0.100	0.00 0.00	31.62 32.08	31.62 32.08
14	-1.000 -1.100	0.100	0.00 0.00	32.08 32.52	32.08 32.52
15	-1.100 -1.200	0.100	0.00 0.00	32.52 32.96	32.52 32.96
16	-1.200 -1.300	0.100	0.00 0.00	32.96 33.40	32.96 33.40
17	-1.300 -1.400	0.100	0.00 0.00	33.40 33.83	33.40 33.83
18	-1.400 -1.500	0.100	0.00 0.00	33.83 34.26	33.83 34.26
19	-1.500 -1.600	0.100	0.00 0.00	34.26 34.68	34.26 34.68
20	-1.600 -1.700	0.100	0.00 0.00	34.68 35.10	34.68 35.10
21	-1.700 -1.800	0.100	0.00 0.00	35.10 35.52	35.10 35.52
22	-1.800 -1.900	0.100	0.00 0.00	35.52 35.94	35.52 35.94
23	-1.900 -2.000	0.100	0.00 0.00	35.94 36.35	35.94 36.35
24	-2.000 -2.100	0.100	0.00 0.00	36.35 36.76	36.35 36.76
25	-2.100 -2.200	0.100	0.00 0.00	36.76 37.17	36.76 37.17
26	-2.200 -2.300	0.100	0.00 0.00	37.17 37.58	37.17 37.58
27	-2.300 -2.400	0.100	0.00 0.00	37.58 37.99	37.58 37.99
28	-2.400 -2.500	0.100	0.00 0.00	37.99 38.39	37.99 38.39
29	-2.500 -2.600	0.100	0.00 0.00	38.39 38.79	38.39 38.79
30	-2.600 -2.700	0.100	0.00 0.00	38.79 39.20	38.79 39.20
31	-2.700 -2.800	0.100	0.00 0.00	39.20 39.60	39.20 39.60

No	深 さ GL(m)	層 厚 (m)	受 働 側圧強度 (kN/m ²)	主 働 側圧強度 (kN/m ²)	作 用 荷重強度 (kN/m ²)
32	-2.800 -2.900	0.100	0.00 0.00	39.60 39.99	39.60 39.99
33	-2.900 -3.000	0.100	0.00 0.00	39.99 40.39	39.99 40.39
34	-3.000 -3.100	0.100	0.00 0.00	40.39 40.79	40.39 40.79
35	-3.100 -3.200	0.100	0.00 0.00	40.79 41.18	40.79 41.18
36	-3.200 -3.300	0.100	0.00 0.00	41.18 41.58	41.18 41.58
37	-3.300 -3.400	0.100	0.00 0.00	41.58 41.97	41.58 41.97
38	-3.400 -3.500	0.100	0.00 0.00	41.97 42.36	41.97 42.36
39	-3.500 -3.600	0.100	0.00 0.00	42.36 42.75	42.36 42.75
40	-3.600 -3.700	0.100	0.00 0.00	42.75 43.14	42.75 43.14
41	-3.700 -3.800	0.100	0.00 0.00	43.14 43.53	43.14 43.53
42	-3.800 -3.900	0.100	0.00 0.00	43.53 43.92	43.53 43.92
43	-3.900 -4.000	0.100	0.00 0.00	43.92 44.31	43.92 44.31

1.3.4 たわみ曲線法

(1)根入れ長及び断面力結果



項	目	単	位	数	値
上部工天端高		m		(G.L. 2.700)m	
前面矢板天端高		m		(G.L. 2.000)m	
タイ材取付位置		m		(G.L. 1.200)m	
構造水深		m		(G.L. -4.000)m	
計算根入れ先端高		m		(G.L. -8.888)m	
決定根入れ先端高		m		(G.L. -16.000)m	
決定全壁長 (上部工天端高-根入れ先端高)		m		18.700	
決定全矢板長(前面矢板天端-根入れ先端高)		m		18.000	
決定根入れ長 (構造水深-根入れ先端高)		m		12.000	
前面矢板長	計算根入れ長 D	m		4.888	
	部分係数 a			1.20	
	必要根入れ長 a×D	m		5.866(G.L. -9.866)m	
	判定	m		12.000 5.866...OK	
最大曲げ モーメント	モーメント Mmax	kN.m/m		133.14	
	発生位置(タイ材取付点から)	m		3.100(G.L. -1.900)m	
最小曲げ モーメント	モーメント Mmin	kN.m/m		-58.87	
	発生位置(タイ材取付点から)	m		8.000(G.L. -6.800)m	
M=0	発生位置(タイ材取付点から)	m		5.846(G.L. -4.646)m	
反力	タイ材取付点反力 RA	kN/m		90.36	
	前面矢板下端反力 RB	kN/m		-49.33	
最大変位 (参考値)	変位量 max	m		0.0047	
	発生位置(タイ材取付点から)	m		3.500(G.L. -2.300)m	

(2)計算条件

格点座標データ

格点 番号	X 座 標 (m)	Y 座 標 (m)
1	0.0000	2.7000
2	0.0000	2.2000
3	0.0000	1.7000
4	0.0000	1.2000
5	0.0000	0.7000
6	0.0000	0.2000
7	0.0000	0.0000
8	0.0000	-0.1000

格点 番号	X 座 標 (m)	Y 座 標 (m)
9	0.0000	-0.2000
10	0.0000	-0.3000
11	0.0000	-0.4000
12	0.0000	-0.5000
13	0.0000	-0.6000
14	0.0000	-0.7000
15	0.0000	-0.8000
16	0.0000	-0.9000
17	0.0000	-1.0000
18	0.0000	-1.1000
19	0.0000	-1.2000
20	0.0000	-1.3000
21	0.0000	-1.4000
22	0.0000	-1.5000
23	0.0000	-1.6000
24	0.0000	-1.7000
25	0.0000	-1.8000
26	0.0000	-1.9000
27	0.0000	-2.0000
28	0.0000	-2.1000
29	0.0000	-2.2000
30	0.0000	-2.3000
31	0.0000	-2.4000
32	0.0000	-2.5000
33	0.0000	-2.6000
34	0.0000	-2.7000
35	0.0000	-2.8000
36	0.0000	-2.9000
37	0.0000	-3.0000
38	0.0000	-3.1000
39	0.0000	-3.2000
40	0.0000	-3.3000
41	0.0000	-3.4000
42	0.0000	-3.5000
43	0.0000	-3.6000
44	0.0000	-3.7000
45	0.0000	-3.8000
46	0.0000	-3.9000
47	0.0000	-4.0000
48	0.0000	-4.3000
49	0.0000	-4.8000
50	0.0000	-5.3000
51	0.0000	-5.8000
52	0.0000	-6.3000
53	0.0000	-6.8000
54	0.0000	-7.3000
55	0.0000	-7.8000
56	0.0000	-8.3000
57	0.0000	-8.8000
58	0.0000	-8.8880

材質データ

材質 番号	ヤング係数 E(kN/m ²)	線膨張係数 (/)
1	2.000000E+008	0.000000E+000

断面諸値

断面 番号	断 面 積 A(m ²)	断面2次モーメント I(m ⁴)
1	2.453333E-002	7.306667E-004

部材データ

部材番号	格点番号 i - j	部材長 (m)	断面 番号	材質 番号	材端条件 i - j
1	1 - 2	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
2	2 - 3	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
3	3 - 4	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
4	4 - 5	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
5	5 - 6	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
6	6 - 7	0.2000	1	1	剛結 - 剛結
7	7 - 8	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
8	8 - 9	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
9	9 - 10	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
10	10 - 11	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
11	11 - 12	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
12	12 - 13	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
13	13 - 14	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
14	14 - 15	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
15	15 - 16	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
16	16 - 17	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
17	17 - 18	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
18	18 - 19	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
19	19 - 20	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
20	20 - 21	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
21	21 - 22	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
22	22 - 23	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
23	23 - 24	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
24	24 - 25	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
25	25 - 26	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
26	26 - 27	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
27	27 - 28	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
28	28 - 29	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
29	29 - 30	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
30	30 - 31	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
31	31 - 32	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
32	32 - 33	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
33	33 - 34	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
34	34 - 35	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
35	35 - 36	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
36	36 - 37	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
37	37 - 38	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
38	38 - 39	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
39	39 - 40	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
40	40 - 41	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
41	41 - 42	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
42	42 - 43	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
43	43 - 44	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
44	44 - 45	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
45	45 - 46	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
46	46 - 47	0.1000	1	1	剛結 - 剛結
47	47 - 48	0.3000	1	1	剛結 - 剛結
48	48 - 49	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
49	49 - 50	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
50	50 - 51	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
51	51 - 52	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
52	52 - 53	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
53	53 - 54	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
54	54 - 55	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
55	55 - 56	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
56	56 - 57	0.5000	1	1	剛結 - 剛結
57	57 - 58	0.0880	1	1	剛結 - 剛結

支点データ

支点ケース:1

格点 番号	支 点 コ - ド	K_x (kN/m)	K_y (kN/m)	K_θ (kN.m/rad)
4 58	ピンYローラー ピン	固定 固定	自由 固定	自由 自由

荷重データ

荷重ケース [1]

荷重タイトル[変動状態(レベル1地震動)]

支点ケース [1]

・部材分布荷重

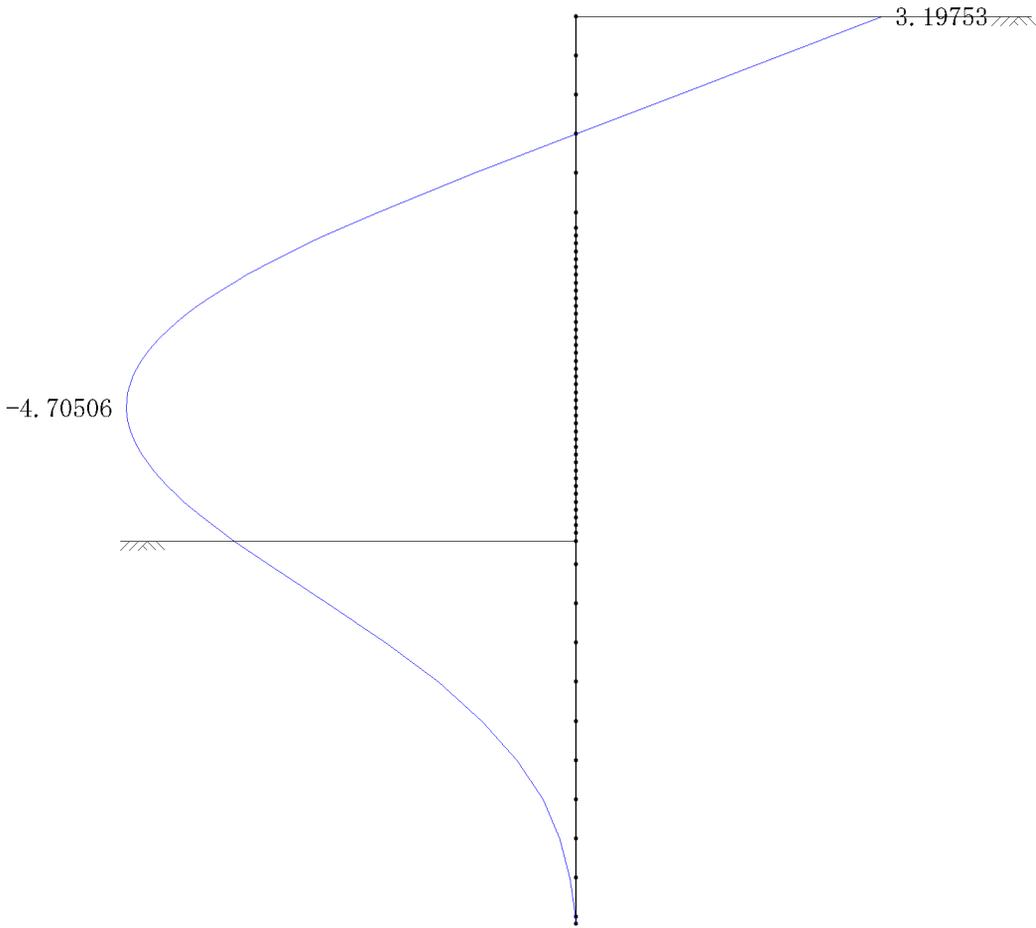
荷重種別	荷重開始 部材番号	荷重終了 部材番号	i端側 荷重強度 (kN/m, kN・m/m)	j端側 荷重強度 (kN/m, kN・m/m)	i端側 荷重位置 (m)	j端側 荷重位置 (m)
全体X方向	1	3	-1.93	-12.33	0.000	0.000
全体X方向	4	4	-12.59	-19.61	0.000	0.000
全体X方向	5	6	-15.62	-24.69	0.000	0.000
全体X方向	7	7	-25.89	-26.98	0.000	0.000
全体X方向	8	8	-26.98	-27.62	0.000	0.000
全体X方向	9	9	-27.62	-28.18	0.000	0.000
全体X方向	10	10	-28.18	-28.70	0.000	0.000
全体X方向	11	11	-28.70	-29.20	0.000	0.000
全体X方向	12	12	-29.20	-29.68	0.000	0.000
全体X方向	13	13	-29.68	-30.15	0.000	0.000
全体X方向	14	14	-30.15	-30.60	0.000	0.000
全体X方向	15	15	-30.60	-31.05	0.000	0.000
全体X方向	16	16	-31.05	-31.49	0.000	0.000
全体X方向	17	17	-31.49	-31.93	0.000	0.000
全体X方向	18	18	-31.93	-32.35	0.000	0.000
全体X方向	19	19	-32.35	-32.78	0.000	0.000
全体X方向	20	20	-32.78	-33.20	0.000	0.000
全体X方向	21	21	-33.20	-33.61	0.000	0.000
全体X方向	22	22	-33.61	-34.02	0.000	0.000
全体X方向	23	23	-34.02	-34.43	0.000	0.000
全体X方向	24	24	-34.43	-34.84	0.000	0.000
全体X方向	25	25	-34.84	-35.24	0.000	0.000
全体X方向	26	26	-35.24	-35.65	0.000	0.000
全体X方向	27	27	-35.65	-36.05	0.000	0.000
全体X方向	28	28	-36.05	-36.44	0.000	0.000
全体X方向	29	29	-36.44	-36.84	0.000	0.000
全体X方向	30	30	-36.84	-37.23	0.000	0.000
全体X方向	31	31	-37.23	-37.62	0.000	0.000
全体X方向	32	32	-37.62	-38.01	0.000	0.000
全体X方向	33	33	-38.01	-38.40	0.000	0.000
全体X方向	34	34	-38.40	-38.79	0.000	0.000
全体X方向	35	35	-38.79	-39.18	0.000	0.000
全体X方向	36	36	-39.18	-39.56	0.000	0.000
全体X方向	37	37	-39.56	-39.95	0.000	0.000
全体X方向	38	38	-39.95	-40.33	0.000	0.000
全体X方向	39	39	-40.33	-40.71	0.000	0.000
全体X方向	40	40	-40.71	-41.09	0.000	0.000
全体X方向	41	41	-41.09	-41.47	0.000	0.000
全体X方向	42	42	-41.47	-41.85	0.000	0.000
全体X方向	43	43	-41.85	-42.23	0.000	0.000
全体X方向	44	44	-42.23	-42.60	0.000	0.000
全体X方向	45	45	-42.60	-42.98	0.000	0.000
全体X方向	46	46	-42.98	-43.35	0.000	0.000
全体X方向	47	57	-42.75	-96.80	0.000	0.000
全体X方向	47	57	80.00	114.22	0.000	0.000

(3)計算結果

1)変位

格点 番号	水平変位 x(mm)	鉛直変位 y(mm)	回轉變位 (mrad)
1	3.19753	0.00000	-2.12783
2	2.13357	0.00000	-2.12822
3	1.06875	0.00000	-2.13200
4	0.00000	0.00000	-2.14526
5	-1.06672	0.00000	-2.09994
6	-2.07949	0.00000	-1.93202
7	-2.45638	0.00000	-1.83410
8	-2.63708	0.00000	-1.77916
9	-2.81209	0.00000	-1.72047
10	-2.98105	0.00000	-1.65821
11	-3.14362	0.00000	-1.59258
12	-3.29946	0.00000	-1.52376
13	-3.44827	0.00000	-1.45196
14	-3.58976	0.00000	-1.37738
15	-3.72366	0.00000	-1.30023
16	-3.84973	0.00000	-1.22070
17	-3.96773	0.00000	-1.13902
18	-4.07747	0.00000	-1.05539
19	-4.17875	0.00000	-0.97003
20	-4.27142	0.00000	-0.88317
21	-4.35534	0.00000	-0.79503
22	-4.43039	0.00000	-0.70582
23	-4.49648	0.00000	-0.61579
24	-4.55353	0.00000	-0.52515
25	-4.60150	0.00000	-0.43416
26	-4.64036	0.00000	-0.34303
27	-4.67011	0.00000	-0.25202
28	-4.69077	0.00000	-0.16136
29	-4.70240	0.00000	-0.07130
30	-4.70506	0.00000	0.01790
31	-4.69886	0.00000	0.10601
32	-4.68390	0.00000	0.19277
33	-4.66036	0.00000	0.27792
34	-4.62838	0.00000	0.36120
35	-4.58819	0.00000	0.44235
36	-4.53999	0.00000	0.52111
37	-4.48405	0.00000	0.59721
38	-4.42065	0.00000	0.67038
39	-4.35009	0.00000	0.74035
40	-4.27270	0.00000	0.80684
41	-4.18884	0.00000	0.86958
42	-4.09891	0.00000	0.92828
43	-4.00333	0.00000	0.98267
44	-3.90253	0.00000	1.03246
45	-3.79700	0.00000	1.07737
46	-3.68723	0.00000	1.11709
47	-3.57376	0.00000	1.15134
48	-3.21673	0.00000	1.22078
49	-2.59709	0.00000	1.23943
50	-1.99322	0.00000	1.16253
51	-1.44577	0.00000	1.01829
52	-0.98172	0.00000	0.83320
53	-0.61525	0.00000	0.63200
54	-0.34857	0.00000	0.43770
55	-0.17285	0.00000	0.27157
56	-0.06903	0.00000	0.15317
57	-0.00875	0.00000	0.10028
58	0.00000	0.00000	0.09899

変位図



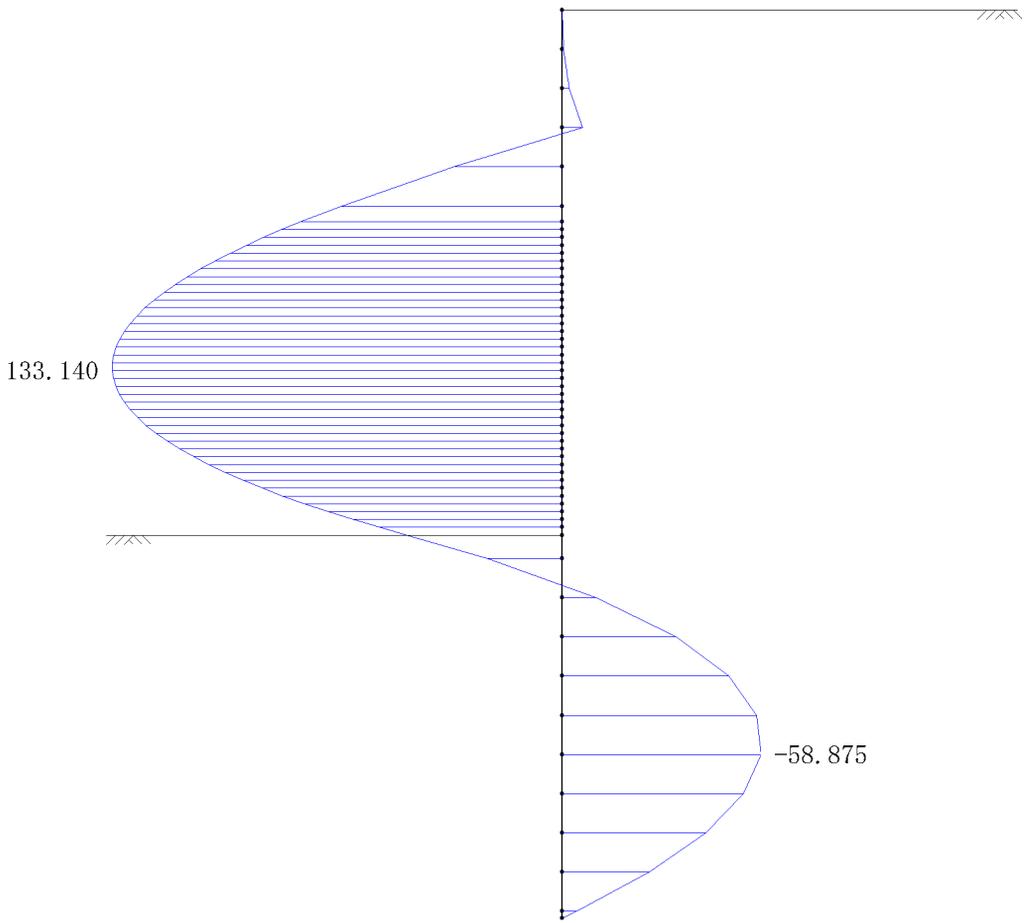
2)部材力

部材	着目	i端からの距離 (m)	曲げモーメント M(kN.m)	せん断力 S(kN)	軸力 N(kN)
1(1- 2)	i	0.000	0.000	0.000	0.000
	j	0.500	-0.385	-1.831	0.000
2(2- 3)	i	0.000	-0.385	-1.831	0.000
	j	0.500	-2.120	-5.397	0.000
3(3- 4)	i	0.000	-2.120	-5.397	0.000
	j	0.500	-6.071	-10.697	0.000
4(4- 5)	i	0.000	-6.071	79.662	0.000
	j	0.500	31.893	71.611	0.000
5(5- 6)	i	0.000	31.893	71.611	0.000
	j	0.500	65.476	62.179	0.000
6(6- 7)	i	0.000	65.476	62.179	0.000
	j	0.200	77.452	57.499	0.000
7(7- 8)	i	0.000	77.452	57.499	0.000
	j	0.100	83.071	54.856	0.000
8(8- 9)	i	0.000	83.071	54.856	0.000
	j	0.100	88.421	52.126	0.000
9(9- 10)	i	0.000	88.421	52.126	0.000
	j	0.100	93.494	49.335	0.000
10(10- 11)	i	0.000	93.494	49.335	0.000
	j	0.100	98.286	46.491	0.000
11(11- 12)	i	0.000	98.286	46.491	0.000
	j	0.100	102.791	43.596	0.000
12(12- 13)	i	0.000	102.791	43.596	0.000
	j	0.100	107.003	40.652	0.000

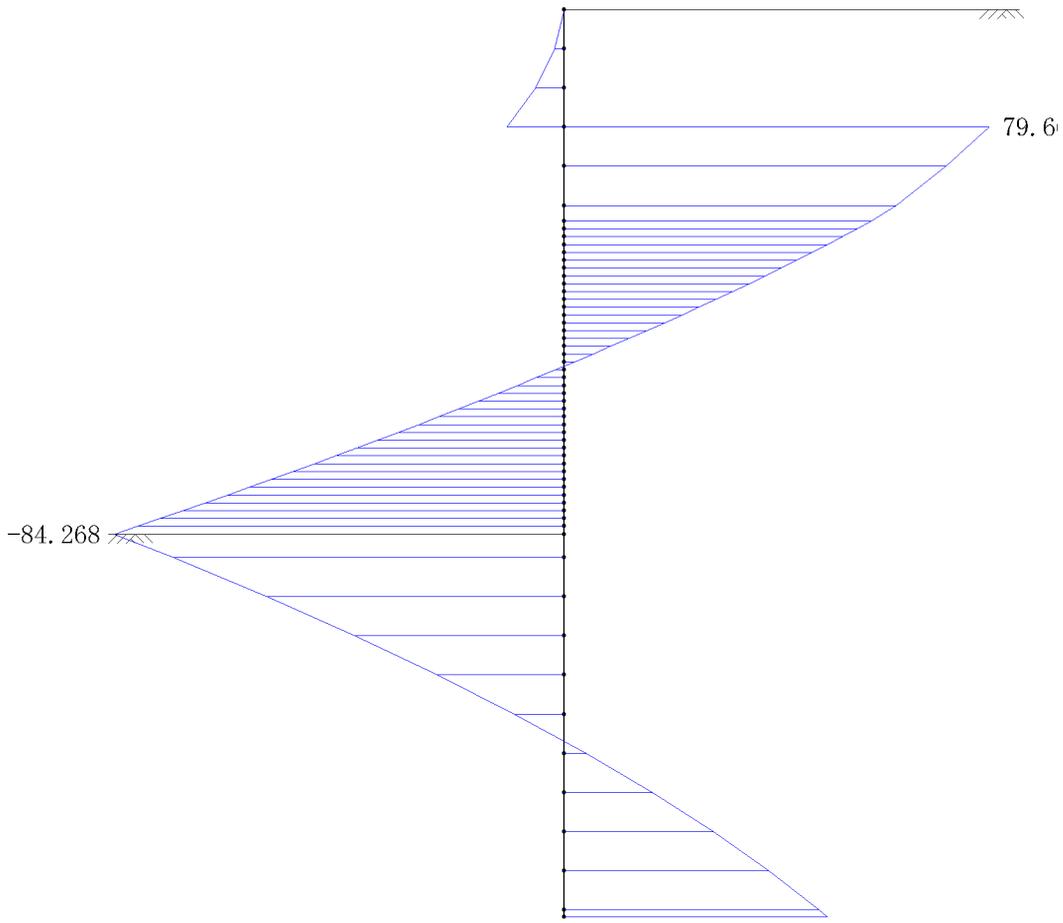
部材	着目	i端からの距離 (m)	曲げモーメント M(kN.m)	せん断力 S(kN)	軸力 N(kN)
13(13- 14)	i	0.000	107.003	40.652	0.000
		0.100	110.919	37.660	0.000
14(14- 15)	i	0.000	110.919	37.660	0.000
		0.100	114.534	34.622	0.000
15(15- 16)	i	0.000	114.534	34.622	0.000
		0.100	117.842	31.539	0.000
16(16- 17)	i	0.000	117.842	31.539	0.000
		0.100	120.840	28.412	0.000
17(17- 18)	i	0.000	120.840	28.412	0.000
		0.100	123.523	25.241	0.000
18(18- 19)	i	0.000	123.523	25.241	0.000
		0.100	125.887	22.027	0.000
19(19- 20)	i	0.000	125.887	22.027	0.000
		0.100	127.927	18.771	0.000
20(20- 21)	i	0.000	127.927	18.771	0.000
		0.100	129.640	15.472	0.000
21(21- 22)	i	0.000	129.640	15.472	0.000
		0.100	131.020	12.132	0.000
22(22- 23)	i	0.000	131.020	12.132	0.000
		0.100	132.065	8.750	0.000
23(23- 24)	i	0.000	132.065	8.750	0.000
		0.100	132.769	5.327	0.000
24(24- 25)	i	0.000	132.769	5.327	0.000
		0.100	133.129	1.863	0.000
25(25- 26)	i	0.000	133.129	1.863	0.000
		0.100	133.140	-1.641	0.000
26(26- 27)	i	0.000	133.140	-1.641	0.000
		0.100	132.799	-5.186	0.000
27(27- 28)	i	0.000	132.799	-5.186	0.000
		0.100	132.102	-8.770	0.000
28(28- 29)	i	0.000	132.102	-8.770	0.000
		0.100	131.044	-12.395	0.000
29(29- 30)	i	0.000	131.044	-12.395	0.000
		0.100	129.622	-16.059	0.000
30(30- 31)	i	0.000	129.622	-16.059	0.000
		0.100	127.831	-19.762	0.000
31(31- 32)	i	0.000	127.831	-19.762	0.000
		0.100	125.668	-23.505	0.000
32(32- 33)	i	0.000	125.668	-23.505	0.000
		0.100	123.129	-27.287	0.000
33(33- 34)	i	0.000	123.129	-27.287	0.000
		0.100	120.209	-31.108	0.000
34(34- 35)	i	0.000	120.209	-31.108	0.000
		0.100	116.906	-34.967	0.000
35(35- 36)	i	0.000	116.906	-34.967	0.000
		0.100	113.215	-38.866	0.000
36(36- 37)	i	0.000	113.215	-38.866	0.000
		0.100	109.131	-42.802	0.000
37(37- 38)	i	0.000	109.131	-42.802	0.000
		0.100	104.653	-46.778	0.000
38(38- 39)	i	0.000	104.653	-46.778	0.000
		0.100	99.775	-50.791	0.000
39(39- 40)	i	0.000	99.775	-50.791	0.000
		0.100	94.493	-54.843	0.000
40(40- 41)	i	0.000	94.493	-54.843	0.000
		0.100	88.805	-58.933	0.000
41(41- 42)	i	0.000	88.805	-58.933	0.000
		0.100	82.705	-63.061	0.000
42(42- 43)	i	0.000	82.705	-63.061	0.000
		0.100	76.191	-67.227	0.000
43(43- 44)	i	0.000	76.191	-67.227	0.000
		0.100	69.259	-71.431	0.000
44(44- 45)	i	0.000	69.259	-71.431	0.000
		0.100	61.904	-75.672	0.000
45(45- 46)	i	0.000	61.904	-75.672	0.000
		0.100	54.123	-79.951	0.000
46(46- 47)	i	0.000	54.123	-79.951	0.000
		0.100	45.912	-84.268	0.000
47(47- 48)	i	0.000	45.912	-84.268	0.000
		0.300	22.290	-73.277	0.000
48(48- 49)	i	0.000	22.290	-73.277	0.000
		0.500	-9.929	-55.769	0.000
49(49- 50)	i	0.000	-9.929	-55.769	0.000
		0.500	-33.648	-39.276	0.000
50(50- 51)	i	0.000	-33.648	-39.276	0.000
		0.500	-49.374	-23.797	0.000
51(51- 52)	i	0.000	-49.374	-23.797	0.000

部材	着目	i端からの距離 (m)	曲げモーメント M(kN.m)	せん断力 S(kN)	軸力 N(kN)
52(52- 53)	j	0.500	-57.614	-9.332	0.000
		0.000	-57.614	-9.332	0.000
53(53- 54)	j	0.500	-58.875	4.119	0.000
		0.000	-58.875	4.119	0.000
54(54- 55)	j	0.500	-53.664	16.555	0.000
		0.000	-53.664	16.555	0.000
55(55- 56)	j	0.500	-42.489	27.977	0.000
		0.000	-42.489	27.977	0.000
56(56- 57)	j	0.500	-25.856	38.385	0.000
		0.000	-25.856	38.385	0.000
57(57- 58)	j	0.500	-4.273	47.778	0.000
		0.000	-4.273	47.778	0.000
		0.088	0.000	49.327	0.000

モーメント図



せん断力図



1.4 壁体応力度

(1)使用断面

断面種類：

使用鋼材：D500 t12

使用材質：SKY400

断面諸元	単位	数値
杭径 D	(mm)	500
継手幅 a	(mm)	250.0
断面係数 Z	$\times 10^3$ (mm ³ /本)	1424
断面積 A	$\times 10^2$ (mm ² /本)	119.60

(2)設計断面力

設計断面力は下表の通りとする。

ただし、モーメント M_d に関しては、下式にて1本当たりの断面力にする。軸力 N_d は入力値の通りとする。

$$1本当たりの断面力(M_d) = (1.0m当たりの断面力) \times \frac{D+a}{1000}$$

検討ケース	モーメント $M \times 10^6$ (N・mm/本)	軸力 $N \times 10^3$ (N/本)
永続状態	90.30	0.00
変動状態(レベル1地震動)	99.86	0.00

(3)曲げ照査

$$\sigma_{yd} \geq \gamma_a \sigma$$

$$\sigma = \frac{M_d \times 10^6}{Z \times 10^3} + \frac{N_d \times 10^3}{A \times 10^2}$$

ここに、

σ_{yd} ：鋼材の曲げ降伏応力度の設計値(N/mm²)

$$\sigma_{yd} = \gamma_{\sigma y} \cdot \sigma_{yk}$$

ここに、

γ_y ：部分係数

σ_{yk} ：鋼材の曲げ降伏応力度の特性値(N/mm²)

γ_a ：曲げ応力度(N/mm²)

γ_a ：構造解析係数

Z：使用断面係数(cm³/本)

A：使用断面積(cm²/本)

検討ケース	降伏応力度 σ_{yd} (N/mm ²)			曲げ応力度 σ_a (N/mm ²)			判定
	γ_y	σ_{yk}	σ_{yd}	γ_a	σ_a	σ_a	
永続状態	1.00	235.0	235.0	1.00	63.4	63.4	OK
変動状態(レベル1地震動)	1.00	235.0	235.0	1.12	70.1	78.6	OK

2章 控え杭の設計

2.1 計算条件

控え組杭は、タイ材張力を外力として受ける組杭として設計する。

組杭の一部が矢板の主働崩壊面上に出る場合は、組杭の支持力の算定に際し主働崩壊面より上の杭の支持力を考慮しないものとする。

組杭の水平支持力の算定法として、各杭の軸方向支持力のみで抵抗するものとする。

2.1.1 控え杭の杭断面諸元

- (1)断面種類 :H鋼杭 (直杭)
- (2)杭間隔 : 2.400 (m)
- (3)使用材質 :SHK490
- (4)杭断面諸元

断面諸元		単位	押込側の杭	引抜側の杭
使用鋼材		-----	H - 400 × 400 × 13 × 21	H - 400 × 400 × 13 × 21
地表面天端高		m	G.L. 2.700	同左
控え杭天端高		m	G.L. 2.000	同左
タイ材取付位置		m	G.L. 1.200	同左
組杭交差高		m	G.L. 1.000	同左
杭の傾角		度	25.00	25.00
杭先端高		m	G.L. -14.767	G.L. -7.969
杭全長		m	18.500	11.000
腐食前	断面積	Ao	218.70	218.70
	断面二次モーメント	Io	66600	66600
	断面係数	Zo	3330	3330
腐食後	断面積	A	204.19	204.19
	断面二次モーメント	I	62482	62482
	断面係数	Z	3133	3133

(5)押込側の杭の腐食後の断面諸元

耐用年数:30 年

腐食速度:0.020 mm/年

腐食代 :0.020 × 30 = 0.600 mm

H鋼 1 本当たりの断面特性は下式より求める。

断面積:

$$A = 2tfB + tw(H - 2tf)$$

断面2次モーメント:

$$I = \frac{BH^3 - (H - 2tf)^3 \times (B - tw)}{12}$$

断面係数:

$$Z = \frac{I}{H/2}$$

ここに、

H : H鋼の高さ (cm)

B : H鋼の幅 (cm)

tw : ウェブの厚さ (cm)

tf : フランジの厚さ (cm)

腐食前

高さ: H = 40.00 cm

幅: B = 40.00 cm

ウェブの厚さ: tw = 1.30 cm

フランジの厚さ: tf = 2.10 cm

断面積: A'o = 214.54 cm²/本

断面2次モーメント: I'o = 65362 cm⁴/本

断面係数: $Z'_0 = 3268 \text{ cm}^3/\text{本}$

腐食後

腐食代: $t = 0.06 \text{ cm}$

高さ: $H - 2t = 39.88 \text{ cm}$

幅: $B - 2t = 39.88 \text{ cm}$

ウェブの厚さ: $t_w - 2t = 1.18 \text{ cm}$

フランジの厚さ: $t_f - 2t = 1.98 \text{ cm}$

断面積: $A' = 200.31 \text{ cm}^2/\text{本}$

断面2次モーメント: $I' = 61320 \text{ cm}^4/\text{本}$

断面係数: $Z' = 3075 \text{ cm}^3/\text{本}$

腐食後断面積:

$$A = \frac{A'}{A'_0} A_0 = \frac{200.31}{214.54} \times 218.70 = 204.19 \text{ cm}^2/\text{本}$$

腐食後断面2次モーメント:

$$I = \frac{I'}{I'_0} I_0 = \frac{61320}{65362} \times 66600 = 62482 \text{ cm}^4/\text{本}$$

腐食後断面係数:

$$Z = \frac{Z'}{Z'_0} Z_0 = \frac{3075}{3268} \times 3330 = 3133 \text{ cm}^3/\text{本}$$

(6)引抜側の杭の腐食後の断面諸元

耐用年数:30 年

腐食速度:0.020 mm/年

腐食代 :0.020×30 = 0.600 mm

H鋼 1 本当りの断面特性は下式より求める。

断面積:

$$A = 2t_f B + t_w (H - 2t_f)$$

断面2次モーメント:

$$I = \frac{BH^3 - (H - 2t_f)^3 \times (B - t_w)}{12}$$

断面係数:

$$Z = \frac{I}{H/2}$$

ここに、

H : H鋼の高さ(cm)

B : H鋼の幅(cm)

t_w : ウェブの厚さ(cm)

t_f : フランジの厚さ(cm)

腐食前

高さ: $H = 40.00 \text{ cm}$

幅: $B = 40.00 \text{ cm}$

ウェブの厚さ: $t_w = 1.30 \text{ cm}$

フランジの厚さ: $t_f = 2.10 \text{ cm}$

断面積: $A'_0 = 214.54 \text{ cm}^2/\text{本}$

断面2次モーメント: $I'_0 = 65362 \text{ cm}^4/\text{本}$

断面係数: $Z'_0 = 3268 \text{ cm}^3/\text{本}$

腐食後

腐食代: $t = 0.06 \text{ cm}$

高さ: $H - 2t = 39.88 \text{ cm}$

幅: $B - 2 t = 39.88 \text{ cm}$
 ウェブの厚さ: $t_w - 2 t = 1.18 \text{ cm}$
 フランジの厚さ: $t_f - 2 t = 1.98 \text{ cm}$
 断面積: $A' = 200.31 \text{ cm}^2/\text{本}$
 断面2次モーメント: $I' = 61320 \text{ cm}^4/\text{本}$
 断面係数: $Z' = 3075 \text{ cm}^3/\text{本}$

腐食後断面積:

$$A = \frac{A'}{A'_0} A_0 = \frac{200.31}{214.54} \times 218.70 = 204.19 \text{ cm}^2/\text{本}$$

腐食後断面2次モーメント:

$$I = \frac{I'}{I'_0} I_0 = \frac{61320}{65362} \times 66600 = 62482 \text{ cm}^4/\text{本}$$

腐食後断面係数:

$$Z = \frac{Z'}{Z'_0} Z_0 = \frac{3075}{3268} \times 3330 = 3133 \text{ cm}^3/\text{本}$$

2.1.2 頭部コンクリート

断面諸元	単位	数値
控え上部コンクリート天端高	m	2.200
控え上部コンクリート下端高	m	0.200
高さ h	m	2.000
幅 b	m	1.500
前面からの組杭交点距離 b1	m	0.750

2.2 永続状態

2.2.1 設置位置の計算

(1) 必要設置距離の計算

組杭の設置距離は、前面矢板壁仮想支持点を起点とした背面側主働すべり面と上部工左上点とが交差する位置により計算する。

1) 主働すべり面

前面矢板壁仮想支持点(G.L. -4.855 m)を起点とした背面側主働すべり面は下表の通りである。

No	上面標高 G.L.(m)	下面標高 G.L.(m)	層厚 h m	裏込材	内部摩擦角 (°)	主働崩壊角 a(°)	各層の崩壊線 の幅 Ldi(m) = hi · cot a
4	-4.000	-4.855	0.855		0.00	45.00	0.855
3	-3.300	-4.000	0.700		40.00	63.15	0.354
2	-0.451	-3.300	2.849		40.00	63.15	1.442
1	2.200	-0.451	2.651		30.00	56.86	1.731
			7.055				4.382

2) 必要設置距離

必要設置距離Ldminは下式の通りである。

$$L_{dmin} = h_i \cdot \cot a + b_1 = 4.382 + 0.750 = 5.132(m)$$

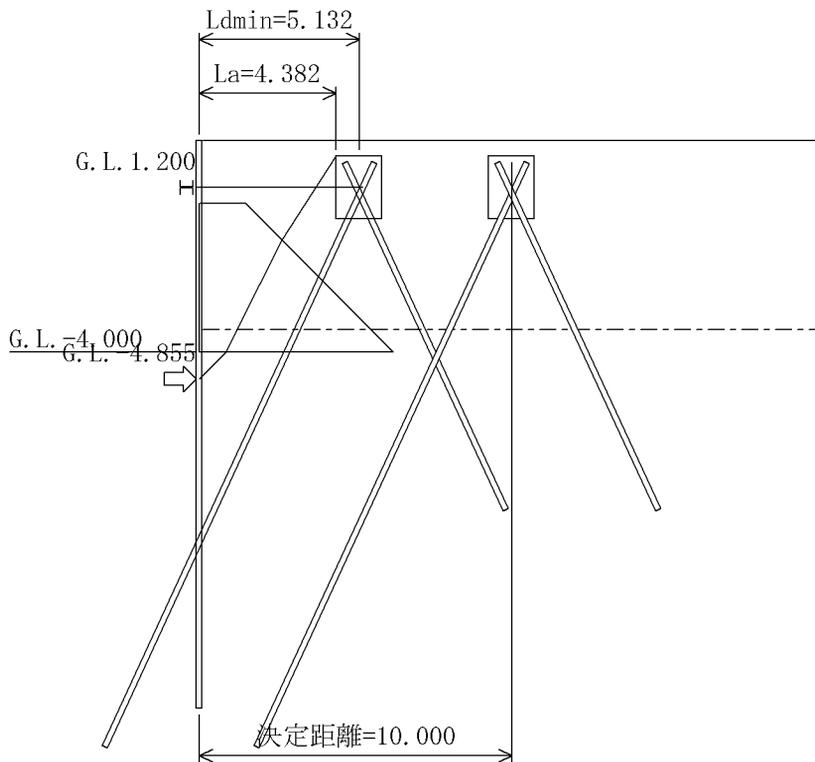
ここに、

b1: 上部工左端から組杭交差点までの距離(m)

(2) 控え杭の設置位置

以上から、控え杭は、前面矢板壁からLd = 5.132(m)後方に設置するものとする。

$$L_d = 10.000(m) \quad L_{dmin} = 5.132(m) \dots \text{OK}$$



2.2.2 各杭に働く押込み力

(1) 各杭に働く押込み力

各杭に働く押込み力(負になった場合は引抜き力)は下式で求める。

$$\begin{aligned}
 P1 &= \frac{V \sin \theta_2 + H \cos \theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \\
 &= \frac{231.12 \times \sin 25.00 + 210.98 \times \cos 25.00}{\sin(25.00 + 25.00)} \\
 &= 377.12 \text{ kN} \\
 P2 &= \frac{V \sin \theta_1 - H \cos \theta_1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \\
 &= \frac{231.12 \times \sin 25.00 - 210.98 \times \cos 25.00}{\sin(25.00 + 25.00)} \\
 &= -122.11 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(2) 鉛直荷重(V_d)の計算

鉛直荷重(V_d)は下式により求める。

$$\begin{aligned}
 V_d &= \gamma_q \times Q + \gamma_{ws} \times W_s + \gamma_w \times W_c \\
 &= 1.00 \times 36.00 + 1.00 \times 32.40 + 1.00 \times 162.72 \\
 &= 231.12 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

ここに,

地表面の載荷重	$Q = q_0 \times b \times L$	$= 10.00 \times 1.50 \times 2.400 = 36.00 \text{ (kN)}$
土被り重量	$W_s = \gamma_s \times b \times H_s \times L$	$= 18.00 \times 1.50 \times 0.50 \times 2.400 = 32.40 \text{ (kN)}$
頭部コンクリート重量	$W_c = \gamma_c \times b \times H_c \times L$	$= 22.60 \times 1.50 \times 2.00 \times 2.400 = 162.72 \text{ (kN)}$

ここに,

- q_0 : 地表面の載荷重 (kN/m²)
- b : 頭部コンクリート断面幅 (m)
- H_c : 頭部コンクリート断面厚 (m)
- H_s : 土被り厚 (m)
- L : 控え組杭の間隔 (m)
- γ_s : 土被りの単位体積重量 (kN/m³) ただし、水以下は土の水中単位重量とする。
- γ_c : 頭部コンクリートの単位体積重量 (kN/m³) ただし、水以下はコンクリートの水中単位重量とする。
- q : 上載荷重に対する部分係数
- γ_w : 上部工上の土重量に対する部分係数
- γ_w : 上部工の重量に対する部分係数

(3) 水平荷重(H_d)の計算

水平荷重(H_d)は下式により求める。

$$H_d = H_{d1} = 210.98 \text{ kN}$$

ここに,

$$\text{タイ材取付反力の設計値 } H_{d1} = R_a \times L = 87.91 \times 2.40 = 210.98 \text{ (kN)}$$

2.2.3 押込側の杭の支持力照査

(1) 検討方法:

- 1) 検討方法: 港湾基準
- 2) 施工工法: 打撃工法
- 3) 検討条件: 決定長に対する照査結果
- 4) $P_{1d} = 377.12 \text{ kN}$
- 5) 杭の諸元

杭 諸 元	単 位	押込側の杭
使用鋼材	----	H - 400 × 400 × 13 × 21
杭の傾角	度	25.00
杭天端高	m	G.L. 2.000
上部コンクリート下端高	m	G.L. 0.200
主働崩壊面交点高	m	G.L. 0.200
杭先端高	m	G.L. -14.767
杭全長	m	18.500

(2)軸方向押込み抵抗力の設計用値の設定

$$R_{td} = \gamma_{Rp} \times R_{pk} + \gamma_{Rf} \times R_{fk} = 0.45 \times 27.48 + 0.45 \times 813.41 = 378.40 \text{ kN}$$

ここに,

R_p, R_f : 部分係数

R_{pk} : 杭の先端押込み抵抗力の特性値 (kN)

R_{fk} : 押込み時の杭の周面抵抗力の特性値 (kN)

1) 杭の先端面積・周長について

断面状態	断面高さ H (m)	断面幅 B (m)	先端面積 A=H×B (m ²)	閉塞率 h (%)	使用先端面積 Ap= h×A (m ²)	周 長 U=2(H+B) (m)
腐食後	0.399	0.399	0.159	0.900	0.1431	1.5952

2) 先端抵抗力

先端地盤が粘性土地盤なので下式にて求める。

$$R_p = 6c_p A_p = 6 \times 32.00 \times 0.1431 = 27.48 \text{ kN}$$

ここに,

c_p : 杭先端位置での非排水せん断強さ (kN/m²)

A_p : 杭先端の有効面積 (m²)

3) 杭の周面抵抗力の特性値の算定

次式により杭の周面抵抗力を求める。

$$R_f = \sum (r_{fki} \times Li) \times \sec \alpha \times U = 462.13 \times \sec 25.0000 \times 1.5952 = 813.41 \text{ kN}$$

ここに,

r_{fki} : i層目の単位面積当たりの平均周面抵抗力 (kN/m²)

砂質層: $r_{fki} = 2N_i$ N_i はi層目の平均N値

粘性土: $r_{fki} = c_{ai}$ c_{ai} はi層目の平均付着力

c_{ai} 100の時 $c_{ai} = c_{ai}$

$c_{ai} > 100$ の時 $c_{ai} = 100$ (kN/m²)

No	深 さ	層 厚 Li (m)	砂質土 のN値 N	粘性土 粘着力 c	最大周面 摩擦力度 fi (kN/m ²)	周面摩擦力 Li・fi (kN/m)
1	0.200 ~ -3.300	3.500	13.60	----	27.20	95.20
2	-3.300 ~ -14.767	11.467	----	32.00	32.00	366.93
		14.967				462.13

(3)押込側の杭の軸方向の許容支持力の照査

$$\gamma_a P_{td} = 1.00 \times 377.12 = 377.12 \text{ kN} \leq 378.40 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

ここに,

γ_a : 構造解析係数

2.2.4 引抜側の杭の支持力照査

(1)検討方法:

- 1) 検討方法：港湾基準
- 2) 施工工法：打撃工法
- 3) 検討条件：決定長に対する照査結果
- 4) $P_{2d} = -122.11 \text{ kN}$ ($P_{2d} = 0.0$ なので引抜き杭として照査する)
- 5) 杭の諸元

杭 諸 元	単 位	押込側の杭
使用鋼材	----	H - 400 × 400 × 13 × 21
杭の傾角	度	25.00
杭天端高	m	G.L. 2.000
上部コンクリート下端高	m	G.L. 0.200
主働崩壊面交点高	m	G.L. 0.200
杭先端高	m	G.L. -7.969
杭全長	m	11.000

(2) 軸方向引抜き抵抗力の設計用値の設定

$$R_{\text{utd}} = \gamma_R \times R_{\text{utk}} = 0.40 \times 430.56 = 172.22 \text{ kN}$$

ここに、

R : 部分係数

R_{utk} : 杭の最大引抜き力の特性値(静力学的支持力算定式による)

1) 杭の先端面積・周長について

断面状態	断面高さ H (m)	断面幅 B (m)	先端面積 A=H×B (m ²)	閉塞率 h (%)	使用先端面積 Ap= h×A (m ²)	周 長 U=2(H+B) (m)
腐食後	0.399	0.399	----	----	----	1.5952

2) 先端抵抗力

$P_{pk} = 0.00 \text{ kN}$ とする。

3) 杭の周面抵抗力の特性値の算定

次式により杭の周面抵抗力を求める。

$$R_f = \sum (r_{fki} \times Li) \times \sec \alpha \times U = 244.62 \times \sec 25.0000 \times 1.5952 = 430.56 \text{ kN}$$

ここに、

r_{fki} : i層目の単位面積当たりの平均周面抵抗力 (kN/m²)

砂質層: $r_{fki} = 2N_i$ N_i はi層目の平均N値

粘性土: $r_{fki} = c_{ai}$ c_{ai} はi層目の平均付着力

$c_{ai} < 100$ の時 $c_{ai} = c_{ai}$

$c_{ai} > 100$ の時 $c_{ai} = 100$ (kN/m²)

No	深 さ	層 厚 Li (m)	砂質土 のN値 N	粘性土 粘着力 c	最大周面 摩擦力度 fi (kN/m ²)	周面摩擦力 Li・fi (kN/m)
1	0.200 ~ -3.300	3.500	13.60	----	27.20	95.20
2	-3.300 ~ -7.969	4.669	----	32.00	32.00	149.42
		8.169				244.62

(3) 引抜き側の杭の軸方向の許容支持力の照査

$$\gamma_a P_{2d} = 1.00 \times 122.11 = 122.11 \text{ kN} \leq 172.22 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

ここに、

γ_a : 構造解析係数

2.3 変動状態(レベル1地震動)

2.3.1 設置位置の計算

(1) 必要設置距離の計算

組杭の設置距離は、前面矢板壁仮想支持点を起点とした背面側主働すべり面と上部工左上点とが交差する位置により計算する。

1) 主働すべり面

前面矢板壁仮想支持点(G.L. -4.646 m)を起点とした背面側主働すべり面は下表の通りである。

No	上面標高 G.L.(m)	下面標高 G.L.(m)	層厚 h m	裏込材	内部摩擦角 (°)	主働崩壊角 a(°)	各層の崩壊線 の幅 Ldi(m) = hi · cot a
5	-4.000	-4.646	0.646		0.00	40.68	0.752
4	-3.300	-4.000	0.700		40.00	63.15	0.354
3	-0.383	-3.300	2.917		40.00	63.15	1.477
2	1.200	-0.383	1.583		30.00	56.86	1.033
1	2.200	1.200	1.000		30.00	49.20	0.863
			6.846				4.479

2) 必要設置距離

必要設置距離Ldminは下式の通りである。

$$Ldmin = h_i \cdot \cot a + b1 = 4.479 + 0.750 = 5.229(m)$$

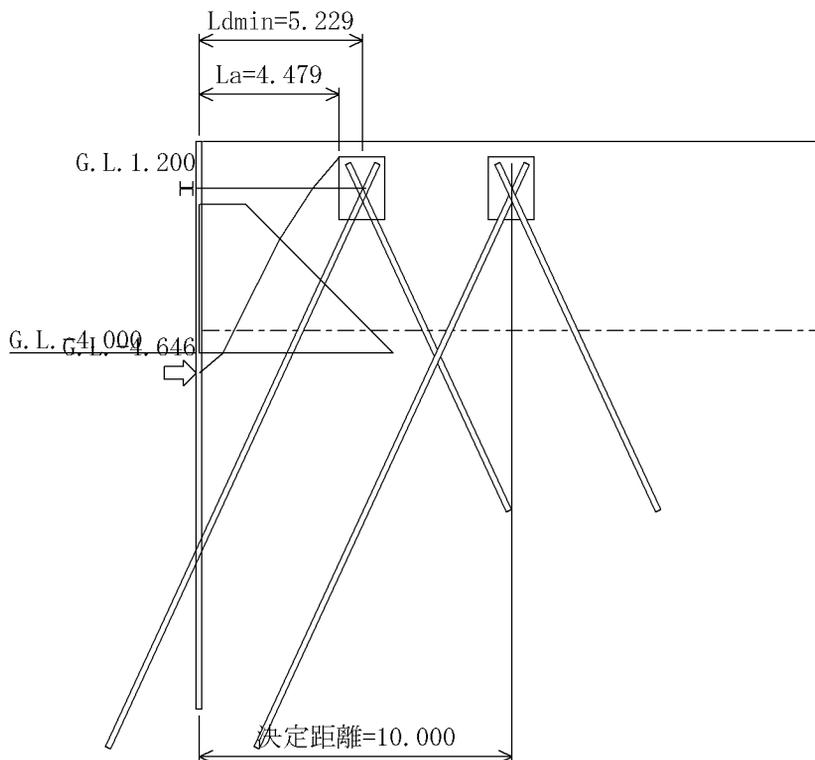
ここに、

b1: 上部工左端から組杭交差点までの距離(m)

(2) 控え杭の設置位置

以上から、控え杭は、前面矢板壁からLd = 5.229(m)後方に設置するものとする。

$$Ld = 10.000(m) \quad Ldmin = 5.229(m) \dots \text{OK}$$



2.3.2 各杭に働く押込み力

(1) 各杭に働く押込み力

各杭に働く押込み力(負になった場合は引抜き力)は下式で求める。

$$P1 = \frac{V \sin \theta_2 + H \cos \theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

$$= \frac{213.12 \times \sin 25.00 + 239.64 \times \cos 25.00}{\sin(25.00 + 25.00)}$$

$$= 401.10 \text{ kN}$$

$$P2 = \frac{V \sin \theta_1 - H \cos \theta_1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

$$= \frac{213.12 \times \sin 25.00 - 239.64 \times \cos 25.00}{\sin(25.00 + 25.00)}$$

$$= -165.95 \text{ kN}$$

(2) 鉛直荷重(V_d)の計算

鉛直荷重(V_d)は下式により求める。

$$V_d = \gamma_q \times Q + \gamma_{ws} \times W_s + \gamma_w \times W_c$$

$$= 1.00 \times 18.00 + 1.00 \times 32.40 + 1.00 \times 162.72$$

$$= 213.12 \text{ kN}$$

ここに、

地表面の載荷重	$Q = q_0 \times b \times L$	$= 5.00 \times 1.50 \times 2.400 = 18.00 \text{ (kN)}$
土被り重量	$W_s = \gamma_s \times b \times H_s \times L$	$= 18.00 \times 1.50 \times 0.50 \times 2.400 = 32.40 \text{ (kN)}$
頭部コンクリート重量	$W_c = \gamma_c \times b \times H_c \times L$	$= 22.60 \times 1.50 \times 2.00 \times 2.400 = 162.72 \text{ (kN)}$

ここに、

q_0 : 地表面の載荷重 (kN/m²)

b : 頭部コンクリート断面幅 (m)

H_c : 頭部コンクリート断面厚 (m)

H_s : 土被り厚 (m)

L : 控え組杭の間隔 (m)

γ_s : 土被りの単位体積重量 (kN/m³) ただし、水以下は土の水中単位重量とする。

γ_c : 頭部コンクリートの単位体積重量 (kN/m³) ただし、水以下はコンクリートの水中単位重量とする。

q : 上載荷重に対する部分係数

γ_{ws} : 上部工上の土重量に対する部分係数

γ_w : 上部工の重量に対する部分係数

(3) 水平荷重(H_d)の計算

水平荷重(H_d)は下式により求める。

$$H_d = H_{d1} + \gamma_w H_{d2} = 216.86 + 1.00 \times 22.78 = 239.64 \text{ kN}$$

ここに、

タイ材取付反力の設計値	$H_{d1} = R_a \times L$	$= 90.36 \times 2.40 = 216.86 \text{ (kN)}$
頭部コンクリート重量	$W_c = \gamma_c \times b \times H_c \times L$	$= 22.60 \times 1.50 \times 2.000 \times 2.400 = 162.72 \text{ (kN)}$
頭部コンクリート慣性力	$H_{d2} = W_c \times Kh$	$= 162.72 \times 0.14 = 22.78 \text{ (kN)}$

2.3.3 押込側の杭の支持力照査

(1) 検討方法:

- 1) 検討方法: 港湾基準
- 2) 施工工法: 打撃工法
- 3) 検討条件: 決定長に対する照査結果
- 4) $P_{1d} = 401.10 \text{ kN}$
- 5) 杭の諸元

杭 諸 元	単 位	押込側の杭
使用鋼材	----	H - 400 × 400 × 13 × 21
杭の傾角	度	25.00
杭天端高	m	G.L. 2.000
上部コンクリート下端高	m	G.L. 0.200
主働崩壊面交点高	m	G.L. 0.200
杭先端高	m	G.L. -14.767
杭全長	m	18.500

(2)軸方向押込み抵抗力の設計用値の設定

$$R_{td} = \gamma_{Rp} \times R_{pk} + \gamma_{Rf} \times R_{fk} = 0.50 \times 30.92 + 0.50 \times 913.85 = 472.38 \text{ kN}$$

ここに,

R_p, R_f : 部分係数

R_{pk} : 杭の先端押込み抵抗力の特性値 (kN)

R_{fk} : 押込み時の杭の周面抵抗力の特性値 (kN)

1) 杭の先端面積・周長について

断面状態	断面高さ H (m)	断面幅 B (m)	先端面積 A=H×B (m ²)	閉塞率 h (%)	使用先端面積 Ap= h×A (m ²)	周 長 U=2(H+B) (m)
腐食後	0.399	0.399	0.159	0.900	0.1431	1.5952

2) 先端抵抗力

先端地盤が粘性土地盤なので下式にて求める。

$$R_p = 6c_p A_p = 6 \times 36.00 \times 0.1431 = 30.92 \text{ kN}$$

ここに,

c_p : 杭先端位置での非排水せん断強さ (kN/m²)

A_p : 杭先端の有効面積 (m²)

3) 杭の周面抵抗力の特性値の算定

次式により杭の周面抵抗力を求める。

$$R_f = \sum (r_{fki} \times Li) \times \sec \alpha \times U = 519.20 \times \sec 25.0000 \times 1.5952 = 913.85 \text{ kN}$$

ここに,

r_{fki} : i層目の単位面積当たりの平均周面抵抗力 (kN/m²)

砂質層: $r_{fki} = 2N_i$ N_i はi層目の平均N値

粘性土: $r_{fki} = c_{ai}$ c_{ai} はi層目の平均付着力

c_{ai} 100の時 $c_{ai} = c_{ai}$

$c_{ai} > 100$ の時 $c_{ai} = 100$ (kN/m²)

No	深 さ	層 厚 Li (m)	砂質土 のN値 N	粘性土 粘着力 c	最大周面 摩擦力度 fi (kN/m ²)	周面摩擦力 Li・fi (kN/m)
1	0.200 ~ -3.300	3.500	15.20	----	30.40	106.40
2	-3.300 ~ -14.767	11.467	----	36.00	36.00	412.80
		14.967				519.20

(3)押込側の杭の軸方向の許容支持力の照査

$$\gamma_a P_{td} = 1.12 \times 401.10 = 449.23 \text{ kN} \leq 472.38 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

ここに,

α : 構造解析係数

2.3.4 引抜側の杭の支持力照査

(1)検討方法:

- 1) 検討方法：港湾基準
- 2) 施工工法：打撃工法
- 3) 検討条件：決定長に対する照査結果
- 4) $P_{2d} = -165.95 \text{ kN}$ ($P_{2d} = 0.0$ なので引抜き杭として照査する)
- 5) 杭の諸元

杭 諸 元	単 位	押込側の杭
使用鋼材	----	H - 400 × 400 × 13 × 21
杭の傾角	度	25.00
杭天端高	m	G.L. 2.000
上部コンクリート下端高	m	G.L. 0.200
主働崩壊面交点高	m	G.L. 0.200
杭先端高	m	G.L. -7.969
杭全長	m	11.000

(2) 軸方向引抜き抵抗力の設計用値の設定

$$R_{utd} = \gamma_R \times R_{utk} = 0.40 \times 483.15 = 193.26 \text{ kN}$$

ここに、

R : 部分係数

R_{utk} : 杭の最大引抜き力の特性値(静力学的支持力算定式による)

1) 杭の先端面積・周長について

断面状態	断面高さ H (m)	断面幅 B (m)	先端面積 A=H×B (m ²)	閉塞率 h (%)	使用先端面積 Ap= h×A (m ²)	周 長 U=2(H+B) (m)
腐食後	0.399	0.399	----	----	----	1.5952

2) 先端抵抗力

$P_{pk} = 0.00 \text{ kN}$ とする。

3) 杭の周面抵抗力の特性値の算定

次式により杭の周面抵抗力を求める。

$$R_f = \sum (r_{fki} \times Li) \times \sec \alpha \times U = 274.50 \times \sec 25.0000 \times 1.5952 = 483.15 \text{ kN}$$

ここに、

r_{fki} : i層目の単位面積当たりの平均周面抵抗力 (kN/m²)

砂質層: $r_{fki} = 2N_i$ N_i はi層目の平均N値

粘性土: $r_{fki} = c_{ai}$ c_{ai} はi層目の平均付着力

$c_{ai} < 100$ の時 $c_{ai} = c_{ai}$

$c_{ai} > 100$ の時 $c_{ai} = 100$ (kN/m²)

No	深 さ	層 厚 Li (m)	砂質土 のN値 N	粘性土 粘着力 c	最大周面 摩擦力度 fi (kN/m ²)	周面摩擦力 Li・fi (kN/m)
1	0.200 ~ -3.300	3.500	15.20	----	30.40	106.40
2	-3.300 ~ -7.969	4.669	----	36.00	36.00	168.10
		8.169				274.50

(3) 引抜き側の杭の軸方向の許容支持力の照査

$$\gamma_a P_{2d} = 1.12 \times 165.95 = 185.86 \text{ kN} \leq 193.26 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

ここに、

γ_a : 構造解析係数

2.4 杭体応力度

(1) 使用断面

断面種類：H形鋼

使用材質：SHK490

断面諸元	単位	押込側の杭	引抜側の杭
使用鋼材	-----	H - 400 × 400 × 13 × 21	H - 400 × 400 × 13 × 21
断面積 A	cm ² /本	204.19	204.19

(2) 設計断面力

設計断面力は下表の通りとする。

検討ケース	押込み力	引抜き力
	N1 × 10 ³ (N/本)	N2 × 10 ³ (N/本)
永続状態	377.12	122.11
変動状態(レベル1地震動)	401.10	165.95

(3) 応力照査

$$\sigma_{yd} \geq \gamma_a \sigma$$

$$\sigma = \frac{N \times 10^3}{A \times 10^2}$$

ここに、

σ_{yd} : 鋼材の圧縮(引張)降伏応力度の設計値(N/mm²)

$$\sigma_{yd} = \gamma_{\sigma y} \cdot \sigma_{yk}$$

ここに、

γ_y : 部分係数

σ_{yk} : 鋼材の圧縮(引張)降伏応力度の特性値(N/mm²)

σ_a : 圧縮(引張)応力度(N/mm²)

γ_a : 構造解析係数

A : 使用断面積(cm²/本)

1) 押込側の杭

検討ケース	降伏応力度 σ_{yd} (N/mm ²)			圧縮応力度 σ_a (N/mm ²)			判定
	γ_y	σ_{yk}	σ_{yd}	γ_a	σ_a	σ_a	
永続状態	1.00	315.0	315.0	1.35	18.5	24.9	OK
変動状態(レベル1地震動)	1.00	315.0	315.0	1.12	19.6	22.0	OK

2) 引抜側の杭

検討ケース	降伏応力度 σ_{yd} (N/mm ²)			引張応力度 σ_a (N/mm ²)			判定
	γ_y	σ_{yk}	σ_{yd}	γ_a	σ_a	σ_a	
永続状態	1.00	315.0	315.0	1.35	6.0	8.1	OK
変動状態(レベル1地震動)	1.00	315.0	315.0	1.12	8.1	9.1	OK

3章 タイ材の設計

(1)使用断面

- 使用タイ径 : 44.0(mm)
- 腐食量 : 腐食速度(mm/年) × 耐用年数(年) = 0.030 × 30 = 0.9(mm)
- 腐食後のタイ径 : 44.0 - 2 × 0.9 = 42.2(mm)
- 使用断面積 : 1398.7(mm²)
- 使用材質 : 高張力鋼690
- タイ材間隔 : L = 2.400(m)

(2)タイ材断面力の計算

タイ材張力は、タイ材反力並びに設置間隔より下式にて算出する。

永続状態、変動状態(レベル1地震動)

$$T_d = (A_{pd} \times L) \times \sec \theta$$

変動状態(牽引時)

$$T_d = \left(A_{pd} \times L + \frac{P_d}{n} \right) \times \sec \theta$$

ここに、

T_d : タイ材張力(kN/本)

A_{pd} : タイ材反力(kN/m)

: 矢板壁に立てた垂線とタイ材の傾斜角度(°)

P_d : 1箇所の係船柱に作用する牽引力の水平分力(kN)

n : 牽引力を分担するタイ材本数

1) 永続状態

$$T_d = (87.91 \times 2.400) \times \sec 0.000 = 210.98 \text{ (kN/本)}$$

2) 変動状態(レベル1地震動)

$$T_d = (90.36 \times 2.400) \times \sec 0.000 = 216.86 \text{ (kN/本)}$$

3) 変動状態(牽引時)

$$T_d = \left(87.91 \times 2.400 + \frac{100.00}{4} \right) \times \sec 0.000 = 235.98 \text{ (kN/本)}$$

(3)タイ材応力照査

$$\sigma_{yd} \geq \gamma_a \sigma$$

$$\sigma = \frac{T_d \times 10^3}{A}$$

ここに、

σ_{yd} : 鋼材の引張降伏応力度の設計値(N/mm²)

$$\sigma_{yd} = \gamma_{\sigma y} \cdot \sigma_{yk}$$

ここに、

γ : 部分係数

σ_{yk} : 鋼材の引張降伏応力度の特性値(N/mm²)

: 引張応力度(N/mm²)

a : 構造解析係数

A : 使用断面積 = 1398.7(mm²)

検討ケース	降伏応力度 σ_{yd} (N/mm ²)			引張応力度 σ_a (N/mm ²)			判定
	γ	σ_{yk}	σ_{yd}	a		σ_a	
永続状態	0.60	440.0	264.0	1.00	150.8	150.8	OK
変動状態(レベル1地震動)	1.00	440.0	440.0	1.67	155.1	258.9	OK
変動状態(牽引時)	1.00	440.0	440.0	1.67	168.7	281.8	OK

4章 腹起しの設計

(1)使用断面

使用鋼材 : [200 × 90 × 8 × 13.5

使用材質 : SM490

(2)モーメントの算定

腹起しに発生するモーメントは下式より算出する。

$$M_d = \frac{T_d \times L}{10}$$

ここに、

M_d : 曲げモーメントの設計用値(kN.m)

T_d : タイ材張力の設計用値(kN/本)

L : タイ材設置間隔(m) $L = 2.40$ (m)

検討ケース	タイ材張力 T_d × 10 ³ (N/本)	モーメント M_d × 10 ⁶ (N.mm)
永続状態	210.98	50.64
変動状態(レベル1地震動)	216.86	52.05
変動状態(牽引時)	235.98	56.64

(3)応力度照査

腹起しの応力に関する検討は下式を満足するものとする。

$$\sigma_{yd} \geq \gamma_a \sigma$$

$$\sigma = \frac{M_d \times 10^6}{Z \times 10^3}$$

ここに、

σ_{yd} : 腹起しの曲げ降伏応力度の設計用値 (N/mm²)

$$\sigma_{yd} = \gamma_{\sigma y} \times \sigma_{yk}$$

ここに、

γ : 鋼材降伏強度の部分係数

σ_{yk} : 鋼材の曲げ降伏応力度の特性値(N/mm²)

Z : 断面係数(249 × 2 = 498 cm³) 2枚で1組扱いとし、登録鋼材の断面係数を2倍扱いとする。

検討ケース	降伏応力度 σ_{yd} (N/mm ²)			曲げ応力度 σ_a (N/mm ²)			判定
	γ	σ_{yk}	σ_{yd}	γ_a	σ_a	σ_a	
永続状態	1.00	315.0	315.0	1.40	101.7	142.4	OK
変動状態(レベル1地震動)	1.00	315.0	315.0	1.12	104.5	117.1	OK
変動状態(牽引時)	1.00	315.0	315.0	1.12	113.7	127.4	OK