

二重締切工の設計 サンプルデータ

出力例

sample-p211

鋼矢板 1堤体 液状化時のサンプルデータ

目次

1章 設計条件	1
1.1 基本データ	1
1.2 形状	1
1.3 考え方	2
1.4 地層データ	2
1.5 部材	3
1.5 検討ケースデータ	3
1.7 円弧すべり	6
1.8 排水量データ	6
1.9 柱状図	7
2章 検討ケース（常時）	8
2.1 外力の計算	8
2.1.1 安定計算時の土圧・水圧強度表	8
2.1.2 堤内側矢板計算時の土圧・水圧強度表	10
2.2 安定計算	12
2.2.1 壁体のせん断変形破壊に対する検討	12
2.2.2 壁体の滑動に対する検討	20
2.2.3 基礎地盤の支持力に対する検討	22
2.3 堤内側矢板	25
2.3.1 根入れ長の計算	25
2.3.2 壁体断面力の計算	27
2.3.3 壁体応力度	34
2.3.4 引張材応力度	35
2.3.5 腹起し材応力度	36
3章 検討ケース（地震時）	37
3.1 外力の計算	37
3.1.1 安定計算時の土圧・水圧強度表	37
3.1.2 堤内側矢板計算時の土圧・水圧強度表	40
3.2 安定計算	41
3.2.1 壁体のせん断変形破壊に対する検討	41
3.2.2 壁体の滑動に対する検討	52
3.2.3 基礎地盤の支持力に対する検討	54
3.3 堤内側矢板	57
3.3.1 根入れ長の計算	57
3.3.2 壁体断面力の計算	59
3.3.3 壁体応力度	66
3.3.4 引張材応力度	67
3.3.5 腹起し材応力度	68
4章 検討ケース（液状化時）	69
4.1 外力の計算	69
4.1.1 安定計算時の土圧・水圧強度表	70
4.1.2 堤内側矢板計算時の土圧・水圧強度表	72
4.2 安定計算	74
4.2.1 壁体のせん断変形破壊に対する検討	74
4.2.2 壁体の滑動に対する検討	83
4.2.3 基礎地盤の支持力に対する検討	85
4.2.4 矢板の支持力に対する検討	90
4.3 堤内側矢板	92
4.3.1 根入れ長の計算	92

4.3.2 壁体断面力の計算	93
4.3.3 壁体応力度	101
4.3.4 引張材応力度	102
4.3.5 腹起し材応力度	103
5章 円弧すべりの検討	104
5.1 常時	104
5.1.1 検討条件	104
5.1.2 検討結果	105
5.2 地震時	106
5.2.1 検討条件	106
5.2.2 検討結果	107
6章 円弧すべり結果詳細（常時）	108
6.1 安定計算条件	108
6.1.1 設計条件	108
6.1.2 計算条件	108
6.1.3 形状・属性	108
6.1.4 土質物性値一覧	113
6.2 臨界面の計算結果	114
6.2.1 臨界面の詳細結果	114
6.2.2 格子点安全率	120
7章 円弧すべり結果詳細（地震時）	121
7.1 安定計算条件	121
7.1.1 設計条件	121
7.1.2 計算条件	121
7.1.3 形状・属性	122
7.1.4 土質物性値一覧	125
7.2 臨界面の計算結果	126
7.2.1 臨界面の詳細結果	126
7.2.2 格子点安全率	133

1章 設計条件

ファイル名 : sample-p211

1.1 基本データ

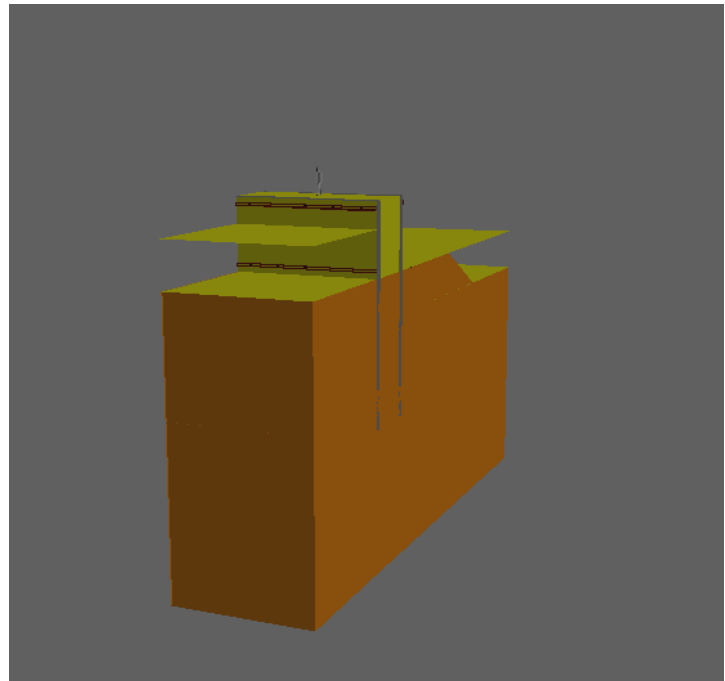
(1) 堤体規模

決定堤体幅 : 4.000(m)
 堤内側決定矢板長 : 15.000(m)
 堤外側決定矢板長 : 15.000(m)

(2) 基本データ

タイトル : 設計マニュアルP.211液状化時の計算例
 コメント : 設計マニュアルP.211液状化時の計算例
 壁体種類 : 鋼矢板
 水位の影響 : 考慮する
 水の単位体積重量 w : 10.00(kN/m³)
 地震時の検討 : 検討する
 液状化時の検討 : 検討する
 堤外側矢板の照査 : 検討しない
 引張材設置位置

No	設置位置 G.L. (m)
1	4.500
2	0.500



1.2 形状

(1) 平面

堤体延長 : 10.000(m)
 堤体方向 : 垂直

(2) 側面

中詰土天端 : G.L. 5.000(m)
 堤内側矢板天端 : G.L. 5.000(m)
 堤外側矢板天端 : G.L. 5.000(m)
 法面付き掘削形状
 掘削深さ : 3.000 (m)
 掘削勾配 (1:n) : 2.00
 堤内側マウンド幅 : 10.000 (m)
 斜面の影響を考慮した受働土圧の算定 : 考慮しない

(3) 引張材平面配置

引張材調整範囲設置方法 : 均等配置
 堤体1

段	標準ピッチ (m)	開始側調整範囲		終了側調整範囲	
		LS (m)	本数 (本)	LE (m)	本数 (本)
1	2.000	0.000	0	0.00	0
2	2.000	0.000	0	0.00	0

1.3 考え方

(1) 照査項目

- 4・C> hの照査 : 検討しない
- 遮水効果に対する照査 : 検討しない
- 排水量の検討 : 検討しない
- 円弧すべりに対する照査 : 検討する
- 支持力係数の確認・変更 : 行わない

(2) 設計方法

せん断変形破壊時の考え方

- 最小安全率となる位置の検索 : 検討しない
- 同上検索ピッチ : 1.00(m)
- 自重の計算方法 : 設計マニュアルに準ずる
- 極限平衡法において引張材より上の外力の扱い : 考慮しない
- 弾塑性解析および液状化時断面力計算条件
 - 引張材バネ計算時のゆるみを表す係数 : 1.0
 - 地盤バネ計算時の換算載荷幅BH : 10.0m
 - 地震時における変形係数 Eoの扱い : 常時(入力値)の2.00倍とする
 - 壁体先端支持条件 : 自由
 - 計算ピッチ : 0.20(m)
 - 弾塑性解析時による弾性域の検討 : 検討しない
 - 同上必要弾性領域率 : 50.0%

残留水位の設計

残留水位の設定(堤外水位 - 堤内水位) × 比率 : 0.500

1.4 地層データ

(1) 中詰土の土性

中詰土 土種	土の単位重量			内部 摩擦角 (度)	粘着力	
	湿潤 kN/m ³	水中 kN/m ³	飽和 kN/m ³		Co kN/m ²	増分k kN/m ³
砂質土	18.0	10.0	20.0	30.0	0.0	0.0

(2) 堤外区間(現地盤面G.L. 0.000m)

No	層厚 m	地盤 種類	平均 N値	土の単位重量			内部 摩擦角 (度)	粘着力		変形係数 Eo kN/m ²	液状化 率 FL
				湿潤 kN/m ³	水中 kN/m ³	飽和 kN/m ³		Co kN/m ²	増分k kN/m ³		
1	8.000	砂質土	15.0	18.0	10.0	20.0	30.0	0.0	0.0	42000	0.600
2	12.000	砂質土	15.0	18.0	10.0	20.0	30.0	0.0	0.0	42000	1.300

(3) 堤体区間(現地盤面G.L. 0.000m)

No	層厚 m	地盤 種類	平均 N値	土の単位重量			内部 摩擦角 (度)	粘着力		変形係数 Eo kN/m ²	液状化 率 FL
				湿潤 kN/m ³	水中 kN/m ³	飽和 kN/m ³		Co kN/m ²	増分k kN/m ³		
1	8.000	砂質土	15.0	18.0	10.0	20.0	30.0	0.0	0.0	42000	0.800
2	12.000	砂質土	15.0	18.0	10.0	20.0	30.0	0.0	0.0	42000	1.300

(4)堤内区間 (現地盤面G.L. 0.000m)

No	層厚 m	地盤種類	平均 N値	土の単位重量			内部 摩擦角 (度)	粘着力		変形係数 E _o kN/m ²	液化率 FL
				湿潤 kN/m ³	水中 kN/m ³	飽和 kN/m ³		Co kN/m ²	増分k kN/m ³		
1	8.000	砂質土	15.0	18.0	10.0	20.0	30.0	0.0	0.0	42000	0.600
2	12.000	砂質土	15.0	18.0	10.0	20.0	30.0	0.0	0.0	42000	1.300

1.5 部材

(1)壁体データ

鋼矢板の有効率

断面2次モーメント用 (応力変形計算時) : 0.45

断面係数用 : 0.60

堤内側

使用する鋼矢板 : VL型

使用する材質 : SY295

矢板前面の無効層厚 : 0.000 (m)

根入れ照査時の地盤の評価: 砂質地盤

堤外側は堤内側に同じ

(2)引張材、腹起し材データ

引張材

No	設置位置 G.L. (m)	引張材 バネ引 張特性	引張材 水平間隔 m	引張材 の直径 mm	引張材 材質番 号	引張材 本数	引張材バネ強度		腹起し材 の材質
							直接 入力	バネ強度 kN/m/m	
1	4.500	無効	2.000	70.0	7	1	しない	-----	SS400
2	0.500	無効	2.000	70.0	7	1	しない	-----	SS400

腹起し材

腹起し材 : 溝形鋼

腹起し照査式 : TL / 10

1.5 検討ケースデータ

(1)検討ケース[常時扱い]

検討ケース名 : 常時

内部設定

土圧の扱い	地盤バネの扱い	許容値の扱い
常時	常時	常時

水位条件

・安定計算と堤内側矢板検討時

堤外側水位 : G.L. 3.200(m)

堤内側水位 : G.L. 0.000(m)

上載荷重

区間	堤外区間	堤体区間	堤内区間
荷重強度 (kN/m ²)	0.00	0.00	0.00

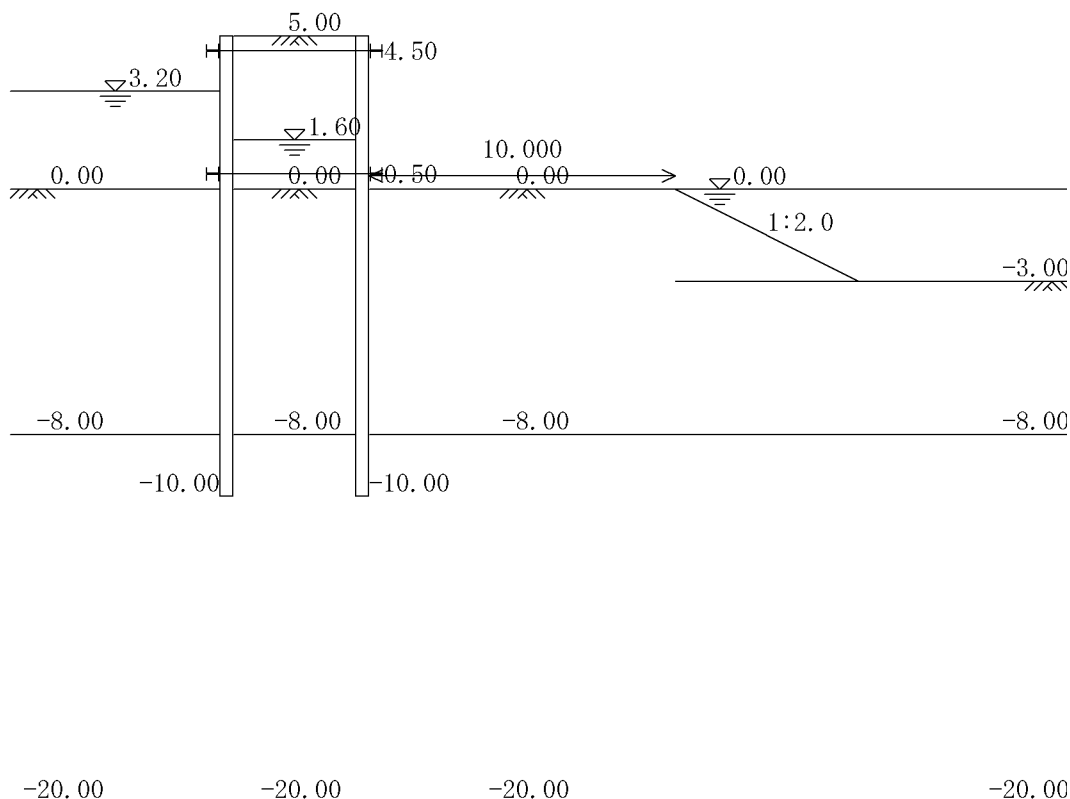
その他荷重

安定計算用

その他荷重はありません。

堤内側矢板用

・鉛直力（応力度照査用） : 0.00 (kN/m)



(2) 検討ケース[地震時扱い]

検討ケース名 : 地震時

内部設定

土圧の扱い	地盤バネの扱い	許容値の扱い
地震時	地震時	地震時

設計震度

・設計震度 : 0.10

・見掛け震度の考え方 : 河川基準式

せん断変形破壊時の照査面より上抵抗モーメントの扱い : 地震時扱い

水位条件

・安定計算と堤内側矢板検討時

堤外側水位 : G.L. 0.000(m)

堤内側水位 : G.L. 0.000(m)

上載荷重

区 間	堤外区間	堤体区間	堤内区間
荷重強度 (kN/m ²)	0.00	0.00	0.00

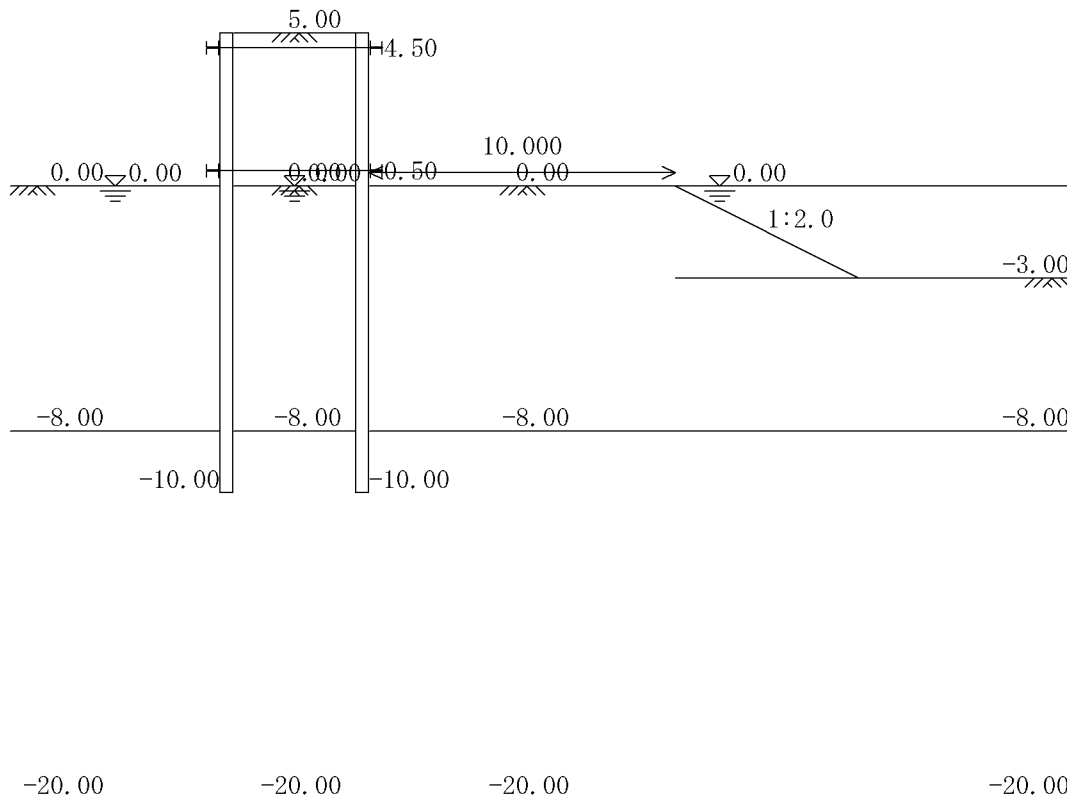
その他荷重

安定計算用

その他荷重はありません。

堤内側矢板用

・鉛直力（応力度照査用） : 0.00 (kN/m)



(3) 検討ケース[液状化時扱い]

検討ケース名 : 液状化時

内部設定

安定計算土圧	断面計算土圧	地盤バネの扱い	許容値の扱い
ランキン	地震時	地震時	地震時

液状化の条件

- ・ 判定用地域区分 : 地震地帯
- ・ 見掛け震度の考え方 : 地震時に準ずる
- ・ 振動成分計算ピッチ : 1.00(m)
- ・ 照査モデル2の検討 : 検討しない

水位条件

- ・ 安定計算と堤内側矢板検討時
 - 堤外側水位 : G.L. 0.000(m)
 - 堤内側水位 : G.L. 0.000(m)

上載荷重

区 間	堤外区間	堤体区間	堤内区間
荷重強度 (kN/m ²)	0.00	0.00	0.00

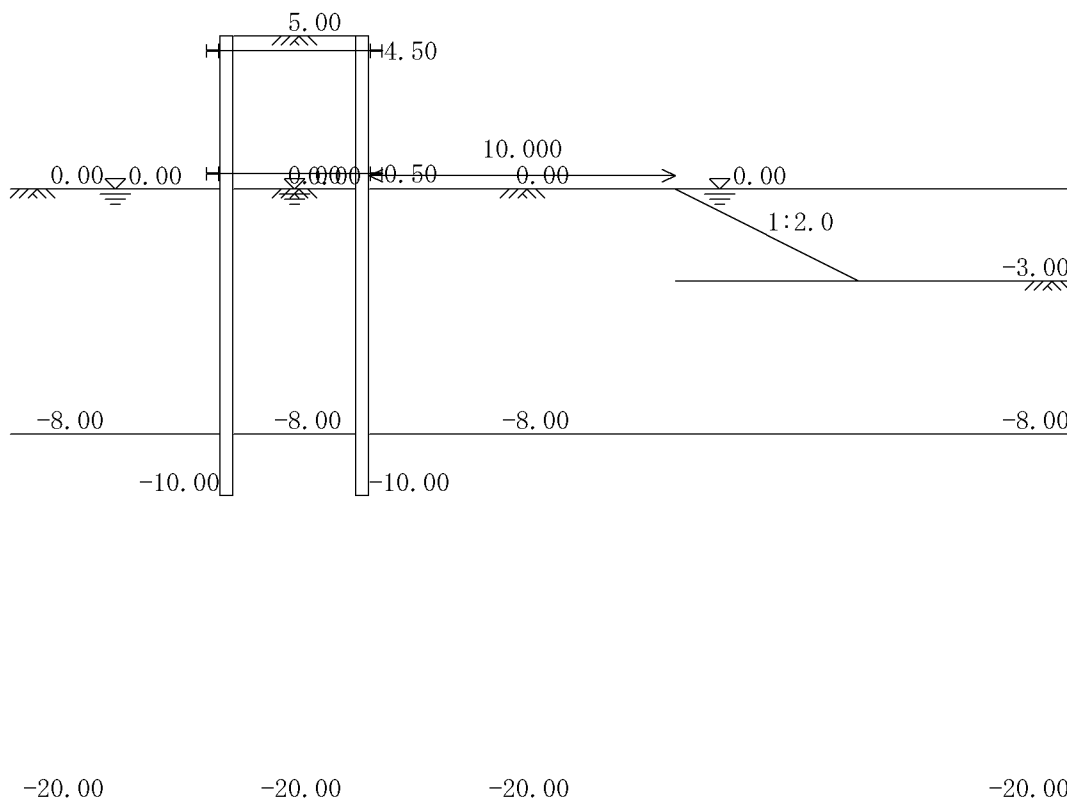
その他荷重

安定計算用

その他荷重はありません。

堤内側矢板用

- ・ 鉛直力 (応力度照査用) : 0.00 (kN/m)



1.7 円弧すべり

- 円弧すべり式 : 設計マニュアル式
- すべり半径の刻み R : 1.00 (m)
- スライス分割幅 b : 0.80 (m)
- 表層すべりの制限 (最小すべり幅) : 0.00 (m)

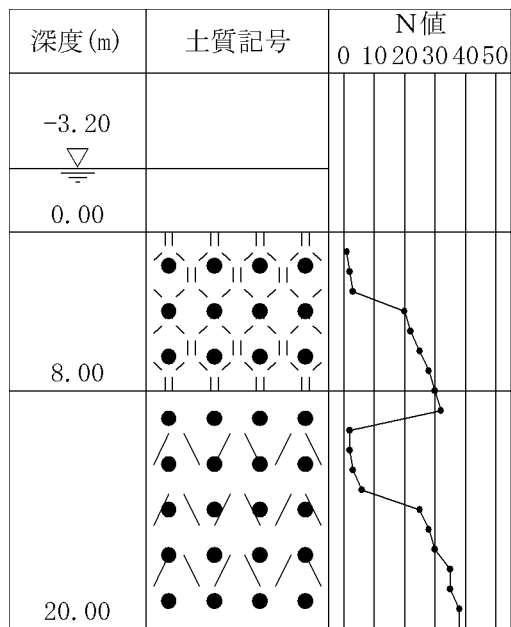
- 検討する地形の範囲 (堤外側Bout) : 50 (m)
- (堤内側Bin) : 50 (m)
- 法面付きの堤内側水位線の扱い : 掘削形状に添うものとする

- 上載荷重の扱い : 考慮しない
- その他の荷重の扱い : 考慮する

1.8 排水量データ

排水量の検討はしません。

1.9 柱状図



2章 検討ケース（常時）

2.1 外力の計算

2.1.1 安定計算時の土圧・水圧強度表

安定計算時に用いる水圧・土圧強度表を示す。

(1)水圧強度表（堤外区間：作用外力）

H.W.L. 3.200(m)

L.W.L. 0.000(m)

壁体先端地盤種類：砂質土

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	水圧強度 pw kN/m ²
1	3.200	1.600	0.00
	1.600		16.00
2	1.600	1.100	16.00
	0.500		27.00
3	0.500	0.500	27.00
	0.000		32.00
4	0.000	8.000	32.00
	-8.000		19.20
5	-8.000	2.000	19.20
	-10.000		16.00

(2)主働土圧強度表（堤外区間：作用外力）

$$p_a = K_a (h + q) - 2c \quad K_a$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2(\theta) \cdot [1 + \sqrt{\{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta) / \cos \theta\}^2}}$$

ただし、 $\theta = 0$ 度とする。

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 数 Ka	主 働 土 圧 強 度 pa kN/m ²	採 用 土 圧 強 度 pa kN/m ²
1	0.000	8.000	10.0	30.00	0.0	0.00	0.333	0.00	0.00
	-8.000					80.00		26.67	26.67
2	-8.000	12.000	10.0	30.00	0.0	80.00	0.333	26.67	26.67
	-20.000					200.00		66.67	66.67

(3)受働土圧強度表（堤内区間：作用外力）

$$p_p = K_p (h + q) + 2c \quad K_p$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2(\theta) \cdot [1 - \sqrt{\{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta) / \cos \theta\}^2}}$$

ただし、 $\theta = 0$ 度とする。

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 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
1	0.000	8.000	10.0	30.00	0.0	0.00	3.000	0.00
	-8.000					80.00		240.00
2	-8.000	12.000	10.0	30.00	0.0	80.00	3.000	240.00
	-20.000					200.00		600.00

(4)主働土圧強度表（堤体区間：照査面より上の抵抗モーメント計算時）

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 pa kN/m ²	採 用 土 圧 強 度 pa kN/m ²
1	5.000 3.200	1.800	18.0	30.00	0.0 0.0	0.00 32.40	0.333	0.00 10.80	0.00 10.80
2	3.200 1.600	1.600	18.0	30.00	0.0 0.0	32.40 61.20	0.333	10.80 20.40	10.80 20.40
3	1.600 0.500	1.100	10.0	30.00	0.0 0.0	61.20 72.20	0.333	20.40 24.07	20.40 24.07
4	0.500 0.000	0.500	10.0	30.00	0.0 0.0	72.20 77.20	0.333	24.07 25.73	24.07 25.73
5	0.000 -8.000	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	77.20 157.20	0.333	25.73 52.40	25.73 52.40
6	-8.000 -20.000	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	157.20 277.20	0.333	52.40 92.40	52.40 92.40

(5)受働土圧強度表（堤体区間：照査面より上の抵抗モーメント計算時）

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 Kp	受 働 土 圧 強 度 pp kN/m ²
1	5.000 3.200	1.800	18.0	30.00	0.0 0.0	0.00 32.40	3.000	0.00 97.20
2	3.200 1.600	1.600	18.0	30.00	0.0 0.0	32.40 61.20	3.000	97.20 183.60
3	1.600 0.500	1.100	10.0	30.00	0.0 0.0	61.20 72.20	3.000	183.60 216.60
4	0.500 0.000	0.500	10.0	30.00	0.0 0.0	72.20 77.20	3.000	216.60 231.60
5	0.000 -8.000	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	77.20 157.20	3.000	231.60 471.60
6	-8.000 -20.000	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	157.20 277.20	3.000	471.60 831.60

(6)受働土圧強度表（堤外区間：照査面より下の受働抵抗モーメント用）

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 Kp	受 働 土 圧 強 度 pp kN/m ²
1	0.000 -8.000	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	3.000	0.00 240.00
2	-8.000 -20.000	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 200.00	3.000	240.00 600.00

2.1.2 堤内側矢板計算時の土圧・水圧強度表

堤内側矢板計算時に用いる水圧・土圧強度表を示す。

(1)水圧強度表（堤体区間）

R.W.L. 1.600(m)

L.W.L. 0.000(m)

壁体先端地盤種類：砂質土

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	水圧強度 pw kN/m ²
1	1.600 0.500	1.100	0.00 11.00
2	0.500 0.000	0.500	11.00 16.00
3	0.000 -8.000	8.000	16.00 3.20
4	-8.000 -10.000	2.000	3.20 0.00

(2)主働土圧強度表（堤体区間）

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 圧 数 Ka	主 働 土 圧 強 度 pa kN/m ²	採 用 土 圧 強 度 pa kN/m ²
1	5.000 3.200	1.800	18.0	30.00	0.0 0.0	0.00 32.40	0.333	0.00 10.80	0.00 10.80
2	3.200 1.600	1.600	18.0	30.00	0.0 0.0	32.40 61.20	0.333	10.80 20.40	10.80 20.40
3	1.600 0.500	1.100	10.0	30.00	0.0 0.0	61.20 72.20	0.333	20.40 24.07	20.40 24.07
4	0.500 0.000	0.500	10.0	30.00	0.0 0.0	72.20 77.20	0.333	24.07 25.73	24.07 25.73
5	0.000 -8.000	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	77.20 157.20	0.333	25.73 52.40	25.73 52.40
6	-8.000 -20.000	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	157.20 277.20	0.333	52.40 92.40	52.40 92.40

(3)受働土圧強度表（堤内区間）

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 圧 数 Kp	受 働 土 圧 強 度 pp kN/m ²
1	0.000 -8.000	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	3.000	0.00 240.00
2	-8.000 -20.000	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 200.00	3.000	240.00 600.00

は無効層で解析上の土圧強度は0扱いとする

(4) 静止土圧強度表 (堤内区間)

$$p_0 = K_0 (\quad h + q)$$

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の 単重	有 効 上載圧 r h+q kN/m ²	土 係 数 K ₀	静 止 土圧強度 p ₀ kN/m ²
1	0.000 -8.000	8.000	10.0	0.00 80.00	0.500	0.00 40.00
2	-8.000 -20.000	12.000	10.0	80.00 200.00	0.500	40.00 100.00

は無効層で解析上の土圧強度は0扱いとする

2.2 安定計算

2.2.1 壁体のせん断変形破壊に対する検討

(1)結果要旨

1)照査式

壁体幅B = 4.000、高さH = 5.000(m)について、下式にて照査を行う。

$$\frac{M_r}{M_d} \geq FS$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.20)

Md : 照査面におけるせん断変形モーメント (kN・m/m)

Mr : 照査面におけるせん断抵抗モーメント (kN・m/m)

$$M_r = M_{ro} \times \left(1 + \frac{d}{H}\right) + M_{sp}$$

$$M_{ro} = \int_0^{y_0} (p_{RP} - p_{RA}) y dy$$

ここに、

Mro : 中詰土の基準せん断抵抗モーメント

d : 現地盤面から照査面深さ

H : 壁体高さ (壁体天端から堤体区間の現地盤まで)

pRP : 照査面から上方yの位置の受働土圧強度 (kN/m²)

pRA : 照査面から上方yの位置の主働土圧強度 (kN/m²)

y : pRP、pRAが作用する照査面からの距離(m)

y₀ : 中詰部の仮想すべり面の交点の座標

Msp : 2列の矢板が発揮する抵抗モーメント

堤内側と堤外側の矢板の抵抗の小さい方で代表させ、2倍で評価。

Msp = 2 × (Msp1またはMsp2のうち小さい値)

Msp1 : 矢板が発揮できる抵抗モーメント

$$M_{sp1} = a \cdot Z_{sp}$$

a : 使用矢板の許容応力度 (N/mm²)

Z_{sp} : 使用矢板の継手効率を考慮した断面係数 (mm³/m)

Msp2 : 照査面以深の根入れ地盤が支持できる抵抗モーメント

$$M_{sp2} = P_{pu} \times h_{pu}$$

P_{pu} : 照査面下から矢板先端までの受働土圧合力

h_{pu} : P_{pu}の照査面からの作用距離

2)各照査面における照査結果

照査箇所名	照査面 G.L.(m)	照査面の 深さd	変形モーメント Md (kN.m/m)	抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	0.00	1987.72	999.99 1.20
地層境界面	-8.000	8.000	0.00	2195.11	999.99 1.20
現地盤面	0.000	0.000	54.61	942.68	17.26 1.20

(2)照査面 (根入れ先端 : G.L.-10.000m)

1)照査結果

項	目	数 値
変形モーメント	Md(kN.m/m)	0.00
抵抗モーメント	Mr(kN.m/m)	1987.72
安全率	Mr / Md	999.99 1.20

2)変形モーメント (Md) の算定

変形モーメント内訳		モーメント
水圧モーメント	Mw	1899.95
主働土圧モーメント	Ma	555.56
受働土圧モーメント	- Mp	5000.00
その他荷重モーメント	Mc	0.00
変形モーメント		Md(kN.m/m)
		0.00

a. 水圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + (h / 3) × (2 × p1 + p2) / (p1 + p2)

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pw kN/m ²	水 平 力 Pw kN/m	アーム長 y m	モーメント Mw kN.m/m
1	3.200 1.600	1.600	0.00 16.00	12.80	12.133	155.31
2	1.600 0.500	1.100	16.00 27.00	23.65	11.003	260.22
3	0.500 0.000	0.500	27.00 32.00	14.75	10.243	151.08
4	0.000 -8.000	8.000	32.00 19.20	204.80	6.333	1297.07
5	-8.000 -10.000	2.000	19.20 16.00	35.20	1.030	36.27
				291.20		1899.95

b. 主働土圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + (h / 3) × (2 × p1 + p2) / (p1 + p2)

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 26.67	106.67	4.667	497.78
2	-8.000 -10.000	2.000	26.67 33.33	60.00	0.963	57.78
				166.67		555.56

c. 受働土圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + (h / 3) × (2 × p1 + p2) / (p1 + p2)

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 240.00	960.00	4.667	4480.00
2	-8.000 -10.000	2.000	240.00 300.00	540.00	0.963	520.00
				1500.00		5000.00

d. その他荷重モーメント

- Pc = 0.00(kN.m/m)
- Mc = 0.00(kN.m/m)

3) 抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro · (1 + d / H)	1987.72
Msp = 2 × min (Msp1、Msp2)	0.00
Msp1	340.20
Msp2	0.00
抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	1987.72

a. 照査面より上の抵抗モーメント

計算に使用する地層条件は、堤体区間とする。

$$Mro \cdot (1 + d / H) = 662.57 \times (1 + 2.000) = 1987.72 \text{ (kN.m/m)}$$

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h / 3) \times (2 \times p1 + p2) / (p1 + p2)$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	受働強度 pRP kN/m ²	主働強度 pRA kN/m ²	側圧強度 pRP-pRA kN/m ²	水平力 Pr kN/m	アーム長 y m	モーメント Mro kN.m/m
1	-8.268 -10.000	1.732	479.64 531.60	53.29 59.07	426.35 472.53	778.43	0.851	662.57
						778.43		662.57

b. yoの計算過程

照査面と堤外側矢板の交点を開始点として上方に受働崩壊面を、同じく堤内側矢板の交点を開始点として上方に主働崩壊面を想定する。

両者の崩壊面の交点位置が、高さyoとなる。また、交点幅は堤体幅になる。ただし、交点の高さyoが壁体天端より上になる場合は、交点高さを壁体天端までとし、この場合の交点幅は堤体幅以下になる。よって、下表の崩壊幅の合計値が堤体幅と同じ場合はyoが堤体天端以下にあることがわかり、堤体幅以下の場合は、yoは堤体天端までとしていることがわかる。

No	深さ		層厚 h (m)	内部 摩擦角 (度)	地震時 合成角 (度)	受働崩壊面		主働崩壊面		崩壊幅 Bp + Ba m
	上 面 GL(m)	下 面 GL(m)				崩壊角 p度	崩壊幅Bp m	崩壊角 a度	崩壊幅Ba m	
1	-8.268	-10.000	1.732	30.00	0.00	30.00	3.000	60.00	1.000	4.000
交点幅 Bp + Ba										4.000

・ 受働崩壊面

$$Bp = \cot(p) \times h$$

$$\cot(\xi p) = \tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(-\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$p = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(p))$$

・ 主働崩壊面

$$Ba = \cot(a) \times h$$

$$\cot(\xi a) = -\tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$a = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(a))$$

・ sin() 0の場合は、cot(p) = cot(a) = tan() + sec()とする。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$Msp = 2 \times \min(Msp1, Msp2)$$

$$= 2 \times \min(340.20, 0.00) = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$$

d. 矢板の抵抗モーメント(Msp1)の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名		- - - - -	VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率		- - - - -	0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN/m}^2$	180.0	180.0
抵抗モーメントM _{sp1} = a × Z		kN・m/m	340.20	340.20

e. 照査面より下の受働土圧モーメント (M_{sp2}) の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

ただし、照査面が根入れ先端なので、M_{sp2} = 0.0 (kN・m/m) である。

(3) 照査面 (地層境界面 : G.L. -8.000m)

1) 照査結果

項	目	数 値
変形モーメント	M _d (kN.m/m)	0.00
抵抗モーメント	M _r (kN.m/m)	2195.11
安全率	M _r / M _d	999.99 1.20

2) 変形モーメント (M_d) の算定

変形モーメント内訳		モーメント
水圧モーメント	M _w	1351.68
主働土圧モーメント	M _a	284.44
受働土圧モーメント	- M _p	2560.00
その他荷重モーメント	M _c	0.00
変形モーメント	M _d (kN.m/m)	0.00

a. 水圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + (h / 3) × (2 × p₁ + p₂) / (p₁ + p₂)

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 p _w kN/m ²	水 平 力 P _w kN/m	アーム長 y m	モーメント M _w kN.m/m
1	3.200 1.600	1.600	0.00 16.00	12.80	10.133	129.71
2	1.600 0.500	1.100	16.00 27.00	23.65	9.003	212.92
3	0.500 0.000	0.500	27.00 32.00	14.75	8.243	121.58
4	0.000 -8.000	8.000	32.00 19.20	204.80	4.333	887.47
				256.00		1351.68

b. 主働土圧モーメント

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h/3) \times (2 \times p1 + p2) / (p1 + p2)$$

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 26.67	106.67	2.667	284.44
				106.67		284.44

c. 受働土圧モーメント

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h/3) \times (2 \times p1 + p2) / (p1 + p2)$$

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 240.00	960.00	2.667	2560.00
				960.00		2560.00

d. その他荷重モーメント

- ・ Pc = 0.00 (kN.m/m)
- ・ Mc = 0.00 (kN.m/m)

3) 抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro · (1 + d/H)	1514.71
Msp = 2 × min (Msp1, Msp2)	680.40
Msp1	340.20
Msp2	560.00
抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	2195.11

a. 照査面より上の抵抗モーメント

計算に使用する地層条件は、堤体区間とする。

$$Mro \cdot (1 + d/H) = 582.58 \times (1 + 1.600) = 1514.71 \text{ (kN.m/m)}$$

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h/3) \times (2 \times p1 + p2) / (p1 + p2)$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	受働強度 pRP kN/m ²	主働強度 pRA kN/m ²	側圧強度 pRP-pRA kN/m ²	水平力 Pr kN/m	アーム長 y m	モーメント Mro kN.m/m
1	-6.268 -8.000	1.732	419.64 471.60	46.63 52.40	373.01 419.20	686.06	0.849	582.58
						686.06		582.58

b. yoの計算過程

照査面と堤外側矢板の交点を開始点として上方に受働崩壊面を、同じく堤内側矢板の交点を開始点として上方に主働崩壊面を想定する。

両者の崩壊面の交点位置が、高さyoとなる。また、交点幅は堤体幅になる。ただし、交点の高さyoが壁体天端より上になる場合は、交点高さを壁体天端までとし、この場合の交点幅は堤体幅以下になる。よって、下表の崩壊幅の合計値が堤体幅と同じ場合はyoが堤体天端以下にあることがわかり、堤体幅以下の場合は、yoは堤体天端までとしていることがわかる。

No	深 さ		層 厚 h (m)	内 部 摩擦角 (度)	地震時 合成角 (度)	受働崩壊面		主働崩壊面		崩壊幅 Bp + Ba m
	上 面 GL(m)	下 面 GL(m)				崩壊角 p度	崩壊幅Bp m	崩壊角 a度	崩壊幅Ba m	
1	-6.268	-8.000	1.732	30.00	0.00	30.00	3.000	60.00	1.000	4.000
交点幅 Bp + Ba										4.000

・ 受働崩壊面

$$B_p = \cot(p) \times h$$

$$\cot(\xi p) = \tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(-\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$p = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(p))$$

・ 主働崩壊面

$$B_a = \cot(a) \times h$$

$$\cot(\xi a) = -\tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$a = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(a))$$

・ sin() 0の場合は、cot(p) = cot(a) = tan() + sec()とする。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$M_{sp} = 2 \times \min(M_{sp1}, M_{sp2})$$

$$= 2 \times \min(340.20, 560.00) = 680.40 \text{ (kN.m/m)}$$

d. 矢板の抵抗モーメント(Msp1)の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名			VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率			0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN/m}^2$	180.0	180.0
抵抗モーメントMsp1 =	a x Z	kN・m/m	340.20	340.20

e. 照査面より下の受働土圧モーメント(Msp2)の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層上面までの距離} + (h/3) \times (p_1 + 2 \times p_2) / (p_1 + p_2)$$

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	-8.000 -10.000	2.000	240.00 300.00	540.00	1.037	560.00
				540.00		560.00

(4)照査面（現地盤面 : G.L. 0.000m）

1) 照査結果

項	目	数 値
変形モーメント	Md(kN.m/m)	54.61
抵抗モーメント	Mr(kN.m/m)	942.68
安全率	Mr / Md	17.26 1.20

2)変形モーメント (Md) の算定

変形モーメント内訳	モーメント
水圧モーメント Mw	54.61
主働土圧モーメント Ma	0.00
受働土圧モーメント - Mp	0.00
その他荷重モーメント Mc	0.00
変形モーメント Md(kN.m/m)	54.61

a. 水圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + (h / 3) × (2 × p1 + p2) / (p1 + p2)

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pw kN/m ²	水 平 力 Pw kN/m	アーム長 y m	モーメント Mw kN.m/m
1	3.200 1.600	1.600	0.00 16.00	12.80	2.133	27.31
2	1.600 0.500	1.100	16.00 27.00	23.65	1.003	23.72
3	0.500 0.000	0.500	27.00 32.00	14.75	0.243	3.58
				51.20		54.61

b. 主働土圧モーメント

Pa = 0.00kN/m Ma = 0.00kN.m/m

c. 受働土圧モーメント

Pp = 0.00kN/m Mp = 0.00kN.m/m

d. その他荷重モーメント

- ・ Pc = 0.00(kN.m/m)
- ・ Mc = 0.00(kN.m/m)

3)抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro · (1 + d / H)	262.28
Msp = 2 × min (Msp1, Msp2)	680.40
Msp1	340.20
Msp2	10000.00
抵抗モーメント Mr(kN.m/m)	942.68

a. 照査面より上の抵抗モーメント

計算に使用する地層条件は、堤体区間とする。

Mro · (1 + d / H) = 262.28 × (1 + 0.000) = 262.28(kN.m/m)

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + (h / 3) × (2 × p1 + p2) / (p1 + p2)

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	受働強度 pRP kN/m ²	主働強度 pRA kN/m ²	側圧強度 pRP-pRA kN/m ²	水 平 力 Pr kN/m	アーム長 y m	モーメント Mro kN.m/m
1	1.732 1.600	0.132	176.47 183.60	19.61 20.40	156.86 163.20	21.12	1.666	35.18
2	1.600 0.500	1.100	183.60 216.60	20.40 24.07	163.20 192.53	195.65	1.035	202.48
3	0.500 0.000	0.500	216.60 231.60	24.07 25.73	192.53 205.87	99.60	0.247	24.62
						316.38		262.28

b. yoの計算過程

照査面と堤外側矢板の交点を開始点として上方に受働崩壊面を、同じく堤内側矢板の交点を開始点

として上方に主働崩壊面を想定する。

両者の崩壊面の交点位置が、高さ y_0 となる。また、交点幅は堤体幅になる。ただし、交点の高さ y_0 が壁体天端より上になる場合は、交点高さを壁体天端までとし、この場合の交点幅は堤体幅以下になる。よって、下表の崩壊幅の合計値が堤体幅と同じ場合は y_0 が堤体天端以下にあることがわかり、堤体幅以下の場合は、 y_0 は堤体天端までとしていることがわかる。

No	深 さ		層 厚 h (m)	内 部 摩擦角 (度)	地震時 合成角 (度)	受働崩壊面		主働崩壊面		崩壊幅 Bp + Ba m
	上 面 GL(m)	下 面 GL(m)				崩壊角 p度	崩壊幅Bp m	崩壊角 a度	崩壊幅Ba m	
1	1.732	1.600	0.132	30.00	0.00	30.00	0.229	60.00	0.076	0.305
2	1.600	0.500	1.100	30.00	0.00	30.00	1.905	60.00	0.635	2.540
3	0.500	0.000	0.500	30.00	0.00	30.00	0.866	60.00	0.289	1.155
交点幅 Bp + Ba										4.000

・受働崩壊面

$$B_p = \cot(p) \times h$$

$$\cot(\xi p) = \tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$p = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(p))$$

・主働崩壊面

$$B_a = \cot(a) \times h$$

$$\cot(\xi a) = -\tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$a = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(a))$$

・ $\sin(\theta) = 0$ の場合は、 $\cot(p) = \cot(a) = \tan(\theta) + \sec(\phi)$ とする。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$M_{sp} = 2 \times \min(M_{sp1}, M_{sp2})$$

$$= 2 \times \min(340.20, 10000.00) = 680.40 \text{ (kN.m/m)}$$

d. 矢板の抵抗モーメント(Msp1)の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名			VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率			0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN/m}^2$	180.0	180.0
抵抗モーメントMsp1 = a x Z		kN・m/m	340.20	340.20

e. 照査面より下の受働土圧モーメント(Msp2)の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層上面までの距離} + (h/3) \times (p_1 + 2 \times p_2) / (p_1 + p_2)$$

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 240.00	960.00	5.333	5120.00
2	-8.000 -10.000	2.000	240.00 300.00	540.00	9.037	4880.00
				1500.00		10000.00

2.2.2 壁体の滑動に対する検討

(1)結果要旨

1)照査式

壁体幅B= 4.000、高さH= 5.000(m)について、下式にて照査を行う。

$$\frac{Fr}{Fd} \geq FS$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.20)

Fd : 壁体に作用する水平力の総和 (kN/m)

Fr : 滑動抵抗力の総和 (kN/m)

$$Fr = Fpp + Fs$$

ここに、

Fpp : 受働土圧による水平力

Fs : 照査面直下の地盤の水平せん断抵抗力

$$Fs = c \cdot B + W \cdot \tan$$

W : 壁体内土重量 (kN/m)

: 照査面直下の土の内部摩擦角(度)

c : 照査面直下の土の粘着力 (kN/m²)

2)照査結果

照査は根入れ先端でのみ行う。

照査箇所名	照 査 面 G.L.(m)	照査面の 深さd	水平力総和 Fd(kN/m)	抵抗力総和 Fr(kN/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	457.87	1909.23	4.17 1.20

(2)照査面 (根入れ先端 : G.L. -10.000m)

1)照査結果

項 目	数 値
水平力の総和 Fd(kN/m)	457.87
抵抗力の総和 Fr(kN/m)	1909.23
安全率 Fr / Fd	4.17 1.20

2)水平力の総和 (Fd) の算定

水平力の内訳	水平力
水圧力 Fw	291.20
主働土圧力 Fa	166.67
その他荷重力 Fc	0.00
水平力の総和 Fd(kN/m)	457.87

a. 水圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の水圧モーメント表参照。

b. 主働土圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の主働土圧モーメント表参照。

c. その他の荷重

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時のその他荷重モーメント表参照。

3) 滑動抵抗力の総和 (Fr) の算定

抵抗力の内訳	水平力
地盤の水平せん断抵抗力 F_s 受働土圧力 F_p	409.23 1500.00
抵抗力の総和 F_r (kN/m)	1909.23

a. 地盤の水平せん断抵抗力 (Fs) の算定

$$F_s = c \cdot B + W \cdot \tan$$

$$= 0.00 \cdot 4.000 + 708.80 \cdot \tan 30.00^\circ$$

$$= 409.23 \text{ (kN/m)}$$

b. 壁体内土重量 (W)

重量の計算範囲は、壁体天端から照査面 (中詰土含む) までとする。堤体区間の地層データを用いる。

$$W = (\quad i h_i + q) \times B$$

$$= (177.20 + 0.00) \times 4.000 = 708.80 \text{ (kN/m)}$$

ここに、qは上載荷重。

No	層上面高 標 G.L. (m)	層下面高 標 G.L. (m)	層厚 h_i (m)	土の 単位重量 (kN/m^3)	土の 有効重量 $i \cdot h_i$ (kN/m^2)
1	5.000	3.200	1.800	18.0	32.40
2	3.200	1.600	1.600	18.0	28.80
3	1.600	0.500	1.100	10.0	11.00
4	0.500	0.000	0.500	10.0	5.00
5	0.000	-8.000	8.000	10.0	80.00
6	-8.000	-10.000	2.000	10.0	20.00
			15.000		177.20

c. 受働土圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の受働土圧モーメント表参照。

2.2.3 基礎地盤の支持力に対する検討

(1)結果要旨

1)照査式

壁体幅B= 4.000、高さH= 5.000(m)について、下式にて照査を行う。

$$\frac{Q_u}{V - \gamma_2 \cdot D_f \cdot B_e} \geq FS$$

$$Q_u = B_e \left\{ k \cdot c \cdot N_c + k \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot (N_q - 1) + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot B_e \cdot N_\gamma \right\}$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.20)

Qu : 荷重の偏心傾斜を考慮した地盤の極限支持力 (kN/m)

V : 照査面に作用する鉛直成分 (照査面より上の壁体内重量) (kN/m)

Be : 偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)

$$B_e = B - 2e$$

B : 堤体幅

e : 荷重に偏心距離 (e = Mb / V)

Mb : 照査面に作用するモーメント

k : 根入れ効果に対する割増係数 (= 1.0とする)

c : 照査面直下の粘着力

Df : 現地盤から照査面までの距離

2 : 現地盤から照査面までの区間 (Df) の土の平均単位体積重量。ただし、水以下は水中重量。

1 : 照査面直下の支持地盤の土の単位重量。ただし、水以下は水中重量。

Nc, Nq, N : 荷重の偏心を考慮した支持力係数 (設計マニュアル図8.10~12)

$$\tan = H_b / V$$

Hb : 照査面に作用する合力の水平成分

2)照査結果

照査は根入れ先端でのみ行う。

照査箇所名	照査面 G.L.(m)	照査面の 深さd	極限支持力 Qu(kN/m)	V- 2.Df.Be (kN/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	8184.77	308.80	26.51 1.20

(2)照査面 (根入れ先端 : G.L. -10.000m)

1)照査結果

項	目	記号	数値
鉛直成分	壁体内土重量 (上載荷重含む)	V	708.80
	現地盤から照査面までの距離	Df	10.000
	現地盤から照査面までの平均土単位重量	2	10.00
	偏心を考慮した基礎の有効載荷幅	Be	4.000
鉛直成分集計値 V - 2.Df.Be (kN/m)			308.80
Qu	照査面に作用するモーメント	Mb	0.00
	照査面に作用する合力の水平成分	Hb	0.00
	偏心距離	e	0.000
	作用力の傾き (Hb / V)	tan	0.000
	照査面直下の内部摩擦角		30.00
	照査面直下の粘着力	c	0.00
	照査面直下の土の単位重量	1	10.00
	支持力係数	Nc	30.140
	支持力係数	Nq	18.401
	支持力係数	N	15.304
	地盤の極限支持力 Qu (kN/m)		8184.77
安全率			26.51 1.20

2)照査面での外力の集計

外力の内訳	モーメント Mb(kN.m/m)	水平力 Hb(kN/m)
水圧 Mw(Fw)	1899.95	291.20
主働土圧 Ma(Fa)	555.56	166.67
受働土圧 - Mp(Fp)	5000.00	1500.00
その他荷重 Mc(Fc)	0.00	0.00
外力の集計	0.00	0.00

a.水圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の水圧モーメント表参照。

b.主働土圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の主働土圧モーメント表参照。

c.受働土圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の受働土圧モーメント表参照。

d.その他荷重

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時のその他荷重モーメント表参照。

3)壁体内土重量 (V)

「滑動に対する検討結果」の「滑動抵抗力の総和」中の「b.壁体内土重量」参照。

$$V = 708.80(\text{kN/m})$$

4)偏心距離 (e) の算定

$$e = Mb / V$$

$$= 0.00 / 708.80$$

$$= 0.000(\text{m})$$

$$Be = B - 2e$$

$$= 4.000 - 2.0 \times 0.000$$

$$= 4.000(\text{m})$$

5)作用力の傾きの算定

$$\tan = Hb / V$$

$$= 0.00 / 708.80$$

$$= 0.000$$

6) 2の算定

現地盤から照査面までの区間 (Df) の土の平均単位体積重量。ただし、水以下は水中重量。計算の都合上、堤体区間の地層データを用いるものとする。

$$\gamma_2 = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i}$$

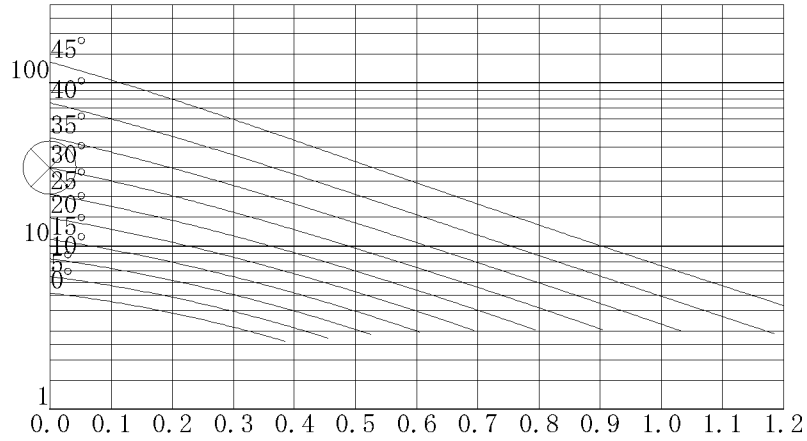
$$= 10.00(\text{kN/m}^3)$$

No	層上面 標高 G.L.(m)	層下面 標高 G.L.(m)	層厚 hi (m)	土の 単位重量 (kN/m ³)	土の 有効重量 i・hi (kN/m ²)
1	0.000	-8.000	8.000	10.0	80.00
2	-8.000	-10.000	2.000	10.0	20.00
			10.000		100.00

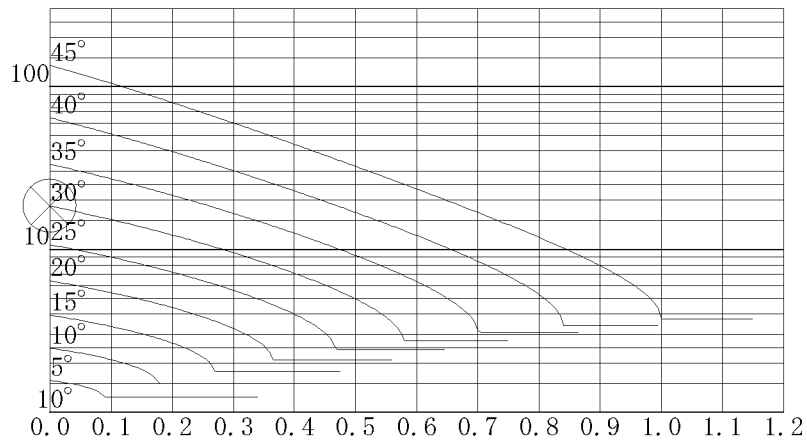
(3) 支持力係数算定図

作用力の傾き (Mb / Hb) tan = 0.000
照査面直下の内部摩擦角 = 30.00
支持力係数 Nc = 30.140
支持力係数 Nq = 18.401
支持力係数 N = 15.304

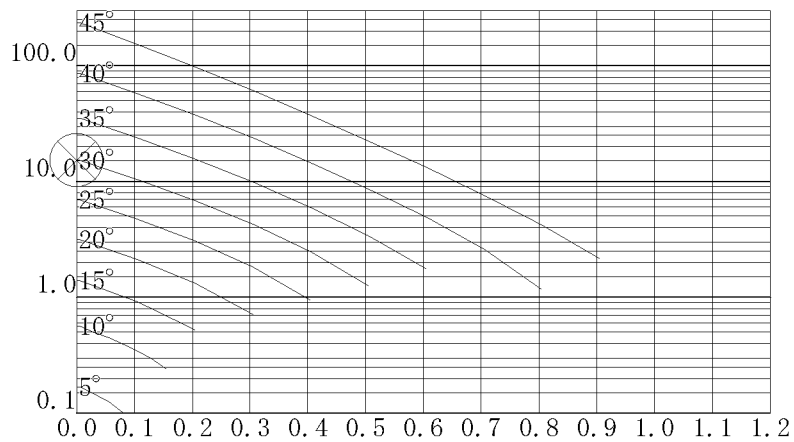
1) Nc算定図



2) Nq算定図



3) N 算定図



2.3 堤内側矢板

2.3.1 根入れ長の計算

(1) 結果要旨

- 使用鋼材名 : VL型
- 決定全長 : 15.000(m)
- 引張材位置 G.L. : 0.500(m)
- 引張材よる上の外力 : 無視する
- 受働側の無効層厚 : 0.000(m)
- R.W.L : 1.600(m)
- L.W.L : 0.000(m)

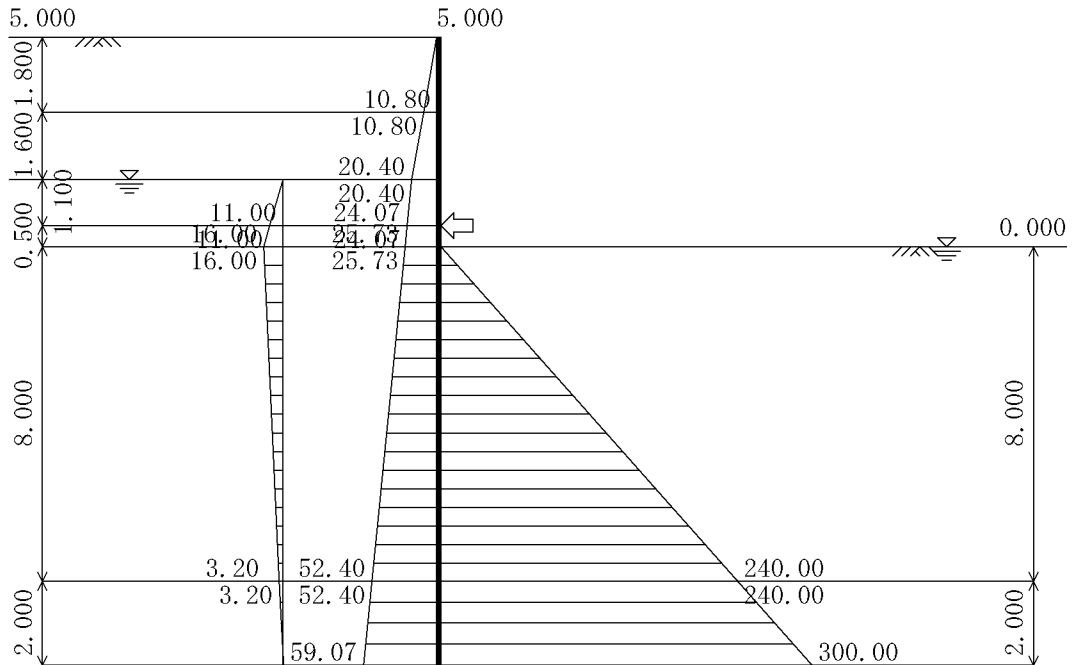
照査は、引張材取付位置回りの主働側 (Ma + Mw) と受働側モーメント (Mp) が、下式を満足するように根入れ長を検討する。

$$F_s = \frac{M_p}{M_a + M_w + M_c} \geq F_{sa}$$

ここに、

- Fsa : 必要安全率(砂質地盤 : 1.50)
- Mp : 受働土圧による引張材位置のモーメント
- Ma : 主働土圧による引張材位置のモーメント
- Mw : 水圧による引張材位置のモーメント

項	目	必要根入れ長	決定根入れ長
根入れ先端位置 G.L.(m)		-3.120	-10.000
主働側	Ma + Mw + Mc (kN.m/m)	250.63	2921.38
受働側	Mp (kN.m/m)	376.72	10750.00
安全率	Mp / (Ma + Mw + Mc)	1.503 1.50	3.680 1.50



(2)外力集計表

1)主働土圧モーメント表

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	0.500 0.000	0.500	24.07 25.73	12.45	0.253	3.15
2	0.000 -8.000	8.000	25.73 52.40	312.53	4.955	1548.62
3	-8.000 -10.000	2.000	52.40 59.07	111.47	9.520	1061.16
				436.45		2612.92

2)水圧モーメント表

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pw kN/m ²	水 平 力 Pw kN/m	アーム長 y m	モーメント Mw kN.m/m
1	0.500 0.000	0.500	11.00 16.00	6.75	0.265	1.79
2	0.000 -8.000	8.000	16.00 3.20	76.80	3.611	277.33
3	-8.000 -10.000	2.000	3.20 0.00	3.20	9.167	29.33
				86.75		308.46

3)受働土圧モーメント表

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 240.00	960.00	5.833	5600.00
2	-8.000 -10.000	2.000	240.00 300.00	540.00	9.537	5150.00
				1500.00		10750.00

4)その他荷重モーメント表

Pc = 0.00kN/m
Mc = 0.00kN.m/m

2.3.2 壁体断面力の計算

(1) 結果要旨

1) 解析結果

矢板曲げモーメント、引張材反力は、弾塑性法により算定する。解析結果は以下の通りである。

解析項目	解析結果	発生位置
最大曲げモーメント Mmax(kN.m/m)	47.48	G.L. 0.500
最大せん断力 Smax(kN/m)	-63.82	G.L. 0.500
上段引張材反力 R1(kN/m)	-11.30	G.L. 4.500
下段引張材反力 R2(kN/m)	-119.47	G.L. 0.500

2) 荷重条件

弾塑性解析に用いる有効側圧は、主働土圧 + 水圧、受働土圧から静止土圧分を事前に差く。

なお、粘性土においても土圧と水圧は砂質土と同様に、別々に矢板に作用するものとする。主働土圧、水圧、受働土圧強度、静止土圧強度は「矢板計算時の土圧・水圧強度表」を参照。

ここでは、弾塑性解析に使用する有効側圧分布表を示す。

No	深さ GL(m)	背面側		掘削側		有効 主働側圧 kN/m ²	有効 受働側圧 kN/m ²
		主働土圧 kN/m ²	水圧 kN/m ²	受働土圧 kN/m ²	静止土圧 kN/m ²		
1	5.000	0.00	0.00	- - - -	- - - -	0.00	- - - -
	3.200	10.80	0.00	- - - -	- - - -	10.80	- - - -
2	3.200	10.80	0.00	- - - -	- - - -	10.80	- - - -
	1.600	20.40	0.00	- - - -	- - - -	20.40	- - - -
3	1.600	20.40	0.00	- - - -	- - - -	20.40	- - - -
	0.500	24.07	11.00	- - - -	- - - -	35.07	- - - -
4	0.500	24.07	11.00	- - - -	- - - -	35.07	- - - -
	0.000	25.73	16.00	- - - -	- - - -	41.73	- - - -
5	0.000	25.73	16.00	0.00	0.00	41.73	0.00
	-8.000	52.40	3.20	240.00	40.00	15.60	200.00
6	-8.000	52.40	3.20	240.00	40.00	15.60	200.00
	-10.000	59.07	0.00	300.00	50.00	9.07	250.00

は無効層で解析上の土圧強度は0扱いとする。

その他荷重

3) 地盤バネ条件

受働バネは次式より求める。

$$kH = \eta \cdot \frac{1}{0.3} \alpha E_o \cdot \left(\frac{BH}{0.3} \right)^{-3/4}$$

ここに、

：壁体形式に関わる係数。連続した壁体につき = 1.0

BH：換算載荷幅(10.0m)

No	上 標 高 G.L.(m)	下 標 高 G.L.(m)	層 厚 h m	変形係数 Eo kN/m ²	地盤バネ kH kN/m ²
1	0.000	-8.000	8.000	42000	10092
2	-8.000	-20.000	12.000	42000	10092

は無効層で解析上のバネ強度は0扱いとする。

4) 引張材バネ内部計算一覧

・引張材バネ定数の算式

$$K_s = \frac{\alpha \times (2 \times \text{本数} \times A \times E)}{L \times s}$$

ここに、

：切ばりのゆるみを表す係数 [1.0]

L：引張材設置長(堤体幅) [4.000] m

s : 引張材水平間隔

A : 引張材断面積

・計算一覧

引張材番 号	本数 n 本	直 径 mm	断 面 積 A m ²	ヤング係数 E kN/m ²	水平間隔 s (m)	バネ定数 Ks (kN/m/m)
1	1	70	0.003848	200000000.0	2.000	192423
2	1	70	0.003848	200000000.0	2.000	192423

は直接バネ値入力。

5) 解析用壁体断面諸量

断 面 積 A m ²	断 面 2 次 モーメント I m ⁴	ヤング係数 E kN/m ²
0.026760	0.00028350	200000000.0

(2) 解析結果 (収束時の構造荷重条件)

1) 状態の説明

・掘削面上

壁体本体区間(中詰土)を指す。背面側から主働側圧を考慮。地盤バネは存在しない。

・受働弾性

根入れ区間で、掘削側への変位が極限変位以内の状態。

背面側からは有効主働側圧載荷を考慮。地盤バネ有り、掘削側荷重無し。

・受働塑性

根入れ区間で、掘削側への変位が極限変位を超えた状態を指す。

背面側からは有効主働側圧載荷を考慮。地盤バネ無し、掘削側荷重有り。

・主働弾性

根入れ区間で、背面側へ変位が生じた状態。解析の仮定には無い状態。便宜上、受働弾性扱い。

2) 荷重条件表

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	背面側荷重強度			掘削側荷重強度			地 盤 バネ強度 kN/m
			格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	
1	5.000	掘削面上	0.00	0.00	0.03	—	—	—	—
2	4.800	掘削面上	1.20	1.20	0.24	—	—	—	—
3	4.600	掘削面上	2.40	2.40	0.34	—	—	—	—
4	4.500	引 張 材	3.00	3.00	0.30	—	—	—	192423
5	4.400	掘削面上	3.60	3.60	0.56	—	—	—	—
6	4.200	掘削面上	4.80	4.80	0.96	—	—	—	—
7	4.000	掘削面上	6.00	6.00	1.20	—	—	—	—
8	3.800	掘削面上	7.20	7.20	1.44	—	—	—	—
9	3.600	掘削面上	8.40	8.40	1.68	—	—	—	—
10	3.400	掘削面上	9.60	9.60	1.92	—	—	—	—
11	3.200	掘削面上	10.80	10.80	2.16	—	—	—	—
12	3.000	掘削面上	12.00	12.00	2.40	—	—	—	—
13	2.800	掘削面上	13.20	13.20	2.64	—	—	—	—
14	2.600	掘削面上	14.40	14.40	2.88	—	—	—	—

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	背面側荷重強度			掘削側荷重強度			地 盤 バネ強度 kN/m
			格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	
15	2.400	掘削面上	15.60	15.60	3.12	—	—	—	—
16	2.200	掘削面上	16.80	16.80	3.36	—	—	—	—
17	2.000	掘削面上	18.00	18.00	3.60	—	—	—	—
18	1.800	掘削面上	19.20	19.20	3.84	—	—	—	—
19	1.600	掘削面上	20.40	20.40	4.12	—	—	—	—
20	1.400	掘削面上	23.07	23.07	4.61	—	—	—	—
21	1.200	掘削面上	25.73	25.73	5.15	—	—	—	—
22	1.000	掘削面上	28.40	28.40	5.68	—	—	—	—
23	0.800	掘削面上	31.07	31.07	6.21	—	—	—	—
24	0.600	掘削面上	33.73	33.73	5.01	—	—	—	—
25	0.500	引 張 材	35.07	35.07	3.51	—	—	—	192423
26	0.400	掘削面上	36.40	36.40	5.51	—	—	—	—
27	0.200	掘削面上	39.07	39.07	7.81	—	—	—	—
28	0.000	受働塑性	41.73	41.73	8.26	0.00	0.00	0.13	—
29	-0.200	受働塑性	41.08	41.08	8.22	5.00	5.00	1.00	—
30	-0.400	受働塑性	40.43	40.43	8.09	10.00	10.00	2.00	—
31	-0.600	受働弾性	39.77	39.77	7.95	15.00	15.00	—	2018
32	-0.800	受働弾性	39.12	39.12	7.82	20.00	20.00	—	2018
33	-1.000	受働弾性	38.47	38.47	7.69	25.00	25.00	—	2018
34	-1.200	受働弾性	37.81	37.81	7.56	30.00	30.00	—	2018
35	-1.400	受働弾性	37.16	37.16	7.43	35.00	35.00	—	2018
36	-1.600	受働弾性	36.51	36.51	7.30	40.00	40.00	—	2018
37	-1.800	受働弾性	35.85	35.85	7.17	45.00	45.00	—	2018
38	-2.000	受働弾性	35.20	35.20	7.04	50.00	50.00	—	2018
39	-2.200	受働弾性	34.55	34.55	6.91	55.00	55.00	—	2018
40	-2.400	受働弾性	33.89	33.89	6.78	60.00	60.00	—	2018
41	-2.600	受働弾性	33.24	33.24	6.65	65.00	65.00	—	2018
42	-2.800	受働弾性	32.59	32.59	6.52	70.00	70.00	—	2018
43	-3.000	受働弾性	31.93	31.93	6.39	75.00	75.00	—	2018
44	-3.200	受働弾性	31.28	31.28	6.26	80.00	80.00	—	2018
45	-3.400	受働弾性	30.63	30.63	6.13	85.00	85.00	—	2018
46	-3.600	受働弾性	29.97	29.97	5.99	90.00	90.00	—	2018
47	-3.800	受働弾性	29.32	29.32	5.86	95.00	95.00	—	2018
48	-4.000	受働弾性	28.67	28.67	5.73	100.00	100.00	—	2018
49	-4.200	受働弾性	28.01	28.01	5.60	105.00	105.00	—	2018
50	-4.400	受働弾性	27.36	27.36	5.47	110.00	110.00	—	2018
51	-4.600	受働弾性	26.71	26.71	5.34	115.00	115.00	—	2018

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	背面側荷重強度			掘削側荷重強度			地 盤 バネ強度 kN/m
			格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	
52	-4.800	受働弾性	26.05	26.05	5.21	120.00	120.00	————	2018
53	-5.000	受働弾性	25.40	25.40	5.08	125.00	125.00	————	2018
54	-5.200	受働弾性	24.75	24.75	4.95	130.00	130.00	————	2018
55	-5.400	受働弾性	24.09	24.09	4.82	135.00	135.00	————	2018
56	-5.600	受働弾性	23.44	23.44	4.69	140.00	140.00	————	2018
57	-5.800	受働弾性	22.79	22.79	4.56	145.00	145.00	————	2018
58	-6.000	受働弾性	22.13	22.13	4.43	150.00	150.00	————	2018
59	-6.200	受働弾性	21.48	21.48	4.30	155.00	155.00	————	2018
60	-6.400	受働弾性	20.83	20.83	4.17	160.00	160.00	————	2018
61	-6.600	受働弾性	20.17	20.17	4.03	165.00	165.00	————	2018
62	-6.800	受働弾性	19.52	19.52	3.90	170.00	170.00	————	2018
63	-7.000	受働弾性	18.87	18.87	3.77	175.00	175.00	————	2018
64	-7.200	受働弾性	18.21	18.21	3.64	180.00	180.00	————	2018
65	-7.400	受働弾性	17.56	17.56	3.51	185.00	185.00	————	2018
66	-7.600	受働弾性	16.91	16.91	3.38	190.00	190.00	————	2018
67	-7.800	受働弾性	16.25	16.25	3.25	195.00	195.00	————	2018
68	-8.000	受働弾性	15.60	15.60	3.12	200.00	200.00	————	2018
69	-8.200	受働弾性	14.95	14.95	2.99	205.00	205.00	————	2018
70	-8.400	受働弾性	14.29	14.29	2.86	210.00	210.00	————	2018
71	-8.600	受働弾性	13.64	13.64	2.73	215.00	215.00	————	2018
72	-8.800	受働弾性	12.99	12.99	2.60	220.00	220.00	————	2018
73	-9.000	受働弾性	12.33	12.33	2.47	225.00	225.00	————	2018
74	-9.200	受働弾性	11.68	11.68	2.34	230.00	230.00	————	2018
75	-9.400	受働弾性	11.03	11.03	2.21	235.00	235.00	————	2018
76	-9.600	受働弾性	10.37	10.37	2.07	240.00	240.00	————	2018
77	-9.800	受働弾性	9.72	9.72	1.94	245.00	245.00	————	2018
78	-10.000	受働弾性	9.07	0.00	0.92	250.00	0.00	————	1009
					338.39			3.13	

状態の欄が「引張材」の時、地盤バネ強度は引張材バネ強度である。

(3)解析結果 (バネ値、変位、反力)

最大変位 $x_{max} = 2.87\text{mm}$ (G.L. -3.600m)

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	地 盤 バネ強度 kN/m	変 位 x mm	極限変位 x_{max} mm	地盤反力 Q kN/m
1	5.000	掘削面上	- - - -	-0.07	- - - -	- - - -
2	4.800	掘削面上	- - - -	-0.02	- - - -	- - - -
3	4.600	掘削面上	- - - -	0.03	- - - -	- - - -
4	4.500	掘削面上	192423	0.06	- - - -	-11.30
5	4.400	掘削面上	- - - -	0.09	- - - -	- - - -
6	4.200	掘削面上	- - - -	0.14	- - - -	- - - -
7	4.000	掘削面上	- - - -	0.19	- - - -	- - - -

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	地 盤 バネ強度 kN/m	変 位 x mm	極限変位 xmax mm	地盤反力 Q kN/m
8	3.800	掘削面上	- - - -	0.23	- - - -	- - - -
9	3.600	掘削面上	- - - -	0.28	- - - -	- - - -
10	3.400	掘削面上	- - - -	0.31	- - - -	- - - -
11	3.200	掘削面上	- - - -	0.35	- - - -	- - - -
12	3.000	掘削面上	- - - -	0.37	- - - -	- - - -
13	2.800	掘削面上	- - - -	0.39	- - - -	- - - -
14	2.600	掘削面上	- - - -	0.40	- - - -	- - - -
15	2.400	掘削面上	- - - -	0.41	- - - -	- - - -
16	2.200	掘削面上	- - - -	0.41	- - - -	- - - -
17	2.000	掘削面上	- - - -	0.42	- - - -	- - - -
18	1.800	掘削面上	- - - -	0.42	- - - -	- - - -
19	1.600	掘削面上	- - - -	0.42	- - - -	- - - -
20	1.400	掘削面上	- - - -	0.42	- - - -	- - - -
21	1.200	掘削面上	- - - -	0.44	- - - -	- - - -
22	1.000	掘削面上	- - - -	0.46	- - - -	- - - -
23	0.800	掘削面上	- - - -	0.51	- - - -	- - - -
24	0.600	掘削面上	- - - -	0.58	- - - -	- - - -
25	0.500	掘削面上	192423	0.62	- - - -	-119.47
26	0.400	掘削面上	- - - -	0.67	- - - -	- - - -
27	0.200	掘削面上	- - - -	0.80	- - - -	- - - -
28	0.000	受働塑性	- - - -	0.95	0.12	- - - -
29	-0.200	受働塑性	- - - -	1.11	0.50	- - - -
30	-0.400	受働塑性	- - - -	1.28	0.99	- - - -
31	-0.600	受働弾性	2018	1.45	1.49	-2.92
32	-0.800	受働弾性	2018	1.62	1.98	-3.27
33	-1.000	受働弾性	2018	1.78	2.48	-3.60
34	-1.200	受働弾性	2018	1.94	2.97	-3.92
35	-1.400	受働弾性	2018	2.09	3.47	-4.22
36	-1.600	受働弾性	2018	2.23	3.96	-4.50
37	-1.800	受働弾性	2018	2.35	4.46	-4.75
38	-2.000	受働弾性	2018	2.46	4.95	-4.98
39	-2.200	受働弾性	2018	2.56	5.45	-5.17
40	-2.400	受働弾性	2018	2.65	5.95	-5.34
41	-2.600	受働弾性	2018	2.72	6.44	-5.48
42	-2.800	受働弾性	2018	2.77	6.94	-5.60
43	-3.000	受働弾性	2018	2.82	7.43	-5.68
44	-3.200	受働弾性	2018	2.85	7.93	-5.75
45	-3.400	受働弾性	2018	2.86	8.42	-5.78
46	-3.600	受働弾性	2018	2.87	8.92	-5.80
47	-3.800	受働弾性	2018	2.87	9.41	-5.79
48	-4.000	受働弾性	2018	2.86	9.91	-5.76
49	-4.200	受働弾性	2018	2.83	10.40	-5.72
50	-4.400	受働弾性	2018	2.80	10.90	-5.66
51	-4.600	受働弾性	2018	2.77	11.40	-5.59
52	-4.800	受働弾性	2018	2.72	11.89	-5.50
53	-5.000	受働弾性	2018	2.68	12.39	-5.40
54	-5.200	受働弾性	2018	2.62	12.88	-5.29
55	-5.400	受働弾性	2018	2.56	13.38	-5.17
56	-5.600	受働弾性	2018	2.50	13.87	-5.05
57	-5.800	受働弾性	2018	2.44	14.37	-4.92
58	-6.000	受働弾性	2018	2.37	14.86	-4.78
59	-6.200	受働弾性	2018	2.30	15.36	-4.64
60	-6.400	受働弾性	2018	2.23	15.85	-4.50
61	-6.600	受働弾性	2018	2.15	16.35	-4.35
62	-6.800	受働弾性	2018	2.08	16.85	-4.20
63	-7.000	受働弾性	2018	2.00	17.34	-4.05
64	-7.200	受働弾性	2018	1.93	17.84	-3.89
65	-7.400	受働弾性	2018	1.85	18.33	-3.74
66	-7.600	受働弾性	2018	1.78	18.83	-3.59
67	-7.800	受働弾性	2018	1.70	19.32	-3.43
68	-8.000	受働弾性	2018	1.62	19.82	-3.28
69	-8.200	受働弾性	2018	1.55	20.31	-3.12
70	-8.400	受働弾性	2018	1.47	20.81	-2.97
71	-8.600	受働弾性	2018	1.39	21.30	-2.81
72	-8.800	受働弾性	2018	1.32	21.80	-2.66
73	-9.000	受働弾性	2018	1.24	22.30	-2.51
74	-9.200	受働弾性	2018	1.17	22.79	-2.35
75	-9.400	受働弾性	2018	1.09	23.29	-2.20
76	-9.600	受働弾性	2018	1.01	23.78	-2.05
77	-9.800	受働弾性	2018	0.94	24.28	-1.89
78	-10.000	受働弾性	1009	0.86	24.65	-0.87
						-335.26

印は引張材反力で、その時の地盤バネ強度は引張材バネ強度である。

極限変位(xmax=有効受働土圧強度 / 地盤バネ強度)を超える変位(x)が生じた場合は塑性状態である。

(4)解析結果 (断面力)

最大曲げモーメントMmax = 47.48kN.m/m (G.L. 0.500m)

最大せん断力 Smax = -63.82kN/m (G.L. 0.500m)

最大変位 xmax = 2.87mm (G.L. -3.600m)

格点 No	Y 座標 GL(m)	モーメント kN.m/m		せん断力 kN/m		変位 x mm	地盤反力 Q kN/m
		上面	下面	上面	下面		
1	5.000		0.00		0.03	-0.07	
2	4.800	0.01	0.01	0.03	0.27	-0.02	
3	4.600	0.06	0.06	0.27	0.61	0.03	
4	4.500	0.12	0.12	0.61	-10.40	0.06	-11.30
5	4.400	-0.92	-0.92	-10.40	-9.83	0.09	
6	4.200	-2.89	-2.89	-9.83	-8.87	0.14	
7	4.000	-4.66	-4.66	-8.87	-7.67	0.19	
8	3.800	-6.20	-6.20	-7.67	-6.23	0.23	
9	3.600	-7.44	-7.44	-6.23	-4.55	0.28	
10	3.400	-8.35	-8.35	-4.55	-2.63	0.31	
11	3.200	-8.88	-8.88	-2.63	-0.47	0.35	
12	3.000	-8.97	-8.97	-0.47	1.93	0.37	
13	2.800	-8.59	-8.59	1.93	4.57	0.39	
14	2.600	-7.68	-7.68	4.57	7.45	0.40	
15	2.400	-6.19	-6.19	7.45	10.57	0.41	
16	2.200	-4.07	-4.07	10.57	13.93	0.41	
17	2.000	-1.29	-1.29	13.93	17.53	0.42	
18	1.800	2.22	2.22	17.53	21.37	0.42	
19	1.600	6.49	6.49	21.37	25.48	0.42	
20	1.400	11.59	11.59	25.48	30.10	0.42	
21	1.200	17.61	17.61	30.10	35.24	0.44	
22	1.000	24.65	24.65	35.24	40.92	0.46	
23	0.800	32.84	32.84	40.92	47.14	0.51	
24	0.600	42.27	42.27	47.14	52.15	0.58	
25	0.500	47.48	47.48	52.15	-63.82	0.62	-119.47
26	0.400	41.10	41.10	-63.82	-58.31	0.67	
27	0.200	29.44	29.44	-58.31	-50.50	0.80	
28	0.000	19.34	19.34	-50.50	-42.36	0.95	
29	-0.200	10.87	10.87	-42.36	-35.14	1.11	
30	-0.400	3.84	3.84	-35.14	-29.06	1.28	
31	-0.600	-1.97	-1.97	-29.06	-24.02	1.45	-2.92
32	-0.800	-6.78	-6.78	-24.02	-19.47	1.62	-3.27
33	-1.000	-10.67	-10.67	-19.47	-15.38	1.78	-3.60
34	-1.200	-13.75	-13.75	-15.38	-11.73	1.94	-3.92
35	-1.400	-16.09	-16.09	-11.73	-8.52	2.09	-4.22
36	-1.600	-17.80	-17.80	-8.52	-5.72	2.23	-4.50
37	-1.800	-18.94	-18.94	-5.72	-3.30	2.35	-4.75
38	-2.000	-19.60	-19.60	-3.30	-1.23	2.46	-4.98
39	-2.200	-19.85	-19.85	-1.23	0.50	2.56	-5.17
40	-2.400	-19.75	-19.75	0.50	1.94	2.65	-5.34
41	-2.600	-19.36	-19.36	1.94	3.10	2.72	-5.48
42	-2.800	-18.74	-18.74	3.10	4.03	2.77	-5.60
43	-3.000	-17.93	-17.93	4.03	4.73	2.82	-5.68
44	-3.200	-16.99	-16.99	4.73	5.24	2.85	-5.75
45	-3.400	-15.94	-15.94	5.24	5.58	2.86	-5.78
46	-3.600	-14.82	-14.82	5.58	5.78	2.87	-5.80
47	-3.800	-13.67	-13.67	5.78	5.85	2.87	-5.79
48	-4.000	-12.50	-12.50	5.85	5.82	2.86	-5.76
49	-4.200	-11.33	-11.33	5.82	5.70	2.83	-5.72
50	-4.400	-10.19	-10.19	5.70	5.51	2.80	-5.66
51	-4.600	-9.09	-9.09	5.51	5.27	2.77	-5.59
52	-4.800	-8.04	-8.04	5.27	4.98	2.72	-5.50
53	-5.000	-7.04	-7.04	4.98	4.66	2.68	-5.40
54	-5.200	-6.11	-6.11	4.66	4.32	2.62	-5.29
55	-5.400	-5.24	-5.24	4.32	3.96	2.56	-5.17
56	-5.600	-4.45	-4.45	3.96	3.60	2.50	-5.05
57	-5.800	-3.73	-3.73	3.60	3.24	2.44	-4.92
58	-6.000	-3.08	-3.08	3.24	2.89	2.37	-4.78
59	-6.200	-2.51	-2.51	2.89	2.54	2.30	-4.64
60	-6.400	-2.00	-2.00	2.54	2.21	2.23	-4.50
61	-6.600	-1.55	-1.55	2.21	1.90	2.15	-4.35
62	-6.800	-1.17	-1.17	1.90	1.61	2.08	-4.20
63	-7.000	-0.85	-0.85	1.61	1.33	2.00	-4.05
64	-7.200	-0.59	-0.59	1.33	1.08	1.93	-3.89
65	-7.400	-0.37	-0.37	1.08	0.85	1.85	-3.74
66	-7.600	-0.20	-0.20	0.85	0.65	1.78	-3.59
67	-7.800	-0.07	-0.07	0.65	0.47	1.70	-3.43
68	-8.000	0.02	0.02	0.47	0.31	1.62	-3.28
69	-8.200	0.08	0.08	0.31	0.18	1.55	-3.12

格点 No	Y 座 標 GL(m)	モーメント kN.m/m		せん断力 kN/m		変 位 x mm	地盤反力 Q kN/m
		上面	下面	上面	下面		
70	-8.400	0.12	0.12	0.18	0.07	1.47	-2.97
71	-8.600	0.13	0.13	0.07	-0.02	1.39	-2.81
72	-8.800	0.13	0.13	-0.02	-0.08	1.32	-2.66
73	-9.000	0.11	0.11	-0.08	-0.12	1.24	-2.51
74	-9.200	0.09	0.09	-0.12	-0.14	1.17	-2.35
75	-9.400	0.06	0.06	-0.14	-0.13	1.09	-2.20
76	-9.600	0.03	0.03	-0.13	-0.11	1.01	-2.05
77	-9.800	0.01	0.01	-0.11	-0.05	0.94	-1.89
78	-10.000	0.00		-0.05		0.86	-0.87

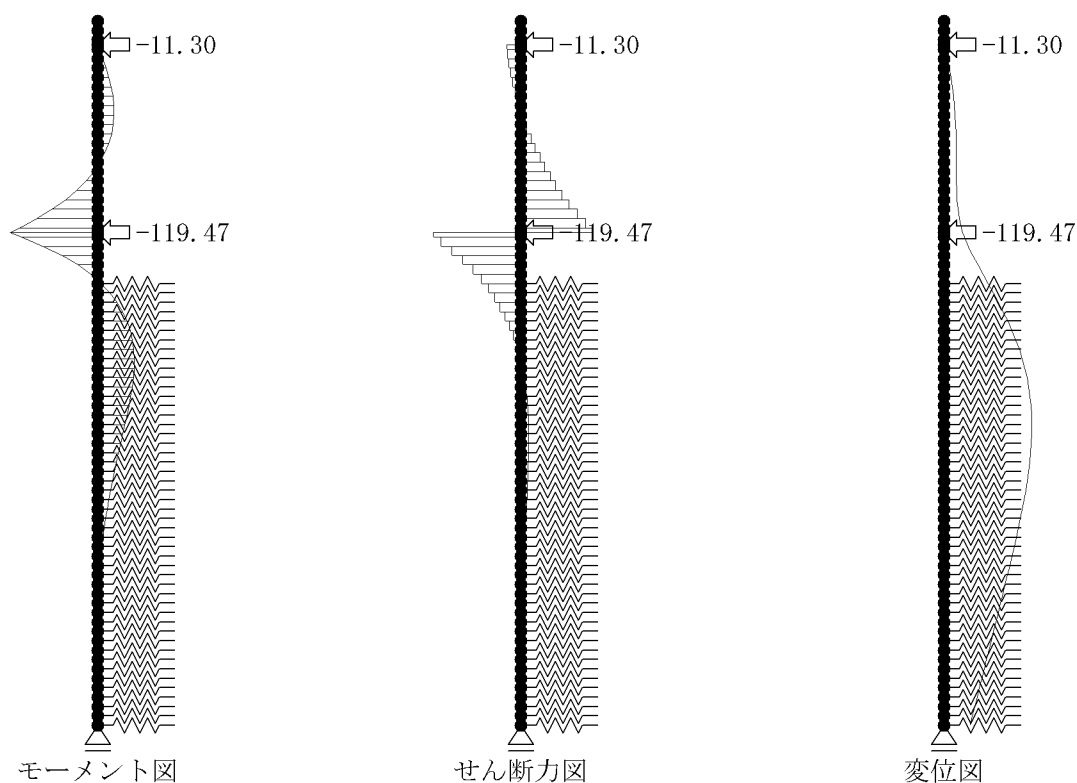
印は引張材反力である。

(5)断面力図

最大曲げモーメントMmax = 47.48kN.m/m (G.L. 0.500m)

最大せん断力 Smax = -63.82kN/m (G.L. 0.500m)

最大変位 xmax = 2.87mm (G.L. -3.600m)



図中、矢印の数値は引張材反力(kN/m)である。

2.3.3 壁体応力度

(1)使用断面

断面種類：鋼矢板

使用鋼材：VL型

使用材質：SY295

断面諸元	単位	数値
断面係数 Z	$\times 10^3 (\text{mm}^3/\text{m})$	3150
同上 有効率	-----	0.600
断面積 A	$\times 10^2 (\text{mm}^2/\text{m})$	267.60

(2)設計断面力

設計断面力は下表の通りとする。

状態	モーメント M $\times 10^6 (\text{N}\cdot\text{mm}/\text{m})$	軸力 N $\times 10^2 (\text{N}/\text{m})$	せん断力 S $\times 10^2 (\text{N}/\text{m})$
Max時	47.48	0.00	63.82

(3)曲げ応力度

$$\sigma = \frac{M}{\alpha \cdot Z} + \frac{N}{A} \leq \sigma_{sa}$$

状態	応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
Max時	25	180	

(4)せん断応力度

$$\tau = \frac{S}{A} \leq \tau_a$$

状態	応力度 N/mm ²	許容応力度 a N/mm ²	判定
Max時	2	83	

2.3.4 引張材応力度

(1) 上段引張材の検討

1) 使用断面

- 使用径 : 70(mm)
- 使用材質 : 高張力鋼690
- 許容応力度 : 176(N/mm²)
- 引張材設置間隔L : 2.000(m)
- 引張材使用本数n : 1(本)
- 引張材断面積 A : 70² × (/ 4)(mm²)

2) 張力の算定

$$P = R \times L$$

引張材反力 R kN/m	引張材設置 間隔 L m	引張材張力 P kN/本
11.30	2.000	22.61

3) 応力度

$$\sigma = \frac{P \times 10^3}{n \times A} \leq \sigma a$$

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
6	176	

(2) 下段引張材の検討

1) 使用断面

- 使用径 : 70(mm)
- 使用材質 : 高張力鋼690
- 許容応力度 : 176(N/mm²)
- 引張材設置間隔L : 2.000(m)
- 引張材使用本数n : 1(本)
- 引張材断面積 A : 70² × (/ 4)(mm²)

2) 張力の算定

$$P = R \times L$$

引張材反力 R kN/m	引張材設置 間隔 L m	引張材張力 P kN/本
119.47	2.000	238.94

3) 応力度

$$\sigma = \frac{P \times 10^3}{n \times A} \leq \sigma a$$

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
62	176	

2.3.5 腹起し材応力度

(1) 上段腹起し材の検討

1) 使用断面

使用鋼材 : [300 × 90 × 10 × 15.5

使用材質 : SS400

許容応力度 : 140(N/mm²)

設置間隔 : 2.000(m)

2) モーメントの算定

$$M = \frac{P \times L}{10}$$

引張材張力 P kN/本	引張材設置 間隔 L m	モーメント M kN.m/m
22.61	2.000	4.52

3) 応力度

$$\sigma = \frac{M \times 10^8}{Z \times 10^3} \leq \sigma_a$$

Z : 断面係数 (= 494 × 2cm³)

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。

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
5	140	

(2) 下段腹起し材の検討

1) 使用断面

使用鋼材 : [300 × 90 × 10 × 15.5

使用材質 : SS400

許容応力度 : 140(N/mm²)

設置間隔 : 2.000(m)

2) モーメントの算定

$$M = \frac{P \times L}{10}$$

引張材張力 P kN/本	引張材設置 間隔 L m	モーメント M kN.m/m
238.94	2.000	47.79

3) 応力度

$$\sigma = \frac{M \times 10^8}{Z \times 10^3} \leq \sigma_a$$

Z : 断面係数 (= 494 × 2cm³)

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。

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
48	140	

3章 検討ケース（地震時）

3.1 外力の計算

地震時の設計震度 : $K_h = 0.10$

見掛け震度の考え方：河川基準式

$$K_h' = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \times K_h$$

ここに、

sat : 土の飽和重量

w : 水の単位重量

3.1.1 安定計算時の土圧・水圧強度表

安定計算時に用いる水圧・土圧強度表を示す。

(1) 水圧強度表（堤外区間：作用外力）

M.W.L. 0.000(m)

L.W.L. 0.000(m)

壁体先端地盤種類：砂質土

水圧強度 = 0

(2) 主働土圧強度表（堤外区間：作用外力）

$$p_a = K_a (h + q) - 2c$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2(\theta) \cdot [1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos \theta}}]^2}$$

粘性土地盤の場合、現地盤面以下10mにおいて $K_h = 0$ として、その間の主働土圧は直線的に変化するものとする。現地盤以下10mより深い粘性土地盤の K_h は0とする。

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 数 K _a	採用主働 土圧強度 p _a kN/m ²
1	0.000	8.000	10.0	30.00	0.0	0.00	0.2000	11.31	0.473	0.00
	-8.000							11.31		37.86
2	-8.000	2.000	10.0	30.00	0.0	80.00	0.2000	11.31	0.473	37.86
	-10.000							11.31		47.33
3	-10.000	10.000	10.0	30.00	0.0	100.00	0.2000	11.31	0.473	47.33
	-20.000							11.31		94.65

(3) 受働土圧強度表（堤内区間：作用外力）

$$p_p = K_p (h + q) + 2c$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2(\theta) \cdot [1 - \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos \theta}}]^2}$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 数 K _p	受 働 土 圧 強度 p _p kN/m ²
1	0.000	8.000	10.0	30.00	0.0	0.00	0.2000	11.31	2.629	0.00
	-8.000							11.31		210.33
2	-8.000	12.000	10.0	30.00	0.0	80.00	0.2000	11.31	2.629	210.33
	-20.000							11.31		525.83

(4)主働土圧強度表 (堤体区間：照査面より上の抵抗モーメント計算時)

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 数 Ka	採用主働 土圧強度 pa kN/m ²
1	5.000 0.500	4.500	18.0	30.00	0.0 0.0	0.00 81.00	0.1000 0.1000	5.71 5.71	0.397 0.397	0.00 32.12
2	0.500 0.000	0.500	18.0	30.00	0.0 0.0	81.00 90.00	0.1000 0.1000	5.71 5.71	0.397 0.397	32.12 35.69
3	0.000 -8.000	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	90.00 170.00	0.2000 0.2000	11.31 11.31	0.473 0.473	42.59 80.45
4	-8.000 -10.000	2.000	10.0	30.00	0.0 0.0	170.00 190.00	0.2000 0.2000	11.31 11.31	0.473 0.473	80.45 89.92
5	-10.000 -20.000	10.000	10.0	30.00	0.0 0.0	190.00 290.00	0.2000 0.2000	11.31 11.31	0.473 0.473	89.92 137.25

(5)受働土圧強度表 (堤体区間：照査面より上の抵抗モーメント計算時)

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 数 Kp	受 働 土 圧 強 度 pp kN/m ²
1	5.000 0.500	4.500	18.0	30.00	0.0 0.0	0.00 81.00	0.1000 0.1000	5.71 5.71	2.821 2.821	0.00 228.53
2	0.500 0.000	0.500	18.0	30.00	0.0 0.0	81.00 90.00	0.1000 0.1000	5.71 5.71	2.821 2.821	228.53 253.92
3	0.000 -8.000	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	90.00 170.00	0.2000 0.2000	11.31 11.31	2.629 2.629	236.62 446.95
4	-8.000 -20.000	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	170.00 290.00	0.2000 0.2000	11.31 11.31	2.629 2.629	446.95 762.45

(6)受働土圧強度表 (堤外区間：照査面より下の受働抵抗モーメント用)

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 数 Kp	受 働 土 圧 強 度 pp kN/m ²
1	0.000 -8.000	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	0.2000 0.2000	11.31 11.31	2.629 2.629	0.00 210.33
2	-8.000 -20.000	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 200.00	0.2000 0.2000	11.31 11.31	2.629 2.629	210.33 525.83

(7)慣性力用震度と水平力分布表（堤体区間：照査面より上の慣性力モーメント用）

慣性力を求める際の震度分布は、堤体区間の現地盤面から10mの深さで震度が0となるように直線的に震度を低減して計算する。本プログラムでは、水位に関係なく、空気中の設計震度分布を想定し、各地層毎に、下式にて慣性力強度を計算する。なお、基本となる設計震度は、地震時ケースで入力した空気中の設計震度を用いる。

$$pe = \gamma \times B \times Kh$$

ここに、

pe：各層（上下面）毎の慣性力強度（水平力）

γ：各層毎の湿潤重量

B：決定堤体幅（4.000）m

Kh：各層（上下面）毎の空気中の設計震度

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の単位重量			震 度 Kh	慣性力用 水平成分 pe= γ.B.Kh
			湿潤 γ _t	水中 γ _'	飽 和 γ _{sat}		
1	5.000 0.500	4.500	18.0	10.0	20.0	0.1000 0.1000	7.20 7.20
2	0.500 0.000	0.500	18.0	10.0	20.0	0.1000 0.1000	7.20 7.20
3	0.000 -8.000	8.000	18.0	10.0	20.0	0.1000 0.0200	7.20 1.44
4	-8.000 -10.000	2.000	18.0	10.0	20.0	0.0200 0.0000	1.44 0.00
5	-10.000 -20.000	10.000	18.0	10.0	20.0	0.0000 0.0000	0.00 0.00

は直線的に震度を低減した箇所

3.1.2 堤内側矢板計算時の土圧・水圧強度表

堤内側矢板計算時に用いる水圧・土圧強度表を示す。

(1)水圧強度表（堤体区間）

R.W.L. 0.000(m)

L.W.L. 0.000(m)

壁体先端地盤種類：砂質土

水圧強度 = 0

(2)主働土圧強度表（堤体区間）

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 数 Ka	採用主働 土圧強度 pa kN/m ²
1	5.000	4.500	18.0	30.00	0.0	0.00	0.1000	5.71	0.397	0.00
	0.500					81.00		5.71		32.12
2	0.500	0.500	18.0	30.00	0.0	81.00	0.1000	5.71	0.397	32.12
	0.000					90.00		5.71		35.69
3	0.000	8.000	10.0	30.00	0.0	90.00	0.2000	11.31	0.473	42.59
	-8.000					170.00		11.31		80.45
4	-8.000	2.000	10.0	30.00	0.0	170.00	0.2000	11.31	0.473	80.45
	-10.000					190.00		11.31		89.92
5	-10.000	10.000	10.0	30.00	0.0	190.00	0.2000	11.31	0.473	89.92
	-20.000					290.00		11.31		137.25

(3)受働土圧強度表（堤内区間）

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 数 Kp	受 働 土圧強度 pp kN/m ²
1	0.000	8.000	10.0	30.00	0.0	0.00	0.2000	11.31	2.629	0.00
	-8.000					80.00		11.31		210.33
2	-8.000	12.000	10.0	30.00	0.0	80.00	0.2000	11.31	2.629	210.33
	-20.000					200.00		11.31		525.83

は無効層で解析上の土圧強度は0扱いとする

(4)静止土圧強度表（堤内区間）

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	土の 単重	有 効 上載圧 rh+q kN/m ²	土 係 数 Ko	静 止 土圧強度 po kN/m ²
1	0.000	8.000	10.0	0.00	0.500	0.00
	-8.000			80.00		40.00
2	-8.000	12.000	10.0	80.00	0.500	40.00
	-20.000			200.00		100.00

は無効層で解析上の土圧強度は0扱いとする

3.2 安定計算

3.2.1 壁体のせん断変形破壊に対する検討

(1)結果要旨

1)照査式

壁体幅B = 4.000、高さH = 5.000(m)について、下式にて照査を行う。

$$\frac{M_r}{M_d} \geq FS$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.00)

Md : 照査面におけるせん断変形モーメント (kN・m/m)

Mr : 照査面におけるせん断抵抗モーメント (kN・m/m)

$$M_r = M_{ro} \times \left(1 + \frac{d}{H} \right) + M_{sp}$$

$$M_{ro} = \int_0^{y_0} (p_{RP} - p_{RA}) y dy$$

ここに、

Mro : 中詰土の基準せん断抵抗モーメント

d : 現地盤面から照査面深さ

H : 壁体高さ (壁体天端から堤体区間の現地盤まで)

pRP : 照査面から上方yの位置の受働土圧強度 (kN/m²)

pRA : 照査面から上方yの位置の主働土圧強度 (kN/m²)

y : pRP、pRAが作用する照査面からの距離(m)

y₀ : 中詰部の仮想すべり面の交点の座標

Msp : 2列の矢板が発揮する抵抗モーメント

堤内側と堤外側の矢板の抵抗の小さい方で代表させ、2倍で評価。

Msp = 2 × (Msp1またはMsp2のうち小さい値)

Msp1 : 矢板が発揮できる抵抗モーメント

$$M_{sp1} = a \cdot Z_{sp}$$

a : 使用矢板の許容応力度 (N/mm²)

Z_{sp} : 使用矢板の継手効率を考慮した断面係数 (mm³ / m)

Msp2 : 照査面以深の根入れ地盤が支持できる抵抗モーメント

$$M_{sp2} = P_{pu} \times h_{pu}$$

P_{pu} : 照査面下から矢板先端までの受働土圧合力

h_{pu} : P_{pu}の照査面からの作用距離

2)各照査面における照査結果

照査箇所名	照査面 G.L.(m)	照査面の 深さd	変形モーメント Md (kN.m/m)	抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	0.00	1145.11	999.99 1.00
地層境界面	-8.000	8.000	0.00	1864.11	999.99 1.00
現地盤面	0.000	0.000	90.00	1234.19	13.71 1.00

(2)照査面 (根入れ先端 : G.L.-10.000m)

1)照査結果

項	目	数 値
変形モーメント	Md(kN.m/m)	0.00
抵抗モーメント	Mr(kN.m/m)	1145.11
安全率	Mr / Md	999.99 1.00

2)変形モーメント (Md) の算定

変形モーメント内訳	モーメント
水圧モーメント Mw	0.00
主働土圧モーメント Ma	788.77
受働土圧モーメント - Mp	4381.88
その他荷重モーメント Mc	0.00
慣性力モーメント Me	690.00
動水圧モーメント Mwd	0.00
変形モーメント Md(kN.m/m)	0.00

a. 水圧モーメント

$P_w = 0.00 \text{ kN/m}$ $M_w = 0.00 \text{ kN.m/m}$

b. 主働土圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + $(h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 37.86	151.44	4.667	706.74
2	-8.000 -10.000	2.000	37.86 47.33	85.19	0.963	82.03
				236.63		788.77

c. 受働土圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + $(h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 210.33	841.32	4.667	3926.17
2	-8.000 -10.000	2.000	210.33 262.91	473.24	0.963	455.72
				1314.56		4381.88

d. その他荷重モーメント

- $P_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$
- $M_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$

e. 慣性力モーメント

慣性力モーメントは上載荷重分と壁体自重分の合計値とする。

- 全慣性力

$F_e = P_e + P_{ew}$
 $= 72.00 \text{ (kN/m)}$

$M_e = M_e + M_{ew}$
 $= 690.00 \text{ (kN.m/m)}$

- 上載荷重分

$P_{ew} = q \times B \times Kh$
 $= 0.00 \text{ (kN/m)}$

$M_{ew} = P_{ew} \times (\text{照査面から壁体天端までの高さ})$
 $= 0.00 \text{ (kN.m/m)}$

・壁体自重分

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + (h / 3) × (2 × p1 + p2) / (p1 + p2)

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	慣性力 pe kN/m ²	水平力 Pe kN/m	アーム長 y m	モーメント Me kN.m/m
1	5.000 0.500	4.500	7.20 7.20	32.40	12.750	413.10
2	0.500 0.000	0.500	7.20 7.20	3.60	10.250	36.90
3	0.000 -8.000	8.000	7.20 1.44	34.56	6.889	238.08
4	-8.000 -10.000	2.000	1.44 0.00	1.44	1.333	1.92
				72.00		690.00

f. 動水圧モーメント

・動水圧の合力、作用位置の一般式

外水位、内水位が存在する場合には、外力として自由水の部分に動水圧を以下のように考慮し、作用力及びモーメントは両者の合計値とする。

$$Fwd = \frac{7}{12} \cdot Kh \cdot \gamma_w \cdot he^{1/2} \cdot y^{3/2}$$

$$Lwd = \frac{3}{5} \cdot y$$

$$Mwd = Fwd \times (\text{照査面から合力作用位置までの距離})$$

ここに、

Fwd : 動水圧の合力

Lwd : 水位面からの合力作用位置までの距離

Mwd : 照査面での動水圧モーメント

Kh : 設計震度 (0.10)

w : 水の単位体積重量

he : 水位面から現地盤面までの距離

y : 水位面から照査面までの距離 (ただし、y < he)

・全動水圧

$$Fwd = 0.00 (\text{kN/m})$$

$$Mwd = 0.00 (\text{kN.m/m})$$

・外側動水圧

動水圧は作用しない。

・内側動水圧

動水圧は作用しない。

3) 抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro · (1 + d / H)	1145.11
Msp = 2 × min (Msp1、Msp2)	0.00
Msp1	510.30
Msp2	0.00
抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	1145.11

a. 照査面より上の抵抗モーメント

計算に使用する地層条件は、堤体区間とする。

$$M_{ro} \cdot (1 + d/H) = 381.70 \times (1 + 2.000) = 1145.11 (\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m})$$

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	受働強度 pRP kN/m ²	主働強度 pRA kN/m ²	側圧強度 pRP-pRA kN/m ²	水平力 Pr kN/m	アーム長 y m	モーメント Mro kN.m/m
1	-8.600 -10.000	1.400	462.73 499.53	83.29 89.92	379.43 409.61	552.33	0.691	381.70
						552.33		381.70

b. yoの計算過程

照査面と堤外側矢板の交点を開始点として上方に受働崩壊面を、同じく堤内側矢板の交点を開始点として上方に主働崩壊面を想定する。

両者の崩壊面の交点位置が、高さyoとなる。また、交点幅は堤体幅になる。ただし、交点の高さyoが壁体天端より上になる場合は、交点高さを壁体天端までとし、この場合の交点幅は堤体幅以下になる。よって、下表の崩壊幅の合計値が堤体幅と同じ場合はyoが堤体天端以下にあることがわかり、堤体幅以下の場合は、yoは堤体天端までとしていることがわかる。

No	深さ		層厚 h (m)	内部 摩擦角 (度)	地震時 合成角 (度)	受働崩壊面		主働崩壊面		崩壊幅 Bp + Ba m
	上 面 GL(m)	下 面 GL(m)				崩壊角 p度	崩壊幅Bp m	崩壊角 a度	崩壊幅Ba m	
1	-8.600	-10.000	1.400	30.00	11.31	26.50	2.808	49.60	1.191	3.999
交点幅 Bp + Ba										3.999

・ 受働崩壊面

$$B_p = \cot(p) \times h$$

$$\cot(\xi p) = \tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(-\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$p = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(p))$$

・ 主働崩壊面

$$B_a = \cot(a) \times h$$

$$\cot(\xi a) = -\tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$a = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(a))$$

・ sin() 0の場合は、cot(p) = cot(a) = tan() + sec() とする。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$M_{sp} = 2 \times \min(M_{sp1}, M_{sp2})$$

$$= 2 \times \min(510.30, 0.00) = 0.00 (\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m})$$

d. 矢板の抵抗モーメント(Msp1)の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名			VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率			0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN}/\text{m}^2$	270.0	270.0
抵抗モーメントMsp1 =	a x Z	kN・m/m	510.30	510.30

e. 照査面より下の受働土圧モーメント(Msp2)の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

ただし、照査面が根入れ先端なので、 $M_{sp2} = 0.0(kN \cdot m/m)$ である。

(3)照査面（地層境界面：G.L. -8.000m）

1)照査結果

項	目	数	値
変形モーメント	$M_d(kN \cdot m/m)$		0.00
抵抗モーメント	$M_r(kN \cdot m/m)$		1864.11
安全率	M_r / M_d	999.99	1.00

2)変形モーメント（ M_d ）の算定

変形モーメント内訳		モーメント
水圧モーメント	M_w	0.00
主働土圧モーメント	M_a	403.85
受働土圧モーメント	$-M_p$	2243.52
その他荷重モーメント	M_c	0.00
慣性力モーメント	M_e	546.96
動水圧モーメント	M_{wd}	0.00
変形モーメント	$M_d(kN \cdot m/m)$	0.00

a. 水圧モーメント

$P_w = 0.00kN/m$ $M_w = 0.00kN \cdot m/m$

b. 主働土圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + $(h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$

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 \cdot m/m
1	0.000 -8.000	8.000	0.00 37.86	151.44	2.667	403.85
				151.44		403.85

c. 受働土圧モーメント

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + $(h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$

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 \cdot m/m
1	0.000 -8.000	8.000	0.00 210.33	841.32	2.667	2243.52
				841.32		2243.52

d. その他荷重モーメント

- $P_c = 0.00(kN \cdot m/m)$
- $M_c = 0.00(kN \cdot m/m)$

e. 慣性力モーメント

慣性力モーメントは上載荷重分と壁体自重分の合計値とする。

- 全慣性力

$Fe = Pe + P_{ew}$
 $= 70.56(kN/m)$

$Me = Me + M_{ew}$
 $= 546.96(kN \cdot m/m)$

・ 上載荷重分

$$Pew = q \times B \times Kh$$

$$= 0.00(\text{kN/m})$$

$$Mew = Pew \times (\text{照査面から壁体天端までの高さ})$$

$$= 0.00(\text{kN.m/m})$$

・ 壁体自重分

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h / 3) \times (2 \times p1 + p2) / (p1 + p2)$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	慣性力 pe kN/m ²	水平力 Pe kN/m	アーム長 y m	モーメント Me kN.m/m
1	5.000 0.500	4.500	7.20 7.20	32.40	10.750	348.30
2	0.500 0.000	0.500	7.20 7.20	3.60	8.250	29.70
3	0.000 -8.000	8.000	7.20 1.44	34.56	4.889	168.96
				70.56		546.96

f. 動水圧モーメント

・ 動水圧の合力、作用位置の一般式

外水位、内水位が存在する場合には、外力として自由水の部分に動水圧を以下のように考慮し、作用力及びモーメントは両者の合計値とする。

$$Fwd = \frac{7}{12} \cdot Kh \cdot \gamma_w \cdot he^{1/2} \cdot y^{3/2}$$

$$Lwd = \frac{3}{5} \cdot y$$

$$Mwd = Fwd \times (\text{照査面から合力作用位置までの距離})$$

ここに、

Fwd : 動水圧の合力

Lwd : 水位面からの合力作用位置までの距離

Mwd : 照査面での動水圧モーメント

Kh : 設計震度 (0.10)

w : 水の単位体積重量

he : 水位面から現地盤面までの距離

y : 水位面から照査面までの距離 (ただし、y < he)

・ 全動水圧

$$Fwd = 0.00(\text{kN/m})$$

$$Mwd = 0.00(\text{kN.m/m})$$

・ 外側動水圧

動水圧は作用しない。

・ 内側動水圧

動水圧は作用しない。

3) 抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro · (1 + d / H)	882.56
Msp = 2 × min (Msp1、Msp2)	981.54
Msp1	510.30
Msp2	490.77
抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	1864.11

a. 照査面より上の抵抗モーメント

計算に使用する地層条件は、堤体区間とする。

$$M_{ro} \cdot (1 + d/H) = 339.45 \times (1 + 1.600) = 882.56 (\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m})$$

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	受働強度 pRP kN/m ²	主働強度 pRA kN/m ²	側圧強度 pRP-pRA kN/m ²	水平力 Pr kN/m	アーム長 y m	モーメント Mro kN.m/m
1	-6.600 -8.000	1.400	410.14 446.95	73.83 80.45	336.31 366.50	491.97	0.690	339.45
						491.97		339.45

b. yoの計算過程

照査面と堤外側矢板の交点を開始点として上方に受働崩壊面を、同じく堤内側矢板の交点を開始点として上方に主働崩壊面を想定する。

両者の崩壊面の交点位置が、高さyoとなる。また、交点幅は堤体幅になる。ただし、交点の高さyoが壁体天端より上になる場合は、交点高さを壁体天端までとし、この場合の交点幅は堤体幅以下になる。よって、下表の崩壊幅の合計値が堤体幅と同じ場合はyoが堤体天端以下にあることがわかり、堤体幅以下の場合は、yoは堤体天端までとしていることがわかる。

No	深さ		層厚 h (m)	内部 摩擦角 (度)	地震時 合成角 (度)	受働崩壊面		主働崩壊面		崩壊幅 Bp + Ba m
	上 面 GL(m)	下 面 GL(m)				崩壊角 p度	崩壊幅Bp m	崩壊角 a度	崩壊幅Ba m	
1	-6.600	-8.000	1.400	30.00	11.31	26.50	2.808	49.60	1.191	3.999
交点幅 Bp + Ba										3.999

・ 受働崩壊面

$$B_p = \cot(p) \times h$$

$$\cot(\xi p) = \tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(-\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$p = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(p))$$

・ 主働崩壊面

$$B_a = \cot(a) \times h$$

$$\cot(\xi a) = -\tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$a = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(a))$$

・ sin() 0の場合は、cot(p) = cot(a) = tan() + sec() とする。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$M_{sp} = 2 \times \min(M_{sp1}, M_{sp2})$$

$$= 2 \times \min(510.30, 490.77) = 981.54 (\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m})$$

d. 矢板の抵抗モーメント(Msp1)の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名			VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率			0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN}/\text{m}^2$	270.0	270.0
抵抗モーメントMsp1 =	a x Z	kN・m/m	510.30	510.30

e. 照査面より下の受働土圧モーメント(Msp2)の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層上面までの距離} + (h / 3) \times (p1 + 2 \times p2) / (p1 + p2)$$

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	-8.000 -10.000	2.000	210.33 262.91	473.24	1.037	490.77
				473.24		490.77

(4)照査面（現地盤面 : G.L. 0.000m）

1)照査結果

項 目	数 値
変形モーメント	Md(kN.m/m) 90.00
抵抗モーメント	Mr(kN.m/m) 1234.19
安全率	Mr / Md 13.71 1.00

2)変形モーメント（Md）の算定

変形モーメント内訳	モーメント
水圧モーメント Mw	0.00
主働土圧モーメント Ma	0.00
受働土圧モーメント - Mp	0.00
その他荷重モーメント Mc	0.00
慣性力モーメント Me	90.00
動水圧モーメント Mwd	0.00
変形モーメント Md(kN.m/m)	90.00

a. 水圧モーメント

$$P_w = 0.00 \text{ kN/m} \quad M_w = 0.00 \text{ kN.m/m}$$

b. 主働土圧モーメント

$$P_a = 0.00 \text{ kN/m} \quad M_a = 0.00 \text{ kN.m/m}$$

c. 受働土圧モーメント

$$P_p = 0.00 \text{ kN/m} \quad M_p = 0.00 \text{ kN.m/m}$$

d. その他荷重モーメント

- ・ $P_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$
- ・ $M_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$

e. 慣性力モーメント

慣性力モーメントは上載荷重分と壁体自重分の合計値とする。

- ・ 全慣性力

$$\begin{aligned} F_e &= P_e + P_{ew} \\ &= 36.00 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_e &= M_e + M_{ew} \\ &= 90.00 \text{ (kN.m/m)} \end{aligned}$$

- ・ 上載荷重分

$$\begin{aligned} P_{ew} &= q \times B \times Kh \\ &= 0.00 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ew} &= P_{ew} \times (\text{照査面から壁体天端までの高さ}) \\ &= 0.00 \text{ (kN.m/m)} \end{aligned}$$

・壁体自重分

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + $(h / 3) \times (2 \times p1 + p2) / (p1 + p2)$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	慣性力 pe kN/m ²	水平力 Pe kN/m	アーム長 y m	モーメント Me kN.m/m
1	5.000 0.500	4.500	7.20 7.20	32.40	2.750	89.10
2	0.500 0.000	0.500	7.20 7.20	3.60	0.250	0.90
				36.00		90.00

f. 動水圧モーメント

・動水圧の合力、作用位置の一般式

外水位、内水位が存在する場合には、外力として自由水の部分に動水圧を以下のように考慮し、作用力及びモーメントは両者の合計値とする。

$$Fwd = \frac{7}{12} \cdot Kh \cdot \gamma_w \cdot he^{1/2} \cdot y^{3/2}$$

$$Lwd = \frac{3}{5} \cdot y$$

$$Mwd = Fwd \times (\text{照査面から合力作用位置までの距離})$$

ここに、

Fwd : 動水圧の合力

Lwd : 水位面からの合力作用位置までの距離

Mwd : 照査面での動水圧モーメント

Kh : 設計震度 (0.10)

w : 水の単位体積重量

he : 水位面から現地盤面までの距離

y : 水位面から照査面までの距離 (ただし、y < he)

・全動水圧

$$Fwd = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

$$Mwd = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$$

・外側動水圧

動水圧は作用しない。

・内側動水圧

動水圧は作用しない。

3) 抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro · (1 + d / H)	213.59
Msp = 2 × min (Msp1、Msp2)	1020.60
Msp1	510.30
Msp2	8763.76
抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	1234.19

a. 照査面より上の抵抗モーメント

計算に使用する地層条件は、堤体区間とする。

$$M_{ro} \cdot (1 + d/H) = 213.59 \times (1 + 0.000) = 213.59 (\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m})$$

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	受働強度 pRP kN/m ²	主働強度 pRA kN/m ²	側圧強度 pRP-pRA kN/m ²	水平力 Pr kN/m	アーム長 y m	モーメント Mro kN.m/m
1	1.574 0.500	1.074	173.98 228.53	24.45 32.12	149.53 196.41	185.77	1.013	188.13
2	0.500 0.000	0.500	228.53 253.92	32.12 35.69	196.41 218.23	103.66	0.246	25.46
						289.43		213.59

b. yoの計算過程

照査面と堤外側矢板の交点を開始点として上方に受働崩壊面を、同じく堤内側矢板の交点を開始点として上方に主働崩壊面を想定する。

両者の崩壊面の交点位置が、高さyoとなる。また、交点幅は堤体幅になる。ただし、交点の高さyoが壁体天端より上になる場合は、交点高さを壁体天端までとし、この場合の交点幅は堤体幅以下になる。よって、下表の崩壊幅の合計値が堤体幅と同じ場合はyoが堤体天端以下にあることがわかり、堤体幅以下の場合は、yoは堤体天端までとしていることがわかる。

No	深さ		層厚 h (m)	内部 摩擦角 (度)	地震時 合成角 (度)	受働崩壊面		主働崩壊面		崩壊幅 Bp + Ba m
	上 面 GL(m)	下 面 GL(m)				崩壊角 p度	崩壊幅Bp m	崩壊角 a度	崩壊幅Ba m	
1	1.574	0.500	1.074	30.00	5.71	28.43	1.984	55.30	0.744	2.728
2	0.500	0.000	0.500	30.00	5.71	28.43	0.924	55.30	0.346	1.270
交点幅 Bp + Ba										3.998

・ 受働崩壊面

$$B_p = \cot(p) \times h$$

$$\cot(\xi p) = \tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(-\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$p = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(p))$$

・ 主働崩壊面

$$B_a = \cot(a) \times h$$

$$\cot(\xi a) = -\tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$a = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(a))$$

・ sin() 0の場合は、cot(p) = cot(a) = tan() + sec()とする。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$M_{sp} = 2 \times \min(M_{sp1}, M_{sp2})$$

$$= 2 \times \min(510.30, 8763.76) = 1020.60 (\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m})$$

d. 矢板の抵抗モーメント(Msp1)の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名			VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率			0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN}/\text{m}^2$	270.0	270.0
抵抗モーメントMsp1 = a x Z		kN・m/m	510.30	510.30

e. 照査面より下の受働土圧モーメント(Msp2)の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を

支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

アーム長 = 照査面から層上面までの距離 + $(h / 3) \times (p_1 + 2 \times p_2) / (p_1 + p_2)$

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 210.33	841.32	5.333	4487.05
2	-8.000 -10.000	2.000	210.33 262.91	473.24	9.037	4276.72
				1314.56		8763.76

3.2.2 壁体の滑動に対する検討

(1) 結果要旨

1) 照査式

壁体幅B = 4.000、高さH = 5.000(m)について、下式にて照査を行う。

$$\frac{Fr}{Fd} \geq FS$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.00)

Fd : 壁体に作用する水平力の総和 (kN/m)

Fr : 滑動抵抗力の総和 (kN/m)

$$Fr = Fpp + Fs$$

ここに、

Fpp : 受働土圧による水平力

Fs : 照査面直下の地盤の水平せん断抵抗力

$$Fs = c \cdot B + W \cdot \tan$$

W : 壁体内土重量 (kN/m)

: 照査面直下の土の内部摩擦角(度)

c : 照査面直下の土の粘着力 (kN/m²)

2) 照査結果

照査は根入れ先端でのみ行う。

照査箇所名	照 査 面 G.L. (m)	照査面の 深さd	水平力総和 Fd(kN/m)	抵抗力総和 Fr(kN/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	308.63	1753.35	5.68 1.00

(2) 照査面 (根入れ先端 : G.L. -10.000m)

1) 照査結果

項 目	数 値
水平力の総和 Fd(kN/m)	308.63
抵抗力の総和 Fr(kN/m)	1753.35
安全率 Fr / Fd	5.68 1.00

2) 水平力の総和 (Fd) の算定

水平力の内訳	水平力
水圧力 Fw	0.00
主働土圧力 Fa	236.63
その他荷重力 Fc	0.00
慣性力 Fe	72.00
動水圧力 Fwd	0.00
水平力の総和 Fd(kN/m)	308.63

a. 水圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の水圧モーメント表参照。

b. 主働土圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の主働土圧モーメント表参照。

c. その他の荷重

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時のその他荷重モーメント表参照。

d. 慣性力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の慣性力モーメント表参照。

e. 動水圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の動水圧モーメント計算参照。

3) 滑動抵抗力の総和 (Fr) の算定

抵抗力の内訳	水平力
地盤の水平せん断抵抗力 Fs 受働土圧力 Fp	438.79 1314.56
抵抗力の総和 Fr(kN/m)	1753.35

a. 地盤の水平せん断抵抗力 (Fs) の算定

$$\begin{aligned}
 Fs &= c \cdot B + W \cdot \tan \\
 &= 0.00 \cdot 4.000 + 760.00 \cdot \tan 30.00^\circ \\
 &= 438.79 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

b. 壁体内土重量 (W)

重量の計算範囲は、壁体天端から照査面 (中詰土含む) までとする。堤体区間の地層データを用いる。

$$\begin{aligned}
 W &= (\quad i h_i + q) \times B \\
 &= (190.00 + 0.00) \times 4.000 = 760.00 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

ここに、qは上載荷重。

No	層上面高 標 G.L. (m)	層下面高 標 G.L. (m)	層厚 h _i (m)	土の 単位重量 (kN/m ³)	土の 有効重量 i · h _i (kN/m ²)
1	5.000	0.500	4.500	18.0	81.00
2	0.500	0.000	0.500	18.0	9.00
3	0.000	-8.000	8.000	10.0	80.00
4	-8.000	-10.000	2.000	10.0	20.00
			15.000		190.00

c. 受働土圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の受働土圧モーメント表参照。

3.2.3 基礎地盤の支持力に対する検討

(1)結果要旨

1)照査式

壁体幅B= 4.000、高さH= 5.000(m)について、下式にて照査を行う。

$$\frac{Q_u}{V - \gamma_2 \cdot D_f \cdot B_e} \geq FS$$

$$Q_u = B_e \left\{ k \cdot c \cdot N_c + k \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot (N_q - 1) + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot B_e \cdot N_\gamma \right\}$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.00)

Qu : 荷重の偏心傾斜を考慮した地盤の極限支持力 (kN/m)

V : 照査面に作用する鉛直成分 (照査面より上の壁体内重量) (kN/m)

Be : 偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)

$$B_e = B - 2e$$

B : 堤体幅

e : 荷重に偏心距離 (e = Mb / V)

Mb : 照査面に作用するモーメント

k : 根入れ効果に対する割増係数 (= 1.0とする)

c : 照査面直下の粘着力

Df : 現地盤から照査面までの距離

2 : 現地盤から照査面までの区間 (Df) の土の平均単位体積重量。ただし、水以下は水中重量。

1 : 照査面直下の支持地盤の土の単位重量。ただし、水以下は水中重量。

Nc, Nq, N : 荷重の偏心を考慮した支持力係数 (設計マニュアル図8.10~12)

$$\tan = H_b / V$$

Hb : 照査面に作用する合力の水平成分

2)照査結果

照査は根入れ先端でのみ行う。

照査箇所名	照査面 G.L.(m)	照査面の 深さd	極限支持力 Qu(kN/m)	V- 2.Df.Be (kN/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	8184.77	360.00	22.74 1.00

(2)照査面 (根入れ先端 : G.L. -10.000m)

1)照査結果

項	目	記号	数値
鉛直成分	壁体内土重量 (上載荷重含む)	V	760.00
	現地盤から照査面までの距離	Df	10.000
	現地盤から照査面までの平均土単位重量	2	10.00
	偏心を考慮した基礎の有効載荷幅	Be	4.000
鉛直成分集計値 V - 2.Df.Be (kN/m)			360.00
Qu	照査面に作用するモーメント	Mb	0.00
	照査面に作用する合力の水平成分	Hb	0.00
	偏心距離	e	0.000
	作用力の傾き (Hb / V)	tan	0.000
	照査面直下の内部摩擦角		30.00
	照査面直下の粘着力	c	0.00
	照査面直下の土の単位重量	1	10.00
	支持力係数	Nc	30.140
	支持力係数	Nq	18.401
	支持力係数	N	15.304
地盤の極限支持力 Qu (kN/m)			8184.77
安全率			22.74 1.00

2) 照査面での外力の集計

外力の内訳		モーメント Mb(kN.m/m)	水平力 Hb(kN/m)
水圧	Mw(Fw)	0.00	0.00
主働土圧	Ma(Fa)	788.77	236.63
受働土圧	- Mp(Fp)	4381.88	1314.56
その他荷重	Mc(Fc)	0.00	0.00
慣性力	Me(Fe)	690.00	72.00
動水圧	Mwd(Fwd)	0.00	0.00
外力の集計		0.00	0.00

a. 水圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の水圧モーメント表参照。

b. 主働土圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の主働土圧モーメント表参照。

c. 受働土圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の受働土圧モーメント表参照。

d. その他荷重

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時のその他荷重モーメント表参照。

e. 慣性力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の慣性力モーメント表参照。

f. 動水圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の動水圧モーメント計算参照。

3) 壁体内土重量 (V)

「滑動に対する検討結果」の「滑動抵抗力の総和」中の「b. 壁体内土重量」参照。

$$V = 760.00(kN/m)$$

4) 偏心距離 (e) の算定

$$e = Mb / V$$

$$= 0.00 / 760.00$$

$$= 0.000(m)$$

$$Be = B - 2e$$

$$= 4.000 - 2.0 \times 0.000$$

$$= 4.000(m)$$

5) 作用力の傾きの算定

$$\tan = Hb / V$$

$$= 0.00 / 760.00$$

$$= 0.000$$

6) 2の算定

現地盤から照査面までの区間 (Df) の土の平均単位体積重量。ただし、水以下は水中重量。計算の都合上、堤体区間の地層データを用いるものとする。

$$\gamma 2 = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i}$$

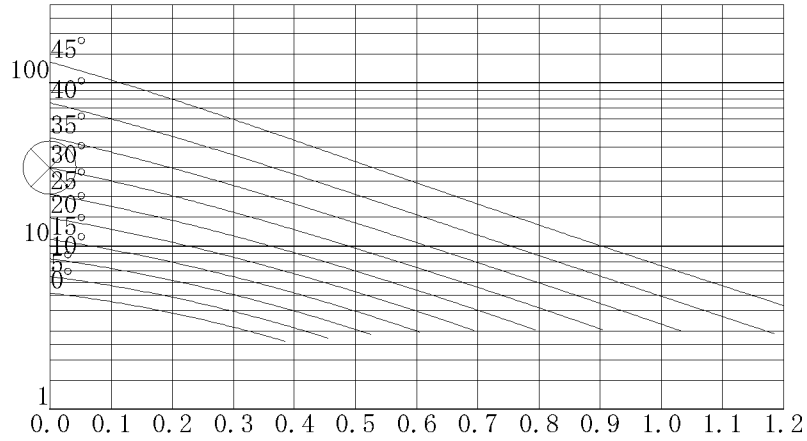
$$= 10.00(kN/m^3)$$

No	層上面高 標 G.L. (m)	層下面高 標 G.L. (m)	層厚 hi (m)	土の 単位重量 (kN/m ³)	土の 有効重量 i・hi (kN/m ²)
1	0.000	-8.000	8.000	10.0	80.00
2	-8.000	-10.000	2.000	10.0	20.00
			10.000		100.00

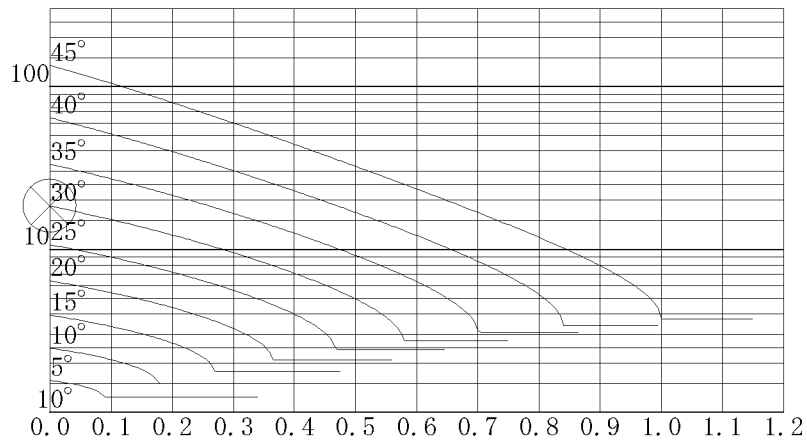
(3) 支持力係数算定図

作用力の傾き (Mb / Hb) tan = 0.000
照査面直下の内部摩擦角 = 30.00
支持力係数 Nc = 30.140
支持力係数 Nq = 18.401
支持力係数 N = 15.304

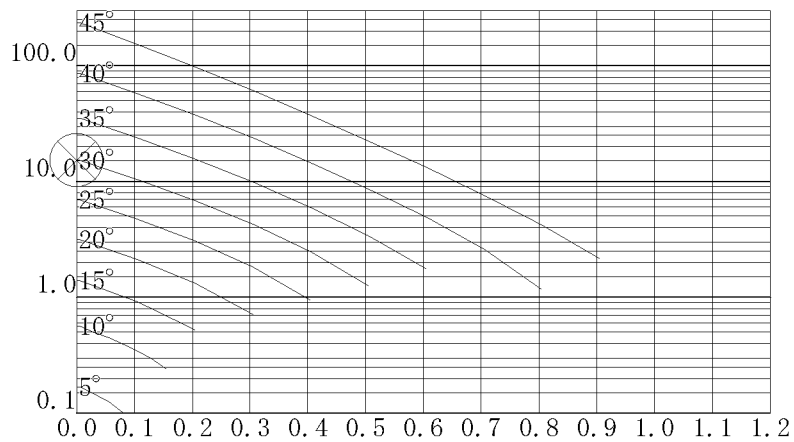
1) Nc算定図



2) Nq算定図



3) N 算定図



3.3 堤内側矢板

3.3.1 根入れ長の計算

(1) 結果要旨

使用鋼材名 : VL型
 決定全長 : 15.000(m)
 引張材位置 G.L. : 0.500(m)
 引張材よる上の外力 : 無視する
 受働側の無効層厚 : 0.000(m)
 R.W.L : 0.000(m)
 L.W.L : 0.000(m)

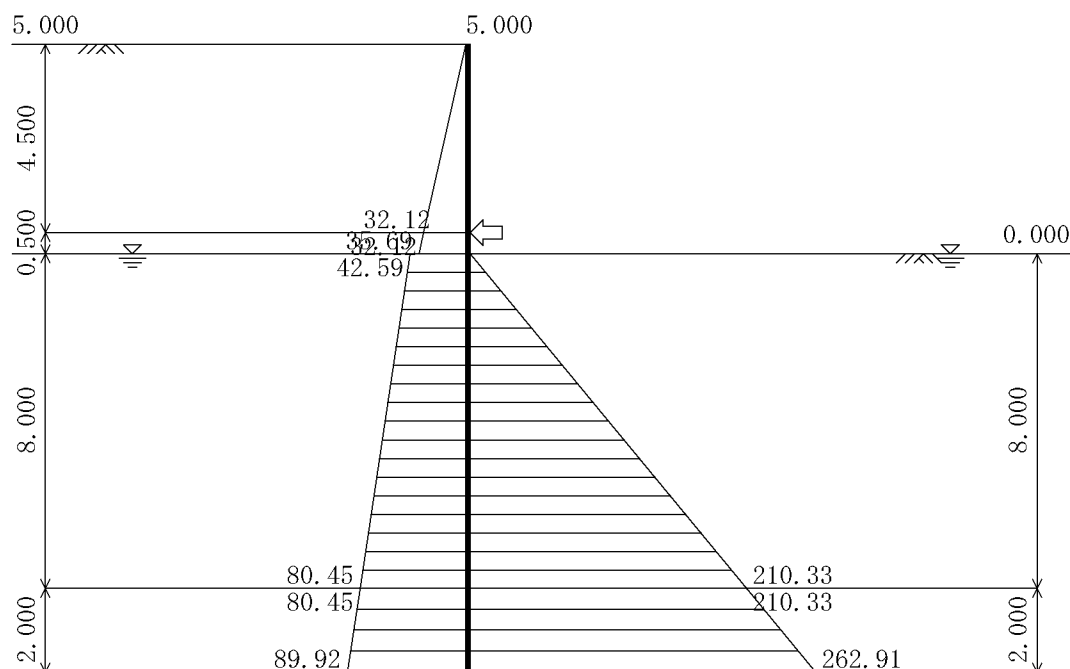
照査は、引張材取付位置回りの主働側 (Ma + Mw) と受働側モーメント (Mp) が、下式を満足するように根入れ長を検討する。

$$F_s = \frac{M_p}{M_a + M_w + M_c} \geq F_{sa}$$

ここに、

Fsa : 必要安全率 (砂質地盤 : 1.20)
 Mp : 受働土圧による引張材位置のモーメント
 Ma : 主働土圧による引張材位置のモーメント
 Mw : 水圧による引張材位置のモーメント

項	目	必要根入れ長	決定根入れ長
根入れ先端位置 G.L. (m)		-3.960	-10.000
主働側	Ma + Mw + Mc (kN.m/m)	539.14	4042.84
受働側	Mp (kN.m/m)	647.29	9421.04
安全率	Mp / (Ma + Mw + Mc)	1.201 1.20	2.330 1.20



(2)外力集計表

1)主働土圧モーメント表

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	0.500 0.000	0.500	32.12 35.69	16.95	0.254	4.31
2	0.000 -8.000	8.000	42.59 80.45	492.20	4.910	2416.80
3	-8.000 -10.000	2.000	80.45 89.92	170.38	9.519	1621.72
				679.52		4042.84

2)水圧モーメント表

$P_w = 0.00\text{kN/m}$ $M_w = 0.00\text{kN.m/m}$

3)受働土圧モーメント表

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	0.000 -8.000	8.000	0.00 210.33	841.32	5.833	4907.71
2	-8.000 -10.000	2.000	210.33 262.91	473.24	9.537	4513.34
				1314.56		9421.04

4)その他荷重モーメント表

$P_c = 0.00\text{kN/m}$

$M_c = 0.00\text{kN.m/m}$

3.3.2 壁体断面力の計算

(1)結果要旨

1)解析結果

矢板曲げモーメント、引張材反力は、弾塑性法により算定する。解析結果は以下の通りである。

解析項目	解析結果	発生位置
最大曲げモーメント Mmax(kN.m/m)	42.37	G.L. 0.500
最大せん断力 Smax(kN/m)	-57.98	G.L. 0.500
上段引張材反力 R1(kN/m)	-16.50	G.L. 4.500
下段引張材反力 R2(kN/m)	-115.37	G.L. 0.500

2)荷重条件

弾塑性解析に用いる有効側圧は、主働土圧 + 水圧、受働土圧から静止土圧分を事前に差く。
 なお、粘性土においても土圧と水圧は砂質土と同様に、別々に矢板に作用するものとする。主働土圧、水圧、受働土圧強度、静止土圧強度は「矢板計算時の土圧・水圧強度表」を参照。
 ここでは、弾塑性解析に使用する有効側圧分布表を示す。

No	深さ GL(m)	背面側		掘削側		有効 主働側圧 kN/m ²	有効 受働側圧 kN/m ²
		主働土圧 kN/m ²	水圧 kN/m ²	受働土圧 kN/m ²	静止土圧 kN/m ²		
1	5.000	0.00	0.00	- - - -	- - - -	0.00	- - - -
	0.500	32.12	0.00	- - - -	- - - -	32.12	- - - -
2	0.500	32.12	0.00	- - - -	- - - -	32.12	- - - -
	0.000	35.69	0.00	- - - -	- - - -	35.69	- - - -
3	0.000	42.59	0.00	0.00	0.00	42.59	0.00
	-8.000	80.45	0.00	210.33	40.00	40.45	170.33
4	-8.000	80.45	0.00	210.33	40.00	40.45	170.33
	-10.000	89.92	0.00	262.91	50.00	39.92	212.91

は無効層で解析上の土圧強度は0扱いとする。

その他荷重

3)地盤バネ条件

受働バネは次式より求める。

$$kH = \eta \cdot \frac{1}{0.3} \alpha E_o \cdot \left(\frac{BH}{0.3} \right)^{-3/4}$$

ここに、

: 壁体形式に関わる係数。連続した壁体につき = 1.0

BH: 換算載荷幅(10.0m)

No	上 標 G.L.(m)	面 高 G.L.(m)	層 厚 h m	変形係数 Eo kN/m ²	地盤バネ kH kN/m ²
1	0.000	-8.000	8.000	42000	20184
2	-8.000	-20.000	12.000	42000	20184

は無効層で解析上のバネ強度は0扱いとする。

4)引張材バネ内部計算一覧

・引張材バネ定数の算式

$$K_s = \frac{\alpha \times (2 \times \text{本数} \times A \times E)}{(L \times s)}$$

ここに、

: 切ばりのゆるみを表す係数 [1.0]

L : 引張材設置長 (堤体幅) [4.000] m

s : 引張材水平間隔

A : 引張材断面積

・計算一覧

引張材 番号	本数 n 本	直 径 mm	断 面 積 A m ²	ヤング係数 E kN/m ²	水平間隔 s (m)	バネ定数 Ks (kN/m/m)
1	1	70	0.003848	200000000.0	2.000	192423
2	1	70	0.003848	200000000.0	2.000	192423

は直接バネ値入力。

5) 解析用壁体断面諸量

断 面 積 A m ²	断 面 2 次 モーメント I m ⁴	ヤング係数 E kN/m ²
0.026760	0.00028350	200000000.0

(2) 解析結果 (収束時の構造荷重条件)

1) 状態の説明

- ・掘削面上
壁体本体区間(中詰土)を指す。背面側から主動側圧を考慮。地盤バネは存在しない。
- ・受働弾性
根入れ区間で、掘削側への変位が極限変位以内の状態。
背面側からは有効主動側圧載荷を考慮。地盤バネ有り、掘削側荷重無し。
- ・受働塑性
根入れ区間で、掘削側への変位が極限変位を超えた状態を指す。
背面側からは有効主動側圧載荷を考慮。地盤バネ無し、掘削側荷重有り。
- ・主動弾性
根入れ区間で、背面側へ変位が生じた状態。解析の仮定には無い状態。便宜上、受働弾性扱い。

2) 荷重条件表

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	背面側荷重強度			掘削側荷重強度			地 盤 バネ強度 kN/m
			格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	
1	5.000	掘削面上	0.00	0.00	0.04	—	—	—	—
2	4.800	掘削面上	1.43	1.43	0.29	—	—	—	—
3	4.600	掘削面上	2.86	2.86	0.40	—	—	—	—
4	4.500	引 張 材	3.57	3.57	0.36	—	—	—	192423
5	4.400	掘削面上	4.28	4.28	0.67	—	—	—	—
6	4.200	掘削面上	5.71	5.71	1.14	—	—	—	—
7	4.000	掘削面上	7.14	7.14	1.43	—	—	—	—
8	3.800	掘削面上	8.57	8.57	1.71	—	—	—	—
9	3.600	掘削面上	9.99	9.99	2.00	—	—	—	—
10	3.400	掘削面上	11.42	11.42	2.28	—	—	—	—
11	3.200	掘削面上	12.85	12.85	2.57	—	—	—	—
12	3.000	掘削面上	14.28	14.28	2.86	—	—	—	—
13	2.800	掘削面上	15.70	15.70	3.14	—	—	—	—
14	2.600	掘削面上	17.13	17.13	3.43	—	—	—	—
15	2.400	掘削面上	18.56	18.56	3.71	—	—	—	—
16	2.200	掘削面上	19.99	19.99	4.00	—	—	—	—
17	2.000	掘削面上	21.41	21.41	4.28	—	—	—	—

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	背面側荷重強度			掘削側荷重強度			地 盤 バネ強度 kN/m
			格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	
18	1.800	掘削面上	22.84	22.84	4.57	—	—	—	—
19	1.600	掘削面上	24.27	24.27	4.85	—	—	—	—
20	1.400	掘削面上	25.70	25.70	5.14	—	—	—	—
21	1.200	掘削面上	27.12	27.12	5.42	—	—	—	—
22	1.000	掘削面上	28.55	28.55	5.71	—	—	—	—
23	0.800	掘削面上	29.98	29.98	6.00	—	—	—	—
24	0.600	掘削面上	31.41	31.41	4.68	—	—	—	—
25	0.500	引 張 材	32.12	32.12	3.21	—	—	—	192423
26	0.400	掘削面上	32.83	32.83	4.95	—	—	—	—
27	0.200	掘削面上	34.26	34.26	6.85	—	—	—	—
28	0.000	受働塑性	35.69	42.59	7.79	0.00	0.00	0.11	—
29	-0.200	受働塑性	42.54	42.54	8.51	4.26	4.26	0.85	—
30	-0.400	受働塑性	42.49	42.49	8.50	8.52	8.52	1.70	—
31	-0.600	受働塑性	42.43	42.43	8.49	12.77	12.77	2.55	—
32	-0.800	受働塑性	42.38	42.38	8.48	17.03	17.03	3.41	—
33	-1.000	受働塑性	42.33	42.33	8.47	21.29	21.29	4.26	—
34	-1.200	受働塑性	42.27	42.27	8.45	25.55	25.55	5.11	—
35	-1.400	受働塑性	42.22	42.22	8.44	29.81	29.81	5.96	—
36	-1.600	受働弾性	42.17	42.17	8.43	34.07	34.07	—	4037
37	-1.800	受働弾性	42.11	42.11	8.42	38.32	38.32	—	4037
38	-2.000	受働弾性	42.06	42.06	8.41	42.58	42.58	—	4037
39	-2.200	受働弾性	42.01	42.01	8.40	46.84	46.84	—	4037
40	-2.400	受働弾性	41.95	41.95	8.39	51.10	51.10	—	4037
41	-2.600	受働弾性	41.90	41.90	8.38	55.36	55.36	—	4037
42	-2.800	受働弾性	41.85	41.85	8.37	59.62	59.62	—	4037
43	-3.000	受働弾性	41.79	41.79	8.36	63.87	63.87	—	4037
44	-3.200	受働弾性	41.74	41.74	8.35	68.13	68.13	—	4037
45	-3.400	受働弾性	41.68	41.68	8.34	72.39	72.39	—	4037
46	-3.600	受働弾性	41.63	41.63	8.33	76.65	76.65	—	4037
47	-3.800	受働弾性	41.58	41.58	8.32	80.91	80.91	—	4037
48	-4.000	受働弾性	41.52	41.52	8.30	85.17	85.17	—	4037
49	-4.200	受働弾性	41.47	41.47	8.29	89.42	89.42	—	4037
50	-4.400	受働弾性	41.42	41.42	8.28	93.68	93.68	—	4037
51	-4.600	受働弾性	41.36	41.36	8.27	97.94	97.94	—	4037
52	-4.800	受働弾性	41.31	41.31	8.26	102.20	102.20	—	4037
53	-5.000	受働弾性	41.26	41.26	8.25	106.46	106.46	—	4037
54	-5.200	受働弾性	41.20	41.20	8.24	110.71	110.71	—	4037

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	背面側荷重強度			掘削側荷重強度			地 盤 バネ強度 kN/m
			格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	格点直上 kN/m ²	格点直下 kN/m ²	集中荷重 kN/m ²	
55	-5.400	受働弾性	41.15	41.15	8.23	114.97	114.97	————	4037
56	-5.600	受働弾性	41.10	41.10	8.22	119.23	119.23	————	4037
57	-5.800	受働弾性	41.04	41.04	8.21	123.49	123.49	————	4037
58	-6.000	受働弾性	40.99	40.99	8.20	127.75	127.75	————	4037
59	-6.200	受働弾性	40.94	40.94	8.19	132.01	132.01	————	4037
60	-6.400	受働弾性	40.88	40.88	8.18	136.26	136.26	————	4037
61	-6.600	受働弾性	40.83	40.83	8.17	140.52	140.52	————	4037
62	-6.800	受働弾性	40.78	40.78	8.16	144.78	144.78	————	4037
63	-7.000	受働弾性	40.72	40.72	8.14	149.04	149.04	————	4037
64	-7.200	受働弾性	40.67	40.67	8.13	153.30	153.30	————	4037
65	-7.400	受働弾性	40.62	40.62	8.12	157.56	157.56	————	4037
66	-7.600	受働弾性	40.56	40.56	8.11	161.81	161.81	————	4037
67	-7.800	受働弾性	40.51	40.51	8.10	166.07	166.07	————	4037
68	-8.000	受働弾性	40.45	40.45	8.09	170.33	170.33	————	4037
69	-8.200	受働弾性	40.40	40.40	8.08	174.59	174.59	————	4037
70	-8.400	受働弾性	40.35	40.35	8.07	178.85	178.85	————	4037
71	-8.600	受働弾性	40.29	40.29	8.06	183.11	183.11	————	4037
72	-8.800	受働弾性	40.24	40.24	8.05	187.36	187.36	————	4037
73	-9.000	受働弾性	40.19	40.19	8.04	191.62	191.62	————	4037
74	-9.200	受働弾性	40.13	40.13	8.03	195.88	195.88	————	4037
75	-9.400	受働弾性	40.08	40.08	8.02	200.14	200.14	————	4037
76	-9.600	受働弾性	40.03	40.03	8.01	204.40	204.40	————	4037
77	-9.800	受働弾性	39.97	39.97	7.99	208.65	208.65	————	4037
78	-10.000	受働弾性	39.92	0.00	3.99	212.91	0.00	————	2018
					501.80			————	23.95

状態の欄が「引張材」の時、地盤バネ強度は引張材バネ強度である。

(3)解析結果 (バネ値、変位、反力)

最大変位 x_{max} = 2.12mm (G.L. -4.400m)

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	地 盤 バネ強度 kN/m	変 位 x mm	極限変位 x _{max} mm	地盤反力 Q kN/m
1	5.000	掘削面上	- - - -	-0.12	- - - -	- - - -
2	4.800	掘削面上	- - - -	-0.04	- - - -	- - - -
3	4.600	掘削面上	- - - -	0.04	- - - -	- - - -
4	4.500	掘削面上	192423	0.09	- - - -	-16.50
5	4.400	掘削面上	- - - -	0.13	- - - -	- - - -
6	4.200	掘削面上	- - - -	0.21	- - - -	- - - -
7	4.000	掘削面上	- - - -	0.29	- - - -	- - - -
8	3.800	掘削面上	- - - -	0.37	- - - -	- - - -
9	3.600	掘削面上	- - - -	0.43	- - - -	- - - -
10	3.400	掘削面上	- - - -	0.49	- - - -	- - - -
11	3.200	掘削面上	- - - -	0.54	- - - -	- - - -
12	3.000	掘削面上	- - - -	0.59	- - - -	- - - -
13	2.800	掘削面上	- - - -	0.62	- - - -	- - - -

格点 No	Y 座 標 GL(m)	状 態	地 盤 バネ強度 kN/m	変 位 x mm	極限変位 xmax mm	地盤反力 Q kN/m
14	2.600	掘削面上	- - - -	0.63	- - - -	- - - -
15	2.400	掘削面上	- - - -	0.64	- - - -	- - - -
16	2.200	掘削面上	- - - -	0.64	- - - -	- - - -
17	2.000	掘削面上	- - - -	0.63	- - - -	- - - -
18	1.800	掘削面上	- - - -	0.62	- - - -	- - - -
19	1.600	掘削面上	- - - -	0.60	- - - -	- - - -
20	1.400	掘削面上	- - - -	0.58	- - - -	- - - -
21	1.200	掘削面上	- - - -	0.56	- - - -	- - - -
22	1.000	掘削面上	- - - -	0.55	- - - -	- - - -
23	0.800	掘削面上	- - - -	0.56	- - - -	- - - -
24	0.600	掘削面上	- - - -	0.58	- - - -	- - - -
25	0.500	掘削面上	192423	0.60	- - - -	-115.37
26	0.400	掘削面上	- - - -	0.63	- - - -	- - - -
27	0.200	掘削面上	- - - -	0.70	- - - -	- - - -
28	0.000	受働塑性	- - - -	0.80	0.05	- - - -
29	-0.200	受働塑性	- - - -	0.90	0.21	- - - -
30	-0.400	受働塑性	- - - -	1.01	0.42	- - - -
31	-0.600	受働塑性	- - - -	1.13	0.63	- - - -
32	-0.800	受働塑性	- - - -	1.24	0.84	- - - -
33	-1.000	受働塑性	- - - -	1.35	1.05	- - - -
34	-1.200	受働塑性	- - - -	1.45	1.27	- - - -
35	-1.400	受働塑性	- - - -	1.55	1.48	- - - -
36	-1.600	受働弾性	4037	1.63	1.69	-6.60
37	-1.800	受働弾性	4037	1.72	1.90	-6.92
38	-2.000	受働弾性	4037	1.79	2.11	-7.21
39	-2.200	受働弾性	4037	1.85	2.32	-7.47
40	-2.400	受働弾性	4037	1.91	2.53	-7.70
41	-2.600	受働弾性	4037	1.95	2.74	-7.89
42	-2.800	受働弾性	4037	1.99	2.95	-8.05
43	-3.000	受働弾性	4037	2.03	3.16	-8.19
44	-3.200	受働弾性	4037	2.06	3.38	-8.30
45	-3.400	受働弾性	4037	2.08	3.59	-8.39
46	-3.600	受働弾性	4037	2.09	3.80	-8.46
47	-3.800	受働弾性	4037	2.11	4.01	-8.51
48	-4.000	受働弾性	4037	2.12	4.22	-8.54
49	-4.200	受働弾性	4037	2.12	4.43	-8.56
50	-4.400	受働弾性	4037	2.12	4.64	-8.57
51	-4.600	受働弾性	4037	2.12	4.85	-8.57
52	-4.800	受働弾性	4037	2.12	5.06	-8.56
53	-5.000	受働弾性	4037	2.12	5.27	-8.54
54	-5.200	受働弾性	4037	2.11	5.49	-8.52
55	-5.400	受働弾性	4037	2.11	5.70	-8.50
56	-5.600	受働弾性	4037	2.10	5.91	-8.47
57	-5.800	受働弾性	4037	2.09	6.12	-8.44
58	-6.000	受働弾性	4037	2.08	6.33	-8.41
59	-6.200	受働弾性	4037	2.08	6.54	-8.38
60	-6.400	受働弾性	4037	2.07	6.75	-8.35
61	-6.600	受働弾性	4037	2.06	6.96	-8.32
62	-6.800	受働弾性	4037	2.05	7.17	-8.29
63	-7.000	受働弾性	4037	2.05	7.38	-8.26
64	-7.200	受働弾性	4037	2.04	7.60	-8.23
65	-7.400	受働弾性	4037	2.03	7.81	-8.20
66	-7.600	受働弾性	4037	2.03	8.02	-8.18
67	-7.800	受働弾性	4037	2.02	8.23	-8.15
68	-8.000	受働弾性	4037	2.01	8.44	-8.13
69	-8.200	受働弾性	4037	2.01	8.65	-8.10
70	-8.400	受働弾性	4037	2.00	8.86	-8.08
71	-8.600	受働弾性	4037	2.00	9.07	-8.06
72	-8.800	受働弾性	4037	1.99	9.28	-8.04
73	-9.000	受働弾性	4037	1.99	9.49	-8.02
74	-9.200	受働弾性	4037	1.98	9.70	-8.00
75	-9.400	受働弾性	4037	1.98	9.92	-7.98
76	-9.600	受働弾性	4037	1.97	10.13	-7.96
77	-9.800	受働弾性	4037	1.97	10.34	-7.94
78	-10.000	受働弾性	2018	1.96	10.50	-3.96
						-477.84

印は引張材反力で、その時の地盤バネ強度は引張材バネ強度である。

極限変位(xmax=有効受働土圧強度 / 地盤バネ強度)を超える変位(x)が生じた場合は塑性状態である。

(4)解析結果(断面力)

最大曲げモーメントMmax = 42.37kN.m/m (G.L. 0.500m)

最大せん断力 Smax = -57.98kN/m (G.L. 0.500m)

最大変位 xmax = 2.12mm (G.L. -4.400m)

格点 No	Y 座 標 GL(m)	モーメント kN.m/m		せん断力 kN/m		変 位 x mm	地盤反力 Q kN/m
		上面	下面	上面	下面		
1	5.000		0.00		0.04	-0.12	
2	4.800	0.01	0.01	0.04	0.32	-0.04	
3	4.600	0.07	0.07	0.32	0.72	0.04	
4	4.500	0.14	0.14	0.72	-15.42	0.09	-16.50
5	4.400	-1.40	-1.40	-15.42	-14.75	0.13	
6	4.200	-4.35	-4.35	-14.75	-13.61	0.21	
7	4.000	-7.07	-7.07	-13.61	-12.18	0.29	
8	3.800	-9.50	-9.50	-12.18	-10.46	0.37	
9	3.600	-11.60	-11.60	-10.46	-8.47	0.43	
10	3.400	-13.29	-13.29	-8.47	-6.18	0.49	
11	3.200	-14.53	-14.53	-6.18	-3.61	0.54	
12	3.000	-15.25	-15.25	-3.61	-0.76	0.59	
13	2.800	-15.40	-15.40	-0.76	2.38	0.62	
14	2.600	-14.92	-14.92	2.38	5.81	0.63	
15	2.400	-13.76	-13.76	5.81	9.52	0.64	
16	2.200	-11.86	-11.86	9.52	13.52	0.64	
17	2.000	-9.15	-9.15	13.52	17.80	0.63	
18	1.800	-5.59	-5.59	17.80	22.37	0.62	
19	1.600	-1.12	-1.12	22.37	27.22	0.60	
20	1.400	4.33	4.33	27.22	32.36	0.58	
21	1.200	10.80	10.80	32.36	37.79	0.56	
22	1.000	18.36	18.36	37.79	43.50	0.55	
23	0.800	27.06	27.06	43.50	49.49	0.56	
24	0.600	36.95	36.95	49.49	54.18	0.58	
25	0.500	42.37	42.37	54.18	-57.98	0.60	-115.37
26	0.400	36.57	36.57	-57.98	-53.02	0.63	
27	0.200	25.97	25.97	-53.02	-46.17	0.70	
28	0.000	16.74	16.74	-46.17	-38.49	0.80	
29	-0.200	9.04	9.04	-38.49	-30.83	0.90	
30	-0.400	2.87	2.87	-30.83	-24.04	1.01	
31	-0.600	-1.93	-1.93	-24.04	-18.10	1.13	
32	-0.800	-5.56	-5.56	-18.10	-13.03	1.24	
33	-1.000	-8.16	-8.16	-13.03	-8.83	1.35	
34	-1.200	-9.93	-9.93	-8.83	-5.48	1.45	
35	-1.400	-11.02	-11.02	-5.48	-3.00	1.55	
36	-1.600	-11.63	-11.63	-3.00	-1.17	1.63	-6.60
37	-1.800	-11.86	-11.86	-1.17	0.33	1.72	-6.92
38	-2.000	-11.79	-11.79	0.33	1.53	1.79	-7.21
39	-2.200	-11.49	-11.49	1.53	2.46	1.85	-7.47
40	-2.400	-10.99	-10.99	2.46	3.15	1.91	-7.70
41	-2.600	-10.36	-10.36	3.15	3.64	1.95	-7.89
42	-2.800	-9.63	-9.63	3.64	3.96	1.99	-8.05
43	-3.000	-8.84	-8.84	3.96	4.13	2.03	-8.19
44	-3.200	-8.02	-8.02	4.13	4.18	2.06	-8.30
45	-3.400	-7.18	-7.18	4.18	4.13	2.08	-8.39
46	-3.600	-6.36	-6.36	4.13	4.00	2.09	-8.46
47	-3.800	-5.56	-5.56	4.00	3.81	2.11	-8.51
48	-4.000	-4.79	-4.79	3.81	3.57	2.12	-8.54
49	-4.200	-4.08	-4.08	3.57	3.30	2.12	-8.56
50	-4.400	-3.42	-3.42	3.30	3.02	2.12	-8.57
51	-4.600	-2.82	-2.82	3.02	2.72	2.12	-8.57
52	-4.800	-2.27	-2.27	2.72	2.43	2.12	-8.56
53	-5.000	-1.79	-1.79	2.43	2.13	2.12	-8.54
54	-5.200	-1.36	-1.36	2.13	1.85	2.11	-8.52
55	-5.400	-0.99	-0.99	1.85	1.59	2.11	-8.50
56	-5.600	-0.67	-0.67	1.59	1.33	2.10	-8.47
57	-5.800	-0.41	-0.41	1.33	1.10	2.09	-8.44
58	-6.000	-0.18	-0.18	1.10	0.89	2.08	-8.41
59	-6.200	-0.01	-0.01	0.89	0.70	2.08	-8.38
60	-6.400	0.13	0.13	0.70	0.53	2.07	-8.35
61	-6.600	0.24	0.24	0.53	0.38	2.06	-8.32
62	-6.800	0.31	0.31	0.38	0.25	2.05	-8.29
63	-7.000	0.36	0.36	0.25	0.13	2.05	-8.26
64	-7.200	0.39	0.39	0.13	0.04	2.04	-8.23
65	-7.400	0.40	0.40	0.04	-0.04	2.03	-8.20
66	-7.600	0.39	0.39	-0.04	-0.10	2.03	-8.18
67	-7.800	0.37	0.37	-0.10	-0.15	2.02	-8.15
68	-8.000	0.34	0.34	-0.15	-0.19	2.01	-8.13
69	-8.200	0.30	0.30	-0.19	-0.21	2.01	-8.10
70	-8.400	0.26	0.26	-0.21	-0.22	2.00	-8.08
71	-8.600	0.21	0.21	-0.22	-0.23	2.00	-8.06
72	-8.800	0.17	0.17	-0.23	-0.22	1.99	-8.04

格点 No	Y 座標 GL(m)	モーメント kN.m/m		せん断力 kN/m		変位 x mm	地盤反力 Q kN/m
		上面	下面	上面	下面		
73	-9.000	0.12	0.12	-0.22	-0.20	1.99	-8.02
74	-9.200	0.08	0.08	-0.20	-0.17	1.98	-8.00
75	-9.400	0.05	0.05	-0.17	-0.13	1.98	-7.98
76	-9.600	0.02	0.02	-0.13	-0.09	1.97	-7.96
77	-9.800	0.01	0.01	-0.09	-0.03	1.97	-7.94
78	-10.000	0.00	0.00	-0.03	0.00	1.96	-3.96

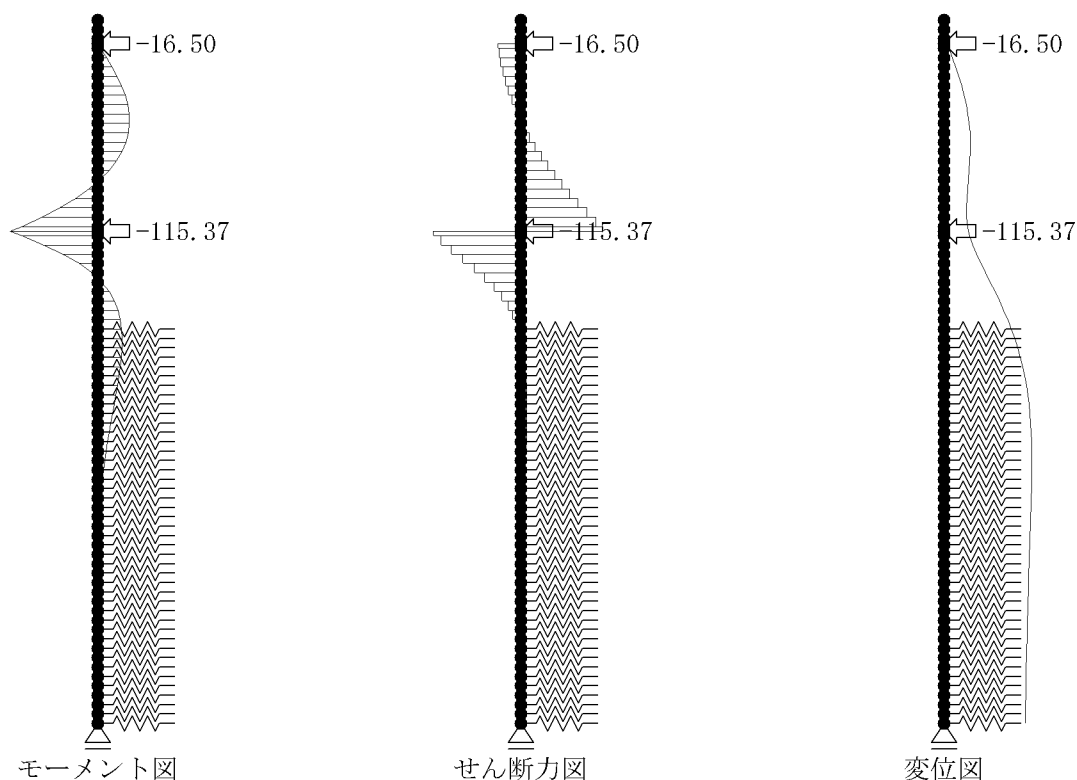
印は引張材反力である。

(5) 断面力図

最大曲げモーメント $M_{max} = 42.37 \text{ kN.m/m}$ (G.L. 0.500m)

最大せん断力 $S_{max} = -57.98 \text{ kN/m}$ (G.L. 0.500m)

最大変位 $x_{max} = 2.12 \text{ mm}$ (G.L. -4.400m)



図中、矢印の数値は引張材反力(kN/m)である。

3.3.3 壁体応力度

(1)使用断面

断面種類：鋼矢板

使用鋼材：VL型

使用材質：SY295

断面諸元	単位	数値
断面係数 Z	$\times 10^3 (\text{mm}^3/\text{m})$	3150
同上 有効率	-----	0.600
断面積 A	$\times 10^2 (\text{mm}^2/\text{m})$	267.60

(2)設計断面力

設計断面力は下表の通りとする。

状態	モーメント M $\times 10^6 (\text{N}\cdot\text{mm}/\text{m})$	軸力 N $\times 10^2 (\text{N}/\text{m})$	せん断力 S $\times 10^2 (\text{N}/\text{m})$
Max時	42.37	0.00	57.98

(3)曲げ応力度

$$\sigma = \frac{M}{\alpha \cdot Z} + \frac{N}{A} \leq \sigma_{sa}$$

状態	応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
Max時	22	270	

(4)せん断応力度

$$\tau = \frac{S}{A} \leq \tau_a$$

状態	応力度 N/mm ²	許容応力度 a N/mm ²	判定
Max時	2	125	

3.3.4 引張材応力度

(1) 上段引張材の検討

1) 使用断面

- 使用径 : 70(mm)
- 使用材質 : 高張力鋼690
- 許容応力度 : 264(N/mm²)
- 引張材設置間隔L : 2.000(m)
- 引張材使用本数n : 1(本)
- 引張材断面積 A : 70² × (/ 4)(mm²)

2) 張力の算定

$$P = R \times L$$

引張材反力 R kN/m	引張材設置 間隔 L m	引張材張力 P kN/本
16.50	2.000	32.99

3) 応力度

$$\sigma = \frac{P \times 10^3}{n \times A} \leq \sigma_a$$

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
9	264	

(2) 下段引張材の検討

1) 使用断面

- 使用径 : 70(mm)
- 使用材質 : 高張力鋼690
- 許容応力度 : 264(N/mm²)
- 引張材設置間隔L : 2.000(m)
- 引張材使用本数n : 1(本)
- 引張材断面積 A : 70² × (/ 4)(mm²)

2) 張力の算定

$$P = R \times L$$

引張材反力 R kN/m	引張材設置 間隔 L m	引張材張力 P kN/本
115.37	2.000	230.73

3) 応力度

$$\sigma = \frac{P \times 10^3}{n \times A} \leq \sigma_a$$

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
60	264	

3.3.5 腹起し材応力度

(1) 上段腹起し材の検討

1) 使用断面

使用鋼材 : [300 × 90 × 10 × 15.5

使用材質 : SS400

許容応力度 : 210(N/mm²)

設置間隔 : 2.000(m)

2) モーメントの算定

$$M = \frac{P \times L}{10}$$

引張材張力 P kN/本	引張材設置 間隔 L m	モーメント M kN.m/m
32.99	2.000	6.60

3) 応力度

$$\sigma = \frac{M \times 10^8}{Z \times 10^3} \leq \sigma_a$$

Z : 断面係数 (= 494 × 2cm³)

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。

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
7	210	

(2) 下段腹起し材の検討

1) 使用断面

使用鋼材 : [300 × 90 × 10 × 15.5

使用材質 : SS400

許容応力度 : 210(N/mm²)

設置間隔 : 2.000(m)

2) モーメントの算定

$$M = \frac{P \times L}{10}$$

引張材張力 P kN/本	引張材設置 間隔 L m	モーメント M kN.m/m
230.73	2.000	46.15

3) 応力度

$$\sigma = \frac{M \times 10^8}{Z \times 10^3} \leq \sigma_a$$

Z : 断面係数 (= 494 × 2cm³)

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。

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
47	210	

4章 検討ケース（液状化時）

4.1 外力の計算

設計用震度地域区分：地震地帯

液状化時の設計用震度：Ks = 0.18

見掛け震度の考え方：河川基準式

$$Kh' = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \times Kh$$

ここに、

sat：土の飽和重量

w：水の単位重量

(1)土層分類（堤外区間）

No	深さ GL(m)	層厚 h _{lq} (m)	液状化 抵抗率 FL	土層分類
1	0.000 -8.000	8.000	0.600	液状化
2	-8.000 -20.000	12.000	1.300	非液状化

(2)土層分類（堤体区間）

No	深さ GL(m)	層厚 h _{lq} (m)	液状化 抵抗率 FL	土層分類
1	0.000 -8.000	8.000	0.800	液状化
2	-8.000 -20.000	12.000	1.300	非液状化

(3)土層分類（堤内区間）

No	深さ GL(m)	層厚 h _{lq} (m)	液状化 抵抗率 FL	土層分類
1	0.000 -8.000	8.000	0.600	液状化
2	-8.000 -20.000	12.000	1.300	非液状化

4.1.1 安定計算時の土圧・水圧強度表

安定計算時に用いる水圧・土圧強度表を示す。

(1)水圧強度表（堤外区間：作用外力）

H.W.L. 0.000(m)

L.W.L. 0.000(m)

壁体先端地盤種類：砂質土

水圧強度 = 0

(2)主働土圧強度表（堤外区間：作用外力）

$$p_a = K_a (h + q) - 2c$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2(\theta) \cdot [1 + \sqrt{\frac{\sin\phi \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos\theta}}]^2}$$

ただし、 $\theta = 0$ 度とし、ランキン土圧と同等の扱いとする。

No	深さ GL(m)	土層分類	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 数 K _a	主 働 土 圧 強 度 p _a kN/m ²	採 用 土 圧 強 度 p _a kN/m ²
1	0.000 -8.000	液状化	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	-----	----- -----	-----
2	-8.000 -20.000	非液状化	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 200.00	0.333	26.67 66.67	26.67 66.67

(3)受働土圧強度表（堤内区間：作用外力）

$$p_p = K_p (h + q) + 2c$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2(\theta) \cdot [1 - \sqrt{\frac{\sin\phi \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos\theta}}]^2}$$

ただし、 $\theta = 0$ 度とし、ランキン土圧と同等の扱いとする。

No	深さ GL(m)	土層分類	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 数 K _p	受 働 土 圧 強 度 p _p kN/m ²
1	0.000 -8.000	液状化	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	-----	----- -----
2	-8.000 -20.000	非液状化	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 200.00	3.000	240.00 600.00

(4)振動成分強度表（堤外区間：作用外力）

振動成分は下式により算出する。

$$P_d = 2 \times P_{dmax}$$

$$P_{dmax} = K_s \times (hd) \times (z)$$

ここに、

$$hd = 160.00 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{G.L. } -8.000(\text{m}) \text{ の } z \text{ 参照})$$

hdは、堤外側矢板先端までの一番下の液状化層下面までの区間とする。

有効上載圧は現地盤面より下の土層を対象とし、水より上は湿潤重量、下は飽和重量を用いる。

K_s : 液状化用設計震度 (0.18)

z : 現地盤面から計算点までの深さ

2は矢板の相対剛性より下式により求める。

$$2 = 0.40 \log \left(\frac{E \times Z_a}{\gamma_{sat} \times h l q^3} \right) - 0.40 \quad (\text{ただし、} 0 \leq 2 \leq 1.0)$$

$$\rho = \frac{E \times Z_a}{\gamma_{sat} \times h l q^3}$$

ここに、

hlq : 液状化層厚 (入力の地層データより)

sat : 土の飽和重量

E : 壁体のヤング係数 $2.00 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$

Z_a : 壁体の断面係数 (有効率無視) $3150 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$

No	深 さ GL(m)	土層分類	層 厚 h (m)	土の 単重	有 効 上 載 圧 ・ z kN/m ²	Pdmax kN/m ²	壁 体 の 相 対 剛 性	振 動 成 分 低 減 係 数 2	Pd= 2Pdmax kN/m ²
1	0.000 -1.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	0.00 20.00	0.00 10.18	61.52	0.3156	0.00 3.21
2	-1.000 -2.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	20.00 40.00	10.18 14.40	61.52	0.3156	3.21 4.54
3	-2.000 -3.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	40.00 60.00	14.40 17.64	61.52	0.3156	4.54 5.57
4	-3.000 -4.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	60.00 80.00	17.64 20.36	61.52	0.3156	5.57 6.43
5	-4.000 -5.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	80.00 100.00	20.36 22.77	61.52	0.3156	6.43 7.19
6	-5.000 -6.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	100.00 120.00	22.77 24.94	61.52	0.3156	7.19 7.87
7	-6.000 -7.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	120.00 140.00	24.94 26.94	61.52	0.3156	7.87 8.50
8	-7.000 -8.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	140.00 160.00	26.94 28.80	61.52	0.3156	8.50 9.09
9	-8.000 -10.000	非液状化	2.000	20.0	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----

土層分類の () 内は、h_{lq} (液状化層の本来の層厚) である。

(5)主働土圧強度表 (堤体区間: 照査面より上の抵抗モーメント計算時)

No	深 さ GL(m)	土層分類	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩 擦 角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 圧 数 Ka	主 働 土 圧 強 度 pa kN/m ²	採 用 土 圧 強 度 pa kN/m ²
1	0.000 -8.000	液状化	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	-----	----- -----	----- -----
2	-8.000 -20.000	非液状化	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 200.00	0.333	26.67 66.67	26.67 66.67

(6)受働土圧強度表 (堤体区間: 照査面より上の抵抗モーメント計算時)

No	深 さ GL(m)	土層分類	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩 擦 角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 圧 数 Kp	受 働 土 圧 強 度 pp kN/m ²
1	0.000 -8.000	液状化	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	-----	----- -----
2	-8.000 -20.000	非液状化	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 200.00	3.000	240.00 600.00

(7)受働土圧強度表 (堤外区間: 照査面より下の受働抵抗モーメント用)

No	深 さ GL(m)	土層分類	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩 擦 角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上 載 圧 rh+q kN/m ²	土 係 圧 数 Kp	受 働 土 圧 強 度 pp kN/m ²
1	0.000 -8.000	液状化	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	-----	----- -----
2	-8.000 -20.000	非液状化	12.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 200.00	3.000	240.00 600.00

4.1.2 堤内側矢板計算時の土圧・水圧強度表

堤内側矢板計算時に用いる側圧強度表を示す。

(1)主働土圧強度表（堤体区間）

$$p_a = K_a (h + q) - 2c$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2(\theta) \cdot [1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos \theta}}]^2}$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 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 K _a	採用主働 土圧強度 p _a kN/m ²
1	5.000	4.500	18.0	30.00	0.0	0.00	0.1800	10.20	0.457	0.00
	0.500							0.457	36.99	
2	0.500	0.500	18.0	30.00	0.0	81.00	0.1800	10.20	0.457	36.99
	0.000							0.457	41.10	

(2)静止土圧強度表（堤体区間）

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	有 効 上載圧 rh+q kN/m ²	土 係 圧数 K _o	静 止 土圧強度 p _o kN/m ²
1	5.000	4.500	18.0	0.00	0.500	0.00
	0.500			81.00		40.50
2	0.500	0.500	18.0	81.00	0.500	40.50
	0.000			90.00		45.00

(3)受働土圧強度表（堤内区間：矢板先端）

支持層（矢板先端の非液化化層）の照査に使用する。

$$p_p = K_p (h + q) + 2c$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2(\theta) \cdot [1 - \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos \theta}}]^2}$$

ただし、θ = 0度とし、ランキン土圧と同等の扱いとする。

No	深さ GL(m)	土層分類	層厚 h (m)	土の 単重	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 c kN/m ²	有 効 上載圧 rh+q kN/m ²	土 係 圧数 K _p	受 働 土圧強度 p _p kN/m ²
1	0.000	液化化	8.000	10.0	30.00	0.0	0.00	-----	-----
	-8.000						80.00		-----
2	-8.000	非液化化	12.000	10.0	30.00	0.0	80.00	3.000	240.00
	-20.000						200.00		600.00

(4)漸増成分（1・qz）強度表（堤体区間）

漸増成分は下式により算出する。

$$p_s = 1 \cdot qz - t \cdot z$$

1・qzに関する内訳表

1：低減係数で、設計マニュアル図-14による

qz：締切内側で、設置地盤面からzの深さの全上載圧（中詰土考慮）

上載圧は、水より上は湿潤重量、下は飽和重量を用いる。

No	深さ GL(m)	土層分類	層厚 h (m)	土の 単重	有 効 上載圧 qz kN/m ²	液化化 抵抗率 FL	漸増成分 低減係数 1	1・qz kN/m ²
1	0.000	液化化	8.000	20.0	90.00	0.800	0.800000	72.00
	-8.000				250.00			200.00
2	-8.000	非液化化	2.000	20.0	250.00	1.300	-----	-----
	-10.000				290.00			-----

(5) 漸増成分 (t・z) 強度表 (堤内区間)

漸増成分は下式により算出する。

$$ps = 1 \cdot qz - t \cdot z$$

t・zに関する内訳表

No	深 さ GL(m)	土層分類	層 厚 h (m)	土の 単重	有 効 上 載 圧 t・z kN/m ²
1	0.000 -8.000	液状化	8.000	20.0	0.00 160.00
2	-8.000 -10.000	非液状化	2.000	20.0	----- -----

(6) 振動成分強度表 (堤体区間)

No	深 さ GL(m)	土層分類	層 厚 h (m)	土の 単重	有 効 上 載 圧 t・z kN/m ²	Pdmax kN/m ²	壁 体 の 相 対 剛 性	振 動 成 分 低 減 係 数 2	Pd = 2Pdmax kN/m ²
1	0.000 -1.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	0.00 20.00	0.00 10.18	61.52	0.3156	0.00 3.21
2	-1.000 -2.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	20.00 40.00	10.18 14.40	61.52	0.3156	3.21 4.54
3	-2.000 -3.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	40.00 60.00	14.40 17.64	61.52	0.3156	4.54 5.57
4	-3.000 -4.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	60.00 80.00	17.64 20.36	61.52	0.3156	5.57 6.43
5	-4.000 -5.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	80.00 100.00	20.36 22.77	61.52	0.3156	6.43 7.19
6	-5.000 -6.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	100.00 120.00	22.77 24.94	61.52	0.3156	7.19 7.87
7	-6.000 -7.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	120.00 140.00	24.94 26.94	61.52	0.3156	7.87 8.50
8	-7.000 -8.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	140.00 160.00	26.94 28.80	61.52	0.3156	8.50 9.09
9	-8.000 -10.000	非液状化	2.000	20.0	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----

4.2 安定計算

4.2.1 壁体のせん断変形破壊に対する検討

(1) 結果要旨

1) 照査式

壁体幅B = 4.000、高さH = 5.000(m)について、下式にて照査を行う。

$$\frac{M_r}{M_d} \geq FS$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.00)

Md : 照査面におけるせん断変形モーメント (kN・m/m)

Mr : 照査面におけるせん断抵抗モーメント (kN・m/m)

$$M_r = M_{ro} \times \left(1 + \frac{d}{H}\right) + M_{sp}$$

$$M_{ro} = \int_0^{y_0} (p_{RP} - p_{RA}) y dy$$

ここに、

Mro : 中詰土の基準せん断抵抗モーメント

d : 現地盤面から照査面深さ

H : 壁体高さ (壁体天端から堤体区間の現地盤まで)

pRP : 照査面から上方yの位置の受働土圧強度 (kN/m²)

pRA : 照査面から上方yの位置の主働土圧強度 (kN/m²)

y : pRP、pRAが作用する照査面からの距離 (m)

y₀ : 中詰部の仮想すべり面の交点の座標

Msp : 2列の矢板が発揮する抵抗モーメント

堤内側と堤外側の矢板の抵抗の小さい方で代表させ、2倍で評価。

Msp = 2 × (Msp1 または Msp2 のうち小さい値)

Msp1 : 矢板が発揮できる抵抗モーメント

$$M_{sp1} = a \cdot Z_{sp}$$

a : 使用矢板の許容応力度 (N/mm²)

Z_{sp} : 使用矢板の継手効率を考慮した断面係数 (mm³/m)

Msp2 : 照査面以深の根入れ地盤が支持できる抵抗モーメント

$$M_{sp2} = P_{pu} \times h_{pu}$$

P_{pu} : 照査面下から矢板先端までの受働土圧合力

h_{pu} : P_{pu}の照査面からの作用距離

2) 各照査面における照査結果

照査箇所名	照査面 G.L.(m)	照査面の 深さd	変形モーメント Md (kN.m/m)	抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	0.00	1061.38	999.99 1.00
地層境界面	-8.000	8.000	150.63	1020.60	6.78 1.00
現地盤面	0.000	0.000	0.00	1020.60	999.99 1.00

(2) 照査面 (根入れ先端 : G.L. -10.000m)

1) 照査結果

項	目	数 値
変形モーメント	Md(kN.m/m)	0.00
抵抗モーメント	Mr(kN.m/m)	1061.38
安全率	Mr / Md	999.99 1.00

2)変形モーメント (Md) の算定

変形モーメント内訳	モーメント
水圧モーメント Mw	0.00
主働土圧モーメント Ma	57.78
受働土圧モーメント - Mp	520.00
その他荷重モーメント Mc	0.00
振動成分モーメント Mpd	246.34
動水圧モーメント Mwd	0.00
変形モーメント Md(kN.m/m)	0.00

a. 水圧モーメント

$P_w = 0.00 \text{ kN/m}$ $M_w = 0.00 \text{ kN.m/m}$

b. 主働土圧モーメント

非液状化層のみを対象とする。

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + $(h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$

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	-8.000 -10.000	2.000	26.67 33.33	60.00	0.963	57.78
				60.00		57.78

c. 受働土圧モーメント

非液状化層のみを対象とする。

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + $(h/3) \times (2 \times p_1 + p_2) / (p_1 + p_2)$

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	-8.000 -10.000	2.000	240.00 300.00	540.00	0.963	520.00
				540.00		520.00

d. その他荷重モーメント

- $P_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$
- $M_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$

e. 振動成分モーメント

液状化層のみを対象とする。

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + $(h/3) \times (2 \times p1 + p2) / (p1 + p2)$

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pd kN/m ²	水 平 力 Pd kN/m	アーム長 y m	モーメント Mpd kN.m/m
1	0.000 -1.000	1.000	0.00 3.21	1.61	9.333	15.00
2	-1.000 -2.000	1.000	3.21 4.54	3.88	8.471	32.86
3	-2.000 -3.000	1.000	4.54 5.57	5.06	7.483	37.83
4	-3.000 -4.000	1.000	5.57 6.43	6.00	6.488	38.91
5	-4.000 -5.000	1.000	6.43 7.19	6.81	5.491	37.37
6	-5.000 -6.000	1.000	7.19 7.87	7.53	4.492	33.82
7	-6.000 -7.000	1.000	7.87 8.50	8.19	3.494	28.60
8	-7.000 -8.000	1.000	8.50 9.09	8.80	2.494	21.94
				47.86		246.34

f. 動水圧モーメント

- ・ 動水圧の合力、作用位置の一般式

外水位、内水位が存在する場合には、外力として自由水の部分に動水圧を以下のように考慮し、作用力及びモーメントは両者の合計値とする。

$$Fwd = \frac{7}{12} \cdot Ks \cdot \gamma w \cdot he^{1/2} \cdot y^{3/2}$$

$$Lwd = \frac{3}{5} \cdot y$$

$$Mwd = Fwd \times (\text{照査面から合力作用位置までの距離})$$

ここに、

Fwd : 動水圧の合力

Lwd : 水位面からの合力作用位置までの距離

Mwd : 照査面での動水圧モーメント

Ks : 液状化用設計震度 (0.18)

w : 水の単位体積重量

he : 水位面から現地盤面までの距離

y : 水位面から照査面までの距離 (ただし、y he)

- ・ 全動水圧

$$Fwd = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

$$Mwd = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$$

- ・ 外側動水圧

動水圧は作用しない。

- ・ 内側動水圧

動水圧は作用しない。

3) 抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro · (1 + d / H)	1061.38
Msp = 2 × min (Msp1, Msp2)	0.00
Msp1	510.30
Msp2	0.00
抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	1061.38

a. 照査面より上の抵抗モーメント

計算に使用する地層条件は、堤体区間とする。

$$Mro \cdot (1 + d / H) = 353.79 \times (1 + 2.000) = 1061.38 \text{ (kN.m/m)}$$

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層下面までの距離} + (h / 3) \times (2 \times p1 + p2) / (p1 + p2)$$

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	受働強度 pRP kN/m ²	主働強度 pRA kN/m ²	側圧強度 pRP-pRA kN/m ²	水平力 Pr kN/m	アーム長 y m	モーメント Mro kN.m/m
1	-8.268 -10.000	1.732	248.04 300.00	27.56 33.33	220.48 266.67	421.87	0.839	353.79
						421.87		353.79

b. yoの計算過程

照査面と堤外側矢板の交点を開始点として上方に受働崩壊面を、同じく堤内側矢板の交点を開始点として上方に主働崩壊面を想定する。

両者の崩壊面の交点位置が、高さyoとなる。また、交点幅は堤体幅になる。ただし、交点の高さyoが支持層より上になる場合は、交点高さを支持層上面までとし、この場合の交点幅は堤体幅以下になる。よって、下表の崩壊幅の合計値が堤体幅と同じ場合はyoが支持層上面以下にあることがわかり、堤体幅以下の場合は、yoは支持層上面までとしていることがわかる。

No	深さ		層厚 h (m)	内部 摩擦角 (度)	地震時 合成角 (度)	受働崩壊面		主働崩壊面		崩壊幅 Bp + Ba m
	上 面 GL(m)	下 面 GL(m)				崩壊角 p度	崩壊幅Bp m	崩壊角 a度	崩壊幅Ba m	
1	-8.268	-10.000	1.732	30.00	0.00	30.00	3.000	60.00	1.000	4.000
交点幅 Bp + Ba										4.000

・受働崩壊面

$$Bp = \cot(p) \times h$$

$$\cot(\xi p) = \tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(-\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$p = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(p))$$

・主働崩壊面

$$Ba = \cot(a) \times h$$

$$\cot(\xi a) = -\tan(\phi) + \sec(\phi) \sqrt{\frac{\cos(\theta) \sin(\phi)}{\sin(\phi - \theta)}}$$

$$a = 90.0 - \tan^{-1}(\cot(a))$$

・sin() 0の場合は、cot(p) = cot(a) = tan() + sec()とする。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$Msp = 2 \times \min(Msp1, Msp2)$$

$$= 2 \times \min(510.30, 0.00) = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$$

d. 矢板の抵抗モーメント(Msp1)の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名		- - - - -	VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率		- - - - -	0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN/m}^2$	270.0	270.0
抵抗モーメントM _{sp1} = a × Z		kN・m/m	510.30	510.30

e. 照査面より下の受働土圧モーメント (M_{sp2}) の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

ただし、照査面が根入れ先端なので、M_{sp2} = 0.0 (kN・m/m) である。

(3) 照査面 (地層境界面 : G.L. -8.000m)

1) 照査結果

項	目	数 値
変形モーメント	M _d (kN.m/m)	150.63
抵抗モーメント	M _r (kN.m/m)	1020.60
安全率	M _r / M _d	6.78 1.00

2) 変形モーメント (M_d) の算定

変形モーメント内訳		モーメント
水圧モーメント	M _w	0.00
主働土圧モーメント	M _a	0.00
受働土圧モーメント	- M _p	0.00
その他荷重モーメント	M _c	0.00
振動成分モーメント	M _{pd}	150.63
動水圧モーメント	M _{wd}	0.00
変形モーメント	M _d (kN.m/m)	150.63

a. 水圧モーメント

$P_w = 0.00 \text{ kN/m}$ $M_w = 0.00 \text{ kN.m/m}$

b. 主働土圧モーメント

非液状化層のみを対象とする。

$P_a = 0.00 \text{ kN/m}$ $M_a = 0.00 \text{ kN.m/m}$

c. 受働土圧モーメント

非液状化層のみを対象とする。

$P_p = 0.00 \text{ kN/m}$ $M_p = 0.00 \text{ kN.m/m}$

d. その他荷重モーメント

- ・ $P_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$
- ・ $M_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$

e. 振動成分モーメント

液状化層のみを対象とする。

アーム長 = 照査面から層下面までの距離 + (h / 3) × (2 × p1 + p2) / (p1 + p2)

No	深 さ GL(m)	層 厚 h (m)	側圧強度 pd kN/m ²	水 平 力 Pd kN/m	アーム長 y m	モーメント Mpd kN.m/m
1	0.000 -1.000	1.000	0.00 3.21	1.61	7.333	11.78
2	-1.000 -2.000	1.000	3.21 4.54	3.88	6.471	25.10
3	-2.000 -3.000	1.000	4.54 5.57	5.06	5.483	27.72
4	-3.000 -4.000	1.000	5.57 6.43	6.00	4.488	26.91
5	-4.000 -5.000	1.000	6.43 7.19	6.81	3.491	23.76
6	-5.000 -6.000	1.000	7.19 7.87	7.53	2.492	18.77
7	-6.000 -7.000	1.000	7.87 8.50	8.19	1.494	12.23
8	-7.000 -8.000	1.000	8.50 9.09	8.80	0.494	4.35
				47.86		150.63

f. 動水圧モーメント

・ 動水圧の合力、作用位置の一般式

外水位、内水位が存在する場合には、外力として自由水の部分に動水圧を以下のように考慮し、作用力及びモーメントは両者の合計値とする。

$$Fwd = \frac{7}{12} \cdot Ks \cdot \gamma w \cdot he^{1/2} \cdot y^{3/2}$$

$$Lwd = \frac{3}{5} \cdot y$$

$$Mwd = Fwd \times (\text{照査面から合力作用位置までの距離})$$

ここに、

Fwd : 動水圧の合力

Lwd : 水位面からの合力作用位置までの距離

Mwd : 照査面での動水圧モーメント

Ks : 液状化用設計震度 (0.18)

w : 水の単位体積重量

he : 水位面から現地盤面までの距離

y : 水位面から照査面までの距離 (ただし、y he)

・ 全動水圧

$$Fwd = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

$$Mwd = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$$

・ 外側動水圧

動水圧は作用しない。

・ 内側動水圧

動水圧は作用しない。

3) 抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro · (1 + d / H)	0.00
Msp = 2 × min (Msp1, Msp2)	1020.60
Msp1	510.30
Msp2	560.00
抵抗モーメント Mr (kN.m/m)	1020.60

a. 照査面より上の抵抗モーメント

照査面直上が非液状化層以外のため、中詰せん断抵抗が見込めないことから、矢板または照査面下方の土圧抵抗モーメントだけとする。

b. yoの計算過程

上記のため検討を省略。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$Msp = 2 \times \min (Msp1, Msp2) = 2 \times \min (510.30, 560.00) = 1020.60 \text{ (kN.m/m)}$$

d. 矢板の抵抗モーメント (Msp1) の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名		- - - - -	VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率		- - - - -	0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN/m}^2$	270.0	270.0
抵抗モーメントMsp1 = a × Z		kN · m/m	510.30	510.30

e. 照査面より下の受働土圧モーメント (Msp2) の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層上面までの距離} + (h / 3) \times (p1 + 2 \times p2) / (p1 + p2)$$

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	-8.000 -10.000	2.000	240.00 300.00	540.00	1.037	560.00
				540.00		560.00

(4) 照査面 (現地盤面 : G.L. 0.000m)

1) 照査結果

項	目	数 値
変形モーメント	Md (kN.m/m)	0.00
抵抗モーメント	Mr (kN.m/m)	1020.60
安全率	Mr / Md	999.99 1.00

2)変形モーメント (Md) の算定

変形モーメント内訳	モーメント
水圧モーメント Mw	0.00
主働土圧モーメント Ma	0.00
受働土圧モーメント - Mp	0.00
その他荷重モーメント Mc	0.00
振動成分モーメント Mpd	0.00
動水圧モーメント Mwd	0.00
変形モーメント Md(kN.m/m)	0.00

a. 水圧モーメント

$$P_w = 0.00 \text{ kN/m} \quad M_w = 0.00 \text{ kN.m/m}$$

b. 主働土圧モーメント

非液状化層のみを対象とする。

$$P_a = 0.00 \text{ kN/m} \quad M_a = 0.00 \text{ kN.m/m}$$

c. 受働土圧モーメント

非液状化層のみを対象とする。

$$P_p = 0.00 \text{ kN/m} \quad M_p = 0.00 \text{ kN.m/m}$$

d. その他荷重モーメント

$$\cdot P_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$$

$$\cdot M_c = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$$

e. 振動成分モーメント

液状化層のみを対象とする。

$$P_d = 0.00 \text{ kN/m} \quad M_{pd} = 0.00 \text{ kN.m/m}$$

f. 動水圧モーメント

・ 動水圧の合力、作用位置の一般式

外水位、内水位が存在する場合には、外力として自由水の部分に動水圧を以下のように考慮し、作用力及びモーメントは両者の合計値とする。

$$F_{wd} = \frac{7}{12} \cdot K_s \cdot \gamma_w \cdot h_e^{1/2} \cdot y^{3/2}$$

$$L_{wd} = \frac{3}{5} \cdot y$$

$$M_{wd} = F_{wd} \times (\text{照査面から合力作用位置までの距離})$$

ここに、

Fwd : 動水圧の合力

Lwd : 水位面からの合力作用位置までの距離

Mwd : 照査面での動水圧モーメント

Ks : 液状化用設計震度 (0.18)

w : 水の単位体積重量

he : 水位面から現地盤面までの距離

y : 水位面から照査面までの距離 (ただし、y < he)

・ 全動水圧

$$F_{wd} = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

$$M_{wd} = 0.00 \text{ (kN.m/m)}$$

・ 外側動水圧

動水圧は作用しない。

・ 内側動水圧

動水圧は作用しない。

3) 抵抗モーメント (Mr) の算定

抵抗モーメント内訳	モーメント
Mro・(1+d/H)	0.00
Msp = 2×min(Msp1、Msp2)	1020.60
Msp1	510.30
Msp2	4880.00
抵抗モーメント Mr(kN.m/m)	1020.60

a. 照査面より上の抵抗モーメント

照査面直上が非液状化層以外のため、中詰せん断抵抗が見込めないことから、矢板または照査面下方の土圧抵抗モーメントだけとする。

b. yoの計算過程

上記のため検討を省略。

c. 照査面より下の受働抵抗モーメント

$$Msp = 2 \times \min(Msp1, Msp2) = 2 \times \min(510.30, 4880.00) = 1020.60 \text{ (kN.m/m)}$$

d. 矢板の抵抗モーメント(Msp1)の計算

堤内側か堤外側のいずれか小さい方で代表させる。

項	目	単 位	堤内側矢板	堤外側矢板
使用鋼材名		- - - - -	VL型	VL型
補正前の断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	3150	3150
断面係数用有効率		- - - - -	0.60	0.60
計算に用いる断面係数	Z	$\times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$	1890	1890
許容応力度	a	$\times 10^3 \text{ kN/m}^2$	270.0	270.0
抵抗モーメントMsp1 = a × Z		kN・m/m	510.30	510.30

e. 照査面より下の受働土圧モーメント(Msp2)の計算

矢板の抵抗モーメントは、照査面より下の受働抵抗モーメントより大きくなり得ないため照査面を支点とした受働土圧モーメントを求める。

計算に使用する地層条件は、堤外区間で代表させることとする。

$$\text{アーム長} = \text{照査面から層上面までの距離} + (h/3) \times (p1 + 2 \times p2) / (p1 + p2)$$

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	-8.000 -10.000	2.000	240.00 300.00	540.00	9.037	4880.00
				540.00		4880.00

4.2.2 壁体の滑動に対する検討

(1)結果要旨

1)照査式

壁体幅B = 4.000、高さH = 5.000(m)について、照査モデル1にて照査を行う。

$$\frac{Fr}{Fd} \geq FS$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.00)

Fd : 壁体に作用する水平力の総和 (kN/m)

Fr : 滑動抵抗力の総和 (kN/m)

$$Fr = Fpp + Fs$$

ここに、

Fpp : 受働土圧による水平力

Fs : 照査面直下の地盤の水平せん断抵抗力

$$Fs = c \cdot B + W \cdot \tan$$

W : 壁体内土重量 (kN/m)

: 照査面直下の土の内部摩擦角(度)

c : 照査面直下の土の粘着力 (kN/m²)

2)照査結果

照査は根入れ先端でのみ行う。

照査箇所名	照 査 面 G.L. (m)	照査面の 深さd	水平力総和 Fd(kN/m)	抵抗力総和 Fr(kN/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	107.86	978.79	9.07 1.00

(2)照査面 (根入れ先端 : G.L. -10.000m)

1)照査結果

項 目	数 値
水平力の総和 Fd(kN/m)	107.86
抵抗力の総和 Fr(kN/m)	978.79
安全率 Fr / Fd	9.07 1.00

2)水平力の総和 (Fd) の算定

水平力の内訳	水平力
水圧力 Fw	0.00
主働土圧力 Fa	60.00
その他荷重力 Fc	0.00
振動成分力 Fpd	47.86
動水圧力 Fwd	0.00
水平力の総和 Fd(kN/m)	107.86

a.水圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の水圧モーメント表参照。

b.主働土圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の主働土圧モーメント表参照。

c.その他の荷重

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時のその他荷重モーメント表参照。

d.振動成分力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の振動成分モーメント表参照。

e.動水圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の動水圧モーメント計算参照。

3) 滑動抵抗力の総和 (Fr) の算定

抵抗力の内訳	水平力
地盤の水平せん断抵抗力 F_s 受働土圧力 F_p	438.79 540.00
抵抗力の総和 F_r (kN/m)	978.79

a. 地盤の水平せん断抵抗力 (Fs) の算定

$$F_s = c \cdot B + W \cdot \tan$$

$$= 0.00 \cdot 4.000 + 760.00 \cdot \tan 30.00^\circ$$

$$= 438.79 \text{ (kN/m)}$$

b. 壁体内土重量 (W)

重量の計算範囲は、壁体天端から照査面 (中詰土含む) までとする。堤体区間の地層データを用いる。

$$W = (\quad i h_i + q) \times B$$

$$= (190.00 + 0.00) \times 4.000 = 760.00 \text{ (kN/m)}$$

ここに、qは上載荷重。

No	層上面高 標 G.L. (m)	層下面高 標 G.L. (m)	層厚 h_i (m)	土の 単位重量 (kN/m^3)	土の有効重量 $i \cdot h_i$ (kN/m^2)
1	5.000	0.500	4.500	18.0	81.00
2	0.500	0.000	0.500	18.0	9.00
3	0.000	-8.000	8.000	10.0	80.00
4	-8.000	-10.000	2.000	10.0	20.00
			15.000		190.00

c. 受働土圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の受働土圧モーメント表参照。

4.2.3 基礎地盤の支持力に対する検討

(1) 結果要旨

1) 照査式

壁体幅B= 4.000、高さH= 5.000(m)について、モデル1 (十分に厚い非液状化層) にて照査を行う。

$$\frac{Q_u + 0.5 \times \sum S}{F_v} \geq FS$$

$$F_v = W_f + W_{sp} \cdot 2$$

$$Q_u = B_e \{ k \cdot c \cdot N_c + k \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot (N_q - 1) + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot B_e \cdot N_\gamma \}$$

$$S = S(\text{堤内側矢板}) + S(\text{堤外側矢板})$$

$$S_i = (c_i + v_i' \cdot K_o \cdot \tan i) h_i$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.00)

Wf : 中詰土の重量 (kN/m)

Wsp : 単位幅当たりの矢板の重量 (kN/m)

Qu : 荷重の偏心傾斜を考慮した地盤の極限支持力 (kN/m)

Be : 偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)

$$B_e = B - 2e$$

B : 堤体幅

e : 荷重に偏心距離 (e = Mb / V)

Mb : 照査面に作用するモーメント

k : 根入れ効果に対する割増係数 (= 1.0とする)

c : 照査面直下の粘着力

Df : 現地盤から照査面までの距離

2 : 現地盤から照査面までの区間 (Df) の土の平均単位体積重量。ただし、水以下は水中重量。

1 : 照査面直下の支持地盤の土の単位重量。ただし、水以下は水中重量。

Nc, Nq, N : 荷重の偏心を考慮した支持力係数 (設計マニュアル図8.10~12)

$$\tan i = H_b / V$$

Hb : 照査面に作用する合力の水平成分

0.5 × S : 非液状化層での矢板と土の間の摩擦力 (kN/m)

堤内側、堤外側矢板に対する土のせん断強度 (S) の0.5倍を摩擦力とする。

ci : i番目の非液状化層の土の粘着力 (kN/m²)

i : i番目の非液状化層の土の内部摩擦角 (°)

hi : i番目の非液状化層の矢板長

vi' : i番目の非液状化層での有効土被り圧 (kN/m²)

Ko : 静止土圧係数 (砂質土 : 1 - sin i、粘性土 : 0.50)

2) 照査結果

照査は根入れ先端で行う。

照査箇所名	照査面 G.L.(m)	照査面の 深さd	極限支持力 Qu + 0.5 S (kN/m)	Fv (kN/m)	安全率 F
根入れ先端	-10.000	10.000	8236.73	821.82	10.02 1.00

(2)照査面（根入れ先端：G.L.-10.000m）

1)照査結果

項 目		記 号	数 値
Fv	壁体内土重量（上載荷重含む）	Wf	760.00
	単位幅当たりの堤内側矢板の重量	Wsp1	30.91
	単位幅当たりの堤外側矢板の重量	Wsp2	30.91
鉛直成分集計値 Wf + Wsp1 + Wsp2 (kN/m)			821.82
Qu	照査面に作用するモーメント	Mb	0.00
	照査面に作用する合力の水平成分	Hb	0.00
	偏心距離	e	0.000
	作用力の傾き（Hb / Fv）	tan	0.000
	照査面直下の内部摩擦角		30.00
	照査面直下の粘着力	c	0.00
	照査面直下の土の単位重量	1	10.00
	現地盤から照査面までの平均土単位重量	2	10.00
	偏心を考慮した基礎の有効載荷幅	Be	4.000
	支持力係数	Nc	30.140
支持力係数	Nq	18.401	
支持力係数	N	15.304	
地盤の極限支持力度 Qu (kN/m)			8184.77
S	矢板と土の摩擦力 0.5 × S (kN/m)		51.96
安全率			10.02 1.00

2)照査面での外力の集計

外力の内訳	モーメント Mb(kN.m/m)	水平力 Hb(kN/m)
水圧 Mw(Fw)	0.00	0.00
主働土圧 Ma(Fa)	57.78	60.00
受働土圧 -Mp(Fp)	520.00	540.00
その他荷重 Mc(Fc)	0.00	0.00
振動成分力 Mpd(Fpd)	246.34	47.86
動水圧 Mwd(Fwd)	0.00	0.00
外力の集計	0.00	0.00

a.水圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の水圧モーメント表参照。

b.主働土圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の主働土圧モーメント表参照。

c.受働土圧

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の受働土圧モーメント表参照。

d.その他荷重

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時のその他荷重モーメント表参照。

e.振動成分力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の振動成分モーメント表参照。

f.動水圧力

「せん断変形破壊の検討結果」の照査面が「根入れ先端」の時の動水圧モーメント計算参照。

3)壁体内土重量（Wf）

「滑動に対する検討結果」の「滑動抵抗力の総和」中の「b.壁体内土重量」参照。

$$Wf = 760.00(kN/m)$$

4)偏心距離（e）の算定

$$\begin{aligned}
 e &= Mb / V \\
 &= 0.00 / 760.00 \\
 &= 0.000(m) \\
 Be &= B - 2e \\
 &= 4.000 - 2.0 \times 0.000
 \end{aligned}$$

= 4.000(m)

5)作用力の傾きの算定

$$\begin{aligned} \tan &= H_b / V \\ &= 0.00 / 760.00 \\ &= 0.000 \end{aligned}$$

6) 2の算定

現地盤から照査面までの区間 (Df) の土の平均単位体積重量。ただし、水以下は水中重量。計算の都合上、堤体区間の地層データを用いるものとする。

$$\begin{aligned} \gamma_2 &= \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} \\ &= 10.00(\text{kN/m}^3) \end{aligned}$$

No	層上面高 標 G.L.(m)	層下面高 標 G.L.(m)	層厚 h _i (m)	土の 単位重量 (kN/m ³)	土の 有効重量 i・h _i (kN/m ²)
1	0.000	-8.000	8.000	10.0	80.00
2	-8.000	-10.000	2.000	10.0	20.00
			10.000		100.00

7)壁体重量

a.堤内側壁体重量

$$\begin{aligned} W_{sp1} &= A \times L \\ &= 267.60 \times 10^{-4} \times 77.0 \times 15.000 = 30.91(\text{kN/m}) \end{aligned}$$

b.堤外側壁体重量

$$\begin{aligned} W_{sp2} &= A \times L \\ &= 267.60 \times 10^{-4} \times 77.0 \times 15.000 = 30.91(\text{kN/m}) \end{aligned}$$

8)せん断強度 (非液状化層のみ考慮)

せん断強度は、堤内側矢板と堤外側矢板の外側片面ずつを計算し、両者の合算とする。

$$\begin{aligned} S &= S(\text{堤内側矢板}) + S(\text{堤外側矢板}) \\ &= 51.96 + 51.96 = 103.92(\text{kN/m}) \end{aligned}$$

$$S_i = 1/2 \times (f_i \text{上面} + f_i \text{下面}) \times h_i$$

$$f_i = (c_i + h' \times \tan \phi')$$

$$h' = v' \cdot K_o$$

v' は、各層上下面での土重量で、水より上は湿潤重量、水以下は水中重量とする。

$$K_o = 1 - \sin \phi' \text{ (砂質土)、} 0.50 \text{ (粘性土)}$$

a.堤内側矢板 (地盤データ：堤内区間)

No	深さ GL(m)	層厚 h _i (m)	土の 単重 i kN/m ³	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 c' kN/m ²	有 効 上 載 圧 v' kN/m ²	静 止 係 数 K _o	水 平 圧 h' kN/m ²	せん 断 強 度 f _i kN/m ²	各層毎の 剪断強度 S _i kN/m
1	-8.000 -10.000	2.000	18.0	30.00	0.0 0.0	80.00 100.00	0.5000	40.00 50.00	23.09 28.87	51.96
										51.96

b.堤外側矢板 (地盤データ：堤外区間)

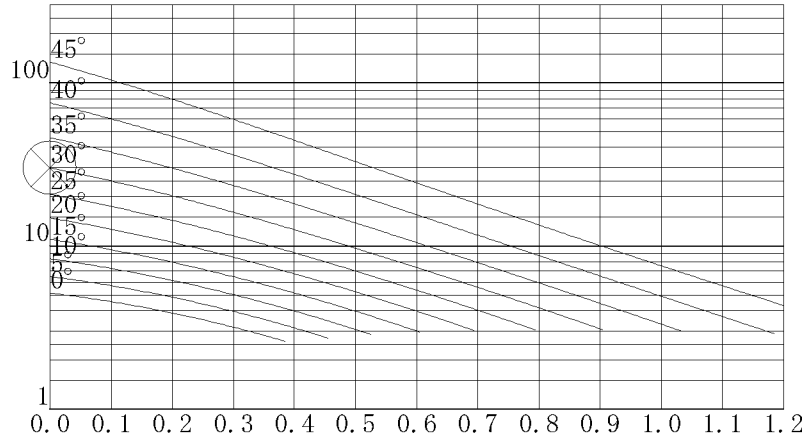
No	深さ GL(m)	層厚 h _i (m)	土の 単重 i kN/m ³	内 部 摩擦角 (度)	粘着力 c' kN/m ²	有 効 上 載 圧 v' kN/m ²	静 止 係 数 K _o	水 平 圧 h' kN/m ²	せん 断 強 度 f _i kN/m ²	各層毎の 剪断強度 S _i kN/m
1	-8.000 -10.000	2.000	18.0	30.00	0.0 0.0	80.00 100.00	0.5000	40.00 50.00	23.09 28.87	51.96

No	深 さ GL(m)	層 厚 hi (m)	土 単 の 重 i kN/m ³	内 部 摩 擦 角 , (度)	粘 着 力 c, kN/m ²	有 効 圧 上 載 v, kN/m ²	静 止 係 数 Ko	水 平 圧 h, kN/m ²	せん断 強 度 fi kN/m ²	各層毎の 剪断強度 Si kN/m
										51.96

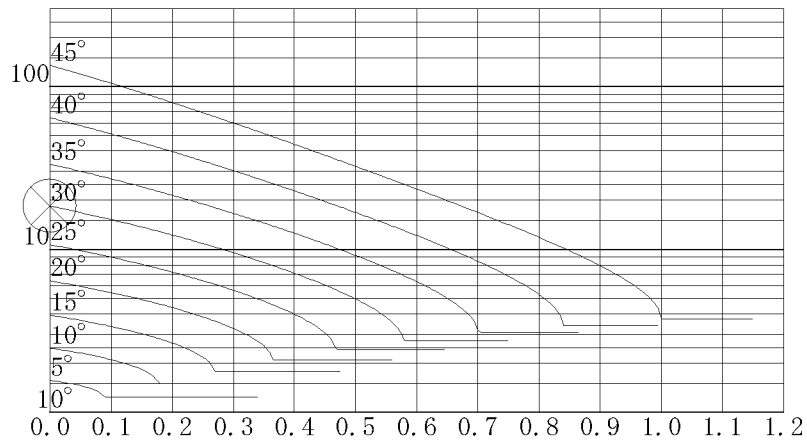
(3) 支持力係数算定図

作用力の傾き (Mb / Hb) tan = 0.000
照査面直下の内部摩擦角 = 30.00
支持力係数 Nc = 30.140
支持力係数 Nq = 18.401
支持力係数 N = 15.304

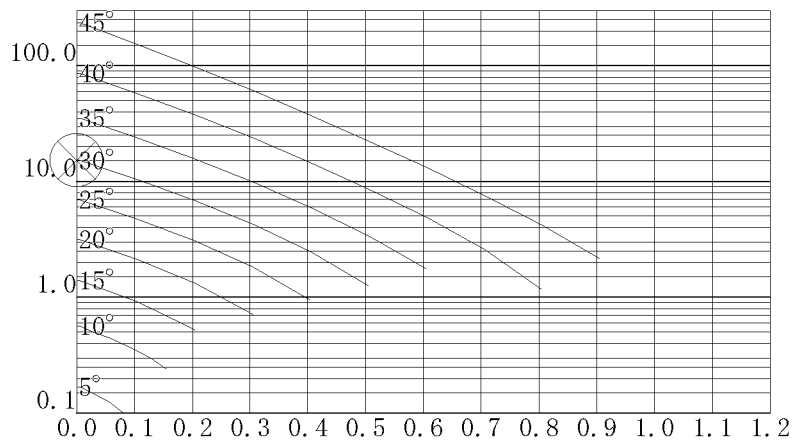
1) Nc算定図



2) Nq算定図



3) N 算定図



4.2.4 矢板の支持力に対する検討

(1)結果要旨

1)照査式

矢板の支持力に対する安定は下式により照査する。

$$\frac{0.5 \times \Sigma S}{W_{sp}} \geq FS$$

$$S = S(\text{矢板の外側}) + S(\text{矢板の内側})$$

$$S_i = (c_i + v_i' \cdot Ko \cdot \tan i) h_i$$

ここに、

FS : 必要安全率 (1.00)

Wsp : 単位幅当たりの矢板の重量 (kN/m)

0.5 × S : 非液状化層での矢板と土の間の摩擦力 (kN/m)

対象とする矢板の外側と内側に対する土のせん断強度 (S) の0.5倍を摩擦力とする。

c_i : i番目の非液状化層の土の粘着力 (kN/m²)

i : i番目の非液状化層の土の内部摩擦角 (°)

h_i : i番目の非液状化層の矢板長

v_i' : i番目の非液状化層での有効土被り圧 (kN/m²)

Ko : 静止土圧係数 (砂質土 : 1 - sin i、粘性土 : 0.50)

2)照査結果

照査は根入れ先端で行う。

照査箇所名	照査面 G.L.(m)	摩擦支持力 0.5 × S (kN/m)	矢板の重量 Wsp (kN/m)	安全率 F
堤内側矢板	-10.000	51.96	30.91	1.68 1.00

(2) 堤内側矢板

照査箇所名	照査面 G.L.(m)	摩擦支持力 0.5 × S (kN/m)	矢板の重量 Wsp (kN/m)	安全率 F
堤内側矢板	-10.000	51.96	30.91	1.68 1.00

1)壁体重量

$$W_{sp} = A \times \gamma \times L$$

$$= 267.60 \times 10^{-4} \times 77.0 \times 15.000 = 30.91 \text{ (kN/m)}$$

2)せん断強度 (非液状化層のみ考慮)

せん断強度は、堤内側矢板の外側 (堤内区間) と内側 (堤体区間) 片面ずつを計算し、両者の合算とする。

$$S = S(\text{外側}) + S(\text{内側})$$

$$= 51.96 + 51.96 = 103.92 \text{ (kN/m)}$$

$$S_i = 1/2 \times (f_i \text{上面} + f_i \text{下面}) \times h_i$$

$$f_i = (c_i + v_i' \times \tan i)$$

$$v_i' = v_i \cdot Ko$$

v_i' は、各層上下面での土重量で、水より上は湿潤重量、水以下は水中重量とする。

$$Ko = 1 - \sin i \text{ (砂質土)、} 0.50 \text{ (粘性土)}$$

a. 外側のせん断強度 (地盤データ : 堤内区間)

No	深さ GL(m)	層厚 h _i (m)	土の単重 γ _i (kN/m ³)	内部摩擦角 i (度)	粘着力 c' (kN/m ²)	有効土被り圧 v' (kN/m ²)	静止土圧係数 Ko	水平土圧 h' (kN/m ²)	せん断強度 f _i (kN/m ²)	各層毎の剪断強度 S _i (kN/m)
1	-8.000 -10.000	2.000	18.0	30.00	0.0 0.0	80.00 100.00	0.5000	40.00 50.00	23.09 28.87	51.96

No	深 さ GL(m)	層 厚 h _i (m)	土 単 の 重 i kN/m ³	内 部 摩 擦 角 , (度)	粘 着 力 c', kN/m ²	有 効 上 載 圧 v', kN/m ²	静 係 止 数 K _o	水 土 平 圧 h', kN/m ²	せ ん 断 度 強 度 f _i kN/m ²	各 層 毎 の 剪 断 強 度 S _i kN/m
										51.96

b. 内側のせん断強度（地盤データ：堤体区間）

No	深 さ GL(m)	層 厚 h _i (m)	土 単 の 重 i kN/m ³	内 部 摩 擦 角 , (度)	粘 着 力 c', kN/m ²	有 効 上 載 圧 v', kN/m ²	静 係 止 数 K _o	水 土 平 圧 h', kN/m ²	せ ん 断 度 強 度 f _i kN/m ²	各 層 毎 の 剪 断 強 度 S _i kN/m
1	-8.000 -10.000	2.000	18.0	30.00	0.0 0.0	80.00 100.00	0.5000	40.00 50.00	23.09 28.87	51.96
										51.96

4.3 堤内側矢板

4.3.1 根入れ長の計算

(1)照査方法

壁体の先端は非液状化層に、1.000(m)以上根入れすることを基本とする。

本照査は、壁体の前背面で行い、前背面ともに最小根入れ長を満足させるものとする。

(2)照査結果

照査箇所名	最小根入れ長 (m)	背面側		前面側		総合判定
		根入れ長 (m)	判定	根入れ長 (m)	判定	
堤内側矢板	1.000	2.000		2.000		

背面側 = 堤体区間の地盤条件、前面側 = 堤内区間の地盤条件

4.3.2 壁体断面力の計算

(1)結果要旨

1)解析結果

矢板曲げモーメント、引張材反力は、下記の弾性バネモデル（FRAME解析）により算定する。

- (1)液状化層の土圧による応力の計算（基本ケース1）
- (2)中詰土の主働土圧による応力の計算（基本ケース2）
- (3)(1) + (2)（組み合わせケース1）

設計に用いる断面力は、解析結果(3)を用いる。解析結果は以下の通りである。

解 析 項 目	解 析 結 果	発 生 位 置
最大曲げモーメント Mmax(kN.m/m)	-425.73	G.L. -4.600
最大せん断力 Smax(kN/m)	-329.14	G.L. 0.500
上段引張材反力 R1(kN/m)	75.03	G.L. 4.500
下段引張材反力 R2(kN/m)	-487.38	G.L. 0.500

2)液状化層の土圧による応力の計算（基本ケース1）

矢板を引張材取付位置を支点（Yピンローラー）とし、これと根入れ部（堤内区間の地盤条件）の弾性地盤バネ（地震時扱い）で支持される梁とする。

この弾性バネモデルに、液状化層から矢板に作用する土圧（漸増成分、振動成分）、中詰土による静止土圧を荷重として載荷する。

3)中詰土の主働土圧による応力の計算（基本ケース2）

矢板を根入れ部（堤内区間の地盤条件）の弾性地盤バネ（地震時扱い）で支持される片持ち梁とする。

この弾性バネモデルに、中詰土部分に地震時主働土圧と静止土圧の差を荷重として載荷する。

4)組み合わせケース1

2)と3)の基本荷重ケースを足し合わせて、断面力、反力を算定する。

5)先端支持条件

先端支持条件：自由

(2)液状化層の土圧による応力の計算条件（基本ケース1）

1)液状化層の土圧漸増成分

堤体区間の現地盤面以深の締切内側（背面側）と外側（前面側）がともに液状化層の区間に、土圧漸増成分（Ps）を背面側から前面側へ載荷する。なお、内側と外側の差がマイナスの区間はゼロとする。

$$ps = 1 \cdot qz - t \cdot z$$

1・qzに関する内訳表

1：低減係数で、設計マニュアル図-14による

qz：締切内側で、設置地盤面からzの深さの全上載圧（中詰土考慮）

上載圧は、水より上は湿潤重量、下は飽和重量を用いる。

No	深 さ GL(m)	背 面 側 1土圧 kN/m ²	前 面 側 土被り圧 kN/m ²	漸増成分 Ps kN/m ²
1	0.000 -8.000	72.00 200.00	0.00 160.00	72.00 40.00

2)液状化層の土圧振動成分

堤体区間の現地盤面以深の締切内側（背面側）が液状化層の区間に、土圧振動成分（Pd）を背面側から前面側へ載荷する。振動成分は下式により算出する。

$$Pd = 2 \times Pdmax$$

$$Pdmax = Ks \times (\quad \cdot hd) \times (\quad \cdot z)$$

ここに、

$$\cdot hd = 160.00kN/m^2 \quad (G.L. -8.000(m)の \quad \cdot z参照)$$

hdは、堤外側矢板先端までの一番下の液状化層下面までの区間とする。

有効上載圧は現地盤面より下の土層を対象とし、水より上は湿潤重量、下は飽和重量を用いる。

Ks : 液状化用設計震度 (0.18)

z : 現地盤面から計算点までの深さ

2は矢板の相対剛性より下式により求める。

$$2 = 0.40 \log \frac{z}{1.0} - 0.40 \quad (\text{ただし、} z \geq 1.0)$$

$$\rho = \frac{E \times Z_a}{\gamma_{sat} \times h_{lq}}$$

ここに、

h_{lq} : 液状化層厚 (入力 の 地層データより)

sat : 土の飽和重量

E : 壁体のヤング係数 $2.00 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$

Z_a : 壁体の断面係数 (有効率無視) $3150 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}$

No	深さ GL(m)	土層分類	層厚 h (m)	土の 単重	有効 上載圧 ・z kN/m ²	Pdmax kN/m ²	壁体の 相対剛性	振動成分 低減係数 2	Pd = 2Pdmax kN/m ²
1	0.000 -1.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	0.00 20.00	0.00 10.18	61.52	0.3156	0.00 3.21
2	-1.000 -2.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	20.00 40.00	10.18 14.40	61.52	0.3156	3.21 4.54
3	-2.000 -3.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	40.00 60.00	14.40 17.64	61.52	0.3156	4.54 5.57
4	-3.000 -4.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	60.00 80.00	17.64 20.36	61.52	0.3156	5.57 6.43
5	-4.000 -5.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	80.00 100.00	20.36 22.77	61.52	0.3156	6.43 7.19
6	-5.000 -6.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	100.00 120.00	22.77 24.94	61.52	0.3156	7.19 7.87
7	-6.000 -7.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	120.00 140.00	24.94 26.94	61.52	0.3156	7.87 8.50
8	-7.000 -8.000	液状化 (8.000)	1.000	20.0	140.00 160.00	26.94 28.80	61.52	0.3156	8.50 9.09
9	-8.000 -10.000	非液状化	2.000	20.0	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----

土層分類の () 内は、h_{lq} (液状化層の本来の層厚) である。

3) 中詰土の静止土圧

No	深さ GL(m)	層厚 h (m)	土の 単重	有効 上載圧 rh+q kN/m ²	土係 数 Ko	静止 土圧強度 p ₀ kN/m ²
1	5.000 0.500	4.500	18.0	0.00 81.00	0.500	0.00 40.50
2	0.500 0.000	0.500	18.0	81.00 90.00	0.500	40.50 45.00

4) 先端地盤バネ条件

受働バネは次式より求める。

$$kH = \eta \cdot \frac{1}{0.3} \alpha E_0 \cdot \left(\frac{BH}{0.3} \right)^{-3/4}$$

ここに、

: 壁体形式に関わる係数。連続した壁体につき = 1.0

BH : 換算載荷幅 (10.0m)

No	上 面 標 高 G.L.(m)	下 面 標 高 G.L.(m)	層 厚 h m	変形係数 Eo kN/m ²	地盤バネ kH kN/m ²
1	0.000	-8.000	8.000	42000	20184
2	-8.000	-20.000	12.000	42000	20184

上記の地盤バネのうち、解析には支持層（先端の非液化化層）の地盤バネを部材バネとして考慮する。

No	深 さ GL(m)	土層分類	層 厚 h (m)	地盤バネ kH kN/m ²
1	-8.000 -10.000	非液化化	2.000	20184 20184

5)その他荷重

6)解析用壁体断面諸量

断 面 積 A m ²	断 面 2 次 モーメント I m ⁴	ヤング係数 E kN/m ²
0.026760	0.00028350	200000000.0

7)支点条件

引張材位置は、x方向固定、y方向自由、回転方向自由のYピンローラー支点
壁体先端は、自由（y方向は固定）支点

(3)中詰土の主働土圧による応力の計算条件（基本ケース2）

1)中詰土の土圧

中詰土から矢板に作用する土圧は、地震時主働土圧と静止土圧の差であり、下式から求めるものとする。

$$p_l = p_{AE} - p_{K0}$$

ここに、

p_l : 中詰土の土圧

p_{AE} : 地震時主働土圧で、設計震度は液化化時用 ($K_s = 0.18$) とする。

p_{K0} : 静止土圧で、係数は（砂質土：1 - sin、粘性土：0.50）とする。

上載圧は、水より上は湿潤重量、下は飽和重量を用いる。

No	深 さ GL(m)	主働土圧 強度 kN/m ²	静止土圧 強度 kN/m ²	中 詰 土 の 土 圧 kN/m ²
1	5.000 0.500	0.00 36.99	0.00 40.50	0.00 -3.51
2	0.500 0.000	36.99 41.10	40.50 45.00	-3.51 -3.90

2)先端地盤バネ条件

基本ケース1に同じ。

3)解析用壁体断面諸量

基本ケース1に同じ。

4)支点条件

引張材位置は、支点扱いとはしない。

壁体先端は、基本ケース1に同じ。

(4)組み合わせケース1（断面力の決定ケース）

1)組み合わせ方法

(2)(3)の基本荷重ケースを、足し合わせるものとする。

2)支持層での受働土圧

支持層での受働抵抗を、常時（ランキン）土圧式より計算する。

No	深 さ GL(m)	土層分類	層 厚 h (m)	土の 単重	内 部 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
1	0.000 -8.000	液状化	8.000	10.0	30.00	0.0 0.0	0.00 80.00	-----	----- -----
2	-8.000 -10.000	非液状化	2.000	10.0	30.00	0.0 0.0	80.00 100.00	3.000	240.00 300.00

(5)解析結果（断面力）

最大曲げモーメントMmax = -425.73kN.m/m (G.L. -4.600m)

最大せん断力 Smax = -329.14kN/m (G.L. 0.500m)

部 材 No	モーメント kN.m/m			せん断力 kN/m		
	基本case1	基本case2	組み合わせ	基本case1	基本case2	組み合わせ
1-i	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-j	0.01	0.00	0.01	0.18	-0.02	0.16
2-i	0.01	0.00	0.01	0.18	-0.02	0.16
-j	0.10	-0.01	0.09	0.72	-0.06	0.66
3-i	0.10	-0.01	0.09	0.72	-0.06	0.66
-j	0.19	-0.02	0.17	1.12	-0.10	1.03
4-i	0.19	-0.02	0.17	76.15	-0.10	76.06
-j	7.83	-0.03	7.80	76.65	-0.14	76.51
5-i	7.83	-0.03	7.80	76.65	-0.14	76.51
-j	23.28	-0.07	23.21	77.91	-0.25	77.66
6-i	23.28	-0.07	23.21	77.91	-0.25	77.66
-j	39.01	-0.13	38.88	79.53	-0.39	79.14
7-i	39.01	-0.13	38.88	79.53	-0.39	79.14
-j	55.11	-0.22	54.89	81.51	-0.56	80.95
8-i	55.11	-0.22	54.89	81.51	-0.56	80.95
-j	71.64	-0.36	71.28	83.85	-0.77	83.08
9-i	71.64	-0.36	71.28	83.85	-0.77	83.08
-j	88.68	-0.53	88.14	86.55	-1.00	85.55
10-i	88.68	-0.53	88.14	86.55	-1.00	85.55
-j	106.28	-0.76	105.53	89.61	-1.27	88.34
11-i	106.28	-0.76	105.53	89.61	-1.27	88.34
-j	124.54	-1.04	123.50	93.03	-1.56	91.47
12-i	124.54	-1.04	123.50	93.03	-1.56	91.47
-j	143.52	-1.39	142.13	96.81	-1.89	94.92
13-i	143.52	-1.39	142.13	96.81	-1.89	94.92
-j	163.29	-1.80	161.49	100.95	-2.25	98.70
14-i	163.29	-1.80	161.49	100.95	-2.25	98.70
-j	183.92	-2.29	181.64	105.45	-2.64	102.81
15-i	183.92	-2.29	181.64	105.45	-2.64	102.81
-j	205.49	-2.86	202.64	110.31	-3.06	107.25
16-i	205.49	-2.86	202.64	110.31	-3.06	107.25
-j	228.07	-3.51	224.56	115.53	-3.51	112.01
17-i	228.07	-3.51	224.56	115.53	-3.51	112.01
-j	251.73	-4.26	247.46	121.11	-4.00	117.11
18-i	251.73	-4.26	247.46	121.11	-4.00	117.11
-j	276.54	-5.12	271.42	127.05	-4.51	122.53
19-i	276.54	-5.12	271.42	127.05	-4.51	122.53
-j	302.57	-6.07	296.50	133.35	-5.06	128.29
20-i	302.57	-6.07	296.50	133.35	-5.06	128.29
-j	329.90	-7.14	322.76	140.01	-5.64	134.37
21-i	329.90	-7.14	322.76	140.01	-5.64	134.37
-j	358.60	-8.33	350.27	147.03	-6.25	140.78
22-i	358.60	-8.33	350.27	147.03	-6.25	140.78
-j	388.74	-9.64	379.09	154.41	-6.89	147.52
23-i	388.74	-9.64	379.09	154.41	-6.89	147.52
-j	420.39	-11.09	409.30	162.15	-7.56	154.59
24-i	420.39	-11.09	409.30	162.15	-7.56	154.59
-j	436.80	-11.86	424.94	166.15	-7.91	158.25
25-i	436.80	-11.86	424.94	-321.23	-7.91	-329.14
-j	404.88	-12.67	392.21	-317.14	-8.26	-325.40
26-i	404.88	-12.67	392.21	-317.14	-8.26	-325.40
-j	342.30	-14.39	327.90	-308.68	-9.00	-317.67
27-i	342.30	-14.39	327.90	-308.68	-9.00	-317.67
-j	281.44	-16.27	265.17	-299.86	-9.76	-309.62
28-i	281.44	-16.27	265.17	-299.86	-9.76	-309.62
-j	222.90	-18.22	204.68	-285.47	-9.76	-295.23

部 材 No	モーメント kN.m/m			せん断力 kN/m		
	基本case1	基本case2	組み合わせ	基本case1	基本case2	組み合わせ
29-i	222.90	-18.22	204.68	-285.47	-9.76	-295.23
-j	167.25	-20.17	147.07	-271.12	-9.76	-280.88
30-i	167.25	-20.17	147.07	-271.12	-9.76	-280.88
-j	114.45	-22.13	92.33	-256.80	-9.76	-266.56
31-i	114.45	-22.13	92.33	-256.80	-9.76	-266.56
-j	64.52	-24.08	40.45	-242.51	-9.76	-252.27
32-i	64.52	-24.08	40.45	-242.51	-9.76	-252.27
-j	17.45	-26.03	-8.58	-228.25	-9.76	-238.01
33-i	17.45	-26.03	-8.58	-228.25	-9.76	-238.01
-j	-26.78	-27.98	-54.76	-214.06	-9.76	-223.82
34-i	-26.78	-27.98	-54.76	-214.06	-9.76	-223.82
-j	-68.18	-29.94	-98.12	-199.98	-9.76	-209.74
35-i	-68.18	-29.94	-98.12	-199.98	-9.76	-209.74
-j	-106.78	-31.89	-138.67	-186.00	-9.76	-195.76
36-i	-106.78	-31.89	-138.67	-186.00	-9.76	-195.76
-j	-142.59	-33.84	-176.43	-172.13	-9.76	-181.89
37-i	-142.59	-33.84	-176.43	-172.13	-9.76	-181.89
-j	-175.64	-35.79	-211.43	-158.37	-9.76	-168.13
38-i	-175.64	-35.79	-211.43	-158.37	-9.76	-168.13
-j	-205.94	-37.75	-243.69	-144.72	-9.76	-154.48
39-i	-205.94	-37.75	-243.69	-144.72	-9.76	-154.48
-j	-233.53	-39.70	-273.23	-131.19	-9.76	-140.95
40-i	-233.53	-39.70	-273.23	-131.19	-9.76	-140.95
-j	-258.43	-41.65	-300.08	-117.78	-9.76	-127.54
41-i	-258.43	-41.65	-300.08	-117.78	-9.76	-127.54
-j	-280.65	-43.60	-324.26	-104.49	-9.76	-114.25
42-i	-280.65	-43.60	-324.26	-104.49	-9.76	-114.25
-j	-300.23	-45.55	-345.79	-91.31	-9.76	-101.08
43-i	-300.23	-45.55	-345.79	-91.31	-9.76	-101.08
-j	-317.19	-47.51	-364.69	-78.26	-9.76	-88.03
44-i	-317.19	-47.51	-364.69	-78.26	-9.76	-88.03
-j	-331.54	-49.46	-381.00	-65.34	-9.76	-75.10
45-i	-331.54	-49.46	-381.00	-65.34	-9.76	-75.10
-j	-343.33	-51.41	-394.74	-52.54	-9.76	-62.30
46-i	-343.33	-51.41	-394.74	-52.54	-9.76	-62.30
-j	-352.57	-53.36	-405.93	-39.87	-9.76	-49.63
47-i	-352.57	-53.36	-405.93	-39.87	-9.76	-49.63
-j	-359.29	-55.32	-414.60	-27.32	-9.76	-37.08
48-i	-359.29	-55.32	-414.60	-27.32	-9.76	-37.08
-j	-363.50	-57.27	-420.77	-14.90	-9.76	-24.66
49-i	-363.50	-57.27	-420.77	-14.90	-9.76	-24.66
-j	-365.25	-59.22	-424.47	-2.61	-9.76	-12.37
50-i	-365.25	-59.22	-424.47	-2.61	-9.76	-12.37
-j	-364.56	-61.17	-425.73	9.56	-9.76	-0.21
51-i	-364.56	-61.17	-425.73	9.56	-9.76	-0.21
-j	-361.44	-63.13	-424.56	21.59	-9.76	11.83
52-i	-361.44	-63.13	-424.56	21.59	-9.76	11.83
-j	-355.93	-65.08	-421.01	33.49	-9.76	23.73
53-i	-355.93	-65.08	-421.01	33.49	-9.76	23.73
-j	-348.05	-67.03	-415.08	45.26	-9.76	35.50
54-i	-348.05	-67.03	-415.08	45.26	-9.76	35.50
-j	-337.83	-68.98	-406.82	56.90	-9.76	47.14
55-i	-337.83	-68.98	-406.82	56.90	-9.76	47.14
-j	-325.30	-70.94	-396.24	68.40	-9.76	58.64
56-i	-325.30	-70.94	-396.24	68.40	-9.76	58.64
-j	-310.48	-72.89	-383.37	79.78	-9.76	70.02
57-i	-310.48	-72.89	-383.37	79.78	-9.76	70.02
-j	-293.40	-74.84	-368.24	91.02	-9.76	81.26
58-i	-293.40	-74.84	-368.24	91.02	-9.76	81.26
-j	-274.08	-76.79	-350.87	102.13	-9.76	92.36
59-i	-274.08	-76.79	-350.87	102.13	-9.76	92.36
-j	-252.56	-78.74	-331.30	113.10	-9.76	103.34
60-i	-252.56	-78.74	-331.30	113.10	-9.76	103.34
-j	-228.85	-80.70	-309.55	123.94	-9.76	114.17
61-i	-228.85	-80.70	-309.55	123.94	-9.76	114.17
-j	-202.99	-82.65	-285.64	134.64	-9.76	124.88
62-i	-202.99	-82.65	-285.64	134.64	-9.76	124.88
-j	-175.01	-84.60	-259.61	145.21	-9.76	135.44
63-i	-175.01	-84.60	-259.61	145.21	-9.76	135.44
-j	-144.92	-86.55	-231.47	155.64	-9.76	145.88
64-i	-144.92	-86.55	-231.47	155.64	-9.76	145.88
-j	-112.76	-88.51	-201.27	165.93	-9.76	156.17
65-i	-112.76	-88.51	-201.27	165.93	-9.76	156.17
-j	-78.55	-90.46	-169.01	176.09	-9.76	166.33

部 材 No	モーメント kN.m/m			せん断力 kN/m		
	基本case1	基本case2	組み合わせ	基本case1	基本case2	組み合わせ
66-i	-78.55	-90.46	-169.01	176.09	-9.76	166.33
-j	-42.33	-92.41	-134.74	186.12	-9.76	176.35
67-i	-42.33	-92.41	-134.74	186.12	-9.76	176.35
-j	-4.12	-94.36	-98.48	196.00	-9.76	186.24
68-i	-4.12	-94.36	-98.48	196.00	-9.76	186.24
-j	27.67	-93.19	-65.52	123.87	20.31	144.18
69-i	27.67	-93.19	-65.52	123.87	20.31	144.18
-j	46.23	-86.71	-40.48	63.74	43.38	107.12
70-i	46.23	-86.71	-40.48	63.74	43.38	107.12
-j	53.96	-76.29	-22.33	15.51	59.71	75.22
71-i	53.96	-76.29	-22.33	15.51	59.71	75.22
-j	53.22	-63.26	-10.04	-20.96	69.52	48.56
72-i	53.22	-63.26	-10.04	-20.96	69.52	48.56
-j	46.35	-48.90	-2.55	-45.82	73.02	27.20
73-i	46.35	-48.90	-2.55	-45.82	73.02	27.20
-j	35.66	-34.46	1.20	-59.21	70.36	11.15
74-i	35.66	-34.46	1.20	-59.21	70.36	11.15
-j	23.42	-21.16	2.26	-61.26	61.67	0.41
75-i	23.42	-21.16	2.26	-61.26	61.67	0.41
-j	11.90	-10.19	1.71	-52.05	47.02	-5.03
76-i	11.90	-10.19	1.71	-52.05	47.02	-5.03
-j	3.35	-2.74	0.60	-31.62	26.46	-5.16
77-i	3.35	-2.74	0.60	-31.62	26.46	-5.16
-j	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(6)解析結果(変位、反力)

最大変位 xmax = -202.34mm (G.L. 5.000m)

格点 No	Y 座 標 GL(m)	変位量 mm			反力 kN/m		
		基本case1	基本case2	組み合わせ	基本case1	基本case2	組み合わせ
1	5.000	2.07	-204.41	-202.34			
2	4.800	1.24	-200.98	-199.73			
3	4.600	0.41	-197.54	-197.13			
4	4.500	0.00	-195.83	-195.83	75.03	0.00	75.03
5	4.400	-0.41	-194.11	-194.52			
6	4.200	-1.24	-190.68	-191.91			
7	4.000	-2.04	-187.24	-189.28			
8	3.800	-2.82	-183.81	-186.63			
9	3.600	-3.56	-180.38	-183.93			
10	3.400	-4.25	-176.94	-181.19			
11	3.200	-4.87	-173.51	-178.38			
12	3.000	-5.42	-170.08	-175.50			
13	2.800	-5.88	-166.65	-172.53			
14	2.600	-6.25	-163.22	-169.46			
15	2.400	-6.49	-159.79	-166.28			
16	2.200	-6.61	-156.36	-162.97			
17	2.000	-6.58	-152.94	-159.52			
18	1.800	-6.39	-149.51	-155.90			
19	1.600	-6.02	-146.09	-152.12			
20	1.400	-5.46	-142.68	-148.14			
21	1.200	-4.68	-139.27	-143.95			
22	1.000	-3.68	-135.86	-139.53			
23	0.800	-2.41	-132.46	-134.87			
24	0.600	-0.88	-129.06	-129.94			
25	0.500	0.00	-127.37	-127.37	-487.38	0.00	-487.38
26	0.400	0.95	-125.68	-124.72			
27	0.200	3.07	-122.30	-119.23			
28	0.000	5.43	-118.93	-113.51			
29	-0.200	7.98	-115.58	-107.59			
30	-0.400	10.70	-112.23	-101.54			
31	-0.600	13.53	-108.91	-95.38			
32	-0.800	16.44	-105.59	-89.15			
33	-1.000	19.40	-102.30	-82.90			
34	-1.200	22.37	-99.02	-76.65			
35	-1.400	25.32	-95.76	-70.44			
36	-1.600	28.22	-92.52	-64.30			
37	-1.800	31.05	-89.31	-58.26			
38	-2.000	33.78	-86.12	-52.34			

格点 No	Y 座 標 GL(m)	変位量 mm			反力 kN/m		
		基本case1	基本case2	組み合わせ	基本case1	基本case2	組み合わせ
39	-2.200	36.39	-82.95	-46.57			
40	-2.400	38.85	-79.82	-40.97			
41	-2.600	41.14	-76.70	-35.56			
42	-2.800	43.25	-73.62	-30.37			
43	-3.000	45.17	-70.57	-25.41			
44	-3.200	46.87	-67.56	-20.68			
45	-3.400	48.35	-64.57	-16.22			
46	-3.600	49.60	-61.62	-12.02			
47	-3.800	50.60	-58.71	-8.11			
48	-4.000	51.36	-55.83	-4.48			
49	-4.200	51.86	-52.99	-1.14			
50	-4.400	52.10	-50.20	1.91			
51	-4.600	52.09	-47.44	4.65			
52	-4.800	51.82	-44.73	7.09			
53	-5.000	51.30	-42.06	9.23			
54	-5.200	50.52	-39.44	11.08			
55	-5.400	49.50	-36.87	12.63			
56	-5.600	48.25	-34.34	13.90			
57	-5.800	46.76	-31.87	14.89			
58	-6.000	45.05	-29.45	15.61			
59	-6.200	43.14	-27.07	16.06			
60	-6.400	41.03	-24.76	16.27			
61	-6.600	38.75	-22.50	16.25			
62	-6.800	36.30	-20.29	16.01			
63	-7.000	33.71	-18.15	15.57			
64	-7.200	31.00	-16.06	14.94			
65	-7.400	28.18	-14.03	14.15			
66	-7.600	25.29	-12.07	13.22			
67	-7.800	22.34	-10.17	12.17			
68	-8.000	19.36	-8.34	11.02	-----	-----	-----
69	-8.200	16.38	-6.57	9.81	-----	-----	-----
70	-8.400	13.42	-4.87	8.55	-----	-----	-----
71	-8.600	10.48	-3.23	7.26	-----	-----	-----
72	-8.800	7.59	-1.64	5.95	-----	-----	-----
73	-9.000	4.73	-0.10	4.63	-----	-----	-----
74	-9.200	1.91	1.41	3.32	-----	-----	-----
75	-9.400	-0.89	2.89	2.00	-----	-----	-----
76	-9.600	-3.67	4.36	0.69	-----	-----	-----
77	-9.800	-6.45	5.82	-0.62	-----	-----	-----
78	-10.000	-9.22	7.28	-1.94	-----	-----	-----

印は引張材設計用反力。

反力欄のブランクは、支点並びに地盤分布バネが全く存在しない格点。

反力欄の「-----」は、地盤分布バネが有効（支持層）な格点。

(7)解析結果（支持層の確認）

本照査は、支持層を対象に、基本ケース1の変位に、基本ケース2より得られた変位量を逆向きに加算した結果を、変位量 x として地盤反力度を算出し、それが受働抵抗（受働土圧力）以下となっていることを確認する。

格点 No	Y 座 標 GL(m)	変 位 量 x (mm)	地盤バネ強度 K_h (kN/m)	地盤反力度 $K_h \times x$	受働土圧力 P_p (kN/m)	判定
68	-8.000	27.70	2018	55.91	24.15	×
69	-8.200	22.95	4037	92.65	49.20	×
70	-8.400	18.29	4037	73.81	50.40	×
71	-8.600	13.71	4037	55.35	51.60	×
72	-8.800	9.23	4037	37.26	52.80	
73	-9.000	4.83	4037	19.50	54.00	
74	-9.200	0.50	4037	2.01	55.20	
75	-9.400	-3.78	4037	-15.28	56.40	
76	-9.600	-8.04	4037	-32.44	57.60	
77	-9.800	-12.27	4037	-49.54	58.80	
78	-10.000	-16.50	2018	-33.31	29.85	

地盤バネ強度 K_h は格点の上半分、下半分の分布バネを集中バネに換算したものである。

同様に、受働土圧力も格点の上半分、下半分の分布強度を集中強度に換算したものである。

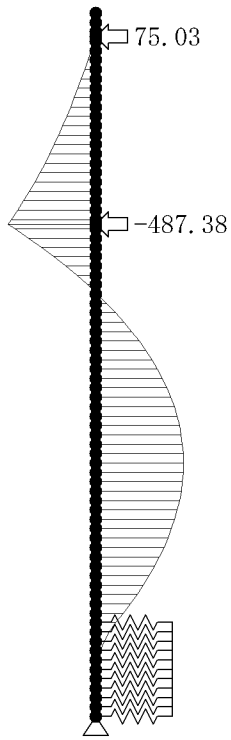
地盤反力度は、 $K_h \times x / 1000.0$ で算出した値である。

(8) 断面力図

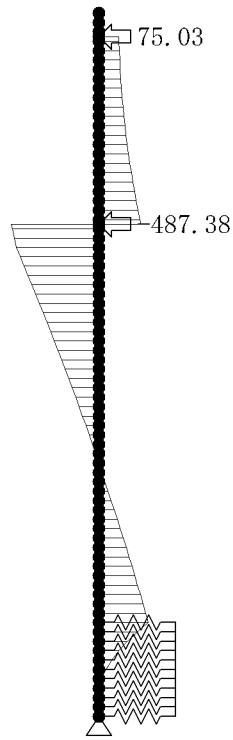
最大曲げモーメント $M_{max} = -425.73 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (G.L. -4.600m)

最大せん断力 $S_{max} = -329.14 \text{ kN/m}$ (G.L. 0.500m)

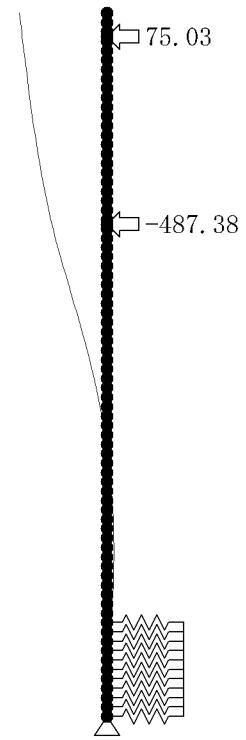
最大変位 $x_{max} = -202.34 \text{ mm}$ (G.L. 5.000m)



モーメント図



せん断力図



変位図

図中、矢印の数値は引張材反力(kN/m)である。

4.3.3 壁体応力度

(1)使用断面

断面種類：鋼矢板

使用鋼材：VL型

使用材質：SY295

断面諸元	単位	数値
断面係数 Z	$\times 10^3 (\text{mm}^3/\text{m})$	3150
同上 有効率	-----	0.600
断面積 A	$\times 10^2 (\text{mm}^2/\text{m})$	267.60

(2)設計断面力

設計断面力は下表の通りとする。

状態	モーメント M $\times 10^6 (\text{N}\cdot\text{mm}/\text{m})$	軸力 N $\times 10^2 (\text{N}/\text{m})$	せん断力 S $\times 10^2 (\text{N}/\text{m})$
Max時	425.73	0.00	329.14

(3)曲げ応力度

$$\sigma = \frac{M}{\alpha \cdot Z} + \frac{N}{A} \leq \sigma_{sa}$$

状態	応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
Max時	225	270	

(4)せん断応力度

$$\tau = \frac{S}{A} \leq \tau_a$$

状態	応力度 N/mm ²	許容応力度 a N/mm ²	判定
Max時	12	125	

4.3.4 引張材応力度

(1) 上段引張材の検討

1) 使用断面

- 使用径 : 70(mm)
- 使用材質 : 高張力鋼690
- 許容応力度 : 264(N/mm²)
- 引張材設置間隔L : 2.000(m)
- 引張材使用本数n : 1(本)
- 引張材断面積 A : 70² × (/ 4)(mm²)

2) 張力の算定

$$P = R \times L$$

引張材反力 R kN/m	引張材設置 間隔 L m	引張材張力 P kN/本
75.03	2.000	150.06

3) 応力度

$$\sigma = \frac{P \times 10^3}{n \times A} \leq \sigma a$$

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判 定
39	264	

(2) 下段引張材の検討

1) 使用断面

- 使用径 : 70(mm)
- 使用材質 : 高張力鋼690
- 許容応力度 : 264(N/mm²)
- 引張材設置間隔L : 2.000(m)
- 引張材使用本数n : 1(本)
- 引張材断面積 A : 70² × (/ 4)(mm²)

2) 張力の算定

$$P = R \times L$$

引張材反力 R kN/m	引張材設置 間隔 L m	引張材張力 P kN/本
487.38	2.000	974.77

3) 応力度

$$\sigma = \frac{P \times 10^3}{n \times A} \leq \sigma a$$

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判 定
253	264	

4.3.5 腹起し材応力度

(1) 上段腹起し材の検討

1) 使用断面

使用鋼材 : [300 × 90 × 10 × 15.5

使用材質 : SS400

許容応力度 : 210(N/mm²)

設置間隔 : 2.000(m)

2) モーメントの算定

$$M = \frac{P \times L}{10}$$

引張材張力 P kN/本	引張材設置 間隔 L m	モーメント M kN.m/m
150.06	2.000	30.01

3) 応力度

$$\sigma = \frac{M \times 10^8}{Z \times 10^3} \leq \sigma_a$$

Z : 断面係数 (= 494 × 2cm³)

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。

応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
30	210	

(2) 下段腹起し材の検討

1) 使用断面

使用鋼材 : [300 × 90 × 10 × 15.5

使用材質 : SS400

許容応力度 : 210(N/mm²)

設置間隔 : 2.000(m)

2) モーメントの算定

$$M = \frac{P \times L}{10}$$

引張材張力 P kN/本	引張材設置 間隔 L m	モーメント M kN.m/m
974.77	2.000	194.95

3) 応力度

$$\sigma = \frac{M \times 10^8}{Z \times 10^3} \leq \sigma_a$$

Z : 断面係数 (= 494 × 2cm³)

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。

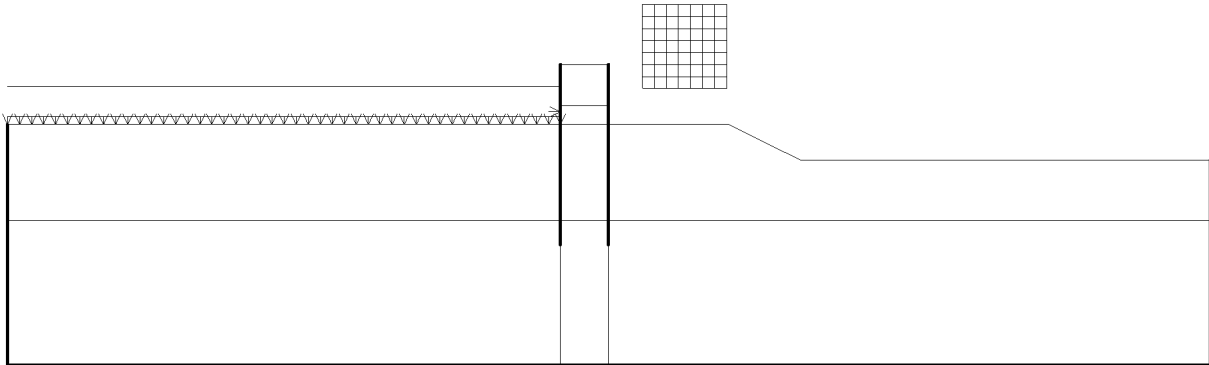
応力度 N/mm ²	許容応力度 sa N/mm ²	判定
197	210	

5章 円弧すべりの検討

5.1 常時

5.1.1 検討条件

(1)検討モデル



本プログラムの荷重強度の扱い

- ・集中荷重：荷重強度が0.10kN/m未満は無視し、9999.00kN/m超過は9999.0kN/mとする。
- ・分布荷重：両側の荷重強度が0.10kN/m²未満は無視する。また、9999.00kN/m²超過は9999.0kN/m²とする。

(2)静水圧について

静水圧については、壁体に作用する水平方向の静水圧を集中荷重で、また、自由水の部分の水の重量は考慮せず、地表面に作用する鉛直の静水圧を分布荷重で別途考慮する。

1)堤外側水平方向静水圧(pw1h)

H.W.L. > 堤外区間地表面天端の時に、水平方向静水圧(pw1h)を堤外側矢板に集中荷重で考慮する。

- ・堤外側水平方向静水圧強度

$$pw1h = (H.W.L. - \text{堤外区間地表面G.L.})^2 \times \gamma_w \times \frac{1}{2}$$

$$= \left\{ (3.200) - (0.000) \right\}^2 \times 10.00 \times \frac{1}{2} = 51.20 \text{ (kN/m)}$$

- ・作用位置

$$y = \left\{ (H.W.L. - \text{堤外区間地表面G.L.}) \times \frac{1}{3} \right\} + \text{堤外区間地表面G.L.}$$

$$= \left\{ (3.200) - (0.000) \right\} \times \frac{1}{3} + (0.000) = 1.067 \text{ (m)}$$

2)堤外側鉛直方向静水圧(pw1v)

H.W.L. > 堤外区間地表面天端の時に、鉛直方向静水圧(pw1v)を堤外区間地表面に分布荷重で考慮する。

- ・堤外側鉛直方向静水圧強度

$$pw1v = (H.W.L. - \text{堤外区間地表面G.L.}) \times \gamma_w = \left\{ (3.200) - (0.000) \right\} \times 10.00 = 32.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(3)上載圧について

上載荷重は無視する。

(4)その他荷重について

その他荷重は無視する。

5.1.2 検討結果

(1) 計算結果

解析法 : Fellenius法

破壊基準 : 有効応力法

$$F_s = \frac{MR}{MD} = \frac{\Sigma \{ (c \cdot L) + (W' \cos \alpha - Kh \cdot W \sin \alpha) \tan \phi \}}{\Sigma \left(W \sin \alpha + Kh \cdot W \cdot \frac{y}{R} \right) + \frac{1}{R} \{ \Sigma p_{wh} \cdot a_h + \Sigma p_{wv} \cdot a_v + \Sigma p_{wd} \cdot a_{wd} \}}$$

ここに、

F_s : 円弧すべりに対する安全率

MR : 抵抗モーメント

MD : 滑動モーメント

c : 粘着力 (kN/m²)

L : スライス底面のすべり面の長さ

W' : スライスの有効重量 (水中部分の土については ' を考える) (kN/m)

W : スライスの全重量 (自由水の重量は含まない) (kN/m)。水中部分の土については sat を考える。

α : スライス底面が水平面となす角度

y : スライスの重心とすべり円中心の間の鉛直距離

R : すべり円の半径

Kh : 設計震度 (常時は0扱い)

p_{wh} : 外水位による水平方向の静水圧

a_h : p_{wh}のすべり円中心に関するアーム長

p_{wv} : 外水位により地表面に作用する鉛直方向に静水圧

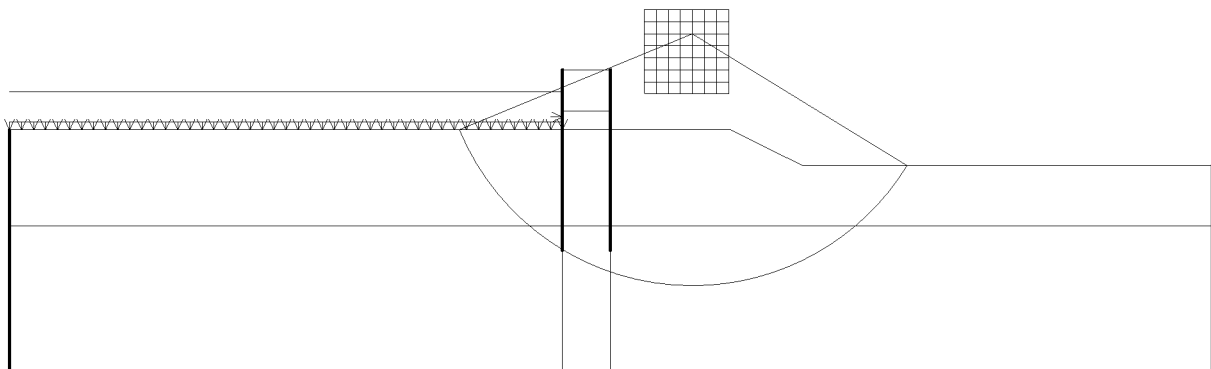
a_v : p_{wv}のすべり円中心に関するアーム長

p_{wd} : 動水圧 (常時は0扱い)

a_{wd} : p_{wd}のすべり円中心に関するアーム長

検討ケース	円中心座標		半 径 R (m)	抵 抗 モーメント MR (kN.m)	滑 動 モーメント MD (kN.m)	安 全 率	
	X座標(m)	Y座標(m)				F _s	F _{sp}
常時	6.800	-8.000	21.000	39359.105	17058.186	2.307	1.20

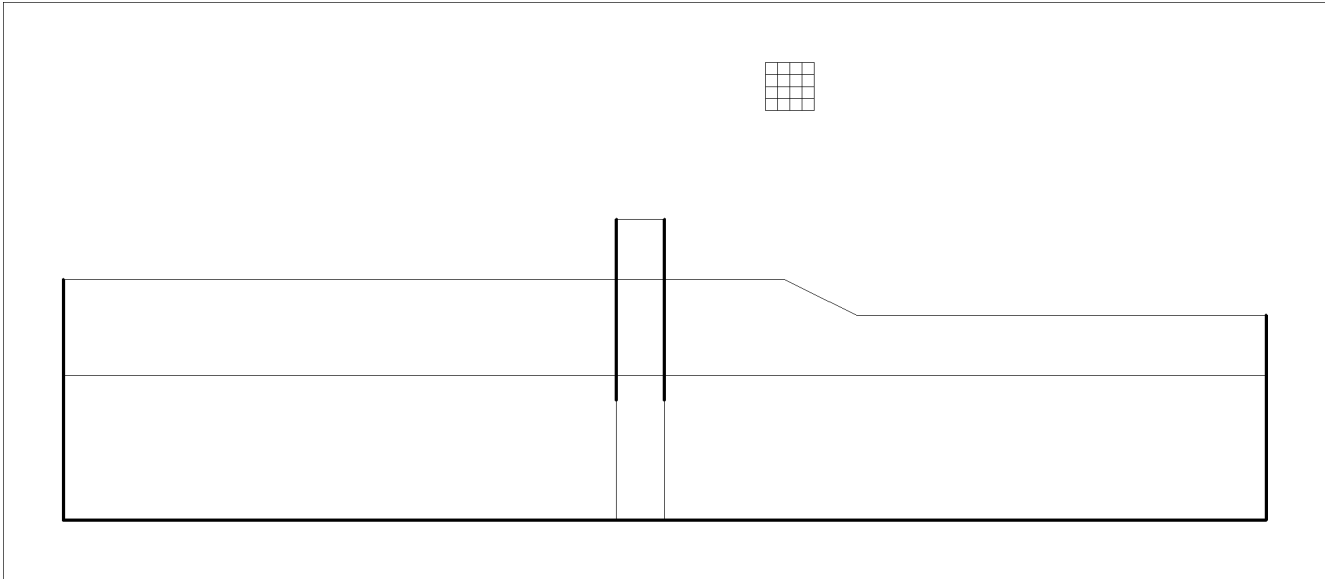
(2) 結果図



5.2 地震時

5.2.1 検討条件

(1) 検討モデル



本プログラムの荷重強度の扱い

- ・集中荷重：荷重強度が 0.10kN/m 未満は無視し、 9999.00kN/m 超過は 9999.0kN/m とする。
- ・分布荷重：両側の荷重強度が 0.10kN/m^2 未満は無視する。また、 9999.00kN/m^2 超過は 9999.0kN/m^2 とする。

(2) 静水圧について

静水圧については、壁体に作用する水平方向の静水圧を集中荷重で、また、自由水の部分の水の重量は考慮せず、地表面に作用する鉛直の静水圧を分布荷重で別途考慮する。

(3) 上載圧について

上載荷重は無視する。

(4) その他荷重について

その他荷重は無視する。

5.2.2 検討結果

(1) 計算結果

解析法 : Fellenius法

破壊基準 : 有効応力法

$$F_s = \frac{MR}{MD} = \frac{\Sigma \{ (c \cdot L) + (W' \cos \alpha - Kh \cdot W \sin \alpha) \tan \phi \}}{\Sigma \left(W \sin \alpha + Kh \cdot W \cdot \frac{y}{R} \right) + \frac{1}{R} \{ \Sigma p_{wh} \cdot a_h + \Sigma p_{wv} \cdot a_v + \Sigma p_{wd} \cdot a_{wd} \}}$$

ここに、

F_s : 円弧すべりに対する安全率

MR : 抵抗モーメント

MD : 滑動モーメント

c : 粘着力 (kN/m²)

L : スライス底面のすべり面の長さ

W' : スライスの有効重量 (水中部分の土については ' を考える) (kN/m)

W : スライスの全重量 (自由水の重量は含まない) (kN/m)。水中部分の土については sat を考える。

α : スライス底面が水平面となす角度

y : スライスの重心とすべり円中心の間の鉛直距離

R : すべり円の半径

Kh : 設計震度 (0.10)

p_{wh} : 外水位による水平方向の静水圧

a_h : p_{wh}のすべり円中心に関するアーム長

p_{wv} : 外水位により地表面に作用する鉛直方向に静水圧

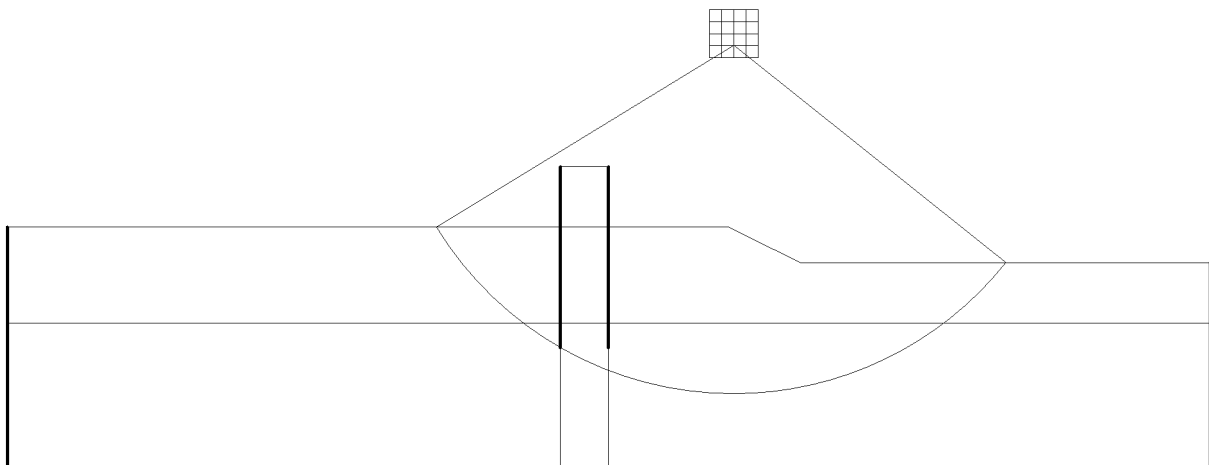
a_v : p_{wv}のすべり円中心に関するアーム長

p_{wd} : 動水圧 (常時は0扱い)

a_{wd} : p_{wd}のすべり円中心に関するアーム長

検討ケース	円中心座標		半 径 R (m)	抵 抗 モーメント MR (kN.m)	滑 動 モーメント MD (kN.m)	安 全 率	
	X座標(m)	Y座標(m)				F _s	F _{sp}
地震時	10.400	-15.100	29.000	69528.445	39706.230	1.751	1.00

(2) 結果図



6章 円弧すべり結果詳細 (常時)

6.1 安定計算条件

6.1.1 設計条件

- 設計基準 : 任意
- 設計対象 : 任意
- 水の状態 : 定常浸透時
 - 水の単位体積重量 w 10.00(kN/m³)
- 破壊基準 : 有効応力法
- すべりの種類 : 円弧すべり
- 計算法 : Fellenius法
- 水圧の扱い : 体積法
- 単位重量 ・ 間隙水圧 u の取扱い

	滑動
(1) 浸潤線より上	t
(2) 浸潤線と低水位線の間	sat (U = 0)
(3) 低水位線以下	sat (U = 0)

	抵抗
(1) 浸潤線より上	t
(2) 浸潤線と低水位線の間	'
(3) 低水位線以下	'

6.1.2 計算条件

(1) 計算方法の設定

- 計算種別 : 常時
- 荷重
 - 集中荷重、分布荷重をせん断抵抗に考慮しない
 - 鉛直力、水平力とも考慮する
- 臨界面種別 : 最小安全率臨界面
 - 必要抑止力 P_{req} の計算を行う
 - 押え盛土の計算を行わない
- 計画安全率 F_{sp} 1.20
- すべり円中心
 - すべり円を格子範囲とする
 - 格子内コンターラインの描画を行わない
- すべり円半径
 - すべり円半径を固定としない
 - すべり円半径の刻み幅 R 1.000 (m)
- スライス分割幅 b 0.800(m)
- 表層すべりの制御
 - 最小すべり幅 0.00(m)

6.1.3 形状・属性

(1) 計算対象範囲

ID	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.000

ID	X (m)	Y (m)
2	10.000	0.000
3	16.000	-3.000
4	50.000	-3.000
5	50.000	-8.000
6	50.000	-20.000
7	0.000	-20.000
8	-4.000	-20.000
9	-50.000	-20.000
10	-50.000	-8.000
11	-50.000	0.000
12	-4.000	0.000
13	-4.000	5.000
14	0.000	5.000
1	0.000	0.000

(2)土質ブロック

1)ブロック名：堤内 - No.1

ID	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.000
2	10.000	0.000
3	16.000	-3.000
4	50.000	-3.000
5	50.000	-8.000
15	0.000	-8.000
1	0.000	0.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

2)ブロック名：堤内 - No.2

ID	X (m)	Y (m)
15	0.000	-8.000
5	50.000	-8.000
6	50.000	-20.000
7	0.000	-20.000
15	0.000	-8.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

3)ブロック名：中詰土

ID	X (m)	Y (m)
13	-4.000	5.000
14	0.000	5.000
1	0.000	0.000
12	-4.000	0.000
13	-4.000	5.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

4)ブロック名：堤体 - No.1

ID	X (m)	Y (m)
12	-4.000	0.000
1	0.000	0.000
15	0.000	-8.000
16	-4.000	-8.000
12	-4.000	0.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

5)ブロック名：堤体 - No.2

ID	X (m)	Y (m)
16	-4.000	-8.000
15	0.000	-8.000
7	0.000	-20.000
8	-4.000	-20.000
16	-4.000	-8.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

6) ブロック名：堤外 - No.1

ID	X (m)	Y (m)
11	-50.000	0.000
12	-4.000	0.000
16	-4.000	-8.000
10	-50.000	-8.000
11	-50.000	0.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

7) ブロック名：堤外 - No.2

ID	X (m)	Y (m)
10	-50.000	-8.000
16	-4.000	-8.000
8	-4.000	-20.000
9	-50.000	-20.000
10	-50.000	-8.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

(3) 格子範囲

ID	X (m)	Y (m)
24	2.800	10.000
25	10.000	10.000
26	10.000	3.000
27	2.800	3.000

検討格子分割幅 X 1.00(m)

Y 1.00(m)

(5) 水位線

ID	X (m)	Y (m)
17	-50.000	3.200
18	-4.000	3.200
19	-4.000	1.600
20	0.000	1.600
1	0.000	0.000
2	10.000	0.000
3	16.000	-3.000
4	50.000	-3.000

(6)集中荷重

1)集中荷重1

ID	X (m)	Y (m)
23	-4.000	1.067

荷重強度 51.2(kN/m)

角度 -90.0(度)

分散角度 0.0(度)

(7)分布荷重

1)分布荷重1

ID	X (m)	Y (m)
12	-4.000	0.000
11	-50.000	0.000

荷重強度 右(上)端 32.0(kN/m²)左(下)端 32.0(kN/m²)

角度 0.0(度)

分散角度 0.0(度)

(8)ネバーカットライン

1)ネバーカットライン1

ID	X (m)	Y (m)
14	0.000	5.000
21	0.000	-10.000

2)ネバーカットライン2

ID	X (m)	Y (m)
13	-4.000	5.000
22	-4.000	-10.000

3)ネバーカットライン3

ID	X (m)	Y (m)
4	50.000	-3.000
5	50.000	-8.000
6	50.000	-20.000
7	0.000	-20.000
8	-4.000	-20.000
9	-50.000	-20.000
10	-50.000	-8.000
11	-50.000	0.000

(9)マストカットライン

1)マストカットライン1

ID	X (m)	Y (m)
11	-50.000	0.000
12	-4.000	0.000

6.1.4 土質物性値一覧

ブロック名	土の重量			土性			
	湿潤重量 t (kN/m ³)	飽和重量 sat (kN/m ³)	水中重量 (kN/m ³)	粘着力 Co (kN/m ²)	増加係数 k (kN/m ³)	増加基準値 yo (m)	内部摩擦角 (度)
堤内 - No.1	18.0	20.0	10.0	0.00	_____	_____	30.00
堤内 - No.2	18.0	20.0	10.0	0.00	_____	_____	30.00
中詰土	18.0	20.0	10.0	0.00	_____	_____	30.00
堤体 - No.1	18.0	20.0	10.0	0.00	_____	_____	30.00
堤体 - No.2	18.0	20.0	10.0	0.00	_____	_____	30.00
堤外 - No.1	18.0	20.0	10.0	0.00	_____	_____	30.00
堤外 - No.2	18.0	20.0	10.0	0.00	_____	_____	30.00

6.2 臨界面の計算結果

6.2.1 臨界面の詳細結果

(1) 滑動

1) 鉛直力による滑動モーメント

$$W = (\text{土塊}W) + (\text{水重量}) + (\text{慣性力}V)$$

$$MDv = W \cdot X$$

ここに、 W : 鉛直方向作用力の総和

MDv : 鉛直方向滑動モーメント

X : 円弧中心からスライス重心までのアーム長

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	W (mm)	X (m)	MDv (kN/m)
1	10.60	0.00	0.00	10.60	-18.964	-200.98
2	35.35	0.00	0.00	35.35	-18.292	-646.65
3	56.12	0.00	0.00	56.12	-17.519	-983.16
4	73.96	0.00	0.00	73.96	-16.733	-1237.67
5	89.61	0.00	0.00	89.61	-15.944	-1428.81
6	103.51	0.00	0.00	103.51	-15.154	-1568.62
7	115.97	0.00	0.00	115.97	-14.362	-1665.61
8	127.20	0.00	0.00	127.20	-13.570	-1726.10
9	137.35	0.00	0.00	137.35	-12.778	-1755.04
10	146.54	0.00	0.00	146.54	-11.986	-1756.43
11	154.88	0.00	0.00	154.88	-11.193	-1733.59
12	238.43	0.00	0.00	238.43	-10.398	-2479.20
13	245.37	0.00	0.00	245.37	-9.598	-2355.09
14	251.61	0.00	0.00	251.61	-8.798	-2213.76
15	257.20	0.00	0.00	257.20	-7.999	-2057.23
16	262.17	0.00	0.00	262.17	-7.199	-1887.31
17	184.53	0.00	0.00	184.53	-6.414	-1183.61
18	188.08	0.00	0.00	188.08	-5.645	-1061.74
19	191.15	0.00	0.00	191.15	-4.876	-932.03
20	193.74	0.00	0.00	193.74	-4.107	-795.67
21	195.87	0.00	0.00	195.87	-3.338	-653.79
22	197.55	0.00	0.00	197.55	-2.569	-507.47
23	198.79	0.00	0.00	198.79	-1.800	-357.76
24	199.59	0.00	0.00	199.59	-1.031	-205.70
25	199.96	0.00	0.00	199.96	-0.261	-52.29
26	199.89	0.00	0.00	199.89	0.508	101.46
27	199.38	0.00	0.00	199.38	1.277	254.55
28	198.44	0.00	0.00	198.44	2.046	405.97
29	197.06	0.00	0.00	197.06	2.815	554.71
30	187.57	0.00	0.00	187.57	3.572	670.10
31	179.79	0.00	0.00	179.79	4.322	777.10
32	171.58	0.00	0.00	171.58	5.072	870.25
33	162.93	0.00	0.00	162.93	5.822	948.53
34	153.83	0.00	0.00	153.83	6.571	1010.85
35	144.26	0.00	0.00	144.26	7.321	1056.08
36	134.20	0.00	0.00	134.20	8.070	1083.00
37	123.63	0.00	0.00	123.63	8.820	1090.32
38	121.42	0.00	0.00	121.42	9.592	1164.62
39	114.65	0.00	0.00	114.65	10.382	1190.30
40	107.16	0.00	0.00	107.16	11.172	1197.24
41	98.90	0.00	0.00	98.90	11.962	1183.03
42	89.79	0.00	0.00	89.79	12.751	1144.89
43	79.73	0.00	0.00	79.73	13.540	1079.57
44	68.61	0.00	0.00	68.61	14.328	983.13
45	56.28	0.00	0.00	56.28	15.115	850.73
46	42.53	0.00	0.00	42.53	15.898	676.18
47	27.06	0.00	0.00	27.06	16.672	451.20
48	9.45	0.00	0.00	9.45	17.371	164.11
+	6923.31	0.00	0.00	6923.31		18907.90
-	0.00	0.00	0.00	0.00		-31445.30
	6923.31	0.00	0.00	6923.31		-12537.41

2) 水平力による滑動モーメント

$$MDh = H \cdot Y$$

ここに、 H : 水平方向地震時慣性力

MDh : 水平方向滑動モーメント

Y : 円弧中心から地震時慣性力までのアーム長

No	慣性力H (mm)	Y (m)	MDh (kN/m)
1	0.00	0.000	0.00
2	0.00	0.000	0.00
3	0.00	0.000	0.00
4	0.00	0.000	0.00
5	0.00	0.000	0.00
6	0.00	0.000	0.00
7	0.00	0.000	0.00
8	0.00	0.000	0.00
9	0.00	0.000	0.00
10	0.00	0.000	0.00
11	0.00	0.000	0.00
12	0.00	0.000	0.00
13	0.00	0.000	0.00
14	0.00	0.000	0.00
15	0.00	0.000	0.00
16	0.00	0.000	0.00
17	0.00	0.000	0.00
18	0.00	0.000	0.00
19	0.00	0.000	0.00
20	0.00	0.000	0.00
21	0.00	0.000	0.00
22	0.00	0.000	0.00
23	0.00	0.000	0.00
24	0.00	0.000	0.00
25	0.00	0.000	0.00
26	0.00	0.000	0.00
27	0.00	0.000	0.00
28	0.00	0.000	0.00
29	0.00	0.000	0.00
30	0.00	0.000	0.00
31	0.00	0.000	0.00
32	0.00	0.000	0.00
33	0.00	0.000	0.00
34	0.00	0.000	0.00
35	0.00	0.000	0.00
36	0.00	0.000	0.00
37	0.00	0.000	0.00
38	0.00	0.000	0.00
39	0.00	0.000	0.00
40	0.00	0.000	0.00
41	0.00	0.000	0.00
42	0.00	0.000	0.00
43	0.00	0.000	0.00
44	0.00	0.000	0.00
45	0.00	0.000	0.00
46	0.00	0.000	0.00
47	0.00	0.000	0.00
48	0.00	0.000	0.00
+	0.00		0.00
-	0.00		0.00
	0.00		0.00

3) 滑動モーメントの集計

鉛直力による MDv : -12537.41
 水平力による MDh : 0.00
 静水圧による Mw : 0.00
 荷重による Mp : -4520.78

計 MD : -17058.19(kN/m)
 (時計回りをプラスとする)

静水圧による滑動モーメント

$$M_w = P_w \cdot (y_o - y_g)$$

P_w : 静水圧合力 (kN)

y_o : すべり円中心のY座標 (m)

y_g : 静水圧合力の作用Y座標 (m)

4)鉛直力による滑動力

$$V = (\text{土塊}W) + (\text{水重量}) + (\text{慣性力}V) + (\text{荷重}V)$$

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	荷重V (mm)	V (mm)	すべり (度)	V.sin (mm)
1	10.60	0.00	0.00	21.93	32.53	-64.559	-29.38
2	35.35	0.00	0.00	25.38	60.73	-60.582	-52.90
3	56.12	0.00	0.00	25.38	81.50	-56.536	-67.99
4	73.96	0.00	0.00	25.38	99.34	-52.828	-79.16
5	89.61	0.00	0.00	25.38	114.99	-49.398	-87.31
6	103.51	0.00	0.00	25.38	128.89	-46.187	-93.01
7	115.97	0.00	0.00	25.38	141.35	-43.150	-96.67
8	127.20	0.00	0.00	25.38	152.58	-40.256	-98.60
9	137.35	0.00	0.00	25.38	162.73	-37.480	-99.02
10	146.54	0.00	0.00	25.38	171.92	-34.802	-98.12
11	154.88	0.00	0.00	25.38	180.26	-32.209	-96.08
12	238.43	0.00	0.00	0.00	238.43	-29.680	-118.06
13	245.37	0.00	0.00	0.00	245.37	-27.198	-112.15
14	251.61	0.00	0.00	0.00	251.61	-24.771	-105.42
15	257.20	0.00	0.00	0.00	257.20	-22.389	-97.97
16	262.17	0.00	0.00	0.00	262.17	-20.048	-89.87
17	184.53	0.00	0.00	0.00	184.53	-17.784	-56.36
18	188.08	0.00	0.00	0.00	188.08	-15.594	-50.56
19	191.15	0.00	0.00	0.00	191.15	-13.426	-44.38
20	193.74	0.00	0.00	0.00	193.74	-11.278	-37.89
21	195.87	0.00	0.00	0.00	195.87	-9.146	-31.13
22	197.55	0.00	0.00	0.00	197.55	-7.026	-24.17
23	198.79	0.00	0.00	0.00	198.79	-4.916	-17.04
24	199.59	0.00	0.00	0.00	199.59	-2.813	-9.80
25	199.96	0.00	0.00	0.00	199.96	-0.713	-2.49
26	199.89	0.00	0.00	0.00	199.89	1.385	4.83
27	199.38	0.00	0.00	0.00	199.38	3.485	12.12
28	198.44	0.00	0.00	0.00	198.44	5.591	19.33
29	197.06	0.00	0.00	0.00	197.06	7.703	26.41
30	187.57	0.00	0.00	0.00	187.57	9.795	31.91
31	179.79	0.00	0.00	0.00	179.79	11.878	37.00
32	171.58	0.00	0.00	0.00	171.58	13.976	41.44
33	162.93	0.00	0.00	0.00	162.93	16.094	45.17
34	153.83	0.00	0.00	0.00	153.83	18.235	48.14
35	144.26	0.00	0.00	0.00	144.26	20.402	50.29
36	134.20	0.00	0.00	0.00	134.20	22.600	51.57
37	123.63	0.00	0.00	0.00	123.63	24.833	51.92
38	121.42	0.00	0.00	0.00	121.42	27.178	55.46
39	114.65	0.00	0.00	0.00	114.65	29.629	56.68
40	107.16	0.00	0.00	0.00	107.16	32.140	57.01
41	98.90	0.00	0.00	0.00	98.90	34.723	56.33
42	89.79	0.00	0.00	0.00	89.79	37.387	54.52
43	79.73	0.00	0.00	0.00	79.73	40.148	51.41
44	68.61	0.00	0.00	0.00	68.61	43.024	46.82
45	56.28	0.00	0.00	0.00	56.28	46.035	40.51
46	42.53	0.00	0.00	0.00	42.53	49.206	32.20
47	27.06	0.00	0.00	0.00	27.06	52.550	21.49
48	9.45	0.00	0.00	0.00	9.45	55.810	7.81
+	6923.31	0.00	0.00	275.73	7199.04		900.38
-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		-1695.52
	6923.31	0.00	0.00	275.73	7199.04		-795.14

5) 水平力による滑動力

$$H = (\text{慣性力}H) + (\text{側水圧}) + (\text{荷重}H)$$

$$(\text{滑動力}) = (V \cdot \sin \theta) + (H \cdot \cos \theta)$$

No	慣性力H (mm)	側水圧 (mm)	荷重H (mm)	H (mm)	すべり (度)	H.cos (mm)	滑動力計 (mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	-64.559	0.00	-29.38
2	0.00	0.00	0.00	0.00	-60.582	0.00	-52.90
3	0.00	0.00	0.00	0.00	-56.536	0.00	-67.99
4	0.00	0.00	0.00	0.00	-52.828	0.00	-79.16
5	0.00	0.00	0.00	0.00	-49.398	0.00	-87.31
6	0.00	0.00	0.00	0.00	-46.187	0.00	-93.01
7	0.00	0.00	0.00	0.00	-43.150	0.00	-96.67
8	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.256	0.00	-98.60
9	0.00	0.00	0.00	0.00	-37.480	0.00	-99.02
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-34.802	0.00	-98.12
11	0.00	0.00	0.00	0.00	-32.209	0.00	-96.08
12	0.00	0.00	0.00	0.00	-29.680	0.00	-118.06
13	0.00	0.00	0.00	0.00	-27.198	0.00	-112.15
14	0.00	0.00	0.00	0.00	-24.771	0.00	-105.42
15	0.00	0.00	0.00	0.00	-22.389	0.00	-97.97
16	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.048	0.00	-89.87
17	0.00	0.00	0.00	0.00	-17.784	0.00	-56.36
18	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.594	0.00	-50.56
19	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.426	0.00	-44.38
20	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.278	0.00	-37.89
21	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.146	0.00	-31.13
22	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.026	0.00	-24.17
23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.916	0.00	-17.04
24	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.813	0.00	-9.80
25	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.713	0.00	-2.49
26	0.00	0.00	0.00	0.00	1.385	0.00	4.83
27	0.00	0.00	0.00	0.00	3.485	0.00	12.12
28	0.00	0.00	0.00	0.00	5.591	0.00	19.33
29	0.00	0.00	0.00	0.00	7.703	0.00	26.41
30	0.00	0.00	0.00	0.00	9.795	0.00	31.91
31	0.00	0.00	0.00	0.00	11.878	0.00	37.00
32	0.00	0.00	0.00	0.00	13.976	0.00	41.44
33	0.00	0.00	0.00	0.00	16.094	0.00	45.17
34	0.00	0.00	0.00	0.00	18.235	0.00	48.14
35	0.00	0.00	0.00	0.00	20.402	0.00	50.29
36	0.00	0.00	0.00	0.00	22.600	0.00	51.57
37	0.00	0.00	0.00	0.00	24.833	0.00	51.92
38	0.00	0.00	0.00	0.00	27.178	0.00	55.46
39	0.00	0.00	0.00	0.00	29.629	0.00	56.68
40	0.00	0.00	0.00	0.00	32.140	0.00	57.01
41	0.00	0.00	0.00	0.00	34.723	0.00	56.33
42	0.00	0.00	0.00	0.00	37.387	0.00	54.52
43	0.00	0.00	0.00	0.00	40.148	0.00	51.41
44	0.00	0.00	0.00	0.00	43.024	0.00	46.82
45	0.00	0.00	0.00	0.00	46.035	0.00	40.51
46	0.00	0.00	0.00	0.00	49.206	0.00	32.20
47	0.00	0.00	0.00	0.00	52.550	0.00	21.49
48	0.00	0.00	0.00	0.00	55.810	0.00	7.81
+	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	900.38
-	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	-1695.52
	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	-795.14

(2) 抵抗

1) 抵抗力 (鉛直力・水平力)

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	荷重V (mm)	V (mm)	慣性力H (mm)	荷重H (mm)	側水圧 (mm)	H (mm)
1	5.30	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00
2	17.68	0.00	0.00	0.00	17.68	0.00	0.00	0.00	0.00
3	28.06	0.00	0.00	0.00	28.06	0.00	0.00	0.00	0.00
4	36.98	0.00	0.00	0.00	36.98	0.00	0.00	0.00	0.00
5	44.81	0.00	0.00	0.00	44.81	0.00	0.00	0.00	0.00
6	51.76	0.00	0.00	0.00	51.76	0.00	0.00	0.00	0.00
7	57.99	0.00	0.00	0.00	57.99	0.00	0.00	0.00	0.00
8	63.60	0.00	0.00	0.00	63.60	0.00	0.00	0.00	0.00
9	68.67	0.00	0.00	0.00	68.67	0.00	0.00	0.00	0.00

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	荷重V (mm)	V (mm)	慣性力H (mm)	荷重H (mm)	側水圧 (mm)	H (mm)
10	73.27	0.00	0.00	0.00	73.27	0.00	0.00	0.00	0.00
11	77.44	0.00	0.00	0.00	77.44	0.00	0.00	0.00	0.00
12	143.70	0.00	0.00	0.00	143.70	0.00	0.00	0.00	0.00
13	147.16	0.00	0.00	0.00	147.16	0.00	0.00	0.00	0.00
14	150.28	0.00	0.00	0.00	150.28	0.00	0.00	0.00	0.00
15	153.08	0.00	0.00	0.00	153.08	0.00	0.00	0.00	0.00
16	155.56	0.00	0.00	0.00	155.56	0.00	0.00	0.00	0.00
17	92.27	0.00	0.00	0.00	92.27	0.00	0.00	0.00	0.00
18	94.04	0.00	0.00	0.00	94.04	0.00	0.00	0.00	0.00
19	95.57	0.00	0.00	0.00	95.57	0.00	0.00	0.00	0.00
20	96.87	0.00	0.00	0.00	96.87	0.00	0.00	0.00	0.00
21	97.94	0.00	0.00	0.00	97.94	0.00	0.00	0.00	0.00
22	98.78	0.00	0.00	0.00	98.78	0.00	0.00	0.00	0.00
23	99.40	0.00	0.00	0.00	99.40	0.00	0.00	0.00	0.00
24	99.80	0.00	0.00	0.00	99.80	0.00	0.00	0.00	0.00
25	99.98	0.00	0.00	0.00	99.98	0.00	0.00	0.00	0.00
26	99.94	0.00	0.00	0.00	99.94	0.00	0.00	0.00	0.00
27	99.69	0.00	0.00	0.00	99.69	0.00	0.00	0.00	0.00
28	99.22	0.00	0.00	0.00	99.22	0.00	0.00	0.00	0.00
29	98.53	0.00	0.00	0.00	98.53	0.00	0.00	0.00	0.00
30	93.79	0.00	0.00	0.00	93.79	0.00	0.00	0.00	0.00
31	89.90	0.00	0.00	0.00	89.90	0.00	0.00	0.00	0.00
32	85.79	0.00	0.00	0.00	85.79	0.00	0.00	0.00	0.00
33	81.47	0.00	0.00	0.00	81.47	0.00	0.00	0.00	0.00
34	76.92	0.00	0.00	0.00	76.92	0.00	0.00	0.00	0.00
35	72.13	0.00	0.00	0.00	72.13	0.00	0.00	0.00	0.00
36	67.10	0.00	0.00	0.00	67.10	0.00	0.00	0.00	0.00
37	61.81	0.00	0.00	0.00	61.81	0.00	0.00	0.00	0.00
38	60.71	0.00	0.00	0.00	60.71	0.00	0.00	0.00	0.00
39	57.33	0.00	0.00	0.00	57.33	0.00	0.00	0.00	0.00
40	53.58	0.00	0.00	0.00	53.58	0.00	0.00	0.00	0.00
41	49.45	0.00	0.00	0.00	49.45	0.00	0.00	0.00	0.00
42	44.89	0.00	0.00	0.00	44.89	0.00	0.00	0.00	0.00
43	39.87	0.00	0.00	0.00	39.87	0.00	0.00	0.00	0.00
44	34.31	0.00	0.00	0.00	34.31	0.00	0.00	0.00	0.00
45	28.14	0.00	0.00	0.00	28.14	0.00	0.00	0.00	0.00
46	21.27	0.00	0.00	0.00	21.27	0.00	0.00	0.00	0.00
47	13.53	0.00	0.00	0.00	13.53	0.00	0.00	0.00	0.00
48	4.72	0.00	0.00	0.00	4.72	0.00	0.00	0.00	0.00
+	3584.06	0.00	0.00	0.00	3584.06	0.00	0.00	0.00	0.00
-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3584.06	0.00	0.00	0.00	3584.06	0.00	0.00	0.00	0.00

2) 抵抗力 (すべり面鉛直方向成分力)

$$N' = V \cdot \cos \alpha - H \cdot \sin \alpha - u \cdot L$$

ここに、N' : すべり面鉛直方向成分力

V : 鉛直力の総和

H : 水平力の総和

α : すべり角

u : 間隙水圧

L : スライス弧長

No	V (mm)	H (mm)	すべり (度)	N (mm)	u (kN/m)	L (m)	U = u · L (mm)	N' (mm)
1	5.30	0.00	-64.56	2.28	0.0	1.6	0.00	2.28
2	17.68	0.00	-60.58	8.68	0.0	1.6	0.00	8.68
3	28.06	0.00	-56.54	15.47	0.0	1.4	0.00	15.47
4	36.98	0.00	-52.83	22.34	0.0	1.3	0.00	22.34
5	44.81	0.00	-49.40	29.16	0.0	1.2	0.00	29.16
6	51.76	0.00	-46.19	35.83	0.0	1.1	0.00	35.83
7	57.99	0.00	-43.15	42.30	0.0	1.1	0.00	42.30
8	63.60	0.00	-40.26	48.54	0.0	1.0	0.00	48.54
9	68.67	0.00	-37.48	54.50	0.0	1.0	0.00	54.50
10	73.27	0.00	-34.80	60.17	0.0	1.0	0.00	60.17
11	77.44	0.00	-32.21	65.52	0.0	0.9	0.00	65.52
12	143.70	0.00	-29.68	124.84	0.0	0.9	0.00	124.84
13	147.16	0.00	-27.20	130.89	0.0	0.9	0.00	130.89
14	150.28	0.00	-24.77	136.46	0.0	0.9	0.00	136.46

No	V (mm)	H (mm)	すべり (度)	N (mm)	u (kN/m)	L (m)	U = u · L (mm)	N' (mm)
15	153.08	0.00	-22.39	141.54	0.0	0.9	0.00	141.54
16	155.56	0.00	-20.05	146.14	0.0	0.9	0.00	146.14
17	92.27	0.00	-17.78	87.86	0.0	0.8	0.00	87.86
18	94.04	0.00	-15.59	90.58	0.0	0.8	0.00	90.58
19	95.57	0.00	-13.43	92.96	0.0	0.8	0.00	92.96
20	96.87	0.00	-11.28	95.00	0.0	0.8	0.00	95.00
21	97.94	0.00	-9.15	96.69	0.0	0.8	0.00	96.69
22	98.78	0.00	-7.03	98.04	0.0	0.8	0.00	98.04
23	99.40	0.00	-4.92	99.03	0.0	0.8	0.00	99.03
24	99.80	0.00	-2.81	99.68	0.0	0.8	0.00	99.68
25	99.98	0.00	-0.71	99.97	0.0	0.8	0.00	99.97
26	99.94	0.00	1.39	99.91	0.0	0.8	0.00	99.91
27	99.69	0.00	3.49	99.51	0.0	0.8	0.00	99.51
28	99.22	0.00	5.59	98.75	0.0	0.8	0.00	98.75
29	98.53	0.00	7.70	97.64	0.0	0.8	0.00	97.64
30	93.79	0.00	9.79	92.42	0.0	0.8	0.00	92.42
31	89.90	0.00	11.88	87.97	0.0	0.8	0.00	87.97
32	85.79	0.00	13.98	83.25	0.0	0.8	0.00	83.25
33	81.47	0.00	16.09	78.27	0.0	0.8	0.00	78.27
34	76.92	0.00	18.23	73.05	0.0	0.8	0.00	73.05
35	72.13	0.00	20.40	67.60	0.0	0.8	0.00	67.60
36	67.10	0.00	22.60	61.95	0.0	0.8	0.00	61.95
37	61.81	0.00	24.83	56.10	0.0	0.8	0.00	56.10
38	60.71	0.00	27.18	54.01	0.0	0.9	0.00	54.01
39	57.33	0.00	29.63	49.83	0.0	0.9	0.00	49.83
40	53.58	0.00	32.14	45.37	0.0	0.9	0.00	45.37
41	49.45	0.00	34.72	40.64	0.0	1.0	0.00	40.64
42	44.89	0.00	37.39	35.67	0.0	1.0	0.00	35.67
43	39.87	0.00	40.15	30.47	0.0	1.0	0.00	30.47
44	34.31	0.00	43.02	25.08	0.0	1.1	0.00	25.08
45	28.14	0.00	46.03	19.54	0.0	1.1	0.00	19.54
46	21.27	0.00	49.21	13.89	0.0	1.2	0.00	13.89
47	13.53	0.00	52.55	8.23	0.0	1.3	0.00	8.23
48	4.72	0.00	55.81	2.65	0.0	1.4	0.00	2.65
+	3584.06	0.00						3246.28
-	0.00	0.00						0.00
	3584.06	0.00						3246.28

3) 抵抗力・抵抗モーメント

$= c \cdot L + N' \cdot \tan$

ここに、 : 抵抗力

$c \cdot L$: 粘着抵抗 c : 粘着力 L : スライス弧長

$N' \cdot \tan$: 摩擦抵抗 N' : すべり面鉛直方向成分力 : 内部摩擦角

$MR = \cdot R$

ここに、 MR : 抵抗モーメント

: 抵抗力

R : すべり円半径

No	すべり L (m)	c (kN/m)	c · L (mm)	N' (mm)	(度)	N' tan (mm)	(mm)	R (m)	MR (kN/m)
1	1.645	0.000	0.00	2.28	30.00	1.31	1.31	21.000	27.60
2	1.631	0.000	0.00	8.68	30.00	5.01	5.01	21.000	105.26
3	1.445	0.000	0.00	15.47	30.00	8.93	8.93	21.000	187.60
4	1.316	0.000	0.00	22.34	30.00	12.90	12.90	21.000	270.92
5	1.221	0.000	0.00	29.16	30.00	16.84	16.84	21.000	353.54
6	1.147	0.000	0.00	35.83	30.00	20.69	20.69	21.000	434.44
7	1.088	0.000	0.00	42.30	30.00	24.42	24.42	21.000	512.91
8	1.040	0.000	0.00	48.54	30.00	28.02	28.02	21.000	588.47
9	1.000	0.000	0.00	54.50	30.00	31.46	31.46	21.000	660.74
10	0.966	0.000	0.00	60.17	30.00	34.74	34.74	21.000	729.47
11	0.938	0.000	0.00	65.52	30.00	37.83	37.83	21.000	794.42
12	0.921	0.000	0.00	124.84	30.00	72.08	72.08	21.000	1513.64
13	0.900	0.000	0.00	130.89	30.00	75.57	75.57	21.000	1586.98
14	0.881	0.000	0.00	136.46	30.00	78.78	78.78	21.000	1654.46
15	0.865	0.000	0.00	141.54	30.00	81.72	81.72	21.000	1716.08
16	0.852	0.000	0.00	146.14	30.00	84.37	84.37	21.000	1771.83
17	0.808	0.000	0.00	87.86	30.00	50.72	50.72	21.000	1065.22

No	すべり L (m)	c (kN/m)	c・L (mm)	N' (mm)	(度)	N' tan (mm)	(mm)	R (m)	MR (kN/m)
18	0.799	0.000	0.00	90.58	30.00	52.30	52.30	21.000	1098.23
19	0.791	0.000	0.00	92.96	30.00	53.67	53.67	21.000	1127.10
20	0.784	0.000	0.00	95.00	30.00	54.85	54.85	21.000	1151.81
21	0.779	0.000	0.00	96.69	30.00	55.82	55.82	21.000	1172.32
22	0.775	0.000	0.00	98.04	30.00	56.60	56.60	21.000	1188.62
23	0.772	0.000	0.00	99.03	30.00	57.18	57.18	21.000	1200.68
24	0.770	0.000	0.00	99.68	30.00	57.55	57.55	21.000	1208.51
25	0.769	0.000	0.00	99.97	30.00	57.72	57.72	21.000	1212.08
26	0.769	0.000	0.00	99.91	30.00	57.69	57.69	21.000	1211.40
27	0.771	0.000	0.00	99.51	30.00	57.45	57.45	21.000	1206.46
28	0.773	0.000	0.00	98.75	30.00	57.01	57.01	21.000	1197.28
29	0.776	0.000	0.00	97.64	30.00	56.37	56.37	21.000	1183.86
30	0.761	0.000	0.00	92.42	30.00	53.36	53.36	21.000	1120.52
31	0.766	0.000	0.00	87.97	30.00	50.79	50.79	21.000	1066.59
32	0.773	0.000	0.00	83.25	30.00	48.07	48.07	21.000	1009.37
33	0.781	0.000	0.00	78.27	30.00	45.19	45.19	21.000	949.02
34	0.790	0.000	0.00	73.05	30.00	42.18	42.18	21.000	885.72
35	0.800	0.000	0.00	67.60	30.00	39.03	39.03	21.000	819.66
36	0.813	0.000	0.00	61.95	30.00	35.76	35.76	21.000	751.06
37	0.827	0.000	0.00	56.10	30.00	32.39	32.39	21.000	680.14
38	0.889	0.000	0.00	54.01	30.00	31.18	31.18	21.000	654.79
39	0.910	0.000	0.00	49.83	30.00	28.77	28.77	21.000	604.15
40	0.934	0.000	0.00	45.37	30.00	26.19	26.19	21.000	550.09
41	0.962	0.000	0.00	40.64	30.00	23.47	23.47	21.000	492.79
42	0.996	0.000	0.00	35.67	30.00	20.59	20.59	21.000	432.48
43	1.035	0.000	0.00	30.47	30.00	17.59	17.59	21.000	369.46
44	1.083	0.000	0.00	25.08	30.00	14.48	14.48	21.000	304.09
45	1.141	0.000	0.00	19.54	30.00	11.28	11.28	21.000	236.87
46	1.213	0.000	0.00	13.89	30.00	8.02	8.02	21.000	168.45
47	1.307	0.000	0.00	8.23	30.00	4.75	4.75	21.000	99.76
48	1.416	0.000	0.00	2.65	30.00	1.53	1.53	21.000	32.18
+			0.00			1874.24	1874.24		39359.11
-			0.00			0.00	0.00		0.00
-			0.00			1874.24	1874.24		39359.11

6.2.2 格子点安全率

y / x	2.800	3.800	4.800	5.800	6.800	7.800	8.800	9.800
10.000	2.669	2.521	2.400	2.431	2.352	2.431	2.380	2.490
9.000	2.672	2.515	2.386	2.412	2.329	2.405	2.352	2.462
8.000	2.681	2.512	2.500	2.394	2.307	2.381	2.476	2.434
7.000	2.697	2.514	2.491	2.379	2.429	2.358	2.451	2.407
6.000	2.722	2.523	2.486	2.367	2.411	2.336	2.427	2.537
5.000	2.760	2.539	2.487	2.358	2.396	2.466	2.405	2.514
4.000	2.816	2.670	2.495	2.491	2.385	2.451	2.385	2.493
3.000	2.898	2.708	2.513	2.495	2.379	2.439	2.527	2.475

7章 円弧すべり結果詳細（地震時）

7.1 安定計算条件

7.1.1 設計条件

設計基準 : 任意
 設計対象 : 任意
 水の状態 : 定常浸透時
 水の単位体積重量 w 10.00(kN/m³)
 破壊基準 : 有効応力法
 すべりの種類 : 円弧すべり
 計算法 : Fellenius法
 水圧の扱い : 体積法
 単位重量 ・ 間隙水圧 u の取扱い

	滑動
(1) 浸潤線より上	t
(2) 浸潤線と低水位線の間	sat (U = 0)
(3) 低水位線以下	sat (U = 0)

	抵抗
(1) 浸潤線より上	t
(2) 浸潤線と低水位線の間	'
(3) 低水位線以下	'

7.1.2 計算条件

(1) 計算方法の設定

計算種別 : 地震時
 設計震度 k_h 0.100
 設計震度 k_v 0.000
 地震時慣性力をせん断抵抗に考慮する
 地震時慣性力の作用位置 : スライス重心
 荷重
 集中荷重、分布荷重をせん断抵抗に考慮しない
 鉛直力、水平力とも考慮する
 臨界面種別 : 最小安全率臨界面
 必要抑止力 P_{req} の計算を行う
 押え盛土の計算を行わない
 計画安全率 F_{sp} 1.00
 すべり円中心
 すべり円を格子範囲とする
 格子内コンターラインの描画を行わない
 すべり円半径
 すべり円半径を固定としない
 すべり円半径の刻み幅 R 1.000 (m)
 スライス分割幅 b 0.800(m)
 表層すべりの制御
 最小すべり幅 0.00(m)

7.1.3 形状・属性

(1) 計算対象範囲

ID	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.000
2	10.000	0.000
3	16.000	-3.000
4	50.000	-3.000
5	50.000	-8.000
6	50.000	-20.000
7	0.000	-20.000
8	-4.000	-20.000
9	-50.000	-20.000
10	-50.000	-8.000
11	-50.000	0.000
12	-4.000	0.000
13	-4.000	5.000
14	0.000	5.000
1	0.000	0.000

(2) 土質ブロック

1) ブロック名：堤内 - No.1

ID	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.000
2	10.000	0.000
3	16.000	-3.000
4	50.000	-3.000
5	50.000	-8.000
15	0.000	-8.000
1	0.000	0.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	c0' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

2) ブロック名：堤内 - No.2

ID	X (m)	Y (m)
15	0.000	-8.000
5	50.000	-8.000
6	50.000	-20.000
7	0.000	-20.000
15	0.000	-8.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	c0' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

3) ブロック名 : 中詰土

ID	X (m)	Y (m)
13	-4.000	5.000
14	0.000	5.000
1	0.000	0.000
12	-4.000	0.000
13	-4.000	5.000

土性項目	記号 (単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

4) ブロック名 : 堤体 - No.1

ID	X (m)	Y (m)
12	-4.000	0.000
1	0.000	0.000
15	0.000	-8.000
16	-4.000	-8.000
12	-4.000	0.000

土性項目	記号 (単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

5) ブロック名 : 堤体 - No.2

ID	X (m)	Y (m)
16	-4.000	-8.000
15	0.000	-8.000
7	0.000	-20.000
8	-4.000	-20.000
16	-4.000	-8.000

土性項目	記号 (単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

6) ブロック名 : 堤外 - No.1

ID	X (m)	Y (m)
11	-50.000	0.000
12	-4.000	0.000
16	-4.000	-8.000
10	-50.000	-8.000
11	-50.000	0.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

7) ブロック名 : 堤外 - No.2

ID	X (m)	Y (m)
10	-50.000	-8.000
16	-4.000	-8.000
8	-4.000	-20.000
9	-50.000	-20.000
10	-50.000	-8.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	20.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
有効応力法における見かけの粘着力	CO' (kN/m ²)	0.00
有効応力法における見かけの内部摩擦角	' (度)	30.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

(3) 格子範囲

ID	X (m)	Y (m)
19	8.400	18.100
20	12.800	18.100
21	12.800	13.800
22	8.400	13.800

検討格子分割幅 X 1.00(m)

Y 1.00(m)

(5) 水位線

ID	X (m)	Y (m)
11	-50.000	0.000
12	-4.000	0.000
12	-4.000	0.000
1	0.000	0.000
1	0.000	0.000
2	10.000	0.000
3	16.000	-3.000

ID	X (m)	Y (m)
4	50.000	-3.000

(6)ネバーカットライン

1)ネバーカットライン1

ID	X (m)	Y (m)
14	0.000	5.000
17	0.000	-10.000

2)ネバーカットライン2

ID	X (m)	Y (m)
13	-4.000	5.000
18	-4.000	-10.000

3)ネバーカットライン3

ID	X (m)	Y (m)
4	50.000	-3.000
5	50.000	-8.000
6	50.000	-20.000
7	0.000	-20.000
8	-4.000	-20.000
9	-50.000	-20.000
10	-50.000	-8.000
11	-50.000	0.000

(7)マストカットライン

1)マストカットライン1

ID	X (m)	Y (m)
11	-50.000	0.000
12	-4.000	0.000

7.1.4 土質物性値一覧

ブロック名	土の重量			土性			
	湿潤重量 t (kN/m ³)	飽和重量 sat (kN/m ³)	水中重量 (kN/m ³)	粘着力 Co (kN/m ²)	増加係数 k (kN/m ³)	増加基準値 yo (m)	内部摩擦角 (度)
堤内 - No.1	18.0	20.0	10.0	0.00	—	—	30.00
堤内 - No.2	18.0	20.0	10.0	0.00	—	—	30.00
中詰土	18.0	20.0	10.0	0.00	—	—	30.00
堤体 - No.1	18.0	20.0	10.0	0.00	—	—	30.00
堤体 - No.2	18.0	20.0	10.0	0.00	—	—	30.00
堤外 - No.1	18.0	20.0	10.0	0.00	—	—	30.00
堤外 - No.2	18.0	20.0	10.0	0.00	—	—	30.00

7.2 臨界面の計算結果

7.2.1 臨界面の詳細結果

(1) 滑動

1) 鉛直力による滑動モーメント

$$W = (\text{土塊}W) + (\text{水重量}) + (\text{慣性力}V)$$

$$MDv = W \cdot X$$

ここに、 W : 鉛直方向作用力の総和

MDv : 鉛直方向滑動モーメント

X : 円弧中心からスライス重心までのアーム長

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	W (mm)	X (m)	MDv (kN/m)
1	0.04	0.00	0.00	0.04	-24.727	-0.94
2	11.11	0.00	0.00	11.11	-24.199	-268.96
3	29.49	0.00	0.00	29.49	-23.482	-692.59
4	46.14	0.00	0.00	46.14	-22.705	-1047.63
5	61.34	0.00	0.00	61.34	-21.919	-1344.54
6	75.31	0.00	0.00	75.31	-21.130	-1591.22
7	88.20	0.00	0.00	88.20	-20.339	-1793.82
8	100.13	0.00	0.00	100.13	-19.548	-1957.31
9	111.21	0.00	0.00	111.21	-18.756	-2085.79
10	121.51	0.00	0.00	121.51	-17.964	-2182.72
11	131.10	0.00	0.00	131.10	-17.171	-2251.06
12	140.02	0.00	0.00	140.02	-16.379	-2293.40
13	148.34	0.00	0.00	148.34	-15.586	-2312.01
14	156.08	0.00	0.00	156.08	-14.793	-2308.93
15	236.73	0.00	0.00	236.73	-13.998	-3313.72
16	243.53	0.00	0.00	243.53	-13.198	-3214.11
17	249.82	0.00	0.00	249.82	-12.398	-3097.42
18	255.64	0.00	0.00	255.64	-11.599	-2965.10
19	261.00	0.00	0.00	261.00	-10.799	-2818.51
20	186.38	0.00	0.00	186.38	-10.014	-1866.38
21	190.55	0.00	0.00	190.55	-9.245	-1761.57
22	194.35	0.00	0.00	194.35	-8.476	-1647.22
23	197.78	0.00	0.00	197.78	-7.707	-1524.25
24	200.87	0.00	0.00	200.87	-6.938	-1393.57
25	203.62	0.00	0.00	203.62	-6.168	-1256.01
26	206.03	0.00	0.00	206.03	-5.399	-1112.41
27	208.11	0.00	0.00	208.11	-4.630	-963.58
28	209.86	0.00	0.00	209.86	-3.861	-810.28
29	211.29	0.00	0.00	211.29	-3.092	-653.29
30	212.40	0.00	0.00	212.40	-2.323	-493.36
31	213.19	0.00	0.00	213.19	-1.554	-331.23
32	213.67	0.00	0.00	213.67	-0.785	-167.63
33	205.68	0.00	0.00	205.68	-0.027	-5.49
34	199.91	0.00	0.00	199.91	0.723	144.57
35	193.86	0.00	0.00	193.86	1.473	285.56
36	187.52	0.00	0.00	187.52	2.223	416.82
37	180.88	0.00	0.00	180.88	2.973	537.69
38	173.95	0.00	0.00	173.95	3.722	647.51
39	166.71	0.00	0.00	166.71	4.472	745.59
40	159.18	0.00	0.00	159.18	5.222	831.24
41	162.45	0.00	0.00	162.45	5.994	973.77
42	159.62	0.00	0.00	159.62	6.785	1083.02
43	156.43	0.00	0.00	156.43	7.575	1184.99
44	152.85	0.00	0.00	152.85	8.366	1278.73
45	148.89	0.00	0.00	148.89	9.156	1363.25
46	144.52	0.00	0.00	144.52	9.947	1437.54
47	139.75	0.00	0.00	139.75	10.737	1500.50
48	134.55	0.00	0.00	134.55	11.528	1551.00
49	128.90	0.00	0.00	128.90	12.318	1587.83
50	122.80	0.00	0.00	122.80	13.108	1609.71
51	116.22	0.00	0.00	116.22	13.898	1615.26
52	109.13	0.00	0.00	109.13	14.689	1602.97
53	101.51	0.00	0.00	101.51	15.479	1571.23
54	93.32	0.00	0.00	93.32	16.268	1518.24
55	84.54	0.00	0.00	84.54	17.058	1442.04
56	75.10	0.00	0.00	75.10	17.847	1340.39
57	64.97	0.00	0.00	64.97	18.636	1210.81
58	54.08	0.00	0.00	54.08	19.423	1050.42
59	42.35	0.00	0.00	42.35	20.209	855.89
60	29.69	0.00	0.00	29.69	20.989	623.26
61	15.99	0.00	0.00	15.99	21.750	347.79

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	W (mm)	X (m)	MDv (kN/m)
62	2.53	0.00	0.00	2.53	22.356	56.59
+	8822.74	0.00	0.00	8822.74		30414.19
-	0.00	0.00	0.00	0.00		-51526.03
	8822.74	0.00	0.00	8822.74		-21111.84

2) 水平力による滑動モーメント

$$MD_h = H \cdot Y$$

ここに、H : 水平方向地震時慣性力

MD_h : 水平方向滑動モーメント

Y : 円弧中心から地震時慣性力までのアーム長

No	慣性力H (mm)	Y (m)	MDh (kN/m)
1	0.00	15.126	-0.06
2	-1.11	15.539	-17.27
3	-2.95	16.057	-47.36
4	-4.61	16.569	-76.45
5	-6.13	17.043	-104.54
6	-7.53	17.480	-131.64
7	-8.82	17.885	-157.74
8	-10.01	18.260	-182.84
9	-11.12	18.608	-206.94
10	-12.15	18.932	-230.04
11	-13.11	19.234	-252.15
12	-14.00	19.515	-273.26
13	-14.83	19.777	-293.37
14	-15.61	20.021	-312.48
15	-23.67	17.922	-424.27
16	-24.35	18.137	-441.68
17	-24.98	18.335	-458.06
18	-25.56	18.519	-473.42
19	-26.10	18.688	-487.76
20	-18.64	21.158	-394.33
21	-19.05	21.293	-405.73
22	-19.43	21.416	-416.22
23	-19.78	21.528	-425.79
24	-20.09	21.629	-434.46
25	-20.36	21.718	-442.22
26	-20.60	21.796	-449.06
27	-20.81	21.864	-455.00
28	-20.99	21.920	-460.02
29	-21.13	21.967	-464.14
30	-21.24	22.003	-467.34
31	-21.32	22.029	-469.64
32	-21.37	22.044	-471.02
33	-20.57	22.143	-455.42
34	-19.99	22.326	-446.33
35	-19.39	22.499	-436.17
36	-18.75	22.663	-424.97
37	-18.09	22.816	-412.70
38	-17.39	22.960	-399.39
39	-16.67	23.094	-385.01
40	-15.92	23.218	-369.59
41	-16.24	23.236	-377.47
42	-15.96	23.147	-369.48
43	-15.64	23.046	-360.50
44	-15.29	22.933	-350.53
45	-14.89	22.808	-339.58
46	-14.45	22.670	-327.63
47	-13.97	22.519	-314.70
48	-13.45	22.355	-300.77
49	-12.89	22.176	-285.86
50	-12.28	21.984	-269.96
51	-11.62	21.776	-253.07
52	-10.91	21.552	-235.20
53	-10.15	21.311	-216.33
54	-9.33	21.053	-196.47
55	-8.45	20.775	-175.63
56	-7.51	20.478	-153.80

No	慣性力H (mm)	Y (m)	MDh (kN/m)
57	-6.50	20.159	-130.98
58	-5.41	19.816	-107.17
59	-4.24	19.448	-82.37
60	-2.97	19.054	-56.58
61	-1.60	18.639	-29.80
62	-0.25	18.285	-4.63
+	0.00		0.00
-	-882.27		-18594.38
	-882.27		-18594.38

3) 滑動モーメントの集計

鉛直力による MDv : -21111.84

水平力による MDh : -18594.38

静水圧による Mw : 0.00

荷重による Mp : 0.00

計 MD : -39706.23(kN/m)
(時計回りをプラスとする)

静水圧による滑動モーメント

$$Mw = Pw \cdot (yo - yg)$$

Pw : 静水圧合力 (kN)

yo : すべり円中心のY座標 (m)

yg : 静水圧合力の作用Y座標 (m)

4) 鉛直力による滑動力

$$V = (\text{土塊}W) + (\text{水重量}) + (\text{慣性力}V) + (\text{荷重}V)$$

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	荷重V (mm)	V (mm)	すべり (度)	V.sin (mm)
1	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	-58.500	-0.03
2	11.11	0.00	0.00	0.00	11.11	-56.557	-9.27
3	29.49	0.00	0.00	0.00	29.49	-54.068	-23.88
4	46.14	0.00	0.00	0.00	46.14	-51.529	-36.13
5	61.34	0.00	0.00	0.00	61.34	-49.097	-46.36
6	75.31	0.00	0.00	0.00	75.31	-46.770	-54.87
7	88.20	0.00	0.00	0.00	88.20	-44.535	-61.86
8	100.13	0.00	0.00	0.00	100.13	-42.381	-67.49
9	111.21	0.00	0.00	0.00	111.21	-40.297	-71.92
10	121.51	0.00	0.00	0.00	121.51	-38.275	-75.27
11	131.10	0.00	0.00	0.00	131.10	-36.307	-77.62
12	140.02	0.00	0.00	0.00	140.02	-34.387	-79.08
13	148.34	0.00	0.00	0.00	148.34	-32.510	-79.72
14	156.08	0.00	0.00	0.00	156.08	-30.672	-79.62
15	236.73	0.00	0.00	0.00	236.73	-28.862	-114.27
16	243.53	0.00	0.00	0.00	243.53	-27.073	-110.83
17	249.82	0.00	0.00	0.00	249.82	-25.312	-106.81
18	255.64	0.00	0.00	0.00	255.64	-23.576	-102.25
19	261.00	0.00	0.00	0.00	261.00	-21.862	-97.19
20	186.38	0.00	0.00	0.00	186.38	-20.201	-64.36
21	190.55	0.00	0.00	0.00	190.55	-18.590	-60.74
22	194.35	0.00	0.00	0.00	194.35	-16.994	-56.80
23	197.78	0.00	0.00	0.00	197.78	-15.411	-52.56
24	200.87	0.00	0.00	0.00	200.87	-13.841	-48.05
25	203.62	0.00	0.00	0.00	203.62	-12.281	-43.31
26	206.03	0.00	0.00	0.00	206.03	-10.730	-38.36
27	208.11	0.00	0.00	0.00	208.11	-9.187	-33.23
28	209.86	0.00	0.00	0.00	209.86	-7.651	-27.94
29	211.29	0.00	0.00	0.00	211.29	-6.120	-22.53
30	212.40	0.00	0.00	0.00	212.40	-4.594	-17.01

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	荷重V (mm)	V (mm)	すべり (度)	V.sin (mm)
31	213.19	0.00	0.00	0.00	213.19	-3.071	-11.42
32	213.67	0.00	0.00	0.00	213.67	-1.550	-5.78
33	205.68	0.00	0.00	0.00	205.68	-0.053	-0.19
34	199.91	0.00	0.00	0.00	199.91	1.429	4.99
35	193.86	0.00	0.00	0.00	193.86	2.911	9.85
36	187.52	0.00	0.00	0.00	187.52	4.396	14.37
37	180.88	0.00	0.00	0.00	180.88	5.883	18.54
38	173.95	0.00	0.00	0.00	173.95	7.375	22.33
39	166.71	0.00	0.00	0.00	166.71	8.871	25.71
40	159.18	0.00	0.00	0.00	159.18	10.374	28.66
41	162.45	0.00	0.00	0.00	162.45	11.929	33.58
42	159.62	0.00	0.00	0.00	159.62	13.530	37.35
43	156.43	0.00	0.00	0.00	156.43	15.142	40.86
44	152.85	0.00	0.00	0.00	152.85	16.767	44.09
45	148.89	0.00	0.00	0.00	148.89	18.405	47.01
46	144.52	0.00	0.00	0.00	144.52	20.059	49.57
47	139.75	0.00	0.00	0.00	139.75	21.731	51.74
48	134.55	0.00	0.00	0.00	134.55	23.422	53.48
49	128.90	0.00	0.00	0.00	128.90	25.135	54.75
50	122.80	0.00	0.00	0.00	122.80	26.873	55.51
51	116.22	0.00	0.00	0.00	116.22	28.637	55.70
52	109.13	0.00	0.00	0.00	109.13	30.431	55.27
53	101.51	0.00	0.00	0.00	101.51	32.259	54.18
54	93.32	0.00	0.00	0.00	93.32	34.124	52.35
55	84.54	0.00	0.00	0.00	84.54	36.030	49.73
56	75.10	0.00	0.00	0.00	75.10	37.983	46.22
57	64.97	0.00	0.00	0.00	64.97	39.987	41.75
58	54.08	0.00	0.00	0.00	54.08	42.050	36.22
59	42.35	0.00	0.00	0.00	42.35	44.176	29.51
60	29.69	0.00	0.00	0.00	29.69	46.367	21.49
61	15.99	0.00	0.00	0.00	15.99	48.592	11.99
62	2.53	0.00	0.00	0.00	2.53	50.436	1.95
+	8822.74	0.00	0.00	0.00	8822.74		1048.77
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		-1776.78
	8822.74	0.00	0.00	0.00	8822.74		-728.01

5) 水平力による滑動力

$$H = (\text{慣性力}H) + (\text{側水圧}) + (\text{荷重}H)$$

$$(\text{滑動力}) = (V \cdot \sin) + (H \cdot \cos)$$

No	慣性力H (mm)	側水圧 (mm)	荷重H (mm)	H (mm)	すべり (度)	H.cos (mm)	滑動力計 (mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	-58.500	0.00	-0.03
2	-1.11	0.00	0.00	-1.11	-56.557	-0.61	-9.89
3	-2.95	0.00	0.00	-2.95	-54.068	-1.73	-25.61
4	-4.61	0.00	0.00	-4.61	-51.529	-2.87	-39.00
5	-6.13	0.00	0.00	-6.13	-49.097	-4.02	-50.38
6	-7.53	0.00	0.00	-7.53	-46.770	-5.16	-60.03
7	-8.82	0.00	0.00	-8.82	-44.535	-6.29	-68.14
8	-10.01	0.00	0.00	-10.01	-42.381	-7.40	-74.89
9	-11.12	0.00	0.00	-11.12	-40.297	-8.48	-80.41
10	-12.15	0.00	0.00	-12.15	-38.275	-9.54	-84.81
11	-13.11	0.00	0.00	-13.11	-36.307	-10.56	-88.19
12	-14.00	0.00	0.00	-14.00	-34.387	-11.56	-90.64
13	-14.83	0.00	0.00	-14.83	-32.510	-12.51	-92.23
14	-15.61	0.00	0.00	-15.61	-30.672	-13.42	-93.04
15	-23.67	0.00	0.00	-23.67	-28.862	-20.73	-135.00
16	-24.35	0.00	0.00	-24.35	-27.073	-21.68	-132.52
17	-24.98	0.00	0.00	-24.98	-25.312	-22.58	-129.39
18	-25.56	0.00	0.00	-25.56	-23.576	-23.43	-125.68
19	-26.10	0.00	0.00	-26.10	-21.862	-24.22	-121.42
20	-18.64	0.00	0.00	-18.64	-20.201	-17.49	-81.85
21	-19.05	0.00	0.00	-19.05	-18.590	-18.06	-78.80
22	-19.43	0.00	0.00	-19.43	-16.994	-18.59	-75.39
23	-19.78	0.00	0.00	-19.78	-15.411	-19.07	-71.63
24	-20.09	0.00	0.00	-20.09	-13.841	-19.50	-67.56
25	-20.36	0.00	0.00	-20.36	-12.281	-19.90	-63.21
26	-20.60	0.00	0.00	-20.60	-10.730	-20.24	-58.60
27	-20.81	0.00	0.00	-20.81	-9.187	-20.54	-53.77
28	-20.99	0.00	0.00	-20.99	-7.651	-20.80	-48.74
29	-21.13	0.00	0.00	-21.13	-6.120	-21.01	-43.54

No	慣性力H (mm)	側水圧 (mm)	荷重H (mm)	H (mm)	すべり (度)	H.cos (mm)	滑動力計 (mm)
30	-21.24	0.00	0.00	-21.24	-4.594	-21.17	-38.18
31	-21.32	0.00	0.00	-21.32	-3.071	-21.29	-32.71
32	-21.37	0.00	0.00	-21.37	-1.550	-21.36	-27.14
33	-20.57	0.00	0.00	-20.57	-0.053	-20.57	-20.76
34	-19.99	0.00	0.00	-19.99	1.429	-19.99	-15.00
35	-19.39	0.00	0.00	-19.39	2.911	-19.36	-9.51
36	-18.75	0.00	0.00	-18.75	4.396	-18.70	-4.32
37	-18.09	0.00	0.00	-18.09	5.883	-17.99	0.55
38	-17.39	0.00	0.00	-17.39	7.375	-17.25	5.08
39	-16.67	0.00	0.00	-16.67	8.871	-16.47	9.24
40	-15.92	0.00	0.00	-15.92	10.374	-15.66	13.01
41	-16.24	0.00	0.00	-16.24	11.929	-15.89	17.68
42	-15.96	0.00	0.00	-15.96	13.530	-15.52	21.83
43	-15.64	0.00	0.00	-15.64	15.142	-15.10	25.76
44	-15.29	0.00	0.00	-15.29	16.767	-14.64	29.46
45	-14.89	0.00	0.00	-14.89	18.405	-14.13	32.88
46	-14.45	0.00	0.00	-14.45	20.059	-13.58	35.99
47	-13.97	0.00	0.00	-13.97	21.731	-12.98	38.76
48	-13.45	0.00	0.00	-13.45	23.422	-12.35	41.14
49	-12.89	0.00	0.00	-12.89	25.135	-11.67	43.08
50	-12.28	0.00	0.00	-12.28	26.873	-10.95	44.55
51	-11.62	0.00	0.00	-11.62	28.637	-10.20	45.50
52	-10.91	0.00	0.00	-10.91	30.431	-9.41	45.87
53	-10.15	0.00	0.00	-10.15	32.259	-8.58	45.60
54	-9.33	0.00	0.00	-9.33	34.124	-7.73	44.63
55	-8.45	0.00	0.00	-8.45	36.030	-6.84	42.89
56	-7.51	0.00	0.00	-7.51	37.983	-5.92	40.30
57	-6.50	0.00	0.00	-6.50	39.987	-4.98	36.77
58	-5.41	0.00	0.00	-5.41	42.050	-4.02	32.21
59	-4.24	0.00	0.00	-4.24	44.176	-3.04	26.48
60	-2.97	0.00	0.00	-2.97	46.367	-2.05	19.44
61	-1.60	0.00	0.00	-1.60	48.592	-1.06	10.94
62	-0.25	0.00	0.00	-0.25	50.436	-0.16	1.79
+	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	751.41
-	-882.27	0.00	0.00	-882.27		-812.58	-2292.00
	-882.27	0.00	0.00	-882.27		-812.58	-1540.59

(2) 抵抗

1) 抵抗力 (鉛直力・水平力)

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	荷重V (mm)	V (mm)	慣性力H (mm)	荷重H (mm)	側水圧 (mm)	H (mm)
1	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5.56	0.00	0.00	0.00	5.56	-1.11	0.00	0.00	-1.11
3	14.75	0.00	0.00	0.00	14.75	-2.95	0.00	0.00	-2.95
4	23.07	0.00	0.00	0.00	23.07	-4.61	0.00	0.00	-4.61
5	30.67	0.00	0.00	0.00	30.67	-6.13	0.00	0.00	-6.13
6	37.65	0.00	0.00	0.00	37.65	-7.53	0.00	0.00	-7.53
7	44.10	0.00	0.00	0.00	44.10	-8.82	0.00	0.00	-8.82
8	50.07	0.00	0.00	0.00	50.07	-10.01	0.00	0.00	-10.01
9	55.60	0.00	0.00	0.00	55.60	-11.12	0.00	0.00	-11.12
10	60.75	0.00	0.00	0.00	60.75	-12.15	0.00	0.00	-12.15
11	65.55	0.00	0.00	0.00	65.55	-13.11	0.00	0.00	-13.11
12	70.01	0.00	0.00	0.00	70.01	-14.00	0.00	0.00	-14.00
13	74.17	0.00	0.00	0.00	74.17	-14.83	0.00	0.00	-14.83
14	78.04	0.00	0.00	0.00	78.04	-15.61	0.00	0.00	-15.61
15	154.36	0.00	0.00	0.00	154.36	-23.67	0.00	0.00	-23.67
16	157.76	0.00	0.00	0.00	157.76	-24.35	0.00	0.00	-24.35
17	160.91	0.00	0.00	0.00	160.91	-24.98	0.00	0.00	-24.98
18	163.82	0.00	0.00	0.00	163.82	-25.56	0.00	0.00	-25.56
19	166.50	0.00	0.00	0.00	166.50	-26.10	0.00	0.00	-26.10
20	93.19	0.00	0.00	0.00	93.19	-18.64	0.00	0.00	-18.64
21	95.27	0.00	0.00	0.00	95.27	-19.05	0.00	0.00	-19.05
22	97.17	0.00	0.00	0.00	97.17	-19.43	0.00	0.00	-19.43
23	98.89	0.00	0.00	0.00	98.89	-19.78	0.00	0.00	-19.78
24	100.44	0.00	0.00	0.00	100.44	-20.09	0.00	0.00	-20.09
25	101.81	0.00	0.00	0.00	101.81	-20.36	0.00	0.00	-20.36
26	103.01	0.00	0.00	0.00	103.01	-20.60	0.00	0.00	-20.60
27	104.05	0.00	0.00	0.00	104.05	-20.81	0.00	0.00	-20.81
28	104.93	0.00	0.00	0.00	104.93	-20.99	0.00	0.00	-20.99
29	105.64	0.00	0.00	0.00	105.64	-21.13	0.00	0.00	-21.13

No	土塊W (mm)	水重量 (mm)	慣性力V (mm)	荷重V (mm)	V (mm)	慣性力H (mm)	荷重H (mm)	側水圧 (mm)	H (mm)
30	106.20	0.00	0.00	0.00	106.20	-21.24	0.00	0.00	-21.24
31	106.60	0.00	0.00	0.00	106.60	-21.32	0.00	0.00	-21.32
32	106.83	0.00	0.00	0.00	106.83	-21.37	0.00	0.00	-21.37
33	102.84	0.00	0.00	0.00	102.84	-20.57	0.00	0.00	-20.57
34	99.96	0.00	0.00	0.00	99.96	-19.99	0.00	0.00	-19.99
35	96.93	0.00	0.00	0.00	96.93	-19.39	0.00	0.00	-19.39
36	93.76	0.00	0.00	0.00	93.76	-18.75	0.00	0.00	-18.75
37	90.44	0.00	0.00	0.00	90.44	-18.09	0.00	0.00	-18.09
38	86.97	0.00	0.00	0.00	86.97	-17.39	0.00	0.00	-17.39
39	83.36	0.00	0.00	0.00	83.36	-16.67	0.00	0.00	-16.67
40	79.59	0.00	0.00	0.00	79.59	-15.92	0.00	0.00	-15.92
41	81.22	0.00	0.00	0.00	81.22	-16.24	0.00	0.00	-16.24
42	79.81	0.00	0.00	0.00	79.81	-15.96	0.00	0.00	-15.96
43	78.21	0.00	0.00	0.00	78.21	-15.64	0.00	0.00	-15.64
44	76.43	0.00	0.00	0.00	76.43	-15.29	0.00	0.00	-15.29
45	74.44	0.00	0.00	0.00	74.44	-14.89	0.00	0.00	-14.89
46	72.26	0.00	0.00	0.00	72.26	-14.45	0.00	0.00	-14.45
47	69.87	0.00	0.00	0.00	69.87	-13.97	0.00	0.00	-13.97
48	67.27	0.00	0.00	0.00	67.27	-13.45	0.00	0.00	-13.45
49	64.45	0.00	0.00	0.00	64.45	-12.89	0.00	0.00	-12.89
50	61.40	0.00	0.00	0.00	61.40	-12.28	0.00	0.00	-12.28
51	58.11	0.00	0.00	0.00	58.11	-11.62	0.00	0.00	-11.62
52	54.57	0.00	0.00	0.00	54.57	-10.91	0.00	0.00	-10.91
53	50.75	0.00	0.00	0.00	50.75	-10.15	0.00	0.00	-10.15
54	46.66	0.00	0.00	0.00	46.66	-9.33	0.00	0.00	-9.33
55	42.27	0.00	0.00	0.00	42.27	-8.45	0.00	0.00	-8.45
56	37.55	0.00	0.00	0.00	37.55	-7.51	0.00	0.00	-7.51
57	32.49	0.00	0.00	0.00	32.49	-6.50	0.00	0.00	-6.50
58	27.04	0.00	0.00	0.00	27.04	-5.41	0.00	0.00	-5.41
59	21.18	0.00	0.00	0.00	21.18	-4.24	0.00	0.00	-4.24
60	14.85	0.00	0.00	0.00	14.85	-2.97	0.00	0.00	-2.97
61	7.99	0.00	0.00	0.00	7.99	-1.60	0.00	0.00	-1.60
62	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	-0.25	0.00	0.00	-0.25
+	4591.37	0.00	0.00	0.00	4591.37	0.00	0.00	0.00	0.00
-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-882.27	0.00	0.00	-882.27
	4591.37	0.00	0.00	0.00	4591.37	-882.27	0.00	0.00	-882.27

2) 抵抗力 (すべり面鉛直方向成分力)

$$N' = V \cdot \cos \theta - H \cdot \sin \theta - u \cdot L$$

ここに、N' : すべり面鉛直方向成分力

V : 鉛直力の総和

H : 水平力の総和

θ : すべり角

u : 間隙水圧

L : スライス弧長

No	V (mm)	H (mm)	すべり (度)	N (mm)	u (kN/m)	L (m)	U = u · L (mm)	N' (mm)
1	0.02	0.00	-58.50	0.01	0.0	0.1	0.00	0.01
2	5.56	-1.11	-56.56	2.14	0.0	1.5	0.00	2.14
3	14.75	-2.95	-54.07	6.27	0.0	1.4	0.00	6.27
4	23.07	-4.61	-51.53	10.74	0.0	1.3	0.00	10.74
5	30.67	-6.13	-49.10	15.45	0.0	1.2	0.00	15.45
6	37.65	-7.53	-46.77	20.30	0.0	1.2	0.00	20.30
7	44.10	-8.82	-44.53	25.25	0.0	1.1	0.00	25.25
8	50.07	-10.01	-42.38	30.23	0.0	1.1	0.00	30.23
9	55.60	-11.12	-40.30	35.22	0.0	1.0	0.00	35.22
10	60.75	-12.15	-38.27	40.17	0.0	1.0	0.00	40.17
11	65.55	-13.11	-36.31	45.06	0.0	1.0	0.00	45.06
12	70.01	-14.00	-34.39	49.87	0.0	1.0	0.00	49.87
13	74.17	-14.83	-32.51	54.57	0.0	0.9	0.00	54.57
14	78.04	-15.61	-30.67	59.16	0.0	0.9	0.00	59.16
15	154.36	-23.67	-28.86	123.76	0.0	0.9	0.00	123.76
16	157.76	-24.35	-27.07	129.39	0.0	0.9	0.00	129.39
17	160.91	-24.98	-25.31	134.78	0.0	0.9	0.00	134.78
18	163.82	-25.56	-23.58	139.92	0.0	0.9	0.00	139.92
19	166.50	-26.10	-21.86	144.81	0.0	0.9	0.00	144.81
20	93.19	-18.64	-20.20	81.02	0.0	0.8	0.00	81.02

No	V (mm)	H (mm)	すべり (度)	N (mm)	u (kN/m)	L (m)	U = u · L (mm)	N' (mm)
21	95.27	-19.05	-18.59	84.23	0.0	0.8	0.00	84.23
22	97.17	-19.43	-16.99	87.25	0.0	0.8	0.00	87.25
23	98.89	-19.78	-15.41	90.08	0.0	0.8	0.00	90.08
24	100.44	-20.09	-13.84	92.72	0.0	0.8	0.00	92.72
25	101.81	-20.36	-12.28	95.15	0.0	0.8	0.00	95.15
26	103.01	-20.60	-10.73	97.38	0.0	0.8	0.00	97.38
27	104.05	-20.81	-9.19	99.40	0.0	0.8	0.00	99.40
28	104.93	-20.99	-7.65	101.20	0.0	0.8	0.00	101.20
29	105.64	-21.13	-6.12	102.79	0.0	0.8	0.00	102.79
30	106.20	-21.24	-4.59	104.16	0.0	0.8	0.00	104.16
31	106.60	-21.32	-3.07	105.30	0.0	0.8	0.00	105.30
32	106.83	-21.37	-1.55	106.22	0.0	0.8	0.00	106.22
33	102.84	-20.57	-0.05	102.82	0.0	0.8	0.00	102.82
34	99.96	-19.99	1.43	100.42	0.0	0.8	0.00	100.42
35	96.93	-19.39	2.91	97.79	0.0	0.8	0.00	97.79
36	93.76	-18.75	4.40	94.92	0.0	0.8	0.00	94.92
37	90.44	-18.09	5.88	91.82	0.0	0.8	0.00	91.82
38	86.97	-17.39	7.37	88.49	0.0	0.8	0.00	88.49
39	83.36	-16.67	8.87	84.93	0.0	0.8	0.00	84.93
40	79.59	-15.92	10.37	81.16	0.0	0.8	0.00	81.16
41	81.22	-16.24	11.93	82.83	0.0	0.8	0.00	82.83
42	79.81	-15.96	13.53	81.33	0.0	0.8	0.00	81.33
43	78.21	-15.64	15.14	79.58	0.0	0.8	0.00	79.58
44	76.43	-15.29	16.77	77.59	0.0	0.8	0.00	77.59
45	74.44	-14.89	18.41	75.34	0.0	0.8	0.00	75.34
46	72.26	-14.45	20.06	72.84	0.0	0.8	0.00	72.84
47	69.87	-13.97	21.73	70.08	0.0	0.9	0.00	70.08
48	67.27	-13.45	23.42	67.08	0.0	0.9	0.00	67.08
49	64.45	-12.89	25.14	63.82	0.0	0.9	0.00	63.82
50	61.40	-12.28	26.87	60.32	0.0	0.9	0.00	60.32
51	58.11	-11.62	28.64	56.57	0.0	0.9	0.00	56.57
52	54.57	-10.91	30.43	52.58	0.0	0.9	0.00	52.58
53	50.75	-10.15	32.26	48.34	0.0	0.9	0.00	48.34
54	46.66	-9.33	34.12	43.86	0.0	1.0	0.00	43.86
55	42.27	-8.45	36.03	39.16	0.0	1.0	0.00	39.16
56	37.55	-7.51	37.98	34.22	0.0	1.0	0.00	34.22
57	32.49	-6.50	39.99	29.07	0.0	1.0	0.00	29.07
58	27.04	-5.41	42.05	23.70	0.0	1.1	0.00	23.70
59	21.18	-4.24	44.18	18.14	0.0	1.1	0.00	18.14
60	14.85	-2.97	46.37	12.39	0.0	1.1	0.00	12.39
61	7.99	-1.60	48.59	6.49	0.0	1.2	0.00	6.49
62	1.27	-0.25	50.44	1.00	0.0	0.7	0.00	1.00
+	4591.37	0.00						4152.65
-	0.00	-882.27						0.00
	4591.37	-882.27						4152.65

3) 抵抗力・抵抗モーメント

$= c \cdot L + N' \cdot \tan$

ここに、 : 抵抗力

$c \cdot L$: 粘着抵抗 c : 粘着力 L : スライス弧長

$N' \cdot \tan$: 摩擦抵抗 N' : すべり面鉛直方向成分力 : 内部摩擦角

$MR = \cdot R$

ここに、MR: 抵抗モーメント

: 抵抗力

R : すべり円半径

No	すべり L (m)	c (kN/m)	c · L (mm)	N' (mm)	(度)	N' tan (mm)	(mm)	R (m)	MR (kN/m)
1	0.093	0.000	0.00	0.01	30.00	0.00	0.00	29.000	0.11
2	1.456	0.000	0.00	2.14	30.00	1.23	1.23	29.000	35.75
3	1.357	0.000	0.00	6.27	30.00	3.62	3.62	29.000	104.91
4	1.277	0.000	0.00	10.74	30.00	6.20	6.20	29.000	179.82
5	1.213	0.000	0.00	15.45	30.00	8.92	8.92	29.000	258.62
6	1.159	0.000	0.00	20.30	30.00	11.72	11.72	29.000	339.94
7	1.113	0.000	0.00	25.25	30.00	14.58	14.58	29.000	422.74
8	1.074	0.000	0.00	30.23	30.00	17.45	17.45	29.000	506.19
9	1.040	0.000	0.00	35.22	30.00	20.33	20.33	29.000	589.64

No	すべり L (m)	c (kN/m)	c・L (mm)	N' (mm)	(度)	N' tan (mm)	(mm)	R (m)	MR (kN/m)
10	1.011	0.000	0.00	40.17	30.00	23.19	23.19	29.000	672.54
11	0.984	0.000	0.00	45.06	30.00	26.02	26.02	29.000	754.44
12	0.961	0.000	0.00	49.87	30.00	28.79	28.79	29.000	834.95
13	0.941	0.000	0.00	54.57	30.00	31.51	31.51	29.000	913.74
14	0.922	0.000	0.00	59.16	30.00	34.16	34.16	29.000	990.53
15	0.914	0.000	0.00	123.76	30.00	71.45	71.45	29.000	2072.17
16	0.899	0.000	0.00	129.39	30.00	74.71	74.71	29.000	2166.45
17	0.885	0.000	0.00	134.78	30.00	77.82	77.82	29.000	2256.69
18	0.873	0.000	0.00	139.92	30.00	80.78	80.78	29.000	2342.76
19	0.862	0.000	0.00	144.81	30.00	83.61	83.61	29.000	2424.55
20	0.820	0.000	0.00	81.02	30.00	46.78	46.78	29.000	1356.56
21	0.812	0.000	0.00	84.23	30.00	48.63	48.63	29.000	1410.24
22	0.804	0.000	0.00	87.25	30.00	50.37	50.37	29.000	1460.83
23	0.798	0.000	0.00	90.08	30.00	52.01	52.01	29.000	1508.23
24	0.792	0.000	0.00	92.72	30.00	53.53	53.53	29.000	1552.35
25	0.787	0.000	0.00	95.15	30.00	54.93	54.93	29.000	1593.10
26	0.783	0.000	0.00	97.38	30.00	56.22	56.22	29.000	1630.41
27	0.779	0.000	0.00	99.40	30.00	57.39	57.39	29.000	1664.21
28	0.776	0.000	0.00	101.20	30.00	58.43	58.43	29.000	1694.44
29	0.774	0.000	0.00	102.79	30.00	59.35	59.35	29.000	1721.02
30	0.772	0.000	0.00	104.16	30.00	60.14	60.14	29.000	1743.92
31	0.770	0.000	0.00	105.30	30.00	60.80	60.80	29.000	1763.07
32	0.770	0.000	0.00	106.22	30.00	61.32	61.32	29.000	1778.42
33	0.750	0.000	0.00	102.82	30.00	59.36	59.36	29.000	1721.51
34	0.750	0.000	0.00	100.42	30.00	57.98	57.98	29.000	1681.43
35	0.751	0.000	0.00	97.79	30.00	56.46	56.46	29.000	1637.33
36	0.752	0.000	0.00	94.92	30.00	54.80	54.80	29.000	1589.27
37	0.754	0.000	0.00	91.82	30.00	53.01	53.01	29.000	1537.32
38	0.756	0.000	0.00	88.49	30.00	51.09	51.09	29.000	1481.55
39	0.759	0.000	0.00	84.93	30.00	49.04	49.04	29.000	1422.02
40	0.763	0.000	0.00	81.16	30.00	46.86	46.86	29.000	1358.81
41	0.808	0.000	0.00	82.83	30.00	47.82	47.82	29.000	1386.81
42	0.813	0.000	0.00	81.33	30.00	46.96	46.96	29.000	1361.75
43	0.819	0.000	0.00	79.58	30.00	45.95	45.95	29.000	1332.49
44	0.826	0.000	0.00	77.59	30.00	44.79	44.79	29.000	1299.03
45	0.833	0.000	0.00	75.34	30.00	43.50	43.50	29.000	1261.37
46	0.842	0.000	0.00	72.84	30.00	42.05	42.05	29.000	1219.49
47	0.851	0.000	0.00	70.08	30.00	40.46	40.46	29.000	1173.40
48	0.862	0.000	0.00	67.08	30.00	38.73	38.73	29.000	1123.11
49	0.874	0.000	0.00	63.82	30.00	36.85	36.85	29.000	1068.62
50	0.887	0.000	0.00	60.32	30.00	34.83	34.83	29.000	1009.97
51	0.901	0.000	0.00	56.57	30.00	32.66	32.66	29.000	947.18
52	0.917	0.000	0.00	52.58	30.00	30.35	30.35	29.000	880.28
53	0.935	0.000	0.00	48.34	30.00	27.91	27.91	29.000	809.34
54	0.955	0.000	0.00	43.86	30.00	25.32	25.32	29.000	734.42
55	0.978	0.000	0.00	39.16	30.00	22.61	22.61	29.000	655.59
56	1.004	0.000	0.00	34.22	30.00	19.76	19.76	29.000	572.96
57	1.033	0.000	0.00	29.07	30.00	16.78	16.78	29.000	486.65
58	1.066	0.000	0.00	23.70	30.00	13.68	13.68	29.000	396.83
59	1.104	0.000	0.00	18.14	30.00	10.47	10.47	29.000	303.70
60	1.148	0.000	0.00	12.39	30.00	7.16	7.16	29.000	207.52
61	1.200	0.000	0.00	6.49	30.00	3.75	3.75	29.000	108.62
62	0.716	0.000	0.00	1.00	30.00	0.58	0.58	29.000	16.76
+			0.00			2397.53	2397.53		69528.45
-			0.00			0.00	0.00		0.00
-			0.00			2397.53	2397.53		69528.45

7.2.2 格子点安全率

y / x	8.400	9.400	10.400	11.400	12.400
18.100	1.784	1.812	1.781	1.820	1.796
17.100	1.776	1.804	1.771	1.811	1.786
16.100	1.767	1.796	1.761	1.802	1.775
15.100	1.758	1.787	1.751	1.792	1.765
14.100	1.819	1.778	1.813	1.782	1.828