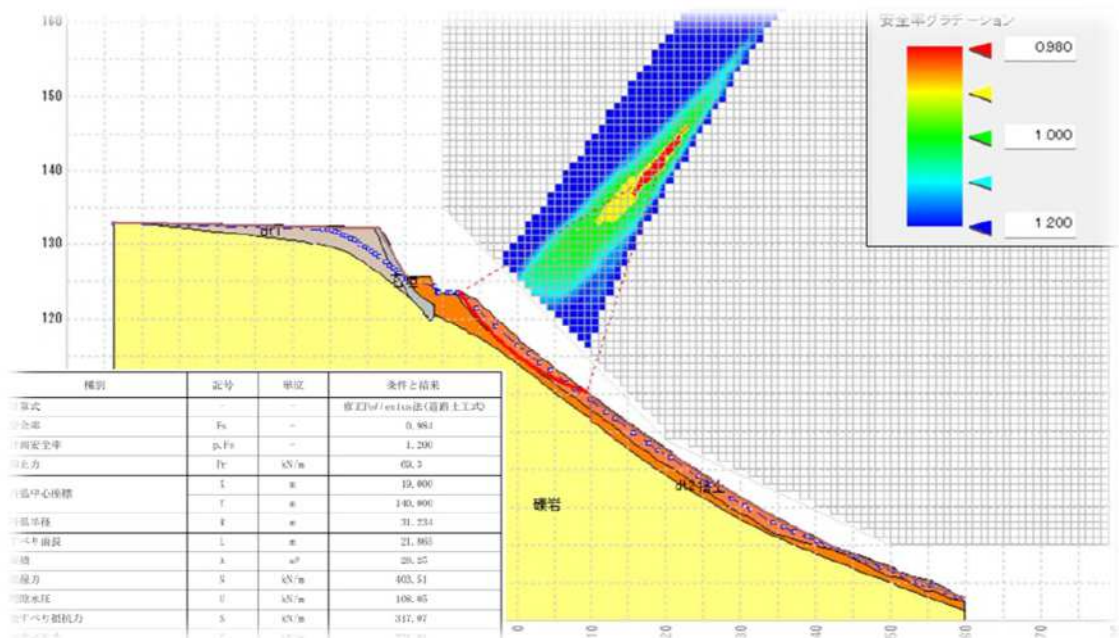


# 松山市土石流災害発生原因調査報告書

## 巻末資料 Vol\_5.2



平成6年12月10日

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

— 目 次 —

重力式擁壁構造計算書

1. 重力式擁壁 H=2.0	1
2. 重力式擁壁 H=1.8	10
3. 重力式擁壁 H=1.2	19
4. 傾斜値地盤の支持力計算書 H=2.0	28
5. 傾斜値地盤の支持力計算書 H=1.8	34
6. 傾斜値地盤の支持力計算書 H=1.2	40
7. 円弧滑り計算 計算結果 $\phi$ 35 度 粘着力 C=5.04	46
8. 円弧滑り計算 計算結果 $\phi$ 26.5 度	51
9. 円弧滑り計算 報告書 $\phi$ 35 度 粘着力 C=5.04	56
10. 円弧滑り計算 報告書 $\phi$ 26.5 度	97

# 重力式擁壁構造計算書

$$H = 2.0 \text{ m}$$

平成6年10月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

## 安定計算書

### 重力式擁壁の安定計算

タイトル	松山城 緊急車両用通路 H=2.0	
サブタイトル		
計算ケース:	常時	

#### (1) 設計条件

##### 1) 設計土圧

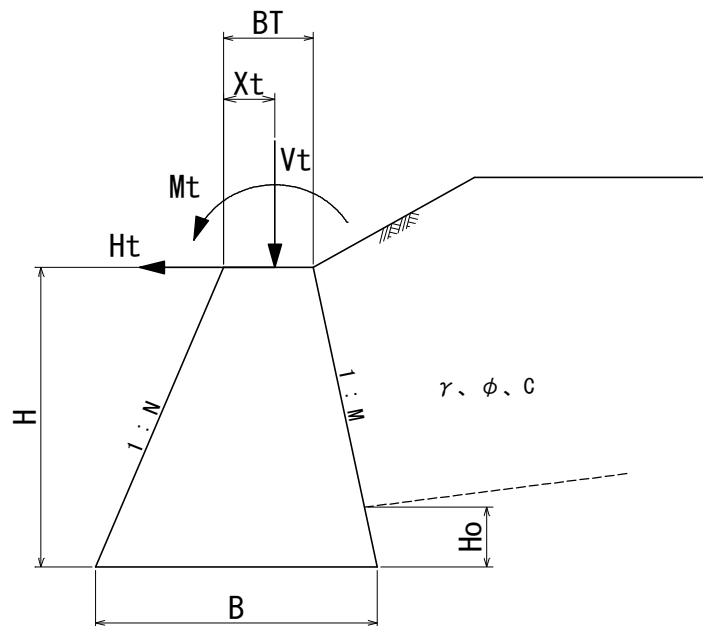
・土圧合力	$P_a =$	30.863 (kN/m)
・水平土圧	$P_h =$	20.325 (kN/m)
・鉛直土圧	$P_v =$	23.226 (kN/m)

##### 2) 天端に作用する外力

・水平力	$H_t =$	0.000 (kN/m)
・鉛直力	$V_t =$	0.000 (kN/m)
・鉛直力の作用位置	$X_t =$	0.000 (m)
・モーメント	$M_t =$	0.000 (kN・m/m)

##### 3) 重力式擁壁の構造および寸法

・重力式擁壁の高さ	$H =$	2.000 (m)
・前面勾配	$1 : N =$	0.000 $\theta' = 0.000 (^{\circ})$
・背面勾配	$1 : M =$	-0.550
・天端幅	$BT =$	0.400 (m)
・底面幅	$B =$	1.500 (m)
・擁壁1ブロックの延長	$L =$	10.000 (m)
・躯体の単位体積重量	$\gamma_c =$	23.00 (kN/m <sup>3</sup> )
・土圧を考慮しない高さ	$H_o =$	0.000 (m)



擁壁寸法等説明図

(※ 本図は模式図なので実際の形状とは異なります)

#### 4) 背面土の土質定数

・単位体積重量	$\gamma =$	19.000 (kN/m <sup>3</sup> )
・内部摩擦角	$\phi =$	30.00 (°)
・粘着力	$C =$	0.00 (kN/m <sup>2</sup> )
・壁面摩擦角	$\delta =$	20.00 (°)

#### 6) 擁壁底面の土質定数

・擁壁底面の摩擦係数	$\mu =$	0.600
・擁壁底面の粘着力	$C_b =$	0.000 (kN/m <sup>2</sup> )

#### 6) 安定条件

- ・転倒に対する安定条件

転倒に対する安定条件は、合力の作用位置が擁壁底面幅Bの1/3範囲内になければならない。  
式で表せば以下のとおりである。(道路土工・擁壁工指針、P.118)

$$|e| \leq B/6 \quad (e: \text{擁壁底面中央から合力の作用位置までの偏心距離})$$

- ・滑動に対する安全率  $F_s = 1.500$

- ・地盤の許容支持力度算定法 : 道路橋示方書の静力学公式を用いて求める

#### (2) 土圧合力の作用点計算

$$\begin{aligned} Y_p &= H_o + (H - H_o - Z_c) / 3 \\ &= 0.000 + (2.000 - 0.000 - 0.000) / 3 \\ &= 0.667 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_p &= B + Y_p \times M \\ &= 1.500 + 0.667 \times -0.550 \\ &= 1.133 \text{ (m)} \end{aligned}$$

ここに、

$X_p$  : 土圧合力のつま先からの離れ (m)

$Y_p$  : 土圧合力の作用高 (m)

$H$  : 擁壁の高さ (m)

$B$  : 擁壁の底面幅 (m)

$M$  : 擁壁の背面勾配

$Z_c$  : 粘着力による自立高さ

$$Z_c = 2C / \gamma \cdot \tan(45 + \phi / 2) = 0.000 \text{ (m)}$$

$H_o$  : 土圧を考慮しない高さ (m)

(3)作用力の集計

躯体の荷重計算表

(距離およびモーメントは躯体のつま先を中心とする)

種別	断面積	重量	重心位置およびモーメント			
			水平距離	モーメント	鉛直距離	モーメント
	A (m <sup>2</sup> )	W (kN/m)	Xg (m)	M (kN・m)	Yg (m)	M (kN・m)
躯体	1.900	43.700	0.528	23.074	0.807	35.266

躯体断面積

$$\begin{aligned}
 A &= H \cdot (BT+B) / 2 \\
 &= 2.000 \times (0.400 + 1.500) / 2 \\
 &= 1.900 \text{ (m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

躯体重量

$$\begin{aligned}
 W &= A \cdot \gamma c \\
 &= 1.900 \times 23.000 \\
 &= 43.700 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

重心位置

$$\begin{aligned}
 Xg &= B/2 + Yg \cdot (N+M)/2 \\
 &= 1.500 + 0.807 \times (0.000 + -0.550) / 2 \\
 &= 0.528 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Yg &= H \cdot (B + 2 \cdot BT) / \{ 3 \cdot (B + BT) \} \\
 &= 2.000 \times (1.500 + 2 \times 0.400) / (0.400 + 1.500) / 3 \\
 &= 0.807 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

作用力の集計表

種別	荷重 (kN/m)		距離 (m)		モーメント(kN・m)	
	鉛直	水平	水平	鉛直	抵抗	転倒
	V	H	X	Y	Mr	Mo
躯体	43.700	0.000	0.528	0.807	23.074	0.000
土圧	23.226	20.325	1.133	0.667	26.315	13.557
外力(V,H)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
外力(M)						0.000
合計	66.926	20.325	0.738	0.667	49.388	13.557

#### (4) 安定計算

##### 1) 転倒に対する検討

・合力作用位置のつま先からの距離  $d$

$$\begin{aligned}d &= \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} \\ &= \frac{49.388 - 13.557}{66.926} \\ &= 0.535 \text{ (m)}\end{aligned}$$

・合力作用位置の基礎中心からの偏心距離  $e$

$$\begin{aligned}e &= \frac{B}{2} - d \\ &= \frac{1.500}{2} - 0.535 \\ &= 0.215 \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$|e| = 0.215 \leq \begin{matrix} \text{(常時)} \\ B/6 = 0.250 \end{matrix} \quad \text{-- OK --}$$

※ 偏心距離が基礎幅 $B/6$ の範囲にある。

・有効載荷幅  $Be$

※合力作用位置が中央より後方の場合は $Be=B$ とする。(擁壁工指針 p.67)

$$\begin{aligned}Be &= B - 2e = 1.500 - 2 \times 0.215 \\ &= 1.070 \text{ (m)}\end{aligned}$$

2) 滑動に対する検討

$$\Sigma H = 20.325 \text{ (kN/m)}$$

$$\Sigma V = 66.926 \text{ (kN/m)}$$

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\mu \cdot \Sigma V + C_b \cdot B_e}{\Sigma H} \\ &= \frac{0.600 \times 66.926 + 0.000 \times 1.070}{20.325} \\ &= \frac{40.155}{20.325} \end{aligned}$$

$$= 1.976 \geq 1.500 \quad (\text{常時}) \quad \text{-- OK --}$$



### 3) 地盤の支持力に対する検討

#### (a) 鉛直地盤反力度の算定

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、「道路土工－擁壁工指針(p.120)」に示された方法で算定する。  
 具体的には、合力作用位置の基礎中心からの偏心距離(e)の値に応じて以下のケースに分けて算出する。

case-1: 擁壁底面から前面又は背面に外れる場合 ( $|e| \geq B/2$ )  
 この場合、地盤反力度は計算できない。

case-2: 擁壁底面幅のミドルサードから外れる場合。( $B/6 < |e| < B/2$ )  
 この場合、地盤反力度は三角形分布となる。

$$q = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d}$$

case-3: 擁壁底面幅のミドルサード内にある場合。( $|e| \leq B/6$ )  
 この場合、地盤反力度は台形分布となる

$$q = \Sigma V/B (1 \pm 6e/B)$$

#### (b) 偏心距離 e によるタイプ判定

- 偏心距離  $|e| = 0.215$  (m)
- タイプ判定 : **case-3** ( $|e| \leq B/6$ )

判定基準幅	数値
B/6	0.250
B/2	0.750
B	1.500

以下の地盤反力度の計算結果の中から case-3の計算結果を採用する。

- case-1場合、地盤反力度は計算できない。
- case-2の場合、地盤反力度は三角形分布となる。

$$q_{\max} = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d} = \frac{133.851}{1.605} = 83.396 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- case-3の場合、地盤反力度は台形分布となる

$$\begin{aligned} q_{v1} &= \Sigma V/B (1 + 6e/B) = 82.988 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ q_{v2} &= \Sigma V/B (1 - 6e/B) = 6.246 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ q_{\max} &= \max (q_{v1}, q_{v2}) = 82.988 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

・荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度 (qu)

基礎に作用する荷重の傾斜角 (tan θ)

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \Sigma H / \Sigma V \\ &= 20.325 / 66.926 \\ &= 0.30\end{aligned}$$

荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度算定式

$$qu = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

ここに、qu：荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度  
Be：荷重の偏心傾斜を考慮した有効載荷幅 (m)  
※合力の作用位置が中央より後方の場合はBe=Bとする。

$$\begin{aligned}B_e &= B - 2e = 1.500 - 2 \times 0.215 \\ &= 1.070 \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$B_e/L = 1.070/10.000 = 0.107$$

Be/L>1の場合Be/L=1とする。

e：底面の地盤反力度の偏心量

$$e = 0.215 \text{ (m)}$$

α、β：基礎の形状係数

$$\begin{aligned}\alpha &= 1 + 0.3 \times B_e/L = 1 + 0.3 \times 0.107 \\ &= 1.032\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta &= 1 - 0.4 \times B_e/L = 1 - 0.4 \times 0.107 \\ &= 0.957\end{aligned}$$

C：支持地盤の粘着力 = 0.000 (kN/m<sup>2</sup>)

q：上載荷重 (= γ<sub>r</sub> · D<sub>f</sub>) (kN/m<sup>2</sup>)

$$\begin{aligned}q &= \gamma_r \times D_f = 19.00 \times 0.500 \\ &= 9.500 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

γ<sub>r</sub>：根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

γ<sub>s</sub>：支持地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

S<sub>c</sub>, S<sub>q</sub>, S<sub>r</sub>：支持力係数の寸法効果に対する補正係数

$$\begin{aligned}S_c &= (C^*)^\lambda = (C/10)^{-1/3} \\ &= 1.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_q &= (q^*)^\nu = (q/10)^{-1/3} \\ &= 1.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_r &= (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3} \\ &= 0.978\end{aligned}$$

N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>r</sub>：支持力係数 (道路橋示方書、支持力係数グラフより)

$$N_c = 11.96$$

$$N_q = 5.97$$

$$N_r = 2.02$$

κ：根入れ効果に対する割り増し係数

$$\begin{aligned}\kappa &= 1 + 0.3 \cdot D_f / B_e \\ &= 1.00\end{aligned}$$

極限支持力度

$$qu = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

$$\begin{aligned}&= 1.032 \times 1.00 \times 0.00 \times 11.96 \times 1.000 \\ &\quad + 1.000 \times 9.500 \times 5.97 \times 1.000 \\ &\quad + 1/2 \times 17.00 \times 0.957 \times 1.070 \times 2.02 \times 0.978\end{aligned}$$

$$= 0.000 \quad + 56.715 \quad + 17.195$$

$$= 73.910 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

・荷重の偏心傾斜を考慮した許容支持力度 (qa)

$$\begin{aligned}
 qa &= \frac{qu}{F_s} \\
 &= \frac{73.910}{3.00} \\
 &= 24.637 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここに、qa : 荷重の偏心傾斜を考慮した許容支持力度  
qu : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度  
Fs : 支持力安全率  
Fs = 3.00 (常時)

・地盤支持力に対する安定照査

許容支持力度を静力学公式により求めた場合は、底面に発生する全鉛直荷重を有効載荷幅(Be)で除して得られる地盤反力度(q)が許容支持力度(qa)以下となることを照査する。(擁壁工指針 p.119)

$$\begin{aligned}
 q &= \frac{\sum V}{Be} \leq qa \\
 &= \frac{66.926}{1.070} \\
 &= 62.547 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

地盤反力度 q = 62.547 (kN/m<sup>2</sup>)

許容地盤支持力度 qa = 24.637 (kN/m<sup>2</sup>)

判定 qmax > qa NG -- NG --

#### (5) 安定計算のまとめ

タイトル: 松山城 緊急車両用通路 H=2.0

サブタイトル:

計算ケース: 常時

安定照査項目		記号	数値	備考
転倒に対する安定性	偏心距離 (m)	e	0.215	
	許容範囲 (m)	B/6	0.250	
	判定 ( e  ≤ B/6の条件を満たすか)			-- OK --
滑動に対する安定性	滑動安全率	Fs	1.976	
	計画安全率	Fsp	1.50	
	判定 (Fs ≥ Fspの条件を満たすか)			-- OK --
地盤支持力に対する安定性	地盤反力度(kN/m <sup>2</sup> )	q	62.547	
	許容支持力度(kN/m <sup>2</sup> )	qa	24.637	
	判定 (q ≤ qaの条件を満たすか)			-- NG --

# 重力式擁壁構造計算書

$$H = 1.8 \text{ m}$$

平成6年10月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

## 安定計算書

### 重力式擁壁の安定計算

タイトル	松山城 緊急車両用通路 H=1.8	
サブタイトル		
計算ケース:	常時	

#### (1) 設計条件

##### 1) 設計土圧

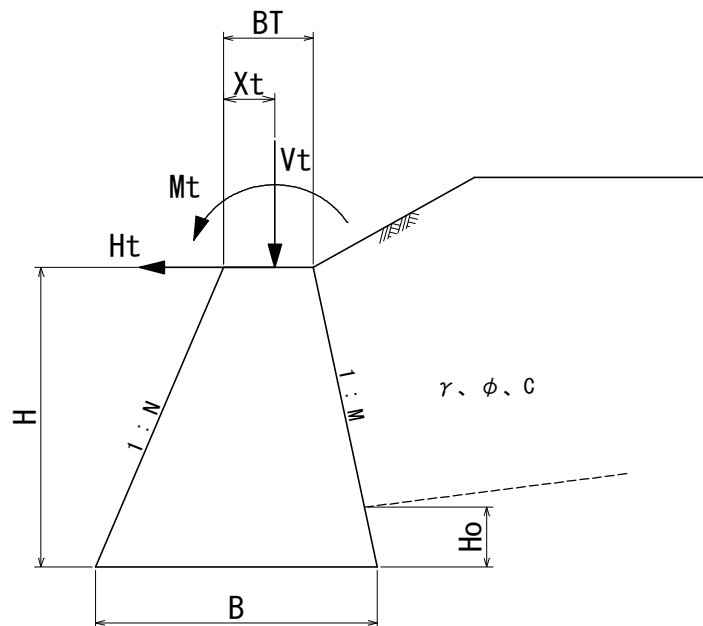
・土圧合力	$P_a =$	23.763 (kN/m)
・水平土圧	$P_h =$	16.338 (kN/m)
・鉛直土圧	$P_v =$	17.256 (kN/m)

##### 2) 天端に作用する外力

・水平力	$H_t =$	0.000 (kN/m)
・鉛直力	$V_t =$	0.000 (kN/m)
・鉛直力の作用位置	$X_t =$	0.000 (m)
・モーメント	$M_t =$	0.000 (kN・m/m)

##### 3) 重力式擁壁の構造および寸法

・重力式擁壁の高さ	$H =$	1.800 (m)
・前面勾配	$1 : N =$	0.000 $\theta' = 0.000 (^{\circ})$
・背面勾配	$1 : M =$	-0.500
・天端幅	$BT =$	0.400 (m)
・底面幅	$B =$	1.300 (m)
・擁壁1ブロックの延長	$L =$	10.000 (m)
・躯体の単位体積重量	$\gamma_c =$	23.00 (kN/m <sup>3</sup> )
・土圧を考慮しない高さ	$H_o =$	0.000 (m)



擁壁寸法等説明図

(※ 本図は模式図なので実際の形状とは異なります)

#### 4) 背面土の土質定数

・単位体積重量	$\gamma =$	19.000 (kN/m <sup>3</sup> )
・内部摩擦角	$\phi =$	30.00 (°)
・粘着力	$C =$	0.00 (kN/m <sup>2</sup> )
・壁面摩擦角	$\delta =$	20.00 (°)

#### 6) 擁壁底面の土質定数

・擁壁底面の摩擦係数	$\mu =$	0.600
・擁壁底面の粘着力	$C_b =$	0.000 (kN/m <sup>2</sup> )

#### 6) 安定条件

##### ・転倒に対する安定条件

転倒に対する安定条件は、合力の作用位置が擁壁底面幅Bの1/3範囲内になければならない。  
式で表せば以下のとおりである。(道路土工・擁壁工指針、P.118)

$$|e| \leq B/6 \quad (e: \text{擁壁底面中央から合力の作用位置までの偏心距離})$$

・滑動に対する安全率	$F_s =$	1.500
------------	---------	-------

・地盤の許容支持力度算定法 : 道路橋示方書の静力学公式を用いて求める

#### (2) 土圧合力の作用点計算

$$\begin{aligned} Y_p &= H_o + (H - H_o - Z_c) / 3 \\ &= 0.000 + (1.800 - 0.000 - 0.000) / 3 \\ &= 0.600 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_p &= B + Y_p \times M \\ &= 1.300 + 0.600 \times -0.500 \\ &= 1.000 \text{ (m)} \end{aligned}$$

ここに、

$X_p$  : 土圧合力のつま先からの離れ (m)

$Y_p$  : 土圧合力の作用高 (m)

$H$  : 擁壁の高さ (m)

$B$  : 擁壁の底面幅 (m)

$M$  : 擁壁の背面勾配

$Z_c$  : 粘着力による自立高さ

$$Z_c = 2C / \gamma \cdot \tan(45 + \phi / 2) = 0.000 \text{ (m)}$$

$H_o$  : 土圧を考慮しない高さ (m)

(3) 作用力の集計

躯体の荷重計算表

(距離およびモーメントは躯体のつま先を中心とする)

種別	断面積	重量	重心位置およびモーメント			
			水平距離	モーメント	鉛直距離	モーメント
	A (m <sup>2</sup> )	W (kN/m)	Xg (m)	M (kN・m)	Yg (m)	M (kN・m)
躯体	1.530	35.190	0.465	16.363	0.741	26.076

躯体断面積

$$\begin{aligned}
 A &= H \cdot (BT+B) / 2 \\
 &= 1.800 \times (0.400 + 1.300) / 2 \\
 &= 1.530 \text{ (m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

躯体重量

$$\begin{aligned}
 W &= A \cdot \gamma_c \\
 &= 1.530 \times 23.000 \\
 &= 35.190 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

重心位置

$$\begin{aligned}
 Xg &= B/2 + Yg \cdot (N+M)/2 \\
 &= 1.300 + 0.741 \times (0.000 + -0.500) / 2 \\
 &= 0.465 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Yg &= H \cdot (B + 2 \cdot BT) / \{ 3 \cdot (B + BT) \} \\
 &= 1.800 \times (1.300 + 2 \times 0.400) / (0.400 + 1.300) / 3 \\
 &= 0.741 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

作用力の集計表

種別	荷重 (kN/m)		距離 (m)		モーメント(kN・m)	
	鉛直	水平	水平	鉛直	抵抗	転倒
	V	H	X	Y	Mr	Mo
躯体	35.190	0.000	0.465	0.741	16.363	0.000
土圧	17.256	16.338	1.000	0.600	17.256	9.803
外力(V,H)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
外力(M)						0.000
合計	52.446	16.338	0.641	0.600	33.619	9.803

#### (4) 安定計算

##### 1) 転倒に対する検討

・合力作用位置のつま先からの距離  $d$

$$\begin{aligned}d &= \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} \\ &= \frac{33.619 - 9.803}{52.446} \\ &= 0.454 \text{ (m)}\end{aligned}$$

・合力作用位置の基礎中心からの偏心距離  $e$

$$\begin{aligned}e &= \frac{B}{2} - d \\ &= \frac{1.300}{2} - 0.454 \\ &= 0.196 \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$|e| = 0.196 \leq \begin{matrix} \text{(常時)} \\ B/6 = 0.217 \end{matrix} \quad \text{-- OK --}$$

※ 偏心距離が基礎幅 $B/6$ の範囲にある。

・有効載荷幅  $Be$

※合力作用位置が中央より後方の場合は $Be=B$ とする。(擁壁工指針 p.67)

$$\begin{aligned}Be &= B - 2e = 1.300 - 2 \times 0.196 \\ &= 0.908 \text{ (m)}\end{aligned}$$



2) 滑動に対する検討

$$\Sigma H = 16.338 \text{ (kN/m)}$$

$$\Sigma V = 52.446 \text{ (kN/m)}$$

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\mu \cdot \Sigma V + C_b \cdot B_e}{\Sigma H} \\ &= \frac{0.600 \times 52.446 + 0.000 \times 0.908}{16.338} \\ &= \frac{31.467}{16.338} \end{aligned}$$

$$= 1.926 \geq 1.500 \text{ (常時)} \quad \text{-- OK --}$$

### 3) 地盤の支持力に対する検討

#### (a) 鉛直地盤反力度の算定

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、「道路土工－擁壁工指針(p.120)」に示された方法で算定する。  
 具体的には、合力作用位置の基礎中心からの偏心距離(e)の値に応じて以下のケースに分けて算出する。

case-1: 擁壁底面から前面又は背面に外れる場合 ( $|e| \geq B/2$ )  
 この場合、地盤反力度は計算できない。

case-2: 擁壁底面幅のミドルサードから外れる場合。( $B/6 < |e| < B/2$ )  
 この場合、地盤反力度は三角形分布となる。

$$q = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d}$$

case-3: 擁壁底面幅のミドルサード内にある場合。( $|e| \leq B/6$ )  
 この場合、地盤反力度は台形分布となる

$$q = \Sigma V/B (1 \pm 6e/B)$$

#### (b) 偏心距離 e によるタイプ判定

- 偏心距離  $|e| = 0.196$  (m)
- タイプ判定 : **case-3** ( $|e| \leq B/6$ )

判定基準幅	数値
B/6	0.217
B/2	0.650
B	1.300

以下の地盤反力度の計算結果の中から case-3の計算結果を採用する。

- case-1場合、地盤反力度は計算できない。
- case-2の場合、地盤反力度は三角形分布となる。

$$q_{\max} = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d} = \frac{104.891}{1.362} = 77.013 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- case-3の場合、地盤反力度は台形分布となる

$$\begin{aligned} q_{v1} &= \Sigma V/B (1 + 6e/B) = 76.837 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ q_{v2} &= \Sigma V/B (1 - 6e/B) = 3.848 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ q_{\max} &= \max (q_{v1}, q_{v2}) = 76.837 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

・荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度 (qu)

基礎に作用する荷重の傾斜角 (tan θ)

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \Sigma H / \Sigma V \\ &= 16.338 / 52.446 \\ &= 0.31\end{aligned}$$

荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度算定式

$$qu = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

ここに、qu : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度  
Be : 荷重の偏心傾斜を考慮した有効載荷幅 (m)  
※合力の作用位置が中央より後方の場合はBe=Bとする。

$$\begin{aligned}B_e &= B - 2e = 1.300 - 2 \times 0.196 \\ &= 0.908 \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$B_e/L = 0.908/10.000 = 0.091$$

Be/L > 1の場合Be/L=1とする。

e : 底面の地盤反力度の偏心量

$$e = 0.196 \text{ (m)}$$

α、β : 基礎の形状係数

$$\begin{aligned}\alpha &= 1 + 0.3 \times B_e/L = 1 + 0.3 \times 0.091 \\ &= 1.027\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta &= 1 - 0.4 \times B_e/L = 1 - 0.4 \times 0.091 \\ &= 0.964\end{aligned}$$

C : 支持地盤の粘着力 = 0.000 (kN/m<sup>2</sup>)

q : 上載荷重 (= γ<sub>r</sub> · D<sub>f</sub>) (kN/m<sup>2</sup>)

$$\begin{aligned}q &= \gamma_r \times D_f = 19.00 \times 0.500 \\ &= 9.500 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

γ<sub>r</sub> : 根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

γ<sub>s</sub> : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

S<sub>c</sub>, S<sub>q</sub>, S<sub>r</sub> : 支持力係数の寸法効果に対する補正係数

$$\begin{aligned}S_c &= (C^*)^\lambda = (C/10)^{-1/3} \\ &= 1.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_q &= (q^*)^\nu = (q/10)^{-1/3} \\ &= 1.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_r &= (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3} \\ &= 1.000\end{aligned}$$

N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>r</sub> : 支持力係数 (道路橋示方書、支持力係数グラフより)

$$N_c = 11.68$$

$$N_q = 5.80$$

$$N_r = 1.92$$

κ : 根入れ効果に対する割り増し係数

$$\begin{aligned}\kappa &= 1 + 0.3 \cdot D_f / B_e \\ &= 1.00\end{aligned}$$

極限支持力度

$$qu = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

$$\begin{aligned}&= 1.027 \times 1.00 \times 0.00 \times 11.68 \times 1.000 \\ &\quad + 1.000 \times 9.500 \times 5.80 \times 1.000 \\ &\quad + 1/2 \times 17.00 \times 0.964 \times 0.908 \times 1.92 \times 1.000\end{aligned}$$

$$= 0.000 + 55.100 + 14.285$$

$$= 69.385 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

・荷重の偏心傾斜を考慮した許容支持力度 (qa)

$$\begin{aligned}
 q_a &= \frac{q_u}{F_s} \\
 &= \frac{69.385}{3.00} \\
 &= 23.128 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここに、qa : 荷重の偏心傾斜を考慮した許容支持力度  
 qu : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度  
 Fs : 支持力安全率  
 Fs = 3.00 (常時)

・地盤支持力に対する安定照査

許容支持力度を静力学公式により求めた場合は、底面に発生する全鉛直荷重を有効載荷幅(Be)で除して得られる地盤反力度(q)が許容支持力度(qa)以下となることを照査する。(擁壁工指針 p.119)

$$\begin{aligned}
 q &= \frac{\sum V}{B_e} \leq q_a \\
 &= \frac{52.446}{0.908} \\
 &= 57.759 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

地盤反力度  $q = 57.759 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

許容地盤支持力度  $q_a = 23.128 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

判定  $q_{max} > q_a$  NG -- NG --

(5) 安定計算のまとめ

タイトル: 松山城 緊急車両用通路 H=1.8

サブタイトル:

計算ケース: 常時

安定照査項目		記号	数値	備考
転倒に対する安定性	偏心距離 (m)	e	0.196	
	許容範囲 (m)	B/6	0.217	
	判定 (  e   ≤ B/6の条件を満たすか)			-- OK --
滑動に対する安定性	滑動安全率	Fs	1.926	
	計画安全率	Fsp	1.50	
	判定 (Fs ≥ Fspの条件を満たすか)			-- OK --
地盤支持力に対する安定性	地盤反力度(kN/m <sup>2</sup> )	q	57.759	
	許容支持力度(kN/m <sup>2</sup> )	qa	23.128	
	判定 (q ≤ qaの条件を満たすか)			-- NG --

# 重力式擁壁構造計算書

$$H = 1.2 \text{ m}$$

平成6年10月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

## 安定計算書

### 重力式擁壁の安定計算

タイトル	松山城 緊急車両用通路 H=1.2	
サブタイトル		
計算ケース:	常時	

#### (1) 設計条件

##### 1) 設計土圧

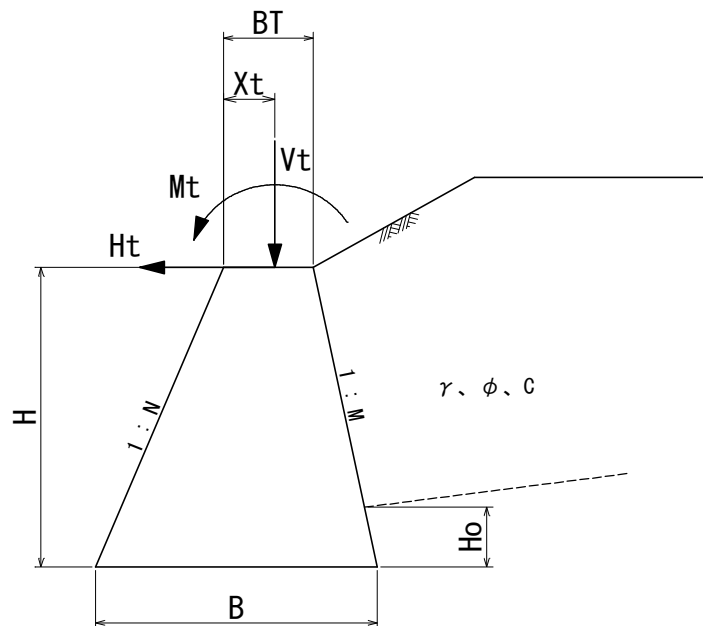
・土圧合力	$P_a =$	10.849 (kN/m)
・水平土圧	$P_h =$	7.459 (kN/m)
・鉛直土圧	$P_v =$	7.878 (kN/m)

##### 2) 天端に作用する外力

・水平力	$H_t =$	0.000 (kN/m)
・鉛直力	$V_t =$	0.000 (kN/m)
・鉛直力の作用位置	$X_t =$	0.000 (m)
・モーメント	$M_t =$	0.000 (kN・m/m)

##### 3) 重力式擁壁の構造および寸法

・重力式擁壁の高さ	$H =$	1.200 (m)
・前面勾配	$1 : N =$	0.000 $\theta' = 0.000 (^{\circ})$
・背面勾配	$1 : M =$	-0.500
・天端幅	$BT =$	0.400 (m)
・底面幅	$B =$	1.000 (m)
・擁壁1ブロックの延長	$L =$	10.000 (m)
・躯体の単位体積重量	$\gamma_c =$	23.00 (kN/m <sup>3</sup> )
・土圧を考慮しない高さ	$H_o =$	0.000 (m)



擁壁寸法等説明図

(※ 本図は模式図なので実際の形状とは異なります)

#### 4) 背面土の土質定数

・単位体積重量	$\gamma =$	19.000 (kN/m <sup>3</sup> )
・内部摩擦角	$\phi =$	30.00 (°)
・粘着力	$C =$	0.00 (kN/m <sup>2</sup> )
・壁面摩擦角	$\delta =$	20.00 (°)

#### 6) 擁壁底面の土質定数

・擁壁底面の摩擦係数	$\mu =$	0.600
・擁壁底面の粘着力	$C_b =$	0.000 (kN/m <sup>2</sup> )

#### 6) 安定条件

##### ・転倒に対する安定条件

転倒に対する安定条件は、合力の作用位置が擁壁底面幅Bの1/3範囲内になければならない。  
式で表せば以下のとおりである。(道路土工・擁壁工指針、P.118)

$$|e| \leq B/6 \quad (e: \text{擁壁底面中央から合力の作用位置までの偏心距離})$$

・滑動に対する安全率	$F_s =$	1.500
------------	---------	-------

・地盤の許容支持力度算定法 : 道路橋示方書の静力学公式を用いて求める

#### (2) 土圧合力の作用点計算

$$\begin{aligned} Y_p &= H_o + (H - H_o - Z_c) / 3 \\ &= 0.000 + (1.200 - 0.000 - 0.000) / 3 \\ &= 0.400 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_p &= B + Y_p \times M \\ &= 1.000 + 0.400 \times -0.500 \\ &= 0.800 \text{ (m)} \end{aligned}$$

ここに、

$X_p$  : 土圧合力のつま先からの離れ (m)

$Y_p$  : 土圧合力の作用高 (m)

$H$  : 擁壁の高さ (m)

$B$  : 擁壁の底面幅 (m)

$M$  : 擁壁の背面勾配

$Z_c$  : 粘着力による自立高さ

$$Z_c = 2C / \gamma \cdot \tan(45 + \phi / 2) = 0.000 \text{ (m)}$$

$H_o$  : 土圧を考慮しない高さ (m)

(3) 作用力の集計

躯体の荷重計算表

(距離およびモーメントは躯体のつま先を中心とする)

種別	断面積	重量	重心位置およびモーメント			
			水平距離	モーメント	鉛直距離	モーメント
	A (m <sup>2</sup> )	W (kN/m)	Xg (m)	M (kN・m)	Yg (m)	M (kN・m)
躯体	0.840	19.320	0.372	7.187	0.514	9.930

躯体断面積

$$\begin{aligned}
 A &= H \cdot (BT+B) / 2 \\
 &= 1.200 \times (0.400 + 1.000) / 2 \\
 &= 0.840 \text{ (m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

躯体重量

$$\begin{aligned}
 W &= A \cdot \gamma c \\
 &= 0.840 \times 23.000 \\
 &= 19.320 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

重心位置

$$\begin{aligned}
 Xg &= B/2 + Yg \cdot (N+M)/2 \\
 &= 1.000 + 0.514 \times (0.000 + -0.500) / 2 \\
 &= 0.372 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Yg &= H \cdot (B + 2 \cdot BT) / \{ 3 \cdot (B + BT) \} \\
 &= 1.200 \times (1.000 + 2 \times 0.400) / (0.400 + 1.000) / 3 \\
 &= 0.514 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

作用力の集計表

種別	荷重 (kN/m)		距離 (m)		モーメント(kN・m)	
	鉛直	水平	水平	鉛直	抵抗	転倒
	V	H	X	Y	Mr	Mo
躯体	19.320	0.000	0.372	0.514	7.187	0.000
土圧	7.878	7.459	0.800	0.400	6.302	2.984
外力(V,H)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
外力(M)						0.000
合計	27.198	7.459	0.496	0.400	13.490	2.984



#### (4) 安定計算

##### 1) 転倒に対する検討

・合力作用位置のつま先からの距離  $d$

$$\begin{aligned}d &= \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} \\ &= \frac{13.490 - 2.984}{27.198} \\ &= 0.386 \text{ (m)}\end{aligned}$$

・合力作用位置の基礎中心からの偏心距離  $e$

$$\begin{aligned}e &= \frac{B}{2} - d \\ &= \frac{1.000}{2} - 0.386 \\ &= 0.114 \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$|e| = 0.114 \leq \begin{matrix} \text{(常時)} \\ B/6 = 0.167 \end{matrix} \quad \text{-- OK --}$$

※ 偏心距離が基礎幅 $B/6$ の範囲にある。

・有効載荷幅  $Be$

※合力作用位置が中央より後方の場合は $Be=B$ とする。(擁壁工指針 p.67)

$$\begin{aligned}Be &= B - 2e = 1.000 - 2 \times 0.114 \\ &= 0.772 \text{ (m)}\end{aligned}$$

2) 滑動に対する検討

$$\Sigma H = 7.459 \text{ (kN/m)}$$

$$\Sigma V = 27.198 \text{ (kN/m)}$$

$$F_s = \frac{\mu \cdot \Sigma V + C_b \cdot B_e}{\Sigma H}$$

$$= \frac{0.600 \times 27.198 + 0.000 \times 0.772}{7.459}$$

$$= \frac{16.319}{7.459}$$

$$= 2.188 \geq 1.500 \text{ (常時)} \quad \text{-- OK --}$$

### 3) 地盤の支持力に対する検討

#### (a) 鉛直地盤反力度の算定

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、「道路土工－擁壁工指針(p.120)」に示された方法で算定する。  
 具体的には、合力作用位置の基礎中心からの偏心距離(e)の値に応じて以下のケースに分けて算出する。

case-1: 擁壁底面から前面又は背面に外れる場合 ( $|e| \geq B/2$ )  
 この場合、地盤反力度は計算できない。

case-2: 擁壁底面幅のミドルサードから外れる場合。( $B/6 < |e| < B/2$ )  
 この場合、地盤反力度は三角形分布となる。

$$q = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d}$$

case-3: 擁壁底面幅のミドルサード内にある場合。( $|e| \leq B/6$ )  
 この場合、地盤反力度は台形分布となる

$$q = \Sigma V/B (1 \pm 6e/B)$$

#### (b) 偏心距離 e によるタイプ判定

- 偏心距離  $|e| = 0.114$  (m)
- タイプ判定: **case-3** ( $|e| \leq B/6$ )

判定基準幅	数値
B/6	0.167
B/2	0.500
B	1.000

以下の地盤反力度の計算結果の中から case-3の計算結果を採用する。

- case-1場合、地盤反力度は計算できない。
- case-2の場合、地盤反力度は三角形分布となる。

$$q_{\max} = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d} = \frac{54.396}{1.158} = 46.974 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- case-3の場合、地盤反力度は台形分布となる

$$\begin{aligned} q_{v1} &= \Sigma V/B (1 + 6e/B) = 45.802 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ q_{v2} &= \Sigma V/B (1 - 6e/B) = 8.595 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ q_{\max} &= \max (q_{v1}, q_{v2}) = 45.802 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

・荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度 (qu)

基礎に作用する荷重の傾斜角 (tan θ)

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \Sigma H / \Sigma V \\ &= 7.459 / 27.198 \\ &= 0.27\end{aligned}$$

荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度算定式

$$qu = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

ここに、qu : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度  
Be : 荷重の偏心傾斜を考慮した有効載荷幅 (m)  
※合力の作用位置が中央より後方の場合はBe=Bとする。

$$\begin{aligned}B_e &= B - 2e = 1.000 - 2 \times 0.114 \\ &= 0.772 \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$B_e/L = 0.772/10.000 = 0.077$$

Be/L > 1の場合Be/L=1とする。

e : 底面の地盤反力度の偏心量

$$e = 0.114 \text{ (m)}$$

α、β : 基礎の形状係数

$$\begin{aligned}\alpha &= 1 + 0.3 \times B_e/L = 1 + 0.3 \times 0.077 \\ &= 1.023\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\beta &= 1 - 0.4 \times B_e/L = 1 - 0.4 \times 0.077 \\ &= 0.969\end{aligned}$$

C : 支持地盤の粘着力 = 0.000 (kN/m<sup>2</sup>)

q : 上載荷重 (= γ<sub>r</sub> · D<sub>f</sub>) (kN/m<sup>2</sup>)

$$\begin{aligned}q &= \gamma_r \times D_f = 19.00 \times 0.500 \\ &= 9.500 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

γ<sub>r</sub> : 根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

γ<sub>s</sub> : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

S<sub>c</sub>, S<sub>q</sub>, S<sub>r</sub> : 支持力係数の寸法効果に対する補正係数

$$\begin{aligned}S_c &= (C^*)^\lambda = (C/10)^{-1/3} \\ &= 1.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_q &= (q^*)^\nu = (q/10)^{-1/3} \\ &= 1.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_r &= (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3} \\ &= 1.000\end{aligned}$$

N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>r</sub> : 支持力係数 (道路橋示方書、支持力係数グラフより)

$$N_c = 12.82$$

$$N_q = 6.48$$

$$N_r = 2.35$$

κ : 根入れ効果に対する割り増し係数

$$\begin{aligned}\kappa &= 1 + 0.3 \cdot D_f / B_e \\ &= 1.00\end{aligned}$$

極限支持力度

$$qu = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

$$\begin{aligned}&= 1.023 \times 1.00 \times 0.00 \times 12.82 \times 1.000 \\ &\quad + 1.000 \times 9.500 \times 6.48 \times 1.000 \\ &\quad + 1/2 \times 17.00 \times 0.969 \times 0.772 \times 2.35 \times 1.000\end{aligned}$$

$$= 0.000 \quad + 61.560 \quad + 14.943$$

$$= 76.503 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

・荷重の偏心傾斜を考慮した許容支持力度 (qa)

$$\begin{aligned}
 q_a &= \frac{q_u}{F_s} \\
 &= \frac{76.503}{3.00} \\
 &= 25.501 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここに、qa : 荷重の偏心傾斜を考慮した許容支持力度  
 qu : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度  
 Fs : 支持力安全率  
 Fs = 3.00 (常時)

・地盤支持力に対する安定照査

許容支持力度を静力学公式により求めた場合は、底面に発生する全鉛直荷重を有効載荷幅(Be)で除して得られる地盤反力度(q)が許容支持力度(qa)以下となることを照査する。(擁壁工指針 p.119)

$$\begin{aligned}
 q &= \frac{\sum V}{B_e} \leq q_a \\
 &= \frac{27.198}{0.772} \\
 &= 35.231 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

地盤反力度  $q = 35.231 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

許容地盤支持力度  $q_a = 25.501 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

判定  $q_{max} > q_a$  NG -- NG --

(5) 安定計算のまとめ

タイトル: 松山城 緊急車両用通路 H=1.2

サブタイトル:

計算ケース: 常時

安定照査項目		記号	数値	備考
転倒に対する安定性	偏心距離 (m)	e	0.114	
	許容範囲 (m)	B/6	0.167	
	判定 (  e   ≤ B/6の条件を満たすか)		-- OK --	
滑動に対する安定性	滑動安全率	Fs	2.188	
	計画安全率	Fsp	1.50	
	判定 (Fs ≥ Fspの条件を満たすか)		-- OK --	
地盤支持力に対する安定性	地盤反力度(kN/m <sup>2</sup> )	q	35.231	
	許容支持力度(kN/m <sup>2</sup> )	qa	25.501	
	判定 (q ≤ qaの条件を満たすか)		-- NG --	

# 傾斜値地盤の支持力計算書

$$H = 2.0 \text{ m}$$

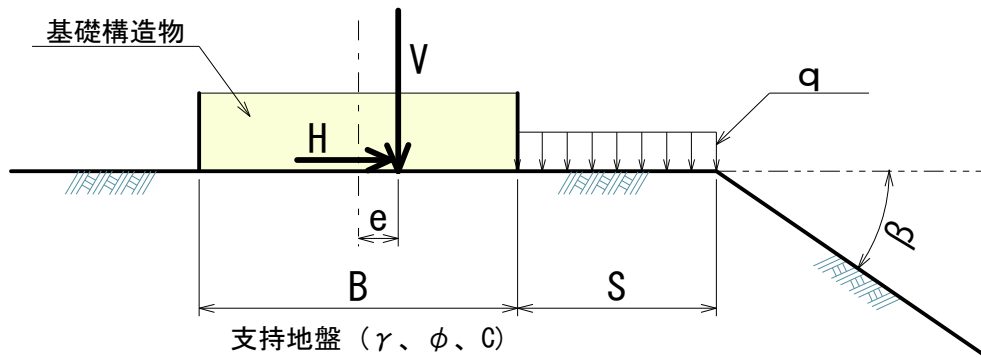
平成6年10月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

# 傾斜地盤の支持力計算

## 1.計算条件

計算書タイトル		重力式擁壁 H=2.0 φ25.6			
計算条件項目		記号	単位	数値	備考
基礎底面への作用荷重条件	鉛直荷重	V	kN	62.547	
	水平荷重	H	kN	24.637	
	荷重の偏心量	e	m	0.215	
基礎形状条件	基礎底面の形状	Type	-	帯状	
	基礎底面幅	B	m	1.500	
	基礎底面長	L	m	1.000	
基礎前面の地盤条件	のり肩までの離れ	S	m	1.200	
	斜面の傾斜角	$\beta$	度	35.000	
	基礎前面の載荷重	q	kN/m <sup>2</sup>	0.000	
基礎底面より下方の地盤条件 (支持地盤)	単位体積重量	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17.000	
	内部摩擦角	$\phi$	度	25.600	
	粘着力	C	kN/m <sup>2</sup>	0.000	
支持力計算条件	支持力安全率	Fs	-	3.0	
寸法効果考慮の有無 (考慮する=1)(考慮しない=0)				0	



## 2.計算結果

項目		記号	単位	数値	備考
基礎形状条件	基礎底面有効幅	Be	m	1.070	
	基礎有効面積	Ae	m <sup>2</sup>	1.070	
	形状係数	$\alpha$	-	1.000	
$\beta$		-	1.000		
支持力係数		Nc	-	14.005	
		Nq	-	0.049	
		Nr	-	0.001	
寸法効果補正係数		Sc	-	1.00	
		Sq	-	1.00	
		Sr	-	1.00	
地盤の極限支持力 $Q_u = Ae \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \}$		Qu	kN	0.010	
地盤の許容支持力 $Q_a = Q_u / F_s$		Qa	kN	0.003	
設計鉛直荷重		V	kN	62.547	
判定		$Q_a < V$		x	

### 3. 支持力算定式

斜面上に設置する直接基礎の極限支持力は次式で求めることができる。

$$Q_u = A_e \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \} \quad \text{----- 式(1)}$$

$$Q_a = Q_u / F_s \quad \text{----- 式(2)}$$

ここに、 $Q_u$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力 (kN)

$Q_a$  : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 (kN)

$F_s$  : 安全率 = 3.000

$B_e$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した基礎有効幅 (m)

$$B_e = B - 2e = 1.500 - 2 \times 0.215$$

$$= 1.070 \text{ (m)}$$

$A_e$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した有効載荷面積 (m<sup>2</sup>)

$$A_e = B_e \times L = 1.070 \times 1.000$$

$$= 1.070$$

$\alpha$ 、 $\beta$  : 基礎の形状係数

$\alpha$  = 帯状の場合 1 とする.

$$= 1.000$$

$\beta$  = 帯状の場合 1 とする.

$$= 1.000$$

形状係数 (道路橋示方書・同解説・IV下部構造編、p.272)

基礎底面形状 形状係数	帯状	正方形 円形	長方形
$\alpha$	1.0	1.3	$1 + 0.3B_e/L$
$\beta$	1.0	0.6	$1 - 0.4B_e/L$

$L$  : 基礎の長さ = 1.000 (m)

$C$  : 支持地盤の粘着力 = 0.000 (kN/m<sup>2</sup>)

$q$  : 上載荷重 = 0.000 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$N_c, N_q, N_r$  : 傾斜地盤の支持力係数 (右城によって速度場法により求められた係数)

$S_c, S_q, S_r$  : 支持力係数の寸法効果に対する補正係数

(道路橋示方書・同解説・IV下部構造編、p.275,p.276)

$$S_c = (C^*)^\lambda = (C/10)^{-1/3} \quad (1 \leq C^* < 10 \text{ とする})$$

$$= 1.00$$

$$S_q = (q^*)^\nu = (q/10)^{-1/3} \quad (1 \leq q^* < 10 \text{ とする})$$

$$= 1.00$$

$$S_r = (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3} \quad (1 \leq B^* \text{ とする})$$

$$= 1.00$$





5. 支持力係数の計算

式(3)から式(5)の支持力係数算定式には  $\omega$  と  $\theta$  のパラメータを含む。式(2)の許容鉛直支持力をこれらのパラメータに関して最小化を行なえば、許容鉛直支持力を求めることができる。最小化の計算は、 $Q_u$ の値が最小となる $\omega$ と $\theta$ を試行計算を行って求めるものとする。

試行計算によって求めた  $\omega$  と  $\theta$  の値は次のとおりである。

・主働塑性場の角度  $\omega = \boxed{63.00}$  (度) = 1.100 (rad)

・遷移場の角度  $\theta = \boxed{28.60}$  (度) = 0.499 (rad)

このとき、

$$X = \cos \phi / \cos(\omega - \phi) (\cos \omega + \tan \delta \cdot \sin \omega) = 0.914$$

$$\eta = \omega - \phi + \theta + \beta - \pi / 2 = 0.192 \text{ (rad)} = 11.000 \text{ (度)}$$

$$r_0 = Lbc = Be \cdot \cos(\omega - \phi) / \cos \phi = 0.943 \text{ (m)}$$

$$r_1 = Lbd = r_0 \cdot e^{\theta \tan \phi} = 1.197 \text{ (m)}$$

$$Lac = r_0 \cdot \sin \omega / \cos(\omega - \phi) = 1.057 \text{ (m)}$$

$$Ldf = S \cdot \sin(\omega + \theta) / \cos \phi = 1.330 \text{ (m)}$$

$$Lef = r_1 + S \cdot \{ \sin(\omega + \theta) \cdot \tan \phi + \cos(\omega + \theta) \} = 1.738 \text{ (m)}$$

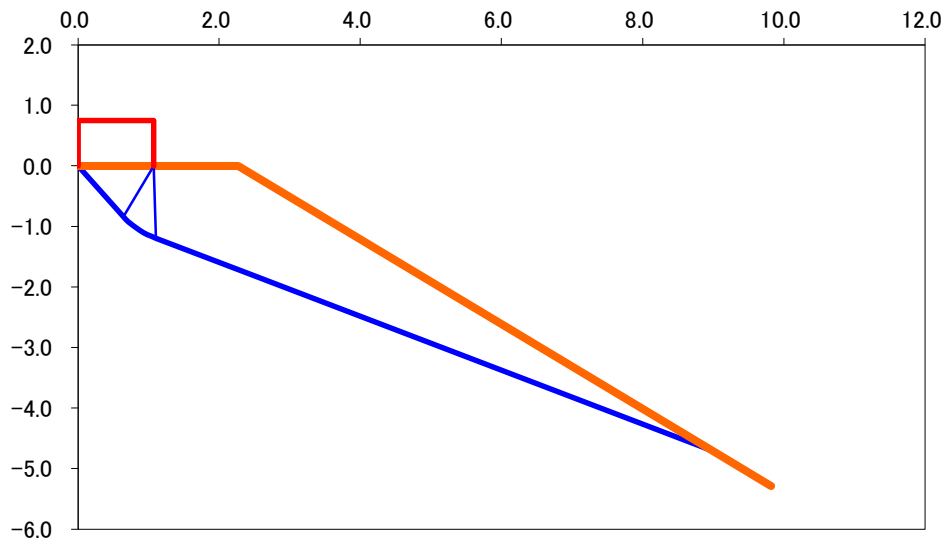
$$Leg = Lef \cdot \cos \phi / \sin \eta = 8.216 \text{ (m)}$$

$$Lfg = Lef \cdot \sin(\omega + \theta + \beta) / \sin \eta = 7.314 \text{ (m)}$$

$$Nc = 14.005$$

$$Nq = 0.049$$

$$Nr = 0.001$$



すべり面の形状図

## 6. 許容鉛直支持力の計算

$$\begin{aligned} Q_u &= A_e \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \} \\ &= 1.070 \times ( 1.00 \times 0.000 \times 14.01 \times 1.00 + 0.000 \times 0.05 \times 1.00 \\ &\quad + 1/2 \times 17.00 \times 1.00 \times 1.070 \times 0.00 \times 1.00 ) \\ &= 1.070 \times ( \quad 0 \quad + 0.000 \quad + 0.009 \quad ) \\ &= \boxed{0.010} \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_a &= Q_u / F_s \\ &= .010 / 3.00 \\ &= \quad 0.003 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここに、

$Q_u$ : 基礎底面地盤の極限支持力 =	0.010 (kN)
$Q_a$ : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 =	0.003 (kN)
$F_s$ : 地盤尾支持力に対する安全率 =	3.00

## 7. 鉛直支持力に対する照査

$$V = \quad 62.547 \quad > \quad Q_a = \quad 0.003 \quad \text{(kN)} \quad \cdots \quad \mathbf{N.G}$$

ここに、

$V$ : 基礎底面に作用する鉛直荷重 =	62.547 (kN)
$Q_a$ : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 =	0.003 (kN)

# 傾斜値地盤の支持力計算書

$$H = 1.8 \text{ m}$$

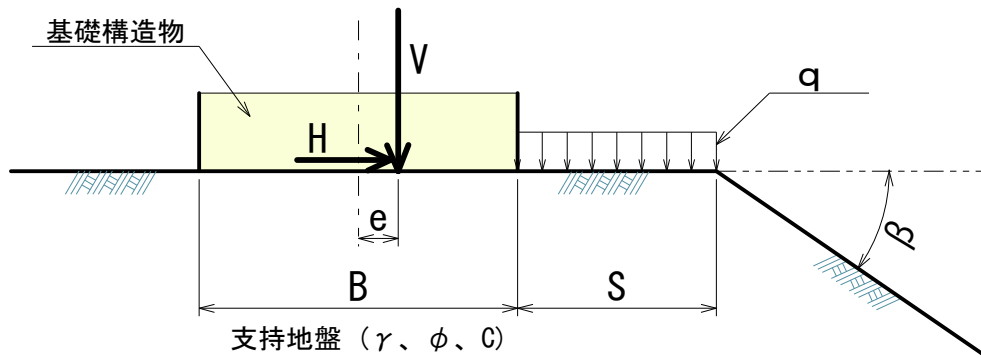
平成6年10月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

# 傾斜地盤の支持力計算

## 1.計算条件

計算書タイトル		重力式擁壁 H=1.8 φ25.6			
計算条件項目		記号	単位	数値	備考
基礎底面への作用荷重条件	鉛直荷重	V	kN	57.759	
	水平荷重	H	kN	23.128	
	荷重の偏心量	e	m	0.196	
基礎形状条件	基礎底面の形状	Type	-	帯状	
	基礎底面幅	B	m	1.300	
	基礎底面長	L	m	1.000	
基礎前面の地盤条件	のり肩までの離れ	S	m	1.200	
	斜面の傾斜角	$\beta$	度	35.000	
	基礎前面の載荷重	q	kN/m <sup>2</sup>	0.000	
基礎底面より下方の地盤条件 (支持地盤)	単位体積重量	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17.000	
	内部摩擦角	$\phi$	度	25.600	
	粘着力	C	kN/m <sup>2</sup>	0.000	
支持力計算条件	支持力安全率	Fs	-	3.0	
寸法効果考慮の有無 (考慮する=1)(考慮しない=0)				0	



## 2.計算結果

項目		記号	単位	数値	備考
基礎形状条件	基礎底面有効幅	Be	m	0.908	
	基礎有効面積	Ae	m <sup>2</sup>	0.908	
	形状係数	$\alpha$	-	1.000	
$\beta$		-	1.000		
支持力係数		Nc	-	15.678	
		Nq	-	0.056	
		Nr	-	0.001	
寸法効果補正係数		Sc	-	1.00	
		Sq	-	1.00	
		Sr	-	1.00	
地盤の極限支持力 $Q_u = Ae \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \}$		Qu	kN	0.007	
地盤の許容支持力 $Q_a = Q_u / F_s$		Qa	kN	0.002	
設計鉛直荷重		V	kN	57.759	
判定		$Q_a < V$		x	

### 3. 支持力算定式

斜面上に設置する直接基礎の極限支持力は次式で求めることができる。

$$Q_u = A_e \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \} \quad \text{----- 式(1)}$$

$$Q_a = Q_u / F_s \quad \text{----- 式(2)}$$

ここに、 $Q_u$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力 (kN)

$Q_a$  : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 (kN)

$F_s$  : 安全率 = 3.000

$B_e$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した基礎有効幅 (m)

$$B_e = B - 2e = 1.300 - 2 \times 0.196$$

$$= 0.908 \text{ (m)}$$

$A_e$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した有効載荷面積 (㎡)

$$A_e = B_e \times L = 0.908 \times 1.000$$

$$= 0.908$$

$\alpha$ 、 $\beta$  : 基礎の形状係数

$\alpha$  = 帯状の場合 1 とする。

$$= 1.000$$

$\beta$  = 帯状の場合 1 とする。

$$= 1.000$$

形状係数 (道路橋示方書・同解説・IV下部構造編、p.272)

基礎底面形状 形状係数	帯状	正方形 円形	長方形
$\alpha$	1.0	1.3	$1 + 0.3B_e/L$
$\beta$	1.0	0.6	$1 - 0.4B_e/L$

$L$  : 基礎の長さ = 1.000 (m)

$C$  : 支持地盤の粘着力 = 0.000 (kN/㎡)

$q$  : 上載荷重 = 0.000 (kN/㎡)

$\gamma$  : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$N_c, N_q, N_r$  : 傾斜地盤の支持力係数 (右城によって速度場法により求められた係数)

$S_c, S_q, S_r$  : 支持力係数の寸法効果に対する補正係数

(道路橋示方書・同解説・IV下部構造編、p.275,p.276)

$$S_c = (C^*)^\lambda = (C/10)^{-1/3} \quad (1 \leq C^* < 10 \text{ とする})$$

$$= 1.00$$

$$S_q = (q^*)^\nu = (q/10)^{-1/3} \quad (1 \leq q^* < 10 \text{ とする})$$

$$= 1.00$$

$$S_r = (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3} \quad (1 \leq B^* \text{ とする})$$

$$= 1.00$$



## 5. 支持力係数の計算

式(3)から式(5)の支持力係数算定式には  $\omega$  と  $\theta$  のパラメータを含む。式(2)の許容鉛直支持力をこれらのパラメータに関して最小化を行なえば、許容鉛直支持力を求めることができる。最小化の計算は、 $Q_u$ の値が最小となる $\omega$ と $\theta$ を試行計算を行って求めるものとする。

試行計算によって求めた  $\omega$  と  $\theta$  の値は次のとおりである。

・主働塑性場の角度  $\omega = \boxed{55.10}$  (度) = 0.962 (rad)

・遷移場の角度  $\theta = \boxed{36.50}$  (度) = 0.637 (rad)

このとき、

$$X = \cos \phi / \cos(\omega - \phi) (\cos \omega + \tan \delta \cdot \sin \omega) = 0.933$$

$$\eta = \omega - \phi + \theta + \beta - \pi / 2 = 0.192 \text{ (rad)} = 11.000 \text{ (度)}$$

$$r_0 = Lbc = Be \cdot \cos(\omega - \phi) / \cos \phi = 0.876 \text{ (m)}$$

$$r_1 = Lbd = r_0 \cdot e^{\theta \tan \phi} = 1.189 \text{ (m)}$$

$$Lac = r_0 \cdot \sin \omega / \cos(\omega - \phi) = 0.826 \text{ (m)}$$

$$Ldf = S \cdot \sin(\omega + \theta) / \cos \phi = 1.330 \text{ (m)}$$

$$Lef = r_1 + S \cdot \{ \sin(\omega + \theta) \cdot \tan \phi + \cos(\omega + \theta) \} = 1.730 \text{ (m)}$$

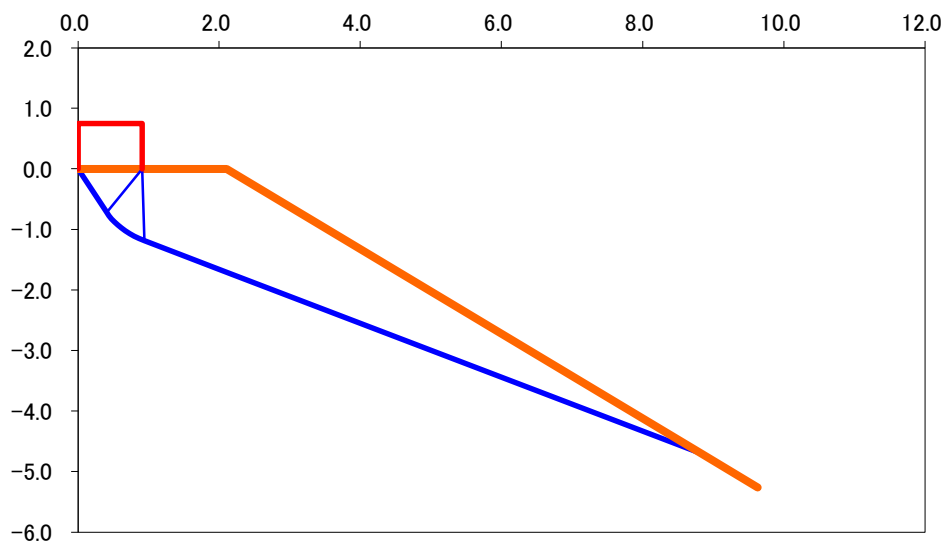
$$Leg = Lef \cdot \cos \phi / \sin \eta = 8.178 \text{ (m)}$$

$$Lfg = Lef \cdot \sin(\omega + \theta + \beta) / \sin \eta = 7.280 \text{ (m)}$$

$$Nc = 15.678$$

$$Nq = 0.056$$

$$Nr = 0.001$$



すべり面の形状図



## 6. 許容鉛直支持力の計算

$$\begin{aligned} Q_u &= A_e \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \} \\ &= 0.908 \times ( 1.00 \times 0.000 \times 15.68 \times 1.00 + 0.000 \times 0.06 \times 1.00 \\ &\quad + 1/2 \times 17.00 \times 1.00 \times 0.908 \times 0.00 \times 1.00 ) \\ &= 0.908 \times ( \quad 0 \quad + 0.000 \quad + 0.008 \quad ) \\ &= \boxed{0.007} \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_a &= Q_u / F_s \\ &= 0.007 / 3.00 \\ &= 0.002 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここに、

Qu : 基礎底面地盤の極限支持力 =	0.007 (kN)
Qa : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 =	0.002 (kN)
Fs : 地盤尾支持力に対する安全率 =	3.00

## 7. 鉛直支持力に対する照査

$$V = 57.759 > Q_a = 0.002 \text{ (kN)} \cdots \cdots \text{ N.G}$$

ここに、

V : 基礎底面に作用する鉛直荷重 =	57.759 (kN)
Qa : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 =	0.002 (kN)

# 傾斜値地盤の支持力計算書

$$H = 1.2 \text{ m}$$

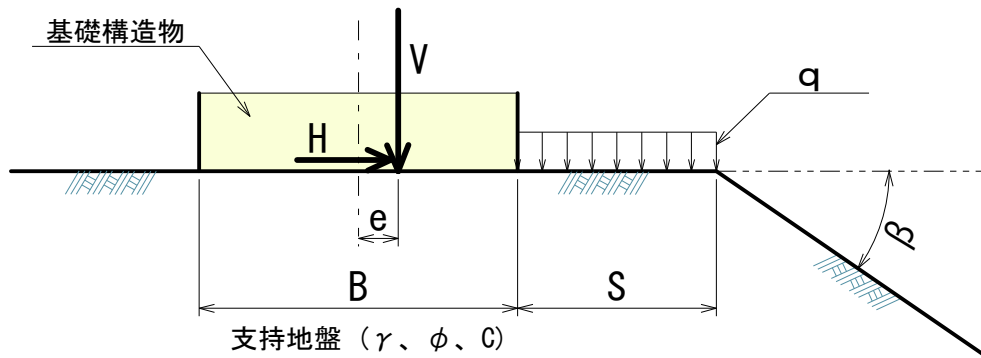
平成6年10月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

# 傾斜地盤の支持力計算

## 1.計算条件

計算書タイトル		重力式擁壁 H=1.2 φ 25.6			
計算条件項目		記号	単位	数値	備考
基礎底面への作用荷重条件	鉛直荷重	V	kN	35.231	
	水平荷重	H	kN	25.501	
	荷重の偏心量	e	m	0.114	
基礎形状条件	基礎底面の形状	Type	-	帯状	
	基礎底面幅	B	m	1.000	
	基礎底面長	L	m	1.000	
基礎前面の地盤条件	のり肩までの離れ	S	m	1.200	
	斜面の傾斜角	$\beta$	度	35.000	
	基礎前面の載荷重	q	kN/m <sup>2</sup>	0.000	
基礎底面より下方の地盤条件 (支持地盤)	単位体積重量	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17.000	
	内部摩擦角	$\phi$	度	25.600	
	粘着力	C	kN/m <sup>2</sup>	0.000	
支持力計算条件	支持力安全率	Fs	-	3.0	
寸法効果考慮の有無 (考慮する=1)(考慮しない=0)				0	



## 2.計算結果

項目		記号	単位	数値	備考
基礎形状条件	基礎底面有効幅	Be	m	0.772	
	基礎有効面積	Ae	m <sup>2</sup>	0.772	
	形状係数	$\alpha$	-	1.000	
$\beta$		-	1.000		
支持力係数		Nc	-	15.518	
		Nq	-	0.053	
		Nr	-	0.001	
寸法効果補正係数		Sc	-	1.00	
		Sq	-	1.00	
		Sr	-	1.00	
地盤の極限支持力 $Q_u = Ae \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \}$		Qu	kN	0.005	
地盤の許容支持力 $Q_a = Q_u / F_s$		Qa	kN	0.002	
設計鉛直荷重		V	kN	35.231	
判定		$Q_a < V$		x	

### 3. 支持力算定式

斜面上に設置する直接基礎の極限支持力は次式で求めることができる。

$$Q_u = A_e \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \} \quad \text{----- 式(1)}$$

$$Q_a = Q_u / F_s \quad \text{----- 式(2)}$$

ここに、 $Q_u$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力 (kN)

$Q_a$  : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 (kN)

$F_s$  : 安全率 = 3.000

$B_e$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した基礎有効幅 (m)

$$B_e = B - 2e = 1.000 - 2 \times 0.114$$

$$= 0.772 \text{ (m)}$$

$A_e$  : 荷重の偏心傾斜を考慮した有効載荷面積 (m<sup>2</sup>)

$$A_e = B_e \times L = 0.772 \times 1.000$$

$$= 0.772$$

$\alpha$ 、 $\beta$  : 基礎の形状係数

$\alpha$  = 帯状の場合 1 とする.

$$= 1.000$$

$\beta$  = 帯状の場合 1 とする.

$$= 1.000$$

形状係数 (道路橋示方書・同解説・IV下部構造編、p.272)

基礎底面形状 形状係数	帯状	正方形 円形	長方形
$\alpha$	1.0	1.3	$1 + 0.3B_e/L$
$\beta$	1.0	0.6	$1 - 0.4B_e/L$

$L$  : 基礎の長さ = 1.000 (m)

$C$  : 支持地盤の粘着力 = 0.000 (kN/m<sup>2</sup>)

$q$  : 上載荷重 = 0.000 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$N_c, N_q, N_r$  : 傾斜地盤の支持力係数 (右城によって速度場法により求められた係数)

$S_c, S_q, S_r$  : 支持力係数の寸法効果に対する補正係数

(道路橋示方書・同解説・IV下部構造編、p.275,p.276)

$$S_c = (C^*)^\lambda = (C/10)^{-1/3} \quad (1 \leq C^* < 10 \text{ とする})$$

$$= 1.00$$

$$S_q = (q^*)^\nu = (q/10)^{-1/3} \quad (1 \leq q^* < 10 \text{ とする})$$

$$= 1.00$$

$$S_r = (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3} \quad (1 \leq B^* \text{ とする})$$

$$= 1.00$$



## 5. 支持力係数の計算

式(3)から式(5)の支持力係数算定式には  $\omega$  と  $\theta$  のパラメータを含む。式(2)の許容鉛直支持力をこれらのパラメータに関して最小化を行なえば、許容鉛直支持力を求めることができる。最小化の計算は、 $Q_u$ の値が最小となる $\omega$ と $\theta$ を試行計算を行って求めるものとする。

試行計算によって求めた  $\omega$  と  $\theta$  の値は次のとおりである。

・主働塑性場の角度  $\omega = \boxed{42.40}$  (度) = 0.740 (rad)

・遷移場の角度  $\theta = \boxed{49.20}$  (度) = 0.859 (rad)

このとき、

$$X = \cos \phi / \cos(\omega - \phi) (\cos \omega + \tan \delta \cdot \sin \omega) = 1.155$$

$$\eta = \omega - \phi + \theta + \beta - \pi / 2 = 0.192 \text{ (rad)} = 11.000 \text{ (度)}$$

$$r_0 = Lbc = Be \cdot \cos(\omega - \phi) / \cos \phi = 0.819 \text{ (m)}$$

$$r_1 = Lbd = r_0 \cdot e^{\theta \tan \phi} = 1.237 \text{ (m)}$$

$$Lac = r_0 \cdot \sin \omega / \cos(\omega - \phi) = 0.577 \text{ (m)}$$

$$Ldf = S \cdot \sin(\omega + \theta) / \cos \phi = 1.330 \text{ (m)}$$

$$Lef = r_1 + S \cdot \{ \sin(\omega + \theta) \cdot \tan \phi + \cos(\omega + \theta) \} = 1.778 \text{ (m)}$$

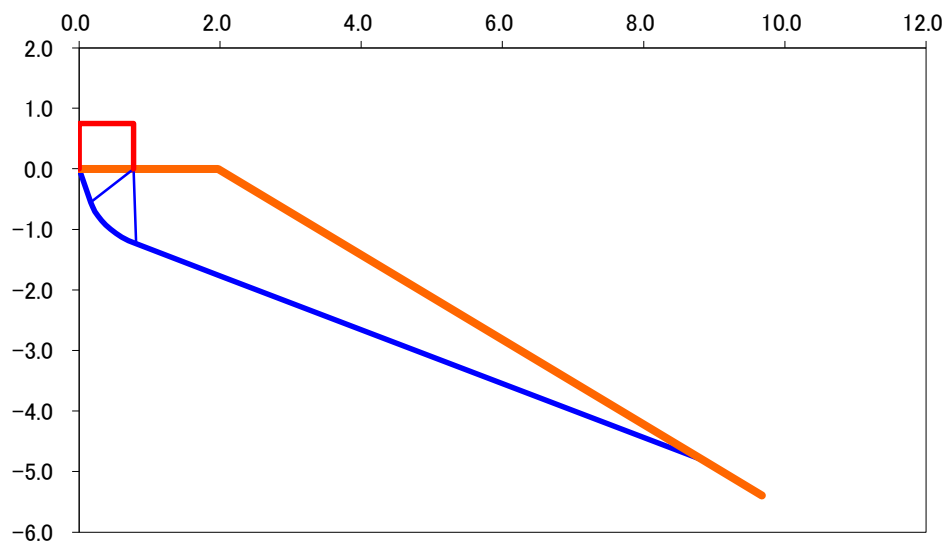
$$Leg = Lef \cdot \cos \phi / \sin \eta = 8.403 \text{ (m)}$$

$$Lfg = Lef \cdot \sin(\omega + \theta + \beta) / \sin \eta = 7.480 \text{ (m)}$$

$$Nc = 15.518$$

$$Nq = 0.053$$

$$Nr = 0.001$$



すべり面の形状図

## 6. 許容鉛直支持力の計算

$$\begin{aligned} Q_u &= A_e \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \} \\ &= 0.772 \times ( 1.00 \times 0.000 \times 15.52 \times 1.00 + 0.000 \times 0.05 \times 1.00 \\ &\quad + 1/2 \times 17.00 \times 1.00 \times 0.772 \times 0.00 \times 1.00 ) \\ &= 0.772 \times ( 0 + 0.000 + 0.007 ) \\ &= \boxed{0.005} \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_a &= Q_u / F_s \\ &= 0.005 / 3.00 \\ &= 0.002 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここに、

Qu : 基礎底面地盤の極限支持力 =	0.005 (kN)
Qa : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 =	0.002 (kN)
Fs : 地盤尾支持力に対する安全率 =	3.00

## 7. 鉛直支持力に対する照査

$$V = 35.231 > Q_a = 0.002 \text{ (kN)} \cdots \cdots \text{ N.G}$$

ここに、

V : 基礎底面に作用する鉛直荷重 =	35.231 (kN)
Qa : 基礎底面地盤の許容鉛直支持力 =	0.002 (kN)

## 円弧すべり安定計算 計算結果一覧

計算条件 : 擁壁撤去考慮

計算種別 : 内部摩擦角  $\phi = 35$  度

粘着力  $C = 5.04$

平成 6 年 10 月

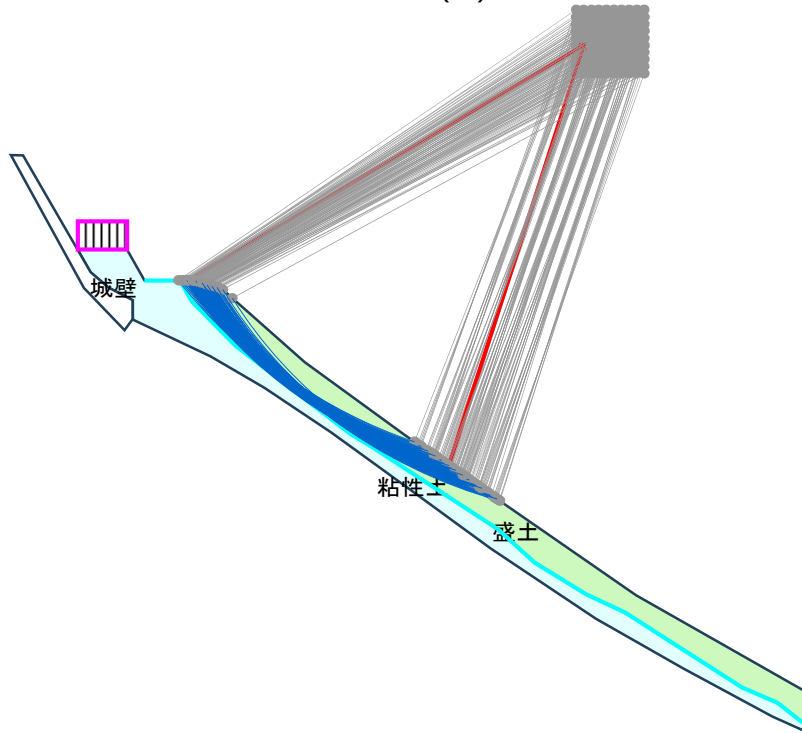
熱海土石流原因究明プロジェクトチーム



円弧すべり解析結果断面図

タイトル	斜面上部：0%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35$ 度 粘着力 $C = 5.04$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 1.216$
- ・必要抑止力  $Pr = -5.648$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 18.500$   
 $Y = 140.000$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 31.000$

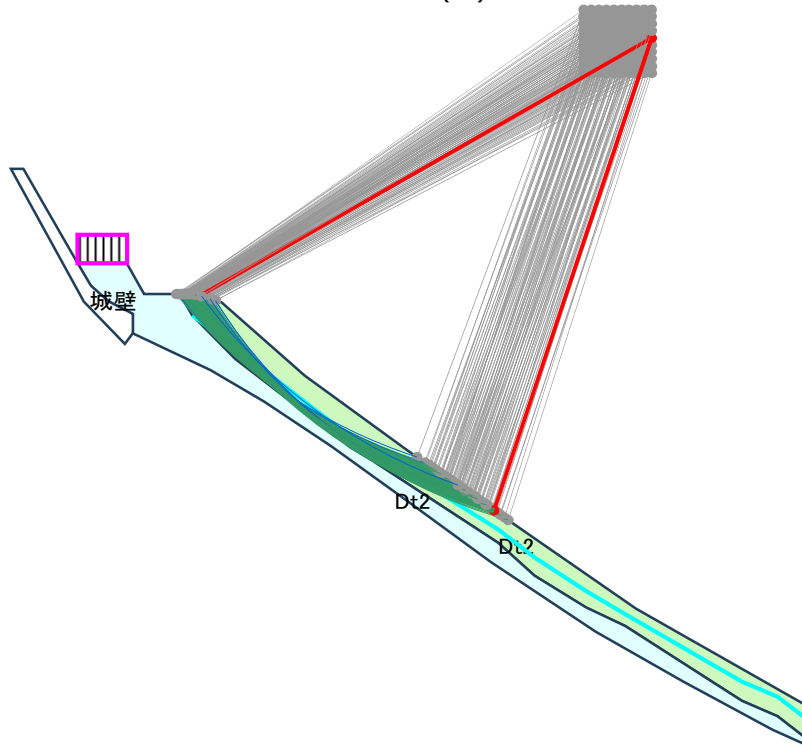


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 1.216$	
計画安全率	$Fsp = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = -5.648$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 22.104$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 33.107$ $m^2$	
総重量	$\Sigma W = 595.935$ $m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 11,150.624$ kN·m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 13,555.838$ kN·m	

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	斜面上部：30%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35.0$ 度 粘着力 $C = 5.04$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 1.132$
- ・必要抑止力  $Pr = 27.477$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 23.000$   
 $Y = 141.500$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 35.000$

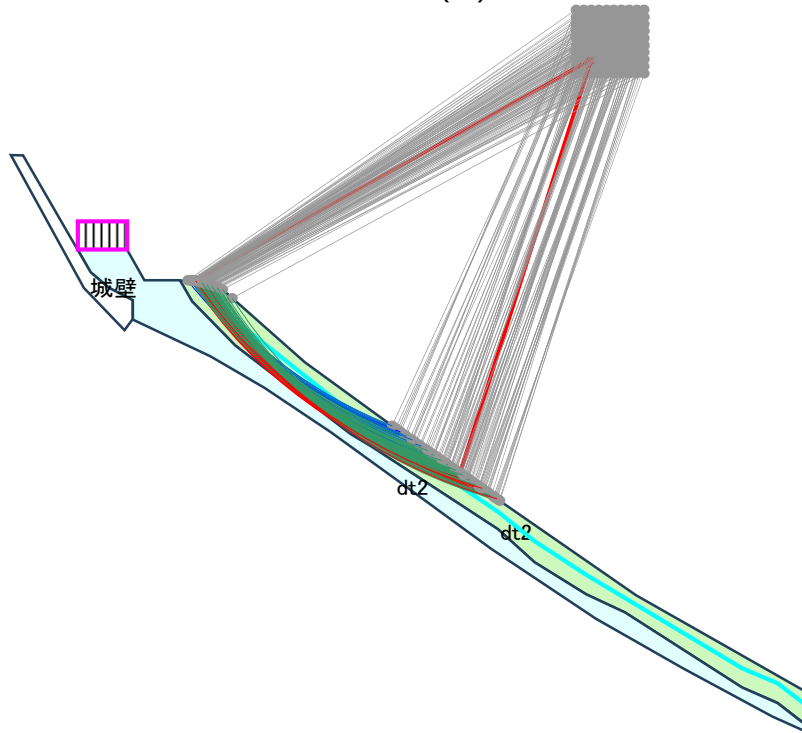


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 1.132$	
計画安全率	$Fsp = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 27.477$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 25.212$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 36.647$ m <sup>2</sup>	
総重量	$\Sigma W = 665.691$ m <sup>3</sup>	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 14,108.409$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 15,968.383$ kN・m	

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	斜面上部：60%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35$ 度 粘着力 $C = 5.04$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.980$
- ・必要抑止力  $Pr = 80.303$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 19.000$   
 $Y = 139.000$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 30.500$

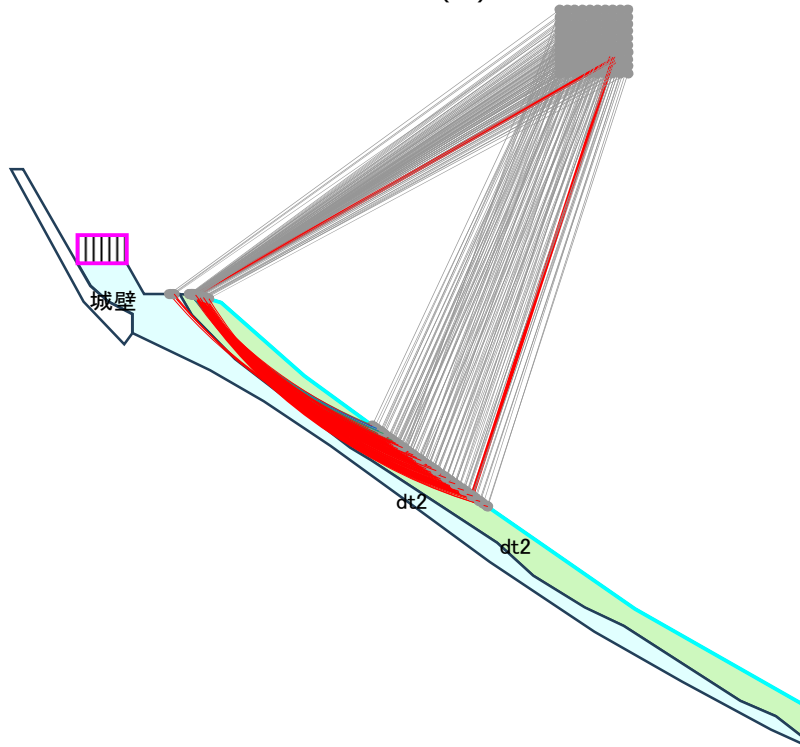


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.980$	
計画安全率	$Fsp = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 80.303$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 22.687$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 32.617$ m <sup>2</sup>	
総重量	$\Sigma W = 602.548$ m <sup>3</sup>	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 11,152.235$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 10,933.451$ kN・m	

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	斜面上部：100%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35$ 度 粘着力 $C = 5.04$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.727$
- ・必要抑止力  $Pr = 187.595$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 20.500$   
 $Y = 140.000$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 32.250$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.727$	
計画安全率	$Fsp = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 187.595$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 23.689$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 34.442$ m <sup>2</sup>	
総重量	$\Sigma W = 654.328$ m <sup>3</sup>	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 12,787.314$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 9,294.848$ kN・m	

## 円弧すべり安定計算 計算結果一覧

計算条件 : 擁壁撤去考慮

計算種別 : 内部摩擦角 26.6 度

粘着力  $C=0.00$

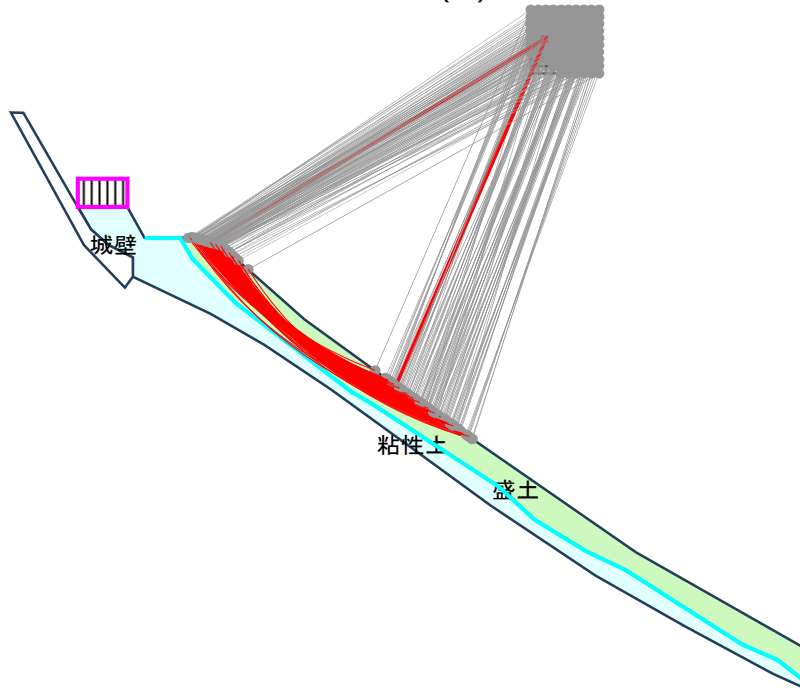
平成 6 年 10 月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	斜面上部：0%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 25.6$ 度 粘着力 $C=0.00$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.599$
- ・必要抑止力  $Pr = 87.844$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 16.000$   
 $Y = 137.500$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 26.500$

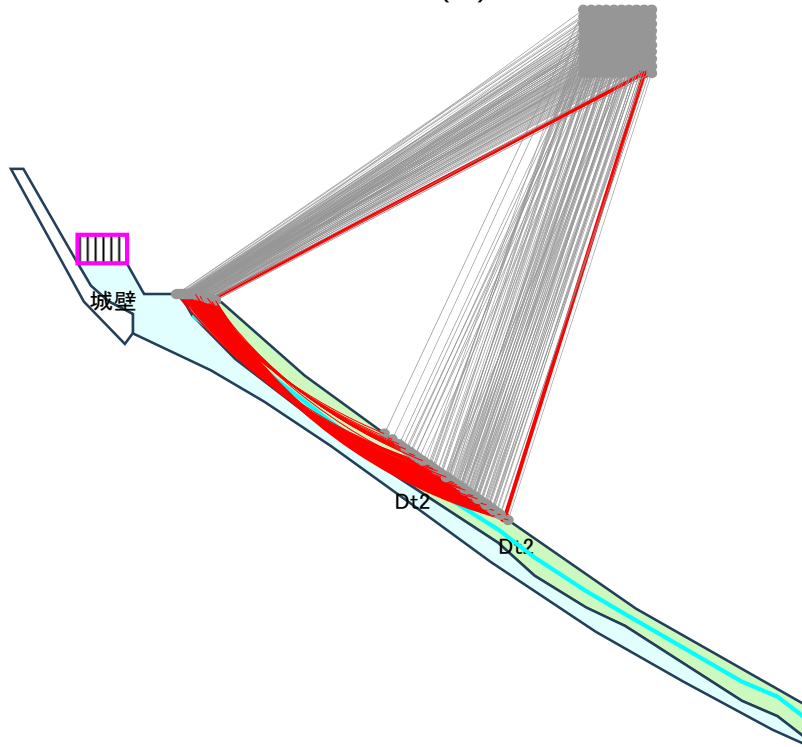


項目	計算条件・結果			備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法			
解析種別(常時/地震時)	常時の計算			
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定			
最小安全率	$Fs\_min =$	0.599		
計画安全率	$Fsp =$	1.20		
必要抑止力	$Pr =$	87.844	kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L =$	16.185	m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A =$	12.803	$m^2$	
総重量	$\Sigma W =$	230.452	$m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms =$	3,870.661	kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr =$	2,316.924	kN・m	

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	斜面上部：30%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 26.5$ 度 粘着力 $C = 0.00$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.554$
- ・必要抑止力  $Pr = 254.109$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 22.500$   
 $Y = 139.000$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 32.750$

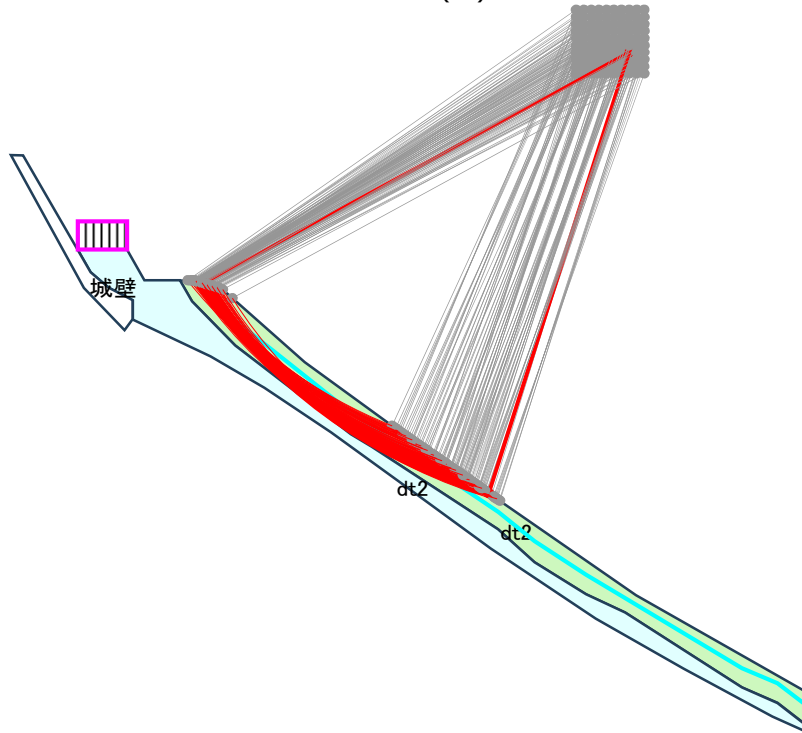


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.554$	
計画安全率	$Fsp = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 254.109$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 25.378$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 35.890$ $m^2$	
総重量	$\Sigma W = 652.681$ $m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 12,880.086$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 7,134.027$ kN・m	

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	斜面上部：60%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 25.6$ 度 粘着力 $C = 0.00$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.456$
- ・必要抑止力  $Pr = 292.972$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 21.500$   
 $Y = 139.500$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 32.500$



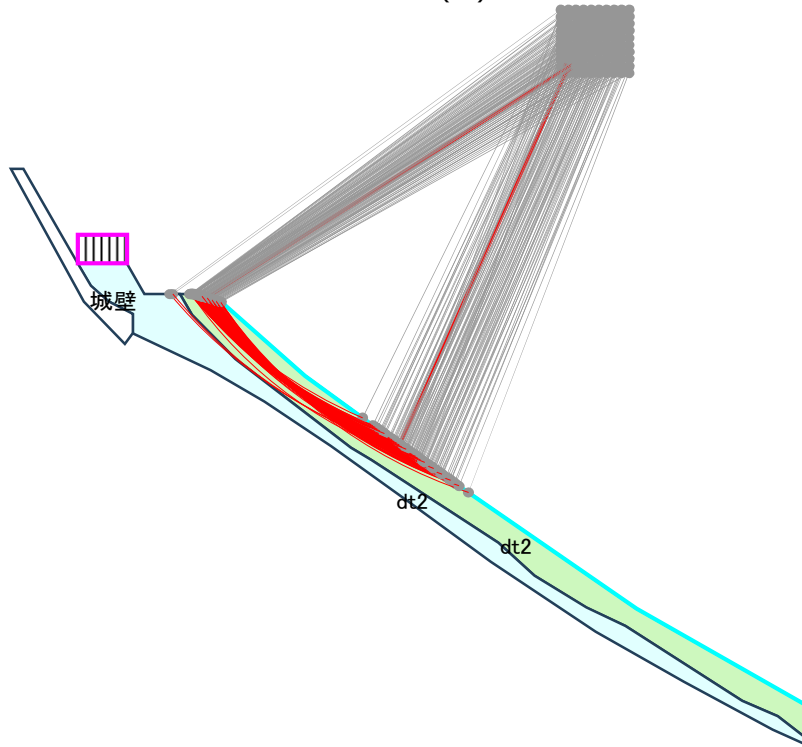
項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.456$	
計画安全率	$Fsp = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 292.972$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 24.539$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 35.234$ m <sup>2</sup>	
総重量	$\Sigma W = 650.942$ m <sup>3</sup>	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 12,805.690$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 5,845.237$ kN・m	



円弧すべり解析結果断面図

タイトル	斜面上部：100%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 26.6$ 度 粘着力 $C = 0.00$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.274$
- ・必要抑止力  $Pr = 149.705$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 17.500$   
 $Y = 139.500$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 29.000$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.274$	
計画安全率	$Fsp = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 149.705$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 16.672$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 13.437$ m <sup>2</sup>	
総重量	$\Sigma W = 255.294$ m <sup>3</sup>	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 4,686.119$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 1,281.903$ kN・m	

# 円弧すべり安定計算 報告書

計算条件 : 擁壁撤去考慮

計算種別 : 内部摩擦角  $\phi = 35$  度

粘着力  $C = 5.04$

平成 6 年 10 月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

## 円弧すべり安定計算書

計算種別 : 常時の安定計算  
計算タイプ : 最小安全率の算定

タイトル	斜面上部 : 0%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35$ 度 粘着力 $C = 5.04$

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

タイトル	斜面上部：0%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35$ 度 粘着力 $C = 5.04$

■ 計算条件

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos a \cdot \tan \phi - \sum U \cdot b \cdot \cos a \cdot \tan \phi - \sum kh \cdot W \cdot \sin a \cdot \tan \phi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot ( \sum W \cdot \sin a + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R )}$$

ここに、 $F_s$  : 円弧すべり安全率

$F_{sp}$  : 円弧すべり計画安全率

= 1.200 (常時)

$R$  : 円弧すべり半径 (m)

$U$  : 間隙水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$kh$  : 設計水平震度 (地震時)

$h$  : 重心と円中心の高低差 (m)

$a$  : すべり面の傾斜角 (°)

$C$  : すべり面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  : すべり面の内部摩擦角 (°)

$b$  : スライス幅 (m)

$l$  : スライスの円弧長 (m)

$Pw1, Pw2$  : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\Delta 1, \Delta 2$  : 静水圧作用位置と円中心の高低差 (m)

- ・ 計算種別 : 常時の安定計算
- ・ 計算タイプ : 最小安全率の算定
- ・ 安全率 : -

- ・ 円弧すべりの回転方向 : 反時計回り (左回り)

■ 設計荷重

- ・ 水の単位体積重量 : 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

■ 地表、地層を構成する点群の座標

節点の総数  $\Sigma N = 49$

NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標
1	-7.250	123.380	41	-4.510	119.610			
2	-5.420	122.800	42	3.120	113.240			
3	0.080	117.600	43	12.850	106.366			
4	6.760	112.400	44	15.250	104.210			
5	21.970	101.130	45	18.660	101.900			
6	33.270	94.258	46	21.240	100.430			
7	-14.940	125.570	47	28.960	95.300			
8	-11.680	125.570	48	31.300	94.220			
9	-10.530	123.380	49	33.270	92.600			
10	-8.170	123.380						
11	-7.370	121.900						
12	-4.510	118.780						
13	3.120	112.520						
14	4.490	111.640						
15	12.850	105.800						
16	15.250	103.460						
17	18.660	101.210						
18	21.240	99.910						
19	28.960	94.620						
20	31.300	93.530						
21	33.270	91.890						
22	-14.070	123.960						
23	-12.890	122.860						
24	-11.290	121.970						
25	-11.290	120.610						
26	-6.150	118.000						
27	-2.600	115.790						
28	1.810	112.640						
29	6.950	108.660						
30	12.360	104.440						
31	19.290	99.490						
32	25.100	95.960						
33	30.980	92.570						
34	33.270	91.460						
35	-53.850	132.750						
36	-19.350	132.230						
37	-18.530	132.220						
38	-14.520	122.850						
39	-11.820	119.850						
40	-7.120	122.330						









■ 中心範囲と半径の設定

・円弧中心と半径の設定Type

Type1 : 円弧中心と半径を変えた試行計算
Type2 : 円弧中心とすべり深度を変えた試行計算
Type3 : 円弧中心を変えて、指定直線に接する円弧
Type4 : 円弧中心を変えて、指定点を通る円弧
Type5 : 円弧中心と半径を固定した指定計算

←採用

(表-1) 円弧の中心範囲(Type1、Type2、Type3、Type-4で入力指定)

中心範囲		左下隅の 格子座標	格子点の数 X:右側方向 Y:上側方向	移動幅 (m)
	X座標	18.000	10	0.500
Y座標	138.000	10	0.500	

←採用

(表-2) 半径範囲 (Type1、Type2、Type3、Type-4で指定)

半径範囲		最小半径 Rmin(m)	最大半径 Rmax (m)	刻み間隔 Rpit (m)
	半径R(m)	26.000	36.000	0.500

←採用

(表-3) すべり深度の範囲 (Type2で指定)

深度範囲		最小深度 Dmin (m)	最大深度 Dmax (m)	刻み間隔 Dpit (m)
	深度D(m)			

(表-4) 円弧が接する直線の起終点座標 (Type3で指定)

マスト タッチ ライン	直線起点		直線終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標

(表-5) 円弧が通過する点座標 (Type4で指定)

マスト パス ポイント	ポイント NO.	通過点 X座標 (m)	通過点 Y座標(m)	備考
	NO.1			
	NO.2			

※2点を入力した場合、各点ごとに通過する円弧で安定計算を行なう。

(表-6) 指定円弧 (Type5で指定)

中心 および 半径	中心 X座標(m)	中心 Y座標(m)	半径 R (m)	備考

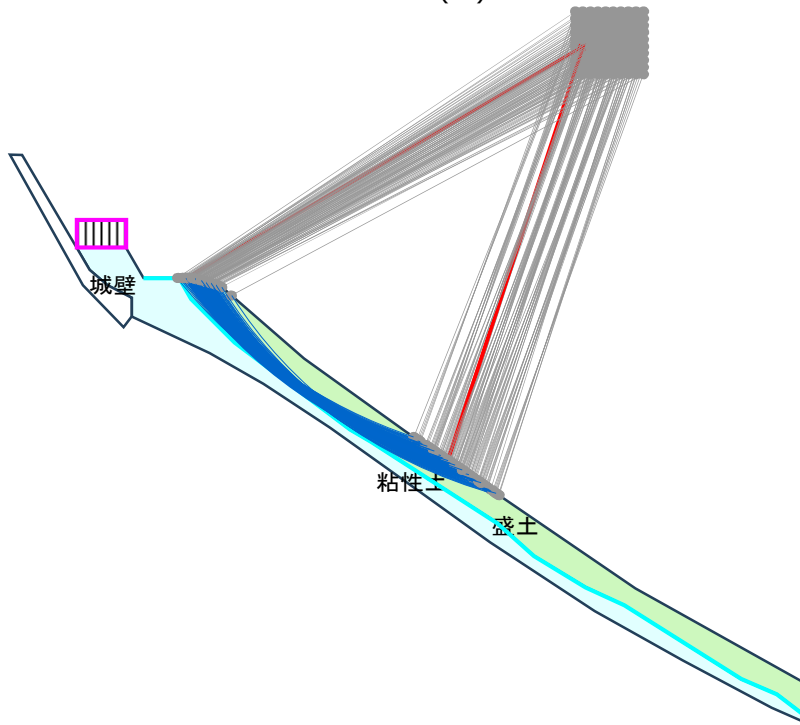
■ネバーカットライン(不通過線)の設定

ネバーカットライン一覧表

ライン NO.	起点		終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
NO.1	-53.850	132.750	-6.150	118.000
NO.2	-6.150	118.000	-4.510	118.780
NO.3	-4.510	118.780	3.120	112.520
NO.4				
NO.5				

■ 検討断面図			
タイトル	斜面上部：0%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi=35$ 度 粘着力 $C=5.04$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 1.216$
- ・必要抑止力  $Pr = -5.648$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 18.500$   
 $Y = 140.000$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 31.000$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 1.216$	
計画安全率	$Fsp = -$	
必要抑止力	$Pr = -$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 22.104$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 33.107$ $m^2$	
総重量	$\Sigma W = 595.935$ $m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 11,150.624$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 13,555.838$ kN・m	

■ 最小安全率の計算

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法
- ・ 計算種別 : 常時の安定計算

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot (\sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R)}$$

$$= \frac{10,102.268 \quad -0.000 \quad -0.000 \quad +3,453.569}{11,150.624 \quad +0.000 \quad +.000 \quad +.000}$$

$$= \frac{13,555.838}{11,150.624}$$

$$= 1.216$$

[分子:抵抗モーメント]

- ・ 重量抵抗モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi = 10,102.268$  (kN・m)
- ・ 間隙水圧抵抗モーメント :  $R \cdot \sum b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi = 0.000$  (kN・m)
- ・ 慣性力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi = 0.000$  (kN・m)
- ・ 粘着力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum c \cdot l = 3,453.569$  (kN・m)

[分母:滑動モーメント]

- ・ 重量滑動モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \sin \alpha = 11,150.624$  (kN・m)
- ・ 慣性力滑動モーメント :  $R \cdot \sum h/R \cdot kh \cdot W = 0.000$  (kN・m)
- ・ 左端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw1 \cdot \Delta Y1/R = 0.000$  (kN・m)
- ・ 右端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw2 \cdot \Delta Y2/R = 0.000$  (kN・m)

ここに、Fs : 円弧すべり安全率

R : 円弧すべり半径 = 31.000 (m)

U : 間隙水圧(kN/m<sup>2</sup>)

kh : 設計水平震度 =

h : 重心と円中心の高低差 (m)

α : すべり面の傾斜角 (°)

C : すべり面の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

φ : すべり面の内部摩擦角 (°)

b : スライス幅(m)

l : スライスの円弧長(m)

Pw1,Pw2 : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1,ΔY2 : 静水圧作用位置と円中心の高低差(m)

pw1 = (kN/m<sup>2</sup>)

pw2 = (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1 = (m)

ΔY2 = (m)

pw1・ΔY1 = 0.000 (kN・m)

pw2・ΔY2 = 0.000 (kN・m)

## 円弧すべり安定計算書

計算種別 : 常時の安定計算  
計算タイプ : 最小安全率の算定

タイトル	斜面上部 : 30%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35.0$ 度 粘着力 $C = 5.04$

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

タイトル	斜面上部：30%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35.0$ 度 粘着力 $C = 5.04$

■ 計算条件

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \phi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot ( \sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R )}$$

ここに、 $F_s$  : 円弧すべり安全率

$F_{sp}$  : 円弧すべり計画安全率

= 1.200 (常時)

$R$  : 円弧すべり半径 (m)

$U$  : 間隙水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$kh$  : 設計水平震度 (地震時)

$h$  : 重心と円中心の高低差 (m)

$\alpha$  : すべり面の傾斜角 (°)

$C$  : すべり面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  : すべり面の内部摩擦角 (°)

$b$  : スライス幅 (m)

$l$  : スライスの円弧長 (m)

$Pw1, Pw2$  : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\Delta 1, \Delta 2$  : 静水圧作用位置と円中心の高低差 (m)

- ・ 計算種別 : 常時の安定計算
- ・ 計算タイプ : 最小安全率の算定
- ・ 安全率 : -

- ・ 円弧すべりの回転方向 : 反時計回り (左回り)

■ 設計荷重

- ・ 水の単位体積重量 : 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

■地表、地層を構成する点群の座標

節点の総数  $\Sigma N = 49$

NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標
1	-7.250	123.380	41	-4.510	120.240			
2	-5.420	122.800	42	3.120	113.260			
3	0.080	117.600	43	12.850	106.730			
4	6.760	112.400	44	15.250	104.760			
5	21.970	101.130	45	18.660	102.390			
6	33.270	94.258	46	21.240	100.750			
7	-14.940	125.570	47	28.960	95.980			
8	-11.680	125.570	48	31.300	94.920			
9	-10.530	123.380	49	33.270	93.310			
10	-8.170	123.380						
11	-7.370	121.900						
12	-4.510	118.780						
13	3.120	112.520						
14	4.490	111.640						
15	12.850	105.800						
16	15.250	103.460						
17	18.660	101.210						
18	21.240	99.910						
19	28.960	94.620						
20	31.300	93.530						
21	33.270	91.890						
22	-14.070	123.960						
23	-12.890	122.860						
24	-11.290	121.970						
25	-11.290	120.610						
26	-6.150	118.000						
27	-2.600	115.790						
28	1.810	112.640						
29	6.950	108.660						
30	12.360	104.440						
31	19.290	99.490						
32	25.100	95.960						
33	30.980	92.570						
34	33.270	91.460						
35	-53.850	132.750						
36	-19.350	132.230						
37	-18.530	132.220						
38	-14.520	122.850						
39	-11.820	119.850						
40	-7.120	122.500						









■ 中心範囲と半径の設定

・円弧中心と半径の設定Type

Type1 : 円弧中心と半径を変えた試行計算
Type2 : 円弧中心とすべり深度を変えた試行計算
Type3 : 円弧中心を変えて、指定直線に接する円弧
Type4 : 円弧中心を変えて、指定点を通る円弧
Type5 : 円弧中心と半径を固定した指定計算

←採用

(表-1) 円弧の中心範囲(Type1、Type2、Type3、Type-4で入力指定)

中心範囲		左下隅の 格子座標	格子点の数 X:右側方向 Y:上側方向	移動幅 (m)
	X座標	18.500	10	0.500
Y座標	139.000	10	0.500	

←採用

(表-2) 半径範囲 (Type1、Type2、Type3、Type-4で指定)

半径範囲		最小半径 Rmin(m)	最大半径 Rmax (m)	刻み間隔 Rpit (m)
	半径R(m)	29.000	36.000	0.250

←採用

(表-3) すべり深度の範囲 (Type2で指定)

深度範囲		最小深度 Dmin (m)	最大深度 Dmax (m)	刻み間隔 Dpit (m)
	深度D(m)			

(表-4) 円弧が接する直線の起終点座標 (Type3で指定)

マスト タッチ ライン	直線起点		直線終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標

(表-5) 円弧が通過する点座標 (Type4で指定)

マスト パス ポイント	ポイント NO.	通過点 X座標 (m)	通過点 Y座標(m)	備考
	NO.1			
	NO.2			

※2点を入力した場合、各点ごとに通過する円弧で安定計算を行なう。

(表-6) 指定円弧 (Type5で指定)

中心 および 半径	中心 X座標(m)	中心 Y座標(m)	半径 R (m)	備考

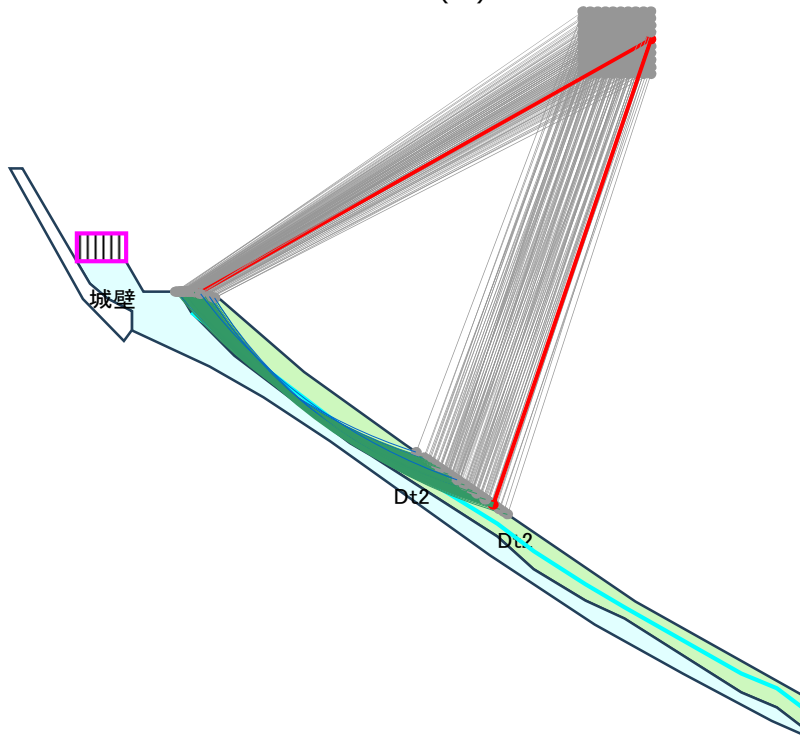
■ネバーカットライン(不通過線)の設定

ネバーカットライン一覧表

ライン NO.	起点		終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
NO.1	-53.850	132.750	-6.150	118.000
NO.2	-6.150	118.000	-4.510	118.780
NO.3	-4.510	118.780	3.120	112.520
NO.4				
NO.5				

■ 検討断面図			
タイトル	斜面上部：30%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi=35.0$ 度 粘着力 $C=5.04$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 1.132$
- ・必要抑止力  $Pr = 27.477$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 23.000$   
 $Y = 141.500$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 35.000$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 1.132$	
計画安全率	$Fsp = -$	
必要抑止力	$Pr = -$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 25.212$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 36.647$ $m^2$	
総重量	$\Sigma W = 665.691$ $m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 14,108.409$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 15,968.383$ kN・m	

■ 最小安全率の計算

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法
- ・ 計算種別 : 常時の安定計算

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot (\sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R)}$$

$$= \frac{12,706.635 \quad -1,185.679 \quad -0.000 \quad +4,447.427}{14,108.409 \quad +0.000 \quad +.000 \quad +.000}$$

$$= \frac{15,968.383}{14,108.409}$$

$$= 1.132$$

[分子:抵抗モーメント]

・重量抵抗モーメント : $R \cdot \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi =$	12,706.635 (kN・m)
・間隙水圧抵抗モーメント : $R \cdot \sum b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi =$	1,185.679 (kN・m)
・慣性力抵抗モーメント : $R \cdot \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi =$	0.000 (kN・m)
・粘着力抵抗モーメント : $R \cdot \sum c \cdot l =$	4,447.427 (kN・m)

[分母:滑動モーメント]

・重量滑動モーメント : $R \cdot \sum W \cdot \sin \alpha =$	14,108.409 (kN・m)
・慣性力滑動モーメント : $R \cdot \sum h/R \cdot kh \cdot W =$	0.000 (kN・m)
・左端静水圧モーメント : $R \cdot Pw1 \cdot \Delta Y1/R =$	0.000 (kN・m)
・右端静水圧モーメント : $R \cdot Pw2 \cdot \Delta Y2/R =$	0.000 (kN・m)

ここに、Fs : 円弧すべり安全率

R : 円弧すべり半径 = 35.000 (m)

U : 間隙水圧(kN/m<sup>2</sup>)

kh : 設計水平震度 =

h : 重心と円中心の高低差 (m)

α : すべり面の傾斜角 (°)

C : すべり面の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

φ : すべり面の内部摩擦角 (°)

b : スライス幅(m)

l : スライスの円弧長(m)

Pw1,Pw2 : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1,ΔY2 : 静水圧作用位置と円中心の高低差(m)

pw1 = (kN/m<sup>2</sup>)

pw2 = (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1 = (m)

ΔY2 = (m)

pw1・ΔY1 = 0.000 (kN・m)

pw2・ΔY2 = 0.000 (kN・m)

## 円弧すべり安定計算書

計算種別 : 常時の安定計算  
計算タイプ : 最小安全率の算定

タイトル	斜面上部 : 60%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35$ 度 粘着力 $C = 5.04$

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

タイトル	斜面上部：60%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35$ 度 粘着力 $C = 5.04$

■ 計算条件

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \phi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot ( \sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R )}$$

ここに、 $F_s$  : 円弧すべり安全率  
 $F_{sp}$  : 円弧すべり計画安全率  
 $= 1.200$  (常時)  
 $R$  : 円弧すべり半径 (m)  
 $U$  : 間隙水圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $kh$  : 設計水平震度 (地震時)  
 $h$  : 重心と円中心の高低差 (m)  
 $\alpha$  : すべり面の傾斜角 (°)  
 $C$  : すべり面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\phi$  : すべり面の内部摩擦角 (°)  
 $b$  : スライス幅 (m)  
 $l$  : スライスの円弧長 (m)  
 $Pw1, Pw2$  : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\Delta 1, \Delta 2$  : 静水圧作用位置と円中心の高低差 (m)

- ・ 計算種別 : 常時の安定計算
- ・ 計算タイプ : 最小安全率の算定
- ・ 安全率 : -

- ・ 円弧すべりの回転方向 : 反時計回り (左回り)

■ 設計荷重

- ・ 水の単位体積重量 : 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)



■地表、地層を構成する点群の座標

節点の総数  $\Sigma N = 49$

NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標
1	-7.250	123.380	41	-4.510	120.540			
2	-5.420	122.800	42	3.120	114.060			
3	0.080	117.600	43	12.850	107.030			
4	6.760	112.400	44	15.250	104.960			
5	21.970	101.130	45	18.660	102.590			
6	33.270	94.258	46	21.240	100.950			
7	-14.940	125.570	47	28.960	95.980			
8	-11.680	125.570	48	31.300	94.920			
9	-10.530	123.380	49	33.270	93.310			
10	-8.170	123.380						
11	-7.370	121.900						
12	-4.510	118.780						
13	3.120	112.520						
14	4.490	111.640						
15	12.850	105.800						
16	15.250	103.460						
17	18.660	101.210						
18	21.240	99.910						
19	28.960	94.620						
20	31.300	93.530						
21	33.270	91.890						
22	-14.070	123.960						
23	-12.890	122.860						
24	-11.290	121.970						
25	-11.290	120.610						
26	-6.150	118.000						
27	-2.600	115.790						
28	1.810	112.640						
29	6.950	108.660						
30	12.360	104.440						
31	19.290	99.490						
32	25.100	95.960						
33	30.980	92.570						
34	33.270	91.460						
35	-53.850	132.750						
36	-19.350	132.230						
37	-18.530	132.220						
38	-14.520	122.850						
39	-11.820	119.850						
40	-7.120	122.750						







■ 中心範囲と半径の設定

・円弧中心と半径の設定Type

Type1 : 円弧中心と半径を変えた試行計算
Type2 : 円弧中心とすべり深度を変えた試行計算
Type3 : 円弧中心を変えて、指定直線に接する円弧
Type4 : 円弧中心を変えて、指定点を通る円弧
Type5 : 円弧中心と半径を固定した指定計算

←採用

(表-1) 円弧の中心範囲(Type1、Type2、Type3、Type-4で入力指定)

中心範囲		左下隅の 格子座標	格子点の数 X:右側方向 Y:上側方向	移動幅 (m)
	X座標	18.000	10	0.500
Y座標	138.000	10	0.500	

←採用

(表-2) 半径範囲 (Type1、Type2、Type3、Type-4で指定)

半径範囲		最小半径 Rmin(m)	最大半径 Rmax (m)	刻み間隔 Rpit (m)
	半径R(m)	29.000	36.000	0.500

←採用

(表-3) すべり深度の範囲 (Type2で指定)

深度範囲		最小深度 Dmin (m)	最大深度 Dmax (m)	刻み間隔 Dpit (m)
	深度D(m)			

(表-4) 円弧が接する直線の起終点座標 (Type3で指定)

マスト タッチ ライン	直線起点		直線終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標

(表-5) 円弧が通過する点座標 (Type4で指定)

マスト パス ポイント	ポイント NO.	通過点 X座標 (m)	通過点 Y座標(m)	備考
	NO.1			
	NO.2			

※2点を入力した場合、各点ごとに通過する円弧で安定計算を行なう。

(表-6) 指定円弧 (Type5で指定)

中心 および 半径	中心 X座標(m)	中心 Y座標(m)	半径 R (m)	備考

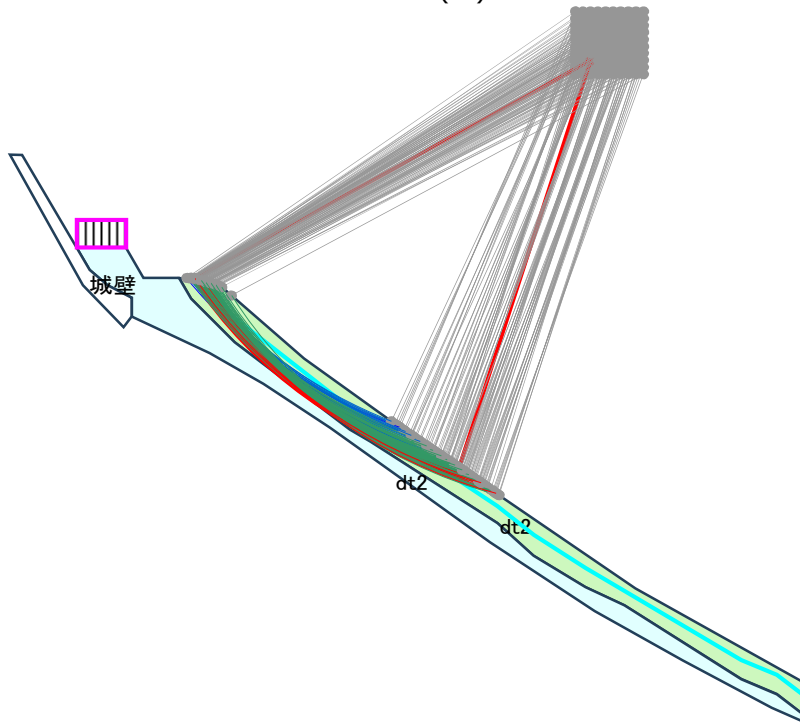
■ネバーカットライン(不通過線)の設定

ネバーカットライン一覧表

ライン NO.	起点		終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
NO.1	-53.850	132.750	-6.150	118.000
NO.2	-6.150	118.000	-4.510	118.780
NO.3	-4.510	118.780	3.120	112.520
NO.4				
NO.5				

■ 検討断面図			
タイトル	斜面上部：6.0%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi=35^\circ$ 粘着力 $C=5.04$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.980$
- ・必要抑止力  $Pr = 80.303$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 19.000$   
 $Y = 139.000$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 30.500$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.980$	
計画安全率	$Fsp = -$	
必要抑止力	$Pr = -$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 22.687$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 32.617$ $m^2$	
総重量	$\Sigma W = 602.548$ $m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 11,152.235$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 10,933.451$ kN・m	

■ 最小安全率の計算

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法
- ・ 計算種別 : 常時の安定計算

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot (\sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R)}$$

$$= \frac{9,999.308 \quad -2,553.289 \quad -0.000 \quad +3,487.432}{11,152.235 \quad +0.000 \quad +.000 \quad +.000}$$

$$= \frac{10,933.451}{11,152.235}$$

$$= 0.980$$

[分子:抵抗モーメント]

- ・ 重量抵抗モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi =$  9,999.308 (kN・m)
- ・ 間隙水圧抵抗モーメント :  $R \cdot \sum b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi =$  2,553.289 (kN・m)
- ・ 慣性力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi =$  0.000 (kN・m)
- ・ 粘着力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum c \cdot l =$  3,487.432 (kN・m)

[分母:滑動モーメント]

- ・ 重量滑動モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \sin \alpha =$  11,152.235 (kN・m)
- ・ 慣性力滑動モーメント :  $R \cdot \sum h/R \cdot kh \cdot W =$  0.000 (kN・m)
- ・ 左端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw1 \cdot \Delta Y1/R =$  0.000 (kN・m)
- ・ 右端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw2 \cdot \Delta Y2/R =$  0.000 (kN・m)

ここに、Fs : 円弧すべり安全率

R : 円弧すべり半径 = 30.500 (m)

U : 間隙水圧(kN/m<sup>2</sup>)

kh : 設計水平震度 =

h : 重心と円中心の高低差 (m)

α : すべり面の傾斜角 (°)

C : すべり面の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

φ : すべり面の内部摩擦角 (°)

b : スライス幅(m)

l : スライスの円弧長(m)

Pw1,Pw2 : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1,ΔY2 : 静水圧作用位置と円中心の高低差(m)

pw1 = (kN/m<sup>2</sup>)

pw2 = (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1 = (m)

ΔY2 = (m)

pw1・ΔY1 = 0.000 (kN・m)

pw2・ΔY2 = 0.000 (kN・m)



## 円弧すべり安定計算書

計算種別 : 常時の安定計算  
計算タイプ : 最小安全率の算定

タイトル	斜面上部 : 100%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 35$ 度 粘着力 $C = 5.04$

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

タイトル	斜面上部：100%水位
サブタイトル	内部摩擦角 φ=35度 粘着力 C=5.04

■ 計算条件

- ・ 斜面安定解析式： 修正フェレニウス法

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos a \cdot \tan \phi - \sum U \cdot b \cdot \cos a \cdot \tan \phi - \sum kh \cdot W \cdot \sin a \cdot \tan \phi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot ( \sum W \cdot \sin a + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R )}$$

ここに、Fs：円弧すべり安全率

Fsp：円弧すべり計画安全率

= 1.200 (常時)

R：円弧すべり半径 (m)

U：間隙水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

kh：設計水平震度 (地震時)

h：重心と円中心の高低差 (m)

a：すべり面の傾斜角 (°)

C：すべり面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

φ：すべり面の内部摩擦角 (°)

b：スライス幅 (m)

l：スライスの円弧長 (m)

Pw1, Pw2：左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

Δ1, Δ2：静水圧作用位置と円中心の高低差 (m)

- ・ 計算種別： 常時の安定計算
- ・ 計算タイプ： 最小安全率の算定
- ・ 安全率： -

- ・ 円弧すべりの回転方向： 反時計回り (左回り)

■ 設計荷重

- ・ 水の単位体積重量： 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

■ 地表、地層を構成する点群の座標

節点の総数  $\Sigma N = 49$

NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標
1	-7.250	123.380	41	-4.510	120.440			
2	-5.420	122.800	42	3.120	113.960			
3	0.080	117.600	43	12.850	106.930			
4	6.760	112.400	44	15.250	104.960			
5	21.970	101.130	45	18.660	102.590			
6	33.270	94.258	46	21.240	100.950			
7	-14.940	125.570	47	28.960	95.980			
8	-11.680	125.570	48	31.300	94.920			
9	-10.530	123.380	49	33.270	93.310			
10	-8.170	123.380						
11	-7.370	121.900						
12	-4.510	118.780						
13	3.120	112.520						
14	4.490	111.640						
15	12.850	105.800						
16	15.250	103.460						
17	18.660	101.210						
18	21.240	99.910						
19	28.960	94.620						
20	31.300	93.530						
21	33.270	91.890						
22	-14.070	123.960						
23	-12.890	122.860						
24	-11.290	121.970						
25	-11.290	120.610						
26	-6.150	118.000						
27	-2.600	115.790						
28	1.810	112.640						
29	6.950	108.660						
30	12.360	104.440						
31	19.290	99.490						
32	25.100	95.960						
33	30.980	92.570						
34	33.270	91.460						
35	-53.850	132.750						
36	-19.350	132.230						
37	-18.530	132.220						
38	-14.520	122.850						
39	-11.820	119.850						
40	-7.120	122.750						







■ 中心範囲と半径の設定

・円弧中心と半径の設定Type

Type1 : 円弧中心と半径を変えた試行計算
Type2 : 円弧中心とすべり深度を変えた試行計算
Type3 : 円弧中心を変えて、指定直線に接する円弧
Type4 : 円弧中心を変えて、指定点を通る円弧
Type5 : 円弧中心と半径を固定した指定計算

←採用

(表-1) 円弧の中心範囲(Type1、Type2、Type3、Type-4で入力指定)

中心範囲		左下隅の 格子座標	格子点の数 X:右側方向 Y:上側方向	移動幅 (m)
	X座標	17.000	10	0.500
Y座標	139.000	10	0.500	

←採用

(表-2) 半径範囲 (Type1、Type2、Type3、Type-4で指定)

半径範囲		最小半径 Rmin(m)	最大半径 Rmax (m)	刻み間隔 Rpit (m)
	半径R(m)	29.000	36.000	0.250

←採用

(表-3) すべり深度の範囲 (Type2で指定)

深度範囲		最小深度 Dmin (m)	最大深度 Dmax (m)	刻み間隔 Dpit (m)
	深度D(m)			

(表-4) 円弧が接する直線の起終点座標 (Type3で指定)

マスト タッチ ライン	直線起点		直線終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標

(表-5) 円弧が通過する点座標 (Type4で指定)

マスト パス ポイント	ポイント NO.	通過点 X座標 (m)	通過点 Y座標(m)	備考
	NO.1			
	NO.2			

※2点を入力した場合、各点ごとに通過する円弧で安定計算を行なう。

(表-6) 指定円弧 (Type5で指定)

中心 および 半径	中心 X座標(m)	中心 Y座標(m)	半径 R (m)	備考

■ネバーカットライン(不通過線)の設定

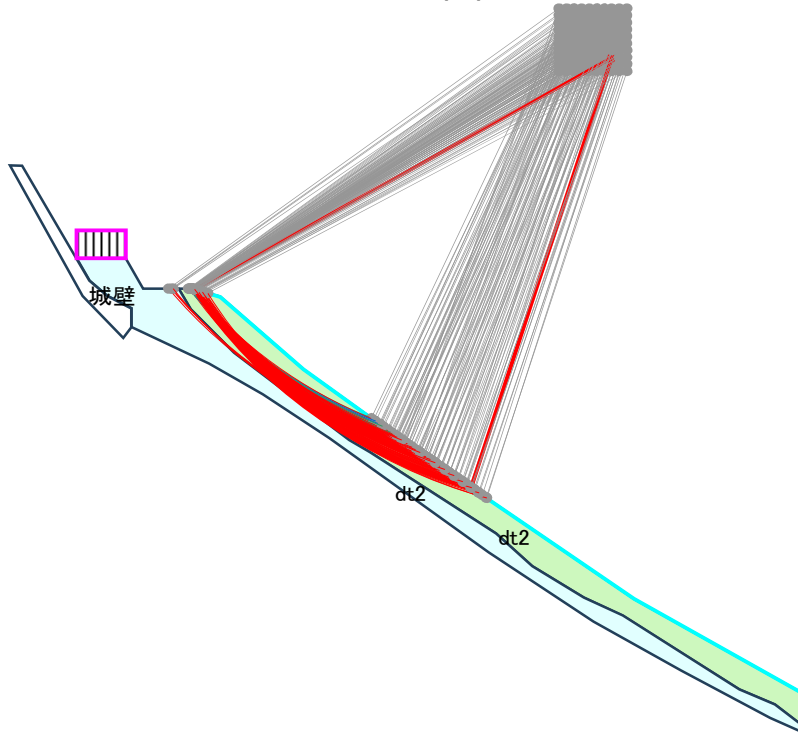
ネバーカットライン一覧表

ライン NO.	起点		終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
NO.1	-53.850	132.750	-6.150	118.000
NO.2	-6.150	118.000	-4.510	118.780
NO.3	-4.510	118.780	3.120	112.520
NO.4				
NO.5				



■ 検討断面図			
タイトル	斜面上部：100%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi=35$ 度 粘着力 $C=5.04$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.727$
- ・必要抑止力  $Pr = 187.595$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 20.500$   
 $Y = 140.000$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 32.250$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.727$	
計画安全率	$Fsp = -$	
必要抑止力	$Pr = -$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 23.689$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 34.442$ $m^2$	
総重量	$\Sigma W = 654.328$ $m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 12,787.314$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 9,294.848$ kN・m	

■ 最小安全率の計算

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法
- ・ 計算種別 : 常時の安定計算

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot (\sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R)}$$

$$= \frac{11,494.963 \quad -6,050.472 \quad -0.000 \quad +3,850.358}{12,787.314 \quad +0.000 \quad +.000 \quad +.000}$$

$$= \frac{9,294.848}{12,787.314}$$

$$= 0.727$$

[分子:抵抗モーメント]

- ・ 重量抵抗モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi =$  11,494.963 (kN・m)
- ・ 間隙水圧抵抗モーメント :  $R \cdot \sum b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi =$  6,050.472 (kN・m)
- ・ 慣性力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi =$  0.000 (kN・m)
- ・ 粘着力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum c \cdot l =$  3,850.358 (kN・m)

[分母:滑動モーメント]

- ・ 重量滑動モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \sin \alpha =$  12,787.314 (kN・m)
- ・ 慣性力滑動モーメント :  $R \cdot \sum h/R \cdot kh \cdot W =$  0.000 (kN・m)
- ・ 左端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw1 \cdot \Delta Y1/R =$  0.000 (kN・m)
- ・ 右端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw2 \cdot \Delta Y2/R =$  0.000 (kN・m)

ここに、Fs : 円弧すべり安全率

R : 円弧すべり半径 = 32.250 (m)

U : 間隙水圧(kN/m<sup>2</sup>)

kh : 設計水平震度 =

h : 重心と円中心の高低差 (m)

α : すべり面の傾斜角 (°)

C : すべり面の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

φ : すべり面の内部摩擦角 (°)

b : スライス幅(m)

l : スライスの円弧長(m)

Pw1,Pw2 : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1,ΔY2 : 静水圧作用位置と円中心の高低差(m)

pw1 = (kN/m<sup>2</sup>)

pw2 = (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1 = (m)

ΔY2 = (m)

pw1・ΔY1 = 0.000 (kN・m)

pw2・ΔY2 = 0.000 (kN・m)

# 円弧すべり安定計算 報告書

計算条件 : 擁壁撤去考慮

計算種別 : 内部摩擦角 26.6 度

粘着力  $C=0.00$

平成 6 年 10 月

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

## 円弧すべり安定計算書

計算種別 : 常時の安定計算  
計算タイプ : 最小安全率の算定

タイトル	斜面上部 : 0%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 25.6$ 度 粘着力 $C = 0.00$

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

タイトル	斜面上部：0%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 25.6$ 度 粘着力 $C = 0.00$

■ 計算条件

- ・ 斜面安定解析式： 修正フェレニウス法

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos a \cdot \tan \phi - \sum U \cdot b \cdot \cos a \cdot \tan \phi - \sum kh \cdot W \cdot \sin a \cdot \tan \phi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot ( \sum W \cdot \sin a + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R )}$$

ここに、 $F_s$ ：円弧すべり安全率

$F_{sp}$ ：円弧すべり計画安全率

= 1.200 (常時)

$R$ ：円弧すべり半径 (m)

$U$ ：間隙水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$kh$ ：設計水平震度 (地震時)

$h$ ：重心と円中心の高低差 (m)

$a$ ：すべり面の傾斜角 (°)

$C$ ：すべり面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$ ：すべり面の内部摩擦角 (°)

$b$ ：スライス幅 (m)

$l$ ：スライスの円弧長 (m)

$Pw1, Pw2$ ：左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\Delta 1, \Delta 2$ ：静水圧作用位置と円中心の高低差 (m)

- ・ 計算種別： 常時の安定計算
- ・ 計算タイプ： 最小安全率の算定
- ・ 安全率： -

- ・ 円弧すべりの回転方向： 反時計回り (左回り)

■ 設計荷重

- ・ 水の単位体積重量： 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

■ 地表、地層を構成する点群の座標

節点の総数  $\Sigma N = 49$

NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標
1	-7.250	123.380	41	-4.510	119.610			
2	-5.420	122.800	42	3.120	113.240			
3	0.080	117.600	43	12.850	106.366			
4	6.760	112.400	44	15.250	104.210			
5	21.970	101.130	45	18.660	101.900			
6	33.270	94.258	46	21.240	100.430			
7	-14.940	125.570	47	28.960	95.300			
8	-11.680	125.570	48	31.300	94.220			
9	-10.530	123.380	49	33.270	92.600			
10	-8.170	123.380						
11	-7.370	121.900						
12	-4.510	118.780						
13	3.120	112.520						
14	4.490	111.640						
15	12.850	105.800						
16	15.250	103.460						
17	18.660	101.210						
18	21.240	99.910						
19	28.960	94.620						
20	31.300	93.530						
21	33.270	91.890						
22	-14.070	123.960						
23	-12.890	122.860						
24	-11.290	121.970						
25	-11.290	120.610						
26	-6.150	118.000						
27	-2.600	115.790						
28	1.810	112.640						
29	6.950	108.660						
30	12.360	104.440						
31	19.290	99.490						
32	25.100	95.960						
33	30.980	92.570						
34	33.270	91.460						
35	-53.850	132.750						
36	-19.350	132.230						
37	-18.530	132.220						
38	-14.520	122.850						
39	-11.820	119.850						
40	-7.120	122.330						









■ 中心範囲と半径の設定

・円弧中心と半径の設定Type

Type1 : 円弧中心と半径を変えた試行計算
Type2 : 円弧中心とすべり深度を変えた試行計算
Type3 : 円弧中心を変えて、指定直線に接する円弧
Type4 : 円弧中心を変えて、指定点を通る円弧
Type5 : 円弧中心と半径を固定した指定計算

←採用

(表-1) 円弧の中心範囲(Type1、Type2、Type3、Type-4で入力指定)

中心範囲		左下隅の 格子座標	格子点の数 X:右側方向 Y:上側方向	移動幅 (m)
	X座標	15.000	10	0.500
Y座標	135.000	10	0.500	

←採用

(表-2) 半径範囲 (Type1、Type2、Type3、Type-4で指定)

半径範囲		最小半径 Rmin(m)	最大半径 Rmax (m)	刻み間隔 Rpit (m)
	半径R(m)	26.000	38.000	0.500

←採用

(表-3) すべり深度の範囲 (Type2で指定)

深度範囲		最小深度 Dmin (m)	最大深度 Dmax (m)	刻み間隔 Dpit (m)
	深度D(m)			

(表-4) 円弧が接する直線の起終点座標 (Type3で指定)

マスト タッチ ライン	直線起点		直線終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標

(表-5) 円弧が通過する点座標 (Type4で指定)

マスト パス ポイント	ポイント NO.	通過点 X座標 (m)	通過点 Y座標(m)	備考
	NO.1			
	NO.2			

※2点を入力した場合、各点ごとに通過する円弧で安定計算を行なう。

(表-6) 指定円弧 (Type5で指定)

中心 および 半径	中心 X座標(m)	中心 Y座標(m)	半径 R (m)	備考

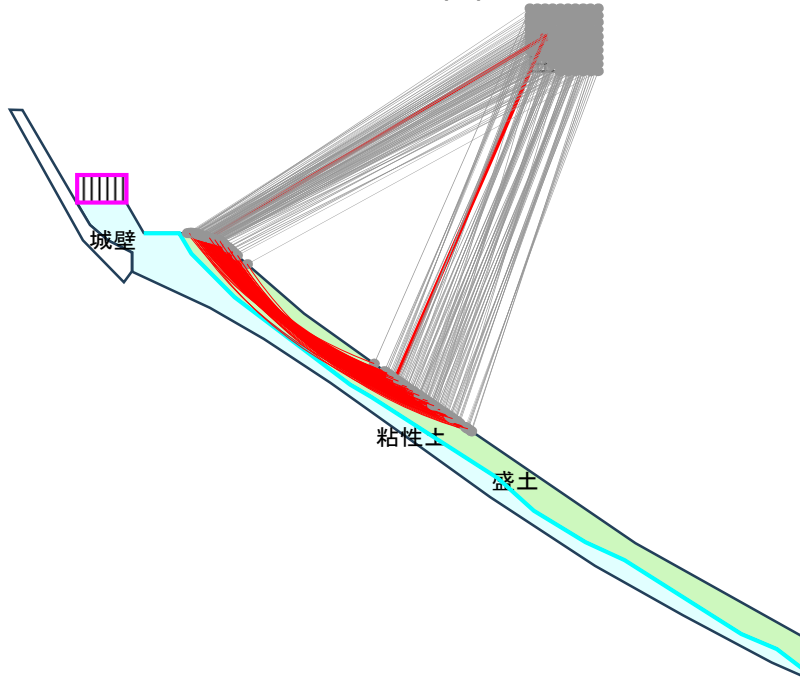
■ネバーカットライン(不通過線)の設定

ネバーカットライン一覧表

ライン NO.	起点		終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
NO.1	-53.850	132.750	-6.150	118.000
NO.2	-6.150	118.000	-4.510	118.780
NO.3	-4.510	118.780	3.120	112.520
NO.4				
NO.5				

■ 検討断面図			
タイトル	斜面上部：0%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi=25.6$ 度 粘着力 $C=0.00$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.599$
- ・必要抑止力  $Pr = 87.844$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 16.000$   
 $Y = 137.500$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 26.500$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.599$	
計画安全率	$Fsp = -$	
必要抑止力	$Pr = -$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 16.185$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 12.803$ $m^2$	
総重量	$\Sigma W = 230.452$ $m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 3,870.661$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 2,316.924$ kN・m	

■ 最小安全率の計算

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法
- ・ 計算種別 : 常時の安定計算

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot (\sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R)}$$

$$= \frac{2,316.924 \quad -0.000 \quad -0.000 \quad +0.000}{3,870.661 \quad +0.000 \quad +.000 \quad +.000}$$

$$= \frac{2,316.924}{3,870.661}$$

$$= 0.599$$

[分子:抵抗モーメント]

- ・ 重量抵抗モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi = 2,316.924$  (kN・m)
- ・ 間隙水圧抵抗モーメント :  $R \cdot \sum b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi = 0.000$  (kN・m)
- ・ 慣性力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi = 0.000$  (kN・m)
- ・ 粘着力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum c \cdot l = 0.000$  (kN・m)

[分母:滑動モーメント]

- ・ 重量滑動モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \sin \alpha = 3,870.661$  (kN・m)
- ・ 慣性力滑動モーメント :  $R \cdot \sum h/R \cdot kh \cdot W = 0.000$  (kN・m)
- ・ 左端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw1 \cdot \Delta Y1/R = 0.000$  (kN・m)
- ・ 右端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw2 \cdot \Delta Y2/R = 0.000$  (kN・m)

ここに、Fs : 円弧すべり安全率

R : 円弧すべり半径 = 26.500 (m)

U : 間隙水圧(kN/m<sup>2</sup>)

kh : 設計水平震度 =

h : 重心と円中心の高低差 (m)

α : すべり面の傾斜角 (°)

C : すべり面の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

φ : すべり面の内部摩擦角 (°)

b : スライス幅(m)

l : スライスの円弧長(m)

Pw1,Pw2 : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1,ΔY2 : 静水圧作用位置と円中心の高低差(m)

pw1 = 0.000 (kN/m<sup>2</sup>)

pw2 = (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1 = 14.448 (m)

ΔY2 = (m)

pw1・ΔY1 = 0.000 (kN・m)

pw2・ΔY2 = 0.000 (kN・m)

## 円弧すべり安定計算書

計算種別 : 常時の安定計算  
計算タイプ : 最小安全率の算定

タイトル	斜面上部 : 30%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 26.5$ 度 粘着力 $C = 0.00$

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

タイトル	斜面上部：30%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 26.5$ 度 粘着力 $C = 0.00$

■ 計算条件

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \phi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot ( \sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R )}$$

ここに、 $F_s$  : 円弧すべり安全率

$F_{sp}$  : 円弧すべり計画安全率

= 1.200 (常時)

$R$  : 円弧すべり半径 (m)

$U$  : 間隙水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$kh$  : 設計水平震度 (地震時)

$h$  : 重心と円中心の高低差 (m)

$\alpha$  : すべり面の傾斜角 (°)

$C$  : すべり面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  : すべり面の内部摩擦角 (°)

$b$  : スライス幅 (m)

$l$  : スライスの円弧長 (m)

$Pw1, Pw2$  : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\Delta 1, \Delta 2$  : 静水圧作用位置と円中心の高低差 (m)

- ・ 計算種別 : 常時の安定計算
- ・ 計算タイプ : 最小安全率の算定
- ・ 安全率 : -

- ・ 円弧すべりの回転方向 : 反時計回り (左回り)

■ 設計荷重

- ・ 水の単位体積重量 : 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

■ 地表、地層を構成する点群の座標								
節点の総数 $\Sigma N = 49$								
NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標
1	-7.250	123.380	41	-4.510	120.240			
2	-5.420	122.800	42	3.120	113.260			
3	0.080	117.600	43	12.850	106.730			
4	6.760	112.400	44	15.250	104.760			
5	21.970	101.130	45	18.660	102.390			
6	33.270	94.258	46	21.240	100.750			
7	-14.940	125.570	47	28.960	95.980			
8	-11.680	125.570	48	31.300	94.920			
9	-10.530	123.380	49	33.270	93.310			
10	-8.170	123.380						
11	-7.370	121.900						
12	-4.510	118.780						
13	3.120	112.520						
14	4.490	111.640						
15	12.850	105.800						
16	15.250	103.460						
17	18.660	101.210						
18	21.240	99.910						
19	28.960	94.620						
20	31.300	93.530						
21	33.270	91.890						
22	-14.070	123.960						
23	-12.890	122.860						
24	-11.290	121.970						
25	-11.290	120.610						
26	-6.150	118.000						
27	-2.600	115.790						
28	1.810	112.640						
29	6.950	108.660						
30	12.360	104.440						
31	19.290	99.490						
32	25.100	95.960						
33	30.980	92.570						
34	33.270	91.460						
35	-53.850	132.750						
36	-19.350	132.230						
37	-18.530	132.220						
38	-14.520	122.850						
39	-11.820	119.850						
40	-7.120	122.500						









■ 中心範囲と半径の設定

・円弧中心と半径の設定Type

Type1 : 円弧中心と半径を変えた試行計算
Type2 : 円弧中心とすべり深度を変えた試行計算
Type3 : 円弧中心を変えて、指定直線に接する円弧
Type4 : 円弧中心を変えて、指定点を通る円弧
Type5 : 円弧中心と半径を固定した指定計算

←採用

(表-1) 円弧の中心範囲(Type1、Type2、Type3、Type-4で入力指定)

中心範囲		左下隅の 格子座標	格子点の数 X:右側方向 Y:上側方向	移動幅 (m)
	X座標	18.500	10	0.500
Y座標	139.000	10	0.500	

←採用

(表-2) 半径範囲 (Type1、Type2、Type3、Type-4で指定)

半径範囲		最小半径 Rmin(m)	最大半径 Rmax (m)	刻み間隔 Rpit (m)
	半径R(m)	29.000	36.000	0.250

←採用

(表-3) すべり深度の範囲 (Type2で指定)

深度範囲		最小深度 Dmin (m)	最大深度 Dmax (m)	刻み間隔 Dpit (m)
	深度D(m)			

(表-4) 円弧が接する直線の起終点座標 (Type3で指定)

マスト タッチ ライン	直線起点		直線終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標

(表-5) 円弧が通過する点座標 (Type4で指定)

マスト パス ポイント	ポイント NO.	通過点 X座標 (m)	通過点 Y座標(m)	備考
	NO.1			
	NO.2			

※2点を入力した場合、各点ごとに通過する円弧で安定計算を行なう。

(表-6) 指定円弧 (Type5で指定)

中心 および 半径	中心 X座標(m)	中心 Y座標(m)	半径 R (m)	備考

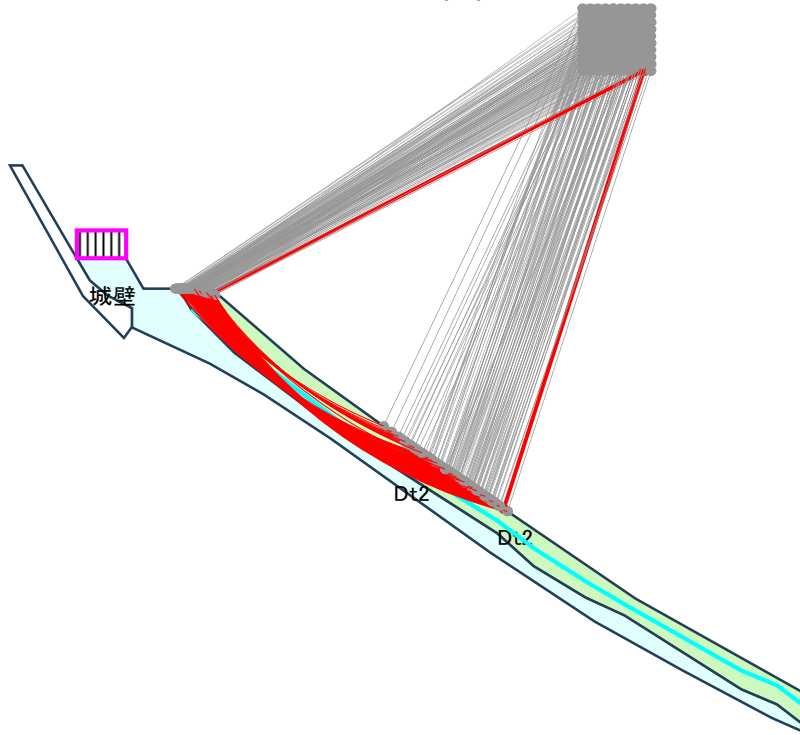
■ネバーカットライン(不通過線)の設定

ネバーカットライン一覧表

ライン NO.	起点		終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
NO.1	-53.850	132.750	-6.150	118.000
NO.2	-6.150	118.000	-4.510	118.780
NO.3	-4.510	118.780	3.120	112.520
NO.4				
NO.5				

■ 検討断面図			
タイトル	斜面上部：30%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi=26.5$ 度 粘着力 $C=0.00$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.554$
- ・必要抑止力  $Pr = 254.109$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 22.500$   
 $Y = 139.000$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 32.750$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.554$	
計画安全率	$Fsp = -$	
必要抑止力	$Pr = -$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 25.378$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 35.890$ m <sup>2</sup>	
総重量	$\Sigma W = 652.681$ m <sup>3</sup>	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 12,880.086$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 7,134.027$ kN・m	

■ 最小安全率の計算

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法
- ・ 計算種別 : 常時の安定計算

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot (\sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R)}$$

$$= \frac{7,978.392 \quad -844.365 \quad -0.000 \quad +0.000}{12,880.086 \quad +0.000 \quad +.000 \quad +.000}$$

$$= \frac{7,134.027}{12,880.086}$$

$$= 0.554$$

[分子:抵抗モーメント]

- ・ 重量抵抗モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi = 7,978.392$  (kN・m)
- ・ 間隙水圧抵抗モーメント :  $R \cdot \sum b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi = 844.365$  (kN・m)
- ・ 慣性力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi = 0.000$  (kN・m)
- ・ 粘着力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum c \cdot l = 0.000$  (kN・m)

[分母:滑動モーメント]

- ・ 重量滑動モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \sin \alpha = 12,880.086$  (kN・m)
- ・ 慣性力滑動モーメント :  $R \cdot \sum h/R \cdot kh \cdot W = 0.000$  (kN・m)
- ・ 左端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw1 \cdot \Delta Y1/R = 0.000$  (kN・m)
- ・ 右端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw2 \cdot \Delta Y2/R = 0.000$  (kN・m)

ここに、Fs : 円弧すべり安全率

R : 円弧すべり半径 = 32.750 (m)

U : 間隙水圧(kN/m<sup>2</sup>)

kh : 設計水平震度 =

h : 重心と円中心の高低差 (m)

α : すべり面の傾斜角 (°)

C : すべり面の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

φ : すべり面の内部摩擦角 (°)

b : スライス幅(m)

l : スライスの円弧長(m)

Pw1,Pw2 : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1,ΔY2 : 静水圧作用位置と円中心の高低差(m)

pw1 = (kN/m<sup>2</sup>)

pw2 = (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1 = (m)

ΔY2 = (m)

pw1・ΔY1 = 0.000 (kN・m)

pw2・ΔY2 = 0.000 (kN・m)

## 円弧すべり安定計算書

計算種別 : 常時の安定計算  
計算タイプ : 最小安全率の算定

タイトル	斜面上部 : 60%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 25.6$ 度 粘着力 $C = 0.00$

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム



タイトル	斜面上部：60%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 25.6$ 度 粘着力 $C = 0.00$

■ 計算条件

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \phi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot ( \sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R )}$$

ここに、 $F_s$  : 円弧すべり安全率  
 $F_{sp}$  : 円弧すべり計画安全率  
 $= 1.200$  (常時)  
 $R$  : 円弧すべり半径 (m)  
 $U$  : 間隙水圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $kh$  : 設計水平震度 (地震時)  
 $h$  : 重心と円中心の高低差 (m)  
 $\alpha$  : すべり面の傾斜角 (°)  
 $C$  : すべり面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\phi$  : すべり面の内部摩擦角 (°)  
 $b$  : スライス幅 (m)  
 $l$  : スライスの円弧長 (m)  
 $Pw1, Pw2$  : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\Delta 1, \Delta 2$  : 静水圧作用位置と円中心の高低差 (m)

- ・ 計算種別 : 常時の安定計算
- ・ 計算タイプ : 最小安全率の算定
- ・ 安全率 : -

- ・ 円弧すべりの回転方向 : 反時計回り (左回り)

■ 設計荷重

- ・ 水の単位体積重量 : 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

■地表、地層を構成する点群の座標

節点の総数  $\Sigma N = 49$

NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標
1	-7.250	123.380	41	-4.510	120.540			
2	-5.420	122.800	42	3.120	114.060			
3	0.080	117.600	43	12.850	107.030			
4	6.760	112.400	44	15.250	104.960			
5	21.970	101.130	45	18.660	102.590			
6	33.270	94.258	46	21.240	100.950			
7	-14.940	125.570	47	28.960	95.980			
8	-11.680	125.570	48	31.300	94.920			
9	-10.530	123.380	49	33.270	93.310			
10	-8.170	123.380						
11	-7.370	121.900						
12	-4.510	118.780						
13	3.120	112.520						
14	4.490	111.640						
15	12.850	105.800						
16	15.250	103.460						
17	18.660	101.210						
18	21.240	99.910						
19	28.960	94.620						
20	31.300	93.530						
21	33.270	91.890						
22	-14.070	123.960						
23	-12.890	122.860						
24	-11.290	121.970						
25	-11.290	120.610						
26	-6.150	118.000						
27	-2.600	115.790						
28	1.810	112.640						
29	6.950	108.660						
30	12.360	104.440						
31	19.290	99.490						
32	25.100	95.960						
33	30.980	92.570						
34	33.270	91.460						
35	-53.850	132.750						
36	-19.350	132.230						
37	-18.530	132.220						
38	-14.520	122.850						
39	-11.820	119.850						
40	-7.120	122.750						







■ 中心範囲と半径の設定

・円弧中心と半径の設定Type

Type1 : 円弧中心と半径を変えた試行計算
Type2 : 円弧中心とすべり深度を変えた試行計算
Type3 : 円弧中心を変えて、指定直線に接する円弧
Type4 : 円弧中心を変えて、指定点を通る円弧
Type5 : 円弧中心と半径を固定した指定計算

←採用

(表-1) 円弧の中心範囲(Type1、Type2、Type3、Type-4で入力指定)

中心範囲		左下隅の 格子座標	格子点の数 X:右側方向 Y:上側方向	移動幅 (m)
	X座標	18.000	10	0.500
Y座標	138.000	10	0.500	

←採用

(表-2) 半径範囲 (Type1、Type2、Type3、Type-4で指定)

半径範囲		最小半径 Rmin(m)	最大半径 Rmax (m)	刻み間隔 Rpit (m)
	半径R(m)	29.000	36.000	0.500

←採用

(表-3) すべり深度の範囲 (Type2で指定)

深度範囲		最小深度 Dmin (m)	最大深度 Dmax (m)	刻み間隔 Dpit (m)
	深度D(m)			

(表-4) 円弧が接する直線の起終点座標 (Type3で指定)

マスト タッチ ライン	直線起点		直線終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標

(表-5) 円弧が通過する点座標 (Type4で指定)

マスト パス ポイント	ポイント NO.	通過点 X座標 (m)	通過点 Y座標(m)	備考
	NO.1			
	NO.2			

※2点を入力した場合、各点ごとに通過する円弧で安定計算を行なう。

(表-6) 指定円弧 (Type5で指定)

中心 および 半径	中心 X座標(m)	中心 Y座標(m)	半径 R (m)	備考

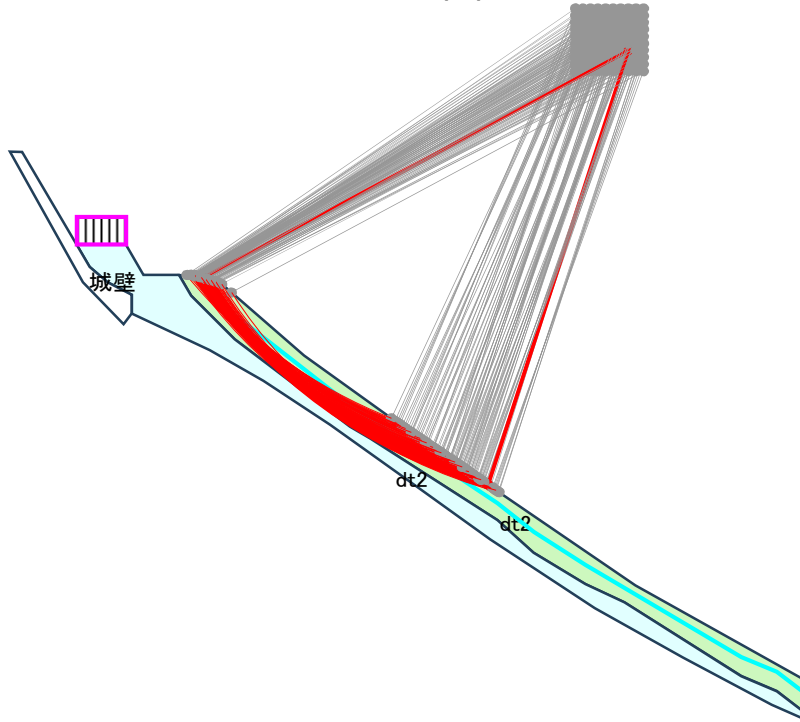
■ネバーカットライン(不通過線)の設定

ネバーカットライン一覧表

ライン NO.	起点		終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
NO.1	-53.850	132.750	-6.150	118.000
NO.2	-6.150	118.000	-4.510	118.780
NO.3	-4.510	118.780	3.120	112.520
NO.4				
NO.5				

■ 検討断面図			
タイトル	斜面上部：6.0%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi=25.6$ 度 粘着力 $C=0.00$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.456$
- ・必要抑止力  $Pr = 292.972$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 21.500$   
 $Y = 139.500$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 32.500$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.456$	
計画安全率	$Fsp = -$	
必要抑止力	$Pr = -$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 24.539$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 35.234$ m <sup>2</sup>	
総重量	$\Sigma W = 650.942$ m <sup>3</sup>	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 12,805.690$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 5,845.237$ kN・m	



■ 最小安全率の計算

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法
- ・ 計算種別 : 常時の安定計算

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot (\sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R)}$$

$$= \frac{7,881.621 \quad -2,036.384 \quad -0.000 \quad +0.000}{12,805.690 \quad +0.000 \quad +.000 \quad +.000}$$

$$= \frac{5,845.237}{12,805.690}$$

$$= 0.456$$

[分子:抵抗モーメント]

- ・ 重量抵抗モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi =$  7,881.621 (kN・m)
- ・ 間隙水圧抵抗モーメント :  $R \cdot \sum b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi =$  2,036.384 (kN・m)
- ・ 慣性力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi =$  0.000 (kN・m)
- ・ 粘着力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum c \cdot l =$  0.000 (kN・m)

[分母:滑動モーメント]

- ・ 重量滑動モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \sin \alpha =$  12,805.690 (kN・m)
- ・ 慣性力滑動モーメント :  $R \cdot \sum h/R \cdot kh \cdot W =$  0.000 (kN・m)
- ・ 左端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw1 \cdot \Delta Y1/R =$  0.000 (kN・m)
- ・ 右端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw2 \cdot \Delta Y2/R =$  0.000 (kN・m)

ここに、Fs : 円弧すべり安全率

R : 円弧すべり半径 = 32.500 (m)

U : 間隙水圧(kN/m<sup>2</sup>)

kh : 設計水平震度 =

h : 重心と円中心の高低差 (m)

α : すべり面の傾斜角 (°)

C : すべり面の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

φ : すべり面の内部摩擦角 (°)

b : スライス幅(m)

l : スライスの円弧長(m)

Pw1,Pw2 : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1,ΔY2 : 静水圧作用位置と円中心の高低差(m)

pw1 = (kN/m<sup>2</sup>)

pw2 = (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1 = (m)

ΔY2 = (m)

pw1・ΔY1 = 0.000 (kN・m)

pw2・ΔY2 = 0.000 (kN・m)

## 円弧すべり安定計算書

計算種別 : 常時の安定計算  
計算タイプ : 最小安全率の算定

タイトル	斜面上部 : 100%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 26.6$ 度 粘着力 $C = 0.00$

熱海土石流原因究明プロジェクトチーム

タイトル	斜面上部：100%水位
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi = 26.6$ 度 粘着力 $C = 0.00$

■ 計算条件

- ・ 斜面安定解析式： 修正フェレニウス法

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \phi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot ( \sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R )}$$

ここに、 $F_s$ ：円弧すべり安全率

$F_{sp}$ ：円弧すべり計画安全率

= 1.200 (常時)

$R$ ：円弧すべり半径 (m)

$U$ ：間隙水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$kh$ ：設計水平震度 (地震時)

$h$ ：重心と円中心の高低差 (m)

$\alpha$ ：すべり面の傾斜角 (°)

$C$ ：すべり面の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$ ：すべり面の内部摩擦角 (°)

$b$ ：スライス幅 (m)

$l$ ：スライスの円弧長 (m)

$Pw1, Pw2$ ：左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\Delta 1, \Delta 2$ ：静水圧作用位置と円中心の高低差 (m)

- ・ 計算種別： 常時の安定計算
- ・ 計算タイプ： 最小安全率の算定
- ・ 安全率： -

- ・ 円弧すべりの回転方向： 反時計回り (左回り)

■ 設計荷重

- ・ 水の単位体積重量： 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

■地表、地層を構成する点群の座標

節点の総数  $\Sigma N = 49$

NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標	NO.	X 座標	Y座標
1	-7.250	123.380	41	-4.510	120.440			
2	-5.420	122.800	42	3.120	113.960			
3	0.080	117.600	43	12.850	106.930			
4	6.760	112.400	44	15.250	104.960			
5	21.970	101.130	45	18.660	102.590			
6	33.270	94.258	46	21.240	100.950			
7	-14.940	125.570	47	28.960	95.980			
8	-11.680	125.570	48	31.300	94.920			
9	-10.530	123.380	49	33.270	93.310			
10	-8.170	123.380						
11	-7.370	121.900						
12	-4.510	118.780						
13	3.120	112.520						
14	4.490	111.640						
15	12.850	105.800						
16	15.250	103.460						
17	18.660	101.210						
18	21.240	99.910						
19	28.960	94.620						
20	31.300	93.530						
21	33.270	91.890						
22	-14.070	123.960						
23	-12.890	122.860						
24	-11.290	121.970						
25	-11.290	120.610						
26	-6.150	118.000						
27	-2.600	115.790						
28	1.810	112.640						
29	6.950	108.660						
30	12.360	104.440						
31	19.290	99.490						
32	25.100	95.960						
33	30.980	92.570						
34	33.270	91.460						
35	-53.850	132.750						
36	-19.350	132.230						
37	-18.530	132.220						
38	-14.520	122.850						
39	-11.820	119.850						
40	-7.120	122.750						







■ 中心範囲と半径の設定

・円弧中心と半径の設定Type

Type1 : 円弧中心と半径を変えた試行計算
Type2 : 円弧中心とすべり深度を変えた試行計算
Type3 : 円弧中心を変えて、指定直線に接する円弧
Type4 : 円弧中心を変えて、指定点を通る円弧
Type5 : 円弧中心と半径を固定した指定計算

←採用

(表-1) 円弧の中心範囲(Type1、Type2、Type3、Type-4で入力指定)

中心範囲		左下隅の 格子座標	格子点の数 X:右側方向 Y:上側方向	移動幅 (m)
	X座標	17.000	10	0.500
Y座標	139.000	10	0.500	

←採用

(表-2) 半径範囲 (Type1、Type2、Type3、Type-4で指定)

半径範囲		最小半径 Rmin(m)	最大半径 Rmax (m)	刻み間隔 Rpit (m)
	半径R(m)	29.000	36.000	0.250

←採用

(表-3) すべり深度の範囲 (Type2で指定)

深度範囲		最小深度 Dmin (m)	最大深度 Dmax (m)	刻み間隔 Dpit (m)
	深度D(m)			

(表-4) 円弧が接する直線の起終点座標 (Type3で指定)

マスト タッチ ライン	直線起点		直線終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標

(表-5) 円弧が通過する点座標 (Type4で指定)

マスト パス ポイント	ポイント NO.	通過点 X座標 (m)	通過点 Y座標(m)	備考
	NO.1			
	NO.2			

※2点を入力した場合、各点ごとに通過する円弧で安定計算を行なう。

(表-6) 指定円弧 (Type5で指定)

中心 および 半径	中心 X座標(m)	中心 Y座標(m)	半径 R (m)	備考



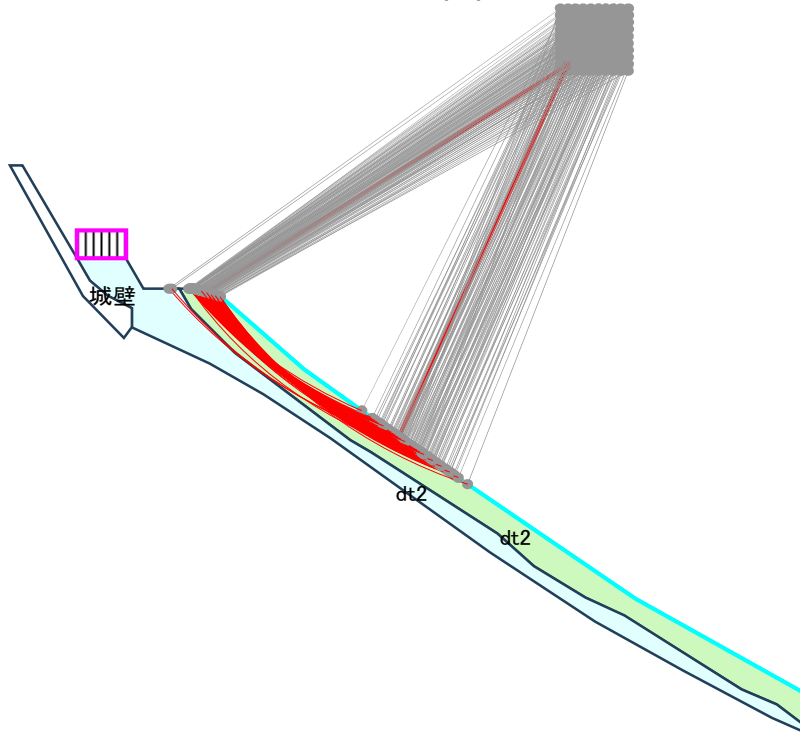
■ネバーカットライン(不通過線)の設定

ネバーカットライン一覧表

ライン NO.	起点		終点	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
NO.1	-53.850	132.750	-6.150	118.000
NO.2	-6.150	118.000	-4.510	118.780
NO.3	-4.510	118.780	3.120	112.520
NO.4				
NO.5				

■ 検討断面図			
タイトル	斜面上部：100%水位		
サブタイトル	内部摩擦角 $\phi=26.6$ 度 粘着力 $C=0.00$		
計算タイプ(目的)	最小安全率の算定	縮尺 1 :	500

- ・最小安全率  $Fs\_min = 0.274$
- ・必要抑止力  $Pr = 149.705$
- ・円弧中心座標 (m)  $X = 17.500$   
 $Y = 139.500$
- ・円弧の半径 (m)  $R = 29.000$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	最小安全率の算定	
最小安全率	$Fs\_min = 0.274$	
計画安全率	$Fsp = -$	
必要抑止力	$Pr = -$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 16.672$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 13.437$ $m^2$	
総重量	$\Sigma W = 255.294$ $m^3$	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 4,686.119$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 1,281.903$ kN・m	

■ 最小安全率の計算

- ・ 斜面安定解析式 : 修正フェレニウス法
- ・ 計算種別 : 常時の安定計算

$$F_s = \frac{R \cdot \{ \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum U \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi - \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi + \sum c \cdot l \}}{R \cdot (\sum W \cdot \sin \alpha + \sum h/R \cdot kh \cdot W + Pw1 \cdot \Delta Y1/R + Pw2 \cdot \Delta Y2/R)}$$

$$= \frac{2,706.374 \quad -1,424.471 \quad -0.000 \quad +0.000}{4,686.119 \quad +0.000 \quad +.000 \quad +.000}$$

$$= \frac{1,281.903}{4,686.119}$$

$$= 0.274$$

[分子:抵抗モーメント]

- ・ 重量抵抗モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi = 2,706.374$  (kN・m)
- ・ 間隙水圧抵抗モーメント :  $R \cdot \sum b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \varphi = 1,424.471$  (kN・m)
- ・ 慣性力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum kh \cdot W \cdot \sin \alpha \cdot \tan \varphi = 0.000$  (kN・m)
- ・ 粘着力抵抗モーメント :  $R \cdot \sum c \cdot l = 0.000$  (kN・m)

[分母:滑動モーメント]

- ・ 重量滑動モーメント :  $R \cdot \sum W \cdot \sin \alpha = 4,686.119$  (kN・m)
- ・ 慣性力滑動モーメント :  $R \cdot \sum h/R \cdot kh \cdot W = 0.000$  (kN・m)
- ・ 左端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw1 \cdot \Delta Y1/R = 0.000$  (kN・m)
- ・ 右端静水圧モーメント :  $R \cdot Pw2 \cdot \Delta Y2/R = 0.000$  (kN・m)

ここに、Fs : 円弧すべり安全率

R : 円弧すべり半径 = 29.000 (m)

U : 間隙水圧(kN/m<sup>2</sup>)

kh : 設計水平震度 =

h : 重心と円中心の高低差 (m)

α : すべり面の傾斜角 (°)

C : すべり面の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

φ : すべり面の内部摩擦角 (°)

b : スライス幅(m)

l : スライスの円弧長(m)

Pw1,Pw2 : 左右端部の側方静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1,ΔY2 : 静水圧作用位置と円中心の高低差(m)

pw1 = (kN/m<sup>2</sup>)

pw2 = (kN/m<sup>2</sup>)

ΔY1 = (m)

ΔY2 = (m)

pw1・ΔY1 = 0.000 (kN・m)

pw2・ΔY2 = 0.000 (kN・m)