

SUCCES

擁壁の設計計算

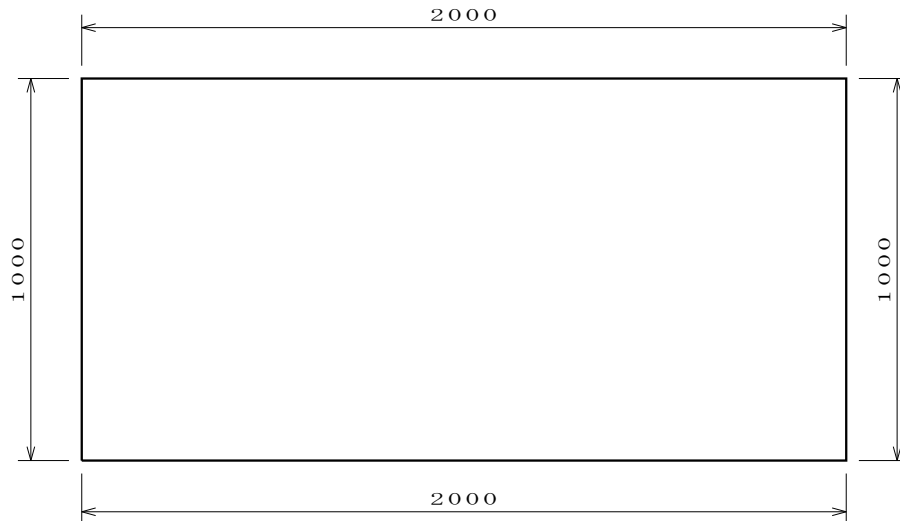
直接基礎
(改良地盤)

出力例
2015年11月

目 次

1 安定計算結果一覧表	1
2 設計条件	2
2-1 設計条件	2
2-2 擁壁形状	2
2-3 基礎条件	3
3 安定計算（直接基礎）	4
3-1 照査項目	4
3-2 安定計算	9

1 安定計算結果一覧表



項目		単位	常時
作用力	V	kN	600.00
	H	kN	200.00
	M	kN・m	550.00
転倒	e	m	0.083
	許容値	m	(0.333)
滑動	Fs	—	1.800
	許容値	—	(1.50)
支持 (底面)	q1	kN/m ²	375.00
	q2	kN/m ²	225.00
	許容値	kN/m ²	(600.00)
支持 (地中)	σ_z	kN/m ²	258.89
	許容値	kN/m ²	(668.29)

※ 作用力(M)の原点 : つま先下端

2 設計条件

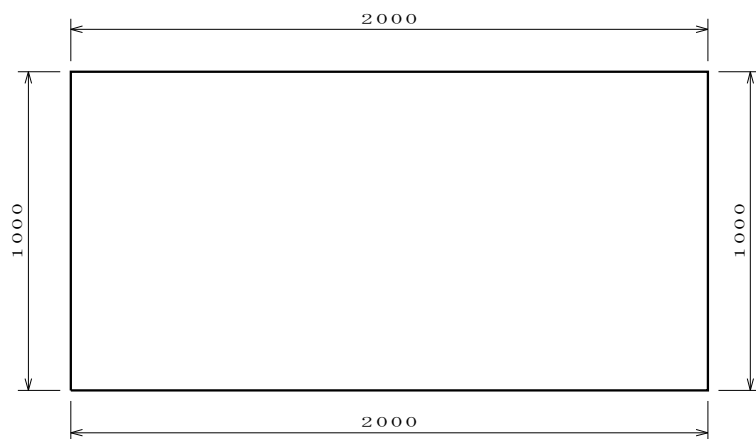
2-1 設計条件

設計書タイトル 改良地盤

基礎形式 直接基礎

設計基準 道路土工 擁壁工指針（平成24年度版）平成24年7月

2-2 擁壁形状



奥行き

1.000 m

2-3 基礎条件

(1) 安全率・許容値

荷重ケース名	支持	滑動	転倒
常時	3.00	1.50	B / 6.00

(2) 支持に対する計算条件

・改良地盤

擁壁底面からの深さ	z	0.500 m
荷重の分散角	θ	30.00 度
改良地盤の単位体積重量	γ	20.00 kN/m ³
許容鉛直支持力度		
常時		600.00 kN/m ²
地震時		400.00 kN/m ²
衝突時		400.00 kN/m ²

・改良地盤下の地盤の許容鉛直支持力度

地盤の許容鉛直支持力度	静力学公式により求める	
地盤のせん断抵抗角	ϕ	35.00 度
地盤の粘着力	c	20.00 kN/m ²
支持地盤の単位体積重量		
大気中	γ_1	20.00 kN/m ³
水中	γ_1'	11.00 kN/m ³
根入れ地盤の単位体積重量		
大気中	γ_2	18.00 kN/m ³
水中	γ_2'	9.00 kN/m ³
有効根入れ深さ	D_f	1.700 m
支持地盤への根入れ深さ	D_f'	0.000 m
基礎底面の形状	長方形	

(3) 滑動に対する計算条件

・擁壁底面

擁壁底面と地盤との間の摩擦係数 $\tan \phi_B$	0.600
擁壁底面と地盤との間の付着力 c_B	0.00 kN/m ²

・擁壁前面の受働土圧は考慮しない

3 安定計算 (直接基礎)

3-1 照査項目

《 転倒に対する安定の照査 》

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{V} \leq \frac{B}{n}$$

ここに、

- e : 荷重の偏心距離 (m)
 B : 基礎幅 (m)
 M : 基礎前面を中心とするモーメント (kN・m)
 V : 基礎底面に作用する鉛直荷重 (kN)
 n : 安全率

《 滑動に対する安定の照査 》

$$H_u = c_B \cdot A_e + V \cdot \tan \phi_B$$

$$F_s = \frac{H_u}{H} \geq F_a$$

ここに、

- H_u : 基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力 (kN)
 c_B : 基礎底面と地盤との間の付着力 (kN/m²)
 A_e : 有効載荷面積(m²)
 V : 基礎底面に作用する鉛直荷重 (kN)
 tan φ_B : 基礎底面と地盤との間の摩擦係数
 H : 基礎底面に作用する水平荷重 (kN)
 F_s : 滑動安全率
 F_a : 滑動安全率の許容値

《 擁壁底面の地盤反力度の計算 》

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{V}$$

$$X = 3 \left(\frac{B}{2} - e \right)$$

1) 台形分布の場合 $(e < \frac{B}{6})$

$$q_{\max}, q_{\min} = \frac{V}{D \cdot B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

2) 三角形分布の場合 $(e \geq \frac{B}{6})$

$$q_{\max} = \frac{2 \cdot V}{D \cdot X}$$

ここに、

q_{\max} :基礎底面における最大地盤反力度 (kN/m²)

q_{\min} :基礎底面における最小地盤反力度 (kN/m²)

e :荷重の偏心距離 (m)

B :基礎幅 (m)

M :基礎前面を中心とするモーメント (kN・m)

V :基礎底面に作用する鉛直荷重 (kN)

X :底面反力の作用幅 (m)

D :基礎の奥行き (m)

《 改良地盤下の地盤の許容鉛直支持力度 》

$$q_a = \frac{q_u}{n}$$

$$q_u = \alpha \cdot \kappa \cdot c \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot B_e' \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

ここに、

- q_a : 改良地盤下の地盤の許容鉛直支持力度 (kN/m²)
 q_u : 荷重の偏心傾斜を考慮した地盤の極限支持力度 (kN/m²)
 n : 安全率
 c : 地盤の粘着力 (kN/m²)
 q : 上載荷重 (kN/m²) $q = \gamma_2 \cdot D_f$
 γ_1, γ_2 : 支持地盤および根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m³)
 ただし、地下水位以下は水中単位体積重量を用いる。
 B_e' : 改良地盤下における荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)
 $B_e' = B_e + 2 \cdot z \cdot \tan \theta$
 B_e : 擁壁底面における荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)
 z : 擁壁底面からの深さ (m)
 θ : 荷重の分散角 (度)
 D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)
 α, β : 基礎の形状係数
 (基礎底面の形状が帯状の場合) $\alpha = \beta = 1.000$
 (基礎底面の形状が長方形の場合) $\alpha = 1 + 0.3 \cdot B_e/D_e$
 $\beta = 1 - 0.4 \cdot B_e/D_e$
 ただし、 $B_e/D_e > 1$ の場合は、 $B_e/D_e = 1$ とする。
 D_e : 基礎の有効載荷幅 (m)
 κ : 根入れ効果に対する割増係数 $\kappa = 1 + 0.3(D_f'/B_e)$
 D_f' : 支持地盤あるいは支持地盤と同程度良質な地盤に根入れした深さ (m)
 N_c, N_q, N_γ : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数
 $\tan \theta$: 荷重の傾斜 $\tan \theta = 0.0$
 S_c, S_q, S_γ : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数
 $S_c = (c^*)^\lambda, S_q = (q^*)^\nu, S_\gamma = (B^*)^\mu$
 λ, ν, μ : 寸法効果の程度を表す係数で、 $\lambda = \nu = \mu = -1/3$ としてよい
 c^* : $c^* = c / c_0$ ただし、 $1 \leq c^* \leq 10$
 c_0 : 10.0 (kN/m²)
 q^* : $q^* = q / q_0$ ただし、 $1 \leq q^* \leq 10$
 q_0 : 10.0 (kN/m²)
 B^* : $B^* = B_e / B_0$ ただし、 $1 \leq B^*$
 B_0 : 1.0 (m)

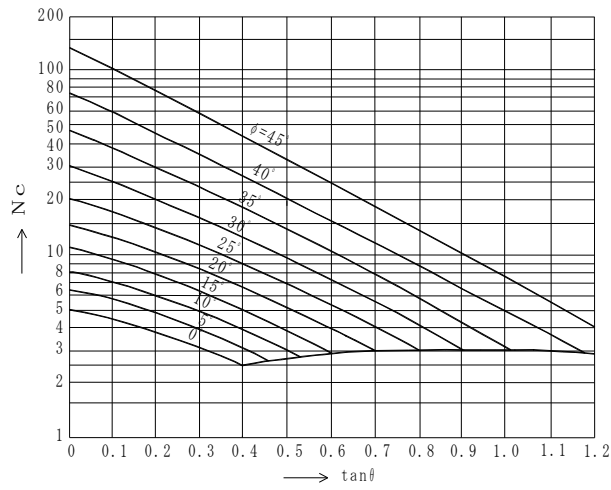


図-解 10.3.1 支持力係数 N_c を求めるグラフ

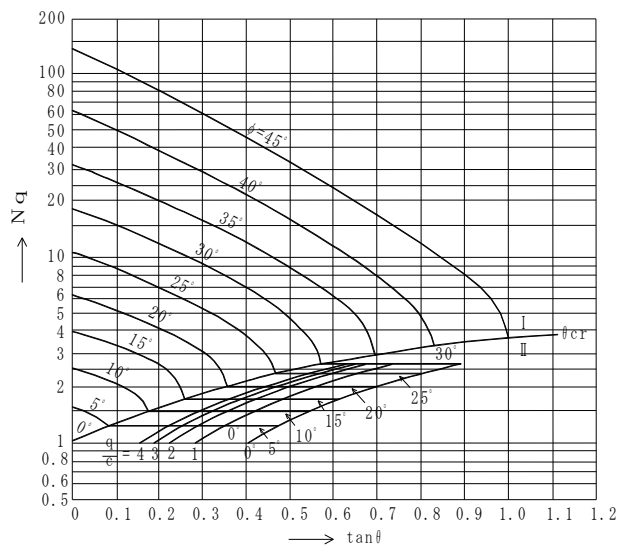


図-解 10.3.2 支持力係数 N_q を求めるグラフ

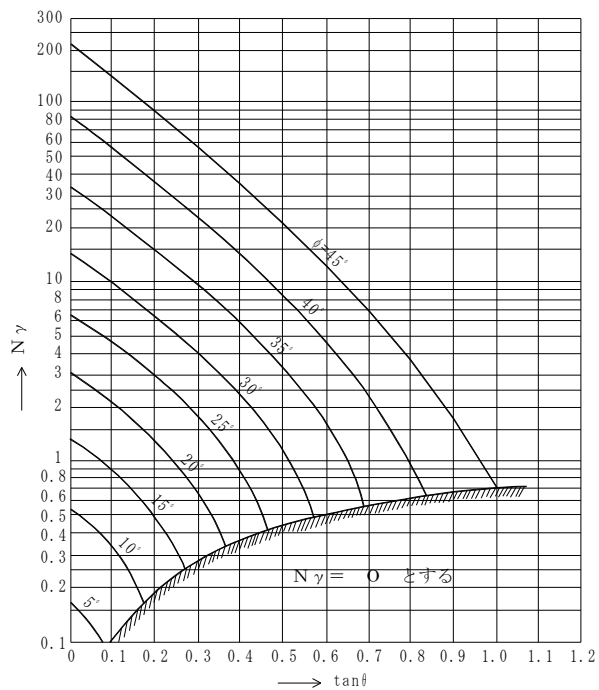
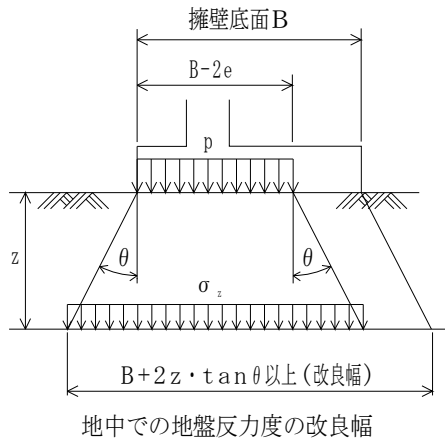


図-解 10.3.3 支持力係数 N_γ を求めるグラフ

《 改良地盤下の鉛直支持力度 》



$$\sigma_z = \frac{p}{1 + 2\left(\frac{z}{B - 2 \cdot e}\right) \cdot \tan \theta} + \gamma \cdot z$$

$$p = \frac{V}{B - 2 \cdot e}$$

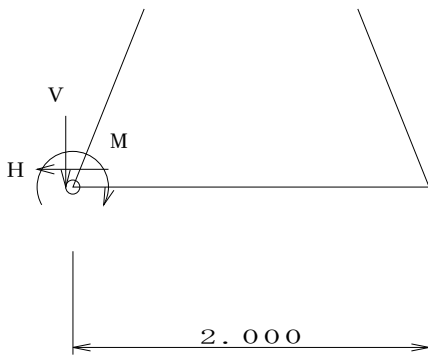
ここに、

- σ_z : 深さ z における地中での鉛直地盤反力度 (kN/m²)
- p : 擁壁底面の有効載荷幅における鉛直地盤反力度 (kN/m²)
- V : 擁壁底面に作用する全鉛直荷重 (kN)
- B : 擁壁底面幅 (m)
- e : 擁壁底面の中央から荷重の合力作用位置までの偏心距離 (kN/m²)
- z : 擁壁底面からの深さ (m)
- θ : 荷重の分散角 (度)
- γ : 地盤の単位体積重量 (kN/m³)

3-2 安定計算

1) 常時

《 転倒および滑動に対する照査 》



$$\begin{aligned} V &= 600.00 \text{ kN} \\ H &= 200.00 \text{ kN} \\ M &= 550.00 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

< 転倒 >

$$\begin{aligned} e &= \frac{B}{2} - \frac{M}{V} = \frac{2.000}{2} - \frac{550.00}{600.00} = 0.083 \text{ m} \\ &\leq \pm \frac{B}{6.00} = \pm \frac{2.000}{6.00} = \pm 0.333 \text{ m} \quad \text{--- OK} \end{aligned}$$

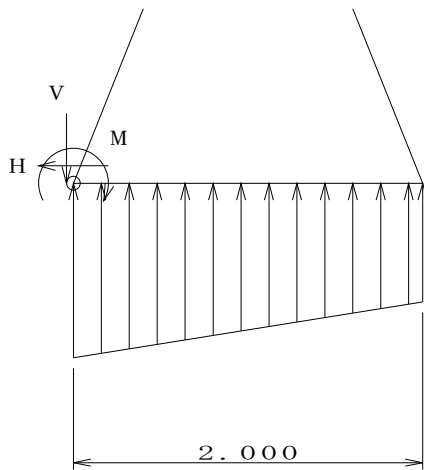
< 滑動 >

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{c_B \cdot A_e + V \cdot \tan \phi_B}{H} \\ &= \frac{0.000 \times 1.833 + 600.00 \times 0.600}{200.00} \\ &= 1.800 \geq F_a = 1.50 \quad \text{--- OK} \end{aligned}$$

$$A_e = (B - 2 \cdot e) \cdot L = (2.000 - 2 \times 0.083) \times 1.000 = 1.833 \text{ m}^2$$

《 支持に対する照査 》

〈 擁壁底面での地盤反力度 〉



$$\begin{aligned} V &= 600.00 \text{ kN} \\ H &= 200.00 \text{ kN} \\ M &= 550.00 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M}{V} = \frac{2.000}{2} - \frac{550.00}{600.00} = 0.083 \text{ m}$$

$e < \frac{B}{6}$ なので、台形分布となる。

$$\begin{aligned} q &= \frac{V}{D \cdot B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) \\ &= \frac{600.00}{1.000 \times 2.000} \left(1 \pm \frac{6 \times 0.083}{2.000} \right) \\ &= \begin{array}{l} 375.00 \text{ kN/m}^2 \\ 225.00 \text{ kN/m}^2 \end{array} \leq q_a = 600.00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{--- OK} \end{aligned}$$

< 改良地盤下の地盤の極限支持力度 >

$$\begin{aligned}
 q_u &= \alpha \cdot \kappa \cdot c \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot B_e' \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \\
 &= 1.300 \times 1.000 \times 20.00 \times 45.543 \times 0.79370 \\
 &\quad + 1.000 \times 30.60 \times 32.890 \times 0.68880 \\
 &\quad + \frac{1}{2} \times 20.000 \times 0.600 \times 2.411 \times 34.466 \times 0.74580 \\
 &= 2004.86 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

ここに、

$$B_e' = B_e + 2 \cdot z \cdot \tan \theta = 1.833 + 2 \times 0.500 \times \tan(30.00^\circ) = 2.411 \text{ m}$$

$$\kappa = 1 + 0.3 \cdot \frac{D_f'}{B_e'} = 1 + 0.3 \times \frac{0.000}{2.411} = 1.000$$

$$q = \gamma_2 \cdot D_f = 18.00 \times 1.700 = 30.60 \text{ kN/m}^2$$

$$\tan \theta = 0.000$$

$$\alpha = 1 + 0.3 \times \frac{B_e'}{D_e} = 1 + 0.3 \times 1.0 = 1.300$$

$$\beta = 1 - 0.4 \times \frac{B_e'}{D_e} = 1 - 0.4 \times 1.0 = 0.600$$

$$\left(\frac{B_e'}{D_e} = \frac{2.411}{1.000} = 2.411 > 1.0 \text{ より} \right)$$

$$S_c = (c^*)^\lambda = (2.000)^{-1/3} = 0.79370$$

$$S_q = (q^*)^\nu = (3.060)^{-1/3} = 0.68880$$

$$S_\gamma = (B^*)^\mu = (2.411)^{-1/3} = 0.74580$$

※寸法効果の程度を表す係数 $\lambda = \nu = \mu = -1/3$ とする。

$$c^* = \frac{c}{c_0} = \frac{20.00}{10.0} = 2.000 \quad (\text{ただし、} 1 \leq c^* \leq 10)$$

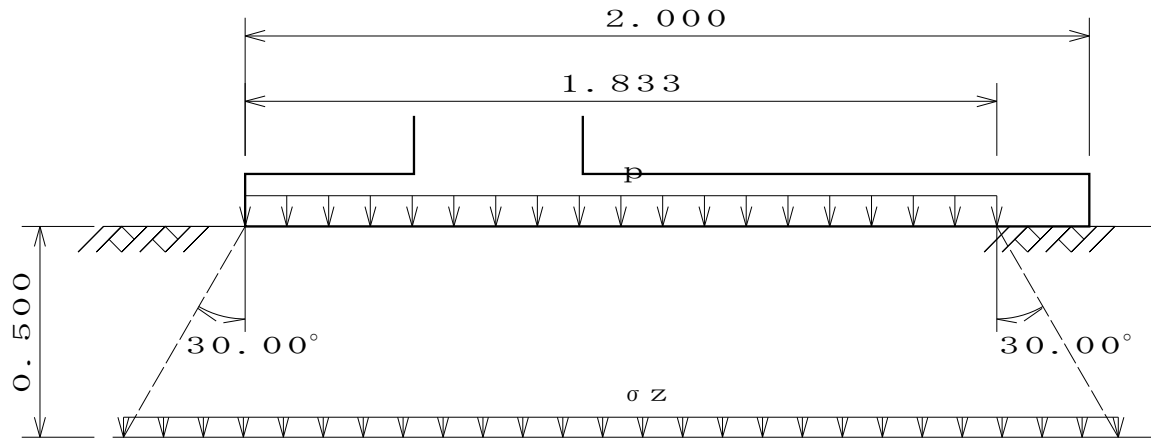
$$q^* = \frac{q}{q_0} = \frac{30.60}{10.0} = 3.060 \quad (\text{ただし、} 1 \leq q^* \leq 10)$$

$$B^* = \frac{B_e'}{B_0} = \frac{2.411}{1.0} = 2.411 \quad (\text{ただし、} 1 \leq B^*)$$

< 改良地盤下の地盤の許容鉛直支持力度 >

$$q_a = \frac{q_u}{n} = \frac{2004.86}{3.00} = 668.29 \text{ kN/m}^2$$

〈 地中での鉛直地盤反力度 〉



$$\begin{aligned}\sigma_z &= \frac{p}{1 + 2\left(\frac{z}{B - 2 \cdot e}\right) \cdot \tan \theta} + \gamma \cdot z \\ &= \frac{327.27}{1 + 2 \times \left(\frac{0.500}{2.000 - 2 \times 0.083}\right) \times \tan(30.00^\circ)} + 20.00 \times 0.500 \\ &= 258.89 \text{ kN/m}^2 \leq q_a = 668.29 \text{ kN/m}^2 \text{ ----- OK}\end{aligned}$$

ここに、

σ_z : 深さ z における地中での鉛直地盤反力度 (kN/m²)

p : 擁壁底面の有効載荷幅における鉛直地盤反力度 (kN/m²)

$$p = \frac{V}{(B - 2 \cdot e) \cdot L} = \frac{600.00}{(2.000 - 2 \times 0.083) \times 1.000} = 327.27 \text{ kN/m}^2$$

V : 擁壁底面に作用する全鉛直荷重 (kN)

B : 擁壁底面幅 (m)

e : 擁壁底面の中央から荷重の合力作用位置までの偏心距離 (m)

L : 擁壁奥行き幅 (m)

z : 擁壁底面からの深さ (m)

θ : 荷重の分散角 (°)

γ : 地盤の単位体積重量 (kN/m³)

q_a : 改良地盤下の地盤の許容鉛直支持力度 (kN/m²)