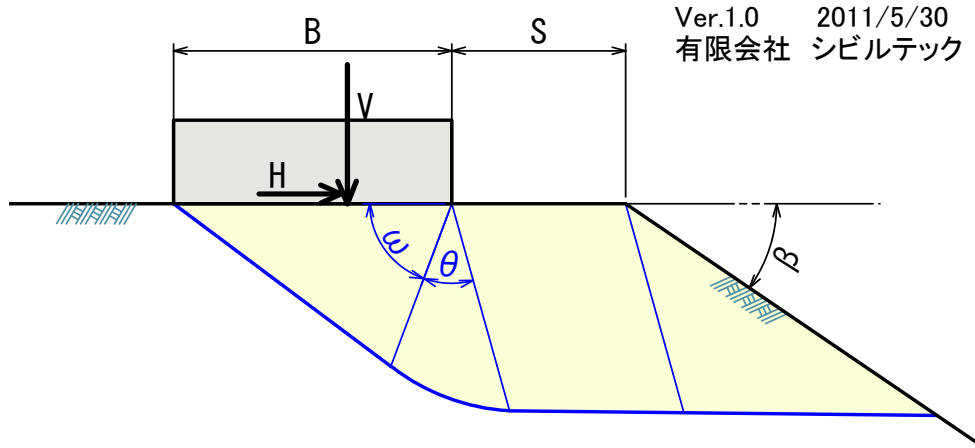


上界法(右城誘導式)による 斜面上の直接基礎の支持力計算

正規版



本ソフトの概要・機能

- ・本ソフトは、斜面上の各種直接基礎の鉛直方向極限支持力を計算するものです。
- ・計算方法は、右城によって誘導された上界法(速度場法)の支持力算定式に拠ります。

本ソフトの使用法

- ・「**支持力計算**」シートの計算条件表に必要な事項を入力して下さい。(黄色セルを入力)
- ・データの入力後やデータ修正後は必ず計算実行ボタンを押して下さい。
- ・計算結果は、同じシートに表示されます。

本ソフトの使用に当たっての注意事項

- ・斜面の傾斜角の範囲は $0 < \beta < 90^\circ$ の範囲とします。
※ 水平地盤($\beta=0^\circ$)および鉛直斜面($\beta=90^\circ$)には適用できません。
- ・繰り返し計算を行なっていますので、PCの性能によっては若干の時間を要します。
(極力、他のエクセルファイルを閉じて、本ソフト単独で使用ください。)

本ソフト作成に当たって参考とした主な文献

- ・「改訂版 誰でも簡単にできる Excelによる擁壁設計」理工図書
- ・「誰も教えてくれなかった疑問に答える 擁壁設計 Q&A-105問答-」理工図書
- ・「基本からわかる 土質のトラブル回避術」日経BP社

動作環境

- ・本ソフトは、EXCEL 2000/2003/2007/2010で動作確認を行なっています。

本ソフトのサポート

- ・不具合報告、要望等はメールにて受け付けます。(soft@civiltec.co.jp)
- ・サポート期間は購入日から3年とします。
- ・バージョンアップ等はホームページでお知らせします。<http://www.civiltec.co.jp/>

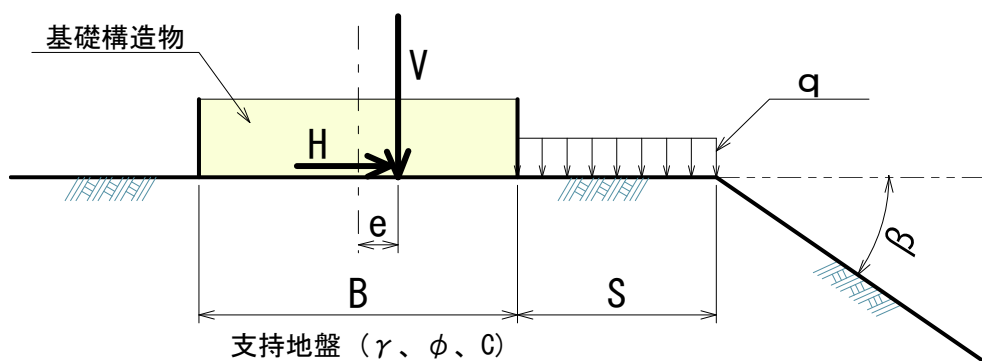
改訂履歴

- ・2011/5/30 Ver.1.0 初期版を公開開始

傾斜地盤の支持力計算

1. 計算条件

計算書タイトル		計算例			
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	140.000	
	水平荷重	H	kN	0.000	
	荷重の偏心量	e	m	0.000	
基礎形状条件	基礎底面の形状	Type	-	帯状	
	基礎底面幅	B	m	2.500	
	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	2.500	
	斜面の傾斜角	β	度	30.000	
	基礎前面の載荷重	q	kN/m ²	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	γ	kN/m ³	25.000	
	内部摩擦角	ϕ	度	30.000	
	粘着力	C	kN/m ²	50.000	
支持力計算条件	支持力安全率	Fs	-	3.0	



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	2.500	
	基礎有効面積	Ae	m ²	2.500	
	形状係数	α	-	1.000	
β		-	1.000		
支持力係数	Nc	-	19.242		
	Nq	-	1.576		
	Nr	-	10.405		
寸法効果補正係数	Sc	-	0.58		
	Sq	-	1.00		
	Sr	-	0.74		
地盤の極限支持力 $Q_u = A_e \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \}$		Qu	kN	1,996.584	
地盤の許容支持力 $Q_a = Q_u / F_s$		Qa	kN	665.528	
設計鉛直荷重		V	kN	140.000	
判定		$Q_a \geq V$		○	

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)

$$B_e = B - 2e = 2.500 - 2 \times 0.000$$

$$= 2.500 \text{ (m)}$$

A_e : 荷重の偏心傾斜を考慮した有効載荷面積 (m²)

$$A_e = B_e \times L = 2.500 \times 1.000$$

$$= 2.500$$

α 、 β : 基礎の形状係数

α = 帯状の場合 1 とする.

$$= 1.000$$

β = 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
α	1.0	1.3	$1 + 0.3B_e/L$
β	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 = 50.000 (kN/m²)

q : 上載荷重 = 0.000 (kN/m²)

γ : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m³)

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)

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

$$= 0.58$$

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

$$= 1.00$$

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

$$= 0.74$$

4. 支持力係数の算定式

荷重の傾斜を考慮した支持力係数は次式で求めることができる。
 これらの係数は、右城により速度場法(上界法)に基づいて求められたものである。

$$N_c = \frac{\cos \theta}{X} \left\{ \frac{\sin \omega}{\sin(\omega - \phi)} + \frac{1}{\sin \phi} (e^{2\theta \tan \phi} - 1) + \frac{Ldf + Lfg}{r_0} e^{\theta \tan \phi} \right\} \quad \text{----- 式(3)}$$

$$N_q = \frac{S}{r_0 X} \cos \{ \pi - (\omega + \theta) \} e^{\theta \tan \phi} \quad \text{----- 式(4)}$$

$$N_r = \frac{\cos(\omega - \phi)}{X \cos \phi} \left[\frac{1}{r_0^2} e^{\theta \tan \phi} \cos(\omega + \theta) \{ (r_1 + Lef) S \sin(\omega + \theta) + Leg \cdot Lfg \cdot \sin \eta \} \right. \\ \left. - \frac{\sin \omega \cos \omega \cos \phi}{\cos(\omega - \phi)} + \frac{\sin \omega + 3 \tan \phi \cos \omega - \{ \sin(\theta + \omega) + 3 \tan \phi \cos(\theta + \omega) \} e^{3\theta \tan \phi}}{9 \tan^2 \phi + 1} \right] \quad \text{----- 式(5)}$$

ここに、

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

$$\eta = \omega - \phi + \theta + \beta - \pi / 2$$

$$r_0 = Lbc = Be \cdot \cos(\omega - \phi) / \cos \phi$$

$$r_1 = Lbd = r_0 \cdot e^{\theta \tan \phi}$$

$$Lac = r_0 \cdot \sin \omega / \cos(\omega - \phi)$$

$$Ldf = S \cdot \sin(\omega + \theta) / \cos \phi$$

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

$$Leg = Lef \cdot \cos \phi / \sin \eta$$

$$Lfg = Lef \cdot \sin(\omega + \theta - \beta) / \sin \eta$$

ϕ : 支持地盤の内部摩擦角 = 30.000 (度) = 0.524 (rad)

β : 斜面の傾斜角 = 30.000 (度) = 0.524 (rad)

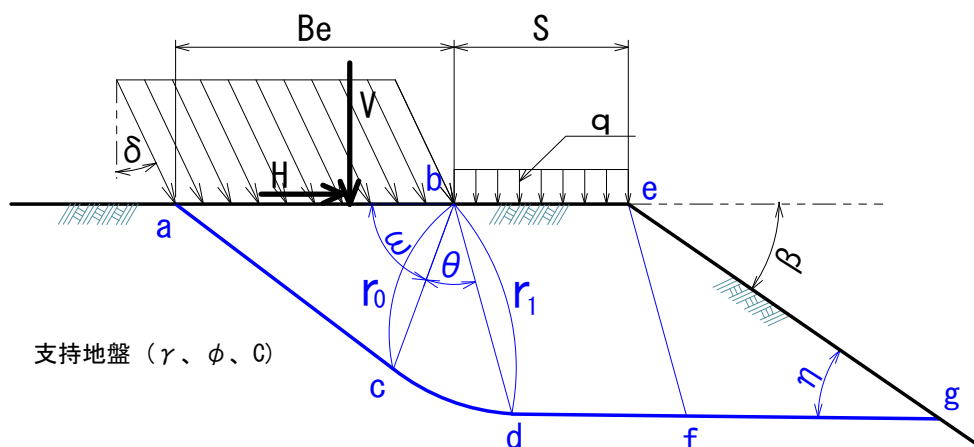
S : 基礎前面からのり肩までの離れ = 2.500 (m)

ω : 主動塑性場の角度

θ : 遷移場の角度

δ : 荷重の傾斜角

$$\delta = \tan^{-1}(H / V) = \tan^{-1}(0.000 / 140.000) \\ = 0.000 \text{ (度)} = 0.000 \text{ (rad)} \\ \tan \delta = 0.000$$



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 ω と θ 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 ω と θ 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 ω と θ の値は次のとおりである。

・主働塑性場の角度 $\omega = \boxed{60.26}$ (度) = 1.052 (rad)

・遷移場の角度 $\theta = \boxed{56.11}$ (度) = 0.979 (rad)

このとき、

$$X = \cos \phi / \cos(\omega - \phi) (\cos \omega + \tan \delta \cdot \sin \omega) = 0.497$$

$$\eta = \omega - \phi + \theta + \beta - \pi / 2 = 0.460 \text{ (rad)} = 26.370 \text{ (度)}$$

$$r_0 = Lbc = Be \cdot \cos(\omega - \phi) / \cos \phi = 2.493 \text{ (m)}$$

$$r_1 = Lbd = r_0 \cdot e^{\theta \tan \phi} = 4.389 \text{ (m)}$$

$$Lac = r_0 \cdot \sin \omega / \cos(\omega - \phi) = 2.507 \text{ (m)}$$

$$Ldf = S \cdot \sin(\omega + \theta) / \cos \phi = 2.586 \text{ (m)}$$

$$Lef = r_1 + S \cdot \{ \sin(\omega + \theta) \cdot \tan \phi + \cos(\omega + \theta) \} = 4.572 \text{ (m)}$$

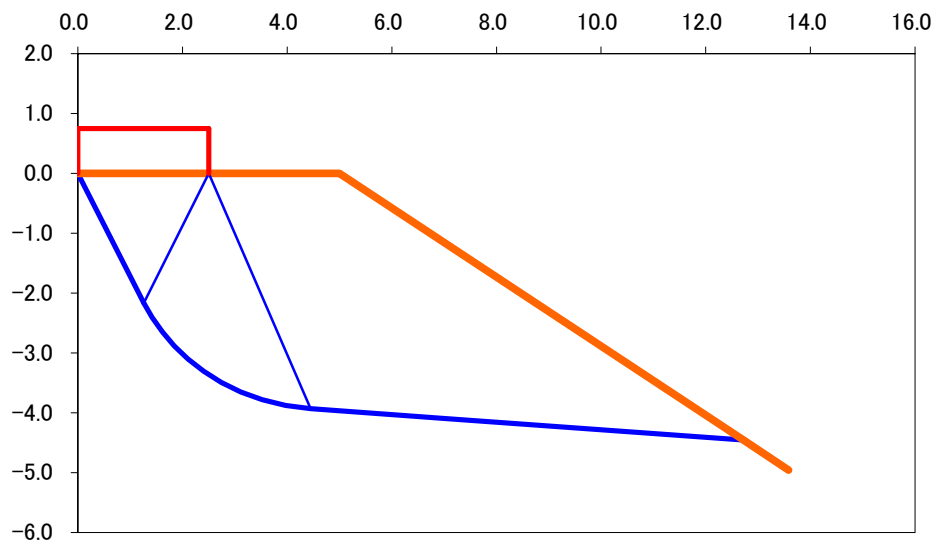
$$Leg = Lef \cdot \cos \phi / \sin \eta = 8.914 \text{ (m)}$$

$$Lfg = Lef \cdot \sin(\omega + \theta + \beta) / \sin \eta = 5.700 \text{ (m)}$$

$$Nc = 19.242$$

$$Nq = 1.576$$

$$Nr = 10.405$$



すべり面の形状図

6. 許容鉛直支持力の計算

$$\begin{aligned} Q_u &= A_e \{ \alpha \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \} \\ &= 2.500 \times (1.00 \times 50.000 \times 19.24 \times 0.58 + 0.000 \times 1.58 \times 1.00 \\ &\quad + 1/2 \times 25.00 \times 1.00 \times 2.500 \times 10.41 \times 0.74) \\ &= 2.500 \times (558.018 + 0.000 + 240.616) \\ &= \boxed{1,996.584} \text{ (kN)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_a &= Q_u / F_s \\ &= 1,996.584 / 3.00 \\ &= 665.528 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここに、

$$\begin{aligned} Q_u &: \text{基礎底面地盤の極限支持力} = 1,996.584 \text{ (kN)} \\ Q_a &: \text{基礎底面地盤の許容鉛直支持力} = 665.528 \text{ (kN)} \\ F_s &: \text{地盤尾支持力に対する安全率} = 3.00 \end{aligned}$$

7. 鉛直支持力に対する照査

$$V = 140.000 \leq Q_a = 665.528 \text{ (kN)} \cdots \text{O.K.}$$

ここに、

$$\begin{aligned} V &: \text{基礎底面に作用する鉛直荷重} = 140.000 \text{ (kN)} \\ Q_a &: \text{基礎底面地盤の許容鉛直支持力} = 665.528 \text{ (kN)} \end{aligned}$$