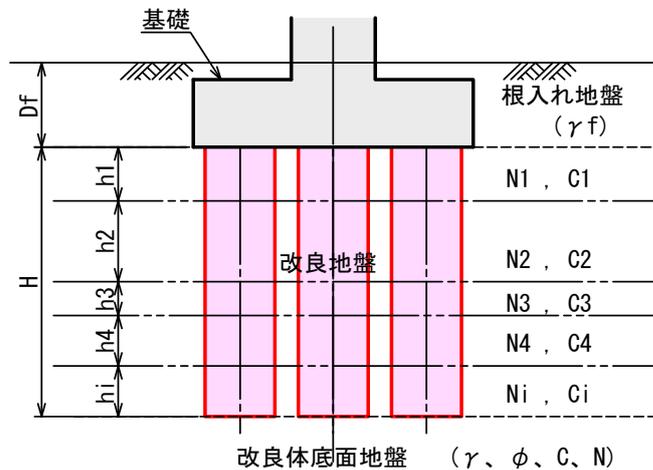


「改訂版 建築物のための 改良地盤の設計及び品質管理指針」(日本建築センター)に準拠

建築基準の支持力公式を用いた

正規版

## 湿式柱状地盤改良の計算



2011/6/10

Ver.2.0

by CIVILTEC

### 1.本計算ソフトの計算手法

本計算ソフトは、基礎底面地盤に施工される湿式柱状改良杭(深層混合改良杭)による改良地盤の鉛直支持力について検討するものです。  
計算方法は「改訂版 建築物のための 改良地盤の設計及び品質管理指針」(P54~65)に示された方法に拠ります。  
当ソフトで計算を行うのは、以下の2項目です。

#### ① 改良地盤の許容鉛直支持力度に対する照査

改良地盤の許容鉛直支持力度を求め、基礎底面における設計接地圧より大きいことを照査します。

#### ② 改良体に生じる鉛直応力度に対する照査

改良体に生じる圧縮応力度が、改良体の許容圧縮応力度以下であることを照査します。

### 2.本計算ソフトの制限事項および注意点

#### (1) 地層数

設定できる地層数は最大10層までとします。

#### (2) 改良地盤底面の極限鉛直支持力度について

改良地盤底面の極限鉛直支持力度の計算は、支持力公式による方法とします。

(「改訂版 建築物のための 改良地盤の設計及び品質管理指針」p.58)

#### (3) 土質試験

極限周面摩擦力の計算は、N値を用いた方法とします。

### 3.使用方法

- ・「計算条件の入力」シートの必要項目(黄色セル)を入力して下さい。
- ・計算結果は「計算書」シートで確認して下さい。

- ・ 計算条件値を修正する場合は「計算条件の入力」シートに戻って行って下さい。

#### 4.本ソフト作成に当たって参考とした文献

- ・「改訂版 建築物のための 改良地盤の設計及び品質管理指針」(日本建築センター)

#### 5.本ソフトのサポートについて

当ソフトはユーザー様からのバグ報告や要望および基準書の改定などに伴い、不定期に修正を行うことがあります。改定履歴はホームページに表示しますので、ときどきご確認ください。

最新版をご希望の方は、メールにてお申し込みください。下記の有効期間内の場合は無償にて最新版をお送りいたします。

- ・サポート期間 : 購入日から3年以内
- ・サポート期間を過ぎた場合の再購入価格は 製品価格の80%とします。

#### 6.改訂履歴

- ・ Ver.1.0 : 2010/09/01 : スウェーデン式サウンディング試験版をを元に作成
- ・ Ver.1.1 : 2011/02/11 : 極限鉛直支持力度の計算を支持力公式による方法に修正
- ・ Ver.2.0 : 2011/06/10 : 一部を手直して公開開始

湿式柱状改良地盤の鉛直支持力検討

準拠指針：「改訂版 建築物のための 改良地盤の設計及び品質管理指針」(日本建築センター)

計算書タイトル	〇〇箇所 擁壁基礎地盤検討
計算書サブタイトル	プレキャストL型擁壁 H=〇〇m

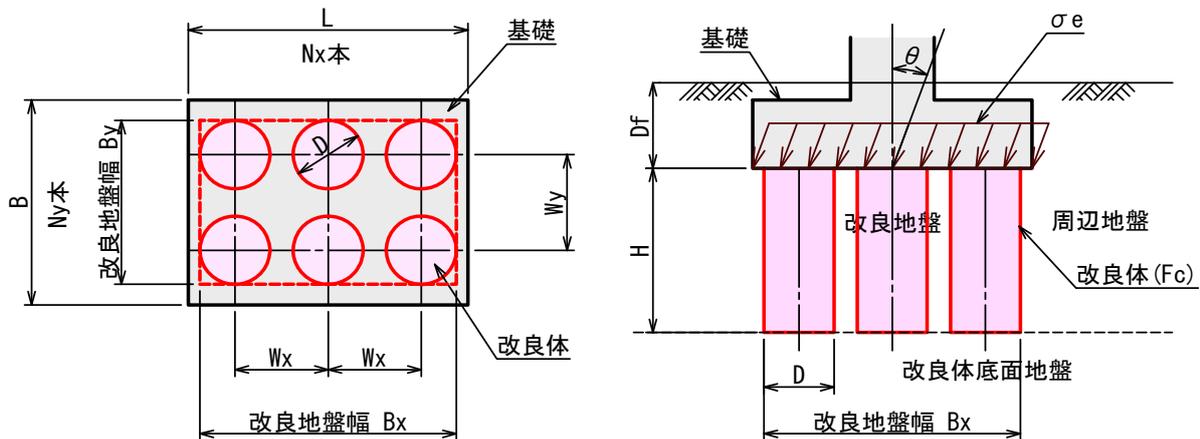
1. 計算条件

1-1. 改良体の仕様

項目	記号	単位	数値	備考
改良体の直径	D	m	0.600	
改良体の長さ	H	m	5.000	
改良体の列数 (X方向本数)	$N_x$	本	3	
改良体の行数 (Y方向本数)	$N_y$	本	2	
改良体の本数 $n = N_x \cdot N_y$	n	本	6	
改良体のX方向間隔	$W_x$	m	0.700	
改良体のY方向間隔	$W_y$	m	0.700	
改良地盤の長さ $B_x = (N_x - 1) \cdot W_x + D$	$B_x$	m	2.000	
改良地盤の幅 $B_y = (N_y - 1) \cdot W_y + D$	$B_y$	m	1.300	
改良体の設計基準強度	$F_c$	$\text{kN/m}^2$	700.0	

1-2. 基礎形状及び設計接地圧

項目	記号	単位	数値	備考
基礎の幅 (短辺)	B	m	1.500	
基礎の長さ (長辺)	L	m	2.000	
設計接地圧	$\sigma_e$	$\text{kN/m}^2$	120.00	
荷重の傾斜角	$\theta$	度	0.00	



1-3. 許容鉛直支持力度の安全率

項目	記号	単位	数値	備考
許容鉛直支持力度の安全率	Fs	-	3.0	

1-4. 改良体底面の地盤条件

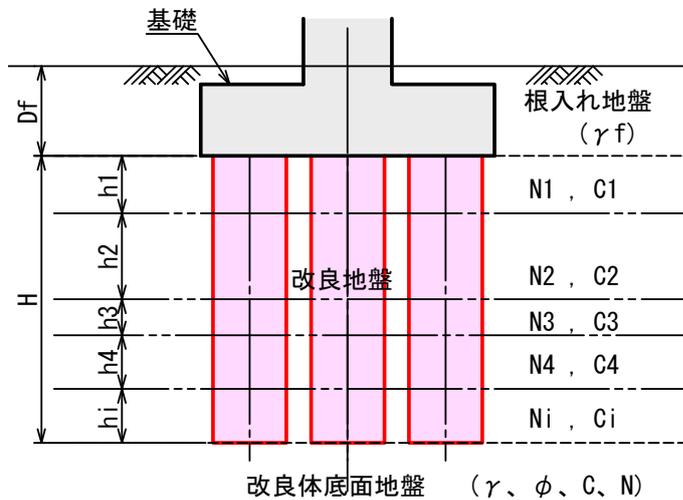
項目	記号	単位	数値	備考
基礎根入れ地盤の単位体積重量	$\gamma_f$	$\text{kN/m}^3$	18.00	
基礎底面の根入れ深さ	Df	m	1.000	
改良底面の根入れ深さ	Df'	m	6.000	Df'=H+Df

1-5. 改良体底面の地盤条件

項目	記号	単位	数値	備考
改良体底面地盤の単位体積重量	$\gamma$	$\text{kN/m}^3$	19.00	
改良体底面地盤の内部摩擦角	$\phi$	度	28.00	
改良体底面地盤の粘着力	C	$\text{kN/m}^2$	10.00	
改良体底面地盤のN値	N	-	15.00	
改良体底面地盤の土質	砂質土=1, 粘性土=2		1	

1-6. 改良地盤の土質条件

地層番号	層厚 hi (m)	単位 体積重量 $\gamma_i$ ( $\text{kN/m}^3$ )	土質種別	A:砂質土	B:粘性土	備考
				N値	粘着力 C( $\text{kN/m}^2$ )	
1	1.000	18.00	砂質土	5.00		
2	1.000	14.00	粘性土		10.00	
3	1.500	5.00	粘性土		10.00	
4	1.500	8.00	砂質土	7.00		
5						
6						
7						
8						
9						
10						
合計	5.000					



## 2.改良地盤の許容鉛直支持力度検討

### 2-1.下部地盤(改良体底面)における極限鉛直支持力度 (qd)

下部地盤(改良体底面)における極限鉛直支持力度 (qd) は次の式で求める。

$$\begin{aligned}
 qd &= ic \cdot \alpha \cdot C \cdot Nc + ir \cdot \beta \cdot \gamma \cdot Bb \cdot Nr + iq \cdot q \cdot Nq \\
 &= 1.00 \times 1.13 \times 10.00 \times 25.80 + 1.00 \times 0.37 \times 19.000 \times 1.300 \times 11.19 \\
 &\quad + 1.00 \times 69.50 \times 14.72 \\
 &= 291.540 + 102.265 + 1023.040 \\
 &= 1,416.845 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここに、qd：下部地盤の極限鉛直支持力度

Bb：改良地盤の短辺長 = 1.300 (m)

Lb：改良地盤の長辺長 = 2.000 (m)

$\alpha$ 、 $\beta$ ：基礎の形状係数

$$\alpha = 1 + 0.2 \times B/L = 1 + 0.2 \times 0.650 = 1.13$$

$$\beta = 0.5 - 0.2 \times B/L = 0.5 - 0.2 \times 0.650 = 0.37$$

$$B/L = 1.300 / 2.000 = 0.650$$

C：下部地盤の粘着力 = 10.00 (kN/m<sup>2</sup>)

q：下部地盤より上方の上載荷重 (=  $\gamma f \cdot Df + \sum \gamma_i \cdot h_i$ ) (kN/m<sup>2</sup>)

上載荷重計算表より、q = 69.500 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_i$ ：i層の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h_i$ ：i層の層厚 (m)

$\gamma$ ：下部地盤の単位体積重量 = 19.00 (kN/m<sup>3</sup>)

$ic, iq, ir$ ：荷重の傾斜( $\theta$ )に対する補正係数

$$ic = (1 - \theta / 90)^\phi = 1.00 \quad \theta = 0.000 \quad (\text{度})$$

$$ir = (1 - \theta / \phi)^\phi = 1.00$$

$$iq = (1 - \theta / 90)^\phi = 1.00$$

$Nc, Nq, Nr$ ：支持力係数(内部摩擦角 $\phi$ の関数)

$$Nc = 25.80 \quad \phi = 28.000 \quad (\text{度})$$

$$Nr = 11.19$$

$$Nq = 14.72$$

表2-1 上載荷重計算表

地層番号	層厚 $h_i$ (m)	単位体積重量 $\gamma_i$ (kN/m <sup>3</sup> )	上載荷重 q (kN/m <sup>2</sup> )
根入れ部	1.000	18.00	18.000
1	1.000	18.00	18.000
2	1.000	14.00	14.000
3	1.500	5.00	7.500
4	1.500	8.00	12.000
5			
6			
7			
8			
9			
10			
合計	6.000	-	69.500

2-2. 複合地盤としての許容鉛直支持力度 (qa1)

複合地盤としての許容鉛直支持力度 (qa1) は次の式で求める。

$$qa1 = 1/Fs \{ qd \cdot Ab + \sum (\tau_{di} \cdot hi) Ls \} / Af$$

ここに、

Fs : 安全率

qd : 下部地盤(改良体底面)における極限鉛直支持力度で、支持力公式により求める。

Ab : 改良地盤の底面積(m<sup>2</sup>) ≡ Bx × By

$\tau_{di}$  : i番目の改良地盤周面に作用する極限周面摩擦力度 (kN/m<sup>2</sup>)

・粘性土の場合  $\tau_d = C$

C : 粘性土の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

・砂質土の場合  $\tau_d = 10N/3$

N : 砂質土のN値

hi : i番目の改良地盤の層厚 (m)

Ls : 改良地盤の外周の長さ (m)

$$Ls = 2 \{ (Nx-1) \cdot Wx + (Ny-1) \cdot Wy \} + \pi \cdot D$$

Nx, Ny: 改良体のX方向とY方向の本数

Wx, Wy: 改良体のX方向とY方向の間隔 (m)

D : 改良体の直径 (m)

Af : 基礎の底面積 (m<sup>2</sup>) = B × L

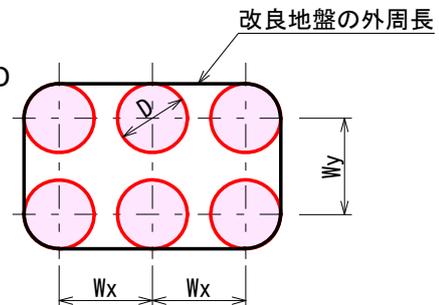


表2-2 複合地盤としての許容鉛直支持力度計算表

項目	記号	単位	数値	備考
安全率	Fs	-	3.0	
改良体底面地盤の極限鉛直支持力度	qd	kN/m <sup>2</sup>	1416.8	
改良地盤の底面積	Ab	m <sup>2</sup>	2.600	
改良地盤の外周の長さ	Ls	m	6.085	
改良地盤周面の極限周面摩擦力	$\sum (\tau_{di} \cdot hi)$	kN/m	76.67	表2-4より
基礎の底面積	Af	m <sup>2</sup>	3.000	
複合地盤としての許容鉛直支持力度	qa1	kN/m <sup>2</sup>	461.15	

### 2-3. 改良体が独立して支持するとした場合の許容鉛直支持力度 (qa2)

改良体が独立して支持するとした場合の許容鉛直支持力度 (qa2)は次の式で求める。

$$qa2 = 1/Fs ( n \cdot Ru ) / Af$$

ここに、

Fs : 安全率

n : 改良地盤内にある改良体の本数

Af : 基礎の底面積 (m<sup>2</sup>) = B × L

Ru : 改良体の極限鉛直支持力 (kN)で次の式で求めることができる。

$$Ru = Rpu + \psi \sum (\tau_{di} \cdot hi)$$

ψ : 改良体の周長 (m) = π · D

τ<sub>di</sub> : i番目の改良地盤周面に作用する極限周面摩擦力度 (kN/m<sup>2</sup>)

hi : i番目の改良地盤の層厚 (m)

Rpu : 改良体先端部における極限鉛直支持力 (kN)

・砂質土の場合 Rpu = 75 · N · Ap

・粘性土の場合 Rpu = 6C · Ap

N : 改良体先端地盤の平均N値

C : 改良体先端地盤の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

Ap : 改良体先端の有効断面積 (m<sup>2</sup>) = π · D<sup>2</sup>/4

表2-3 改良体が独立して支持するとした場合の許容鉛直支持力度計算表

項目	記号	単位	数値	備考	
安全率	Fs	-	3.0		
改良地盤内にある改良体の本数	n	本	6		
基礎の底面積	Af	m <sup>2</sup>	3.000		
改良体先端の有効断面積	Ap	m <sup>2</sup>	0.283		
改良体の周長	ψ	m	1.885		
改良地盤周面の極限周面摩擦力	Σ(τ <sub>di</sub> · hi)	kN/m	76.67	表2-4より	
改良体底面地盤の土質	-	-	砂質土		
改良体底面地盤のN値	N	-	15.00		
改良体底面地盤の粘着力	C	kN/m <sup>2</sup>	10.00		
改良体先端部の極限鉛直支持力	砂質土	Rpu	kN	318.38	75 · N · Ap
	粘性土	Rpu	kN	-	6C · Ap
改良体の極限鉛直支持力 Ru = Rpu + ψ Σ(τ <sub>di</sub> · hi)	Ru	kN	462.90		
改良体単独の許容鉛直支持力度	qa2	kN/m <sup>2</sup>	308.60		

表2-4 極限周面摩擦力  $\Sigma(\tau_{di} \cdot hi)$  の計算表

地層番号	層厚 $hi$ (m)	土質種別	砂質土 $\tau_{di}=10N/3$	粘性土 $\tau_{di} = C$	$\tau_{di} \cdot hi$	備考
1	1.000	砂質土	16.67		16.67	
2	1.000	粘性土		10.00	10.00	
3	1.500	粘性土		10.00	15.00	
4	1.500	砂質土	23.33		35.00	
5						
6						
7						
8						
9						
10						
合計	5.000	-	-	-	76.67	

2-4. 改良地盤の許容鉛直支持力度に対する照査

改良地盤の許容鉛直支持力度( $qa$ )は、複合地盤としての許容鉛直支持力度( $qa1$ )と改良体が独立して支持するとした場合の許容鉛直支持力度( $qa2$ )のうちいずれか小さい方とする。

$$qa = \min(qa1, qa2)$$

表2-5 改良地盤の許容鉛直支持力度に対する照査表

項目	記号	単位	数値	備考
複合地盤としての許容鉛直支持力度	$qa1$	$kN/m^2$	461.15	
改良体単独の許容鉛直支持力度	$qa2$	$kN/m^2$	308.60	
採用する許容鉛直支持力度 $qa = \min(qa1, qa2)$		$kN/m^2$	308.60	
設計接地圧	$\sigma e$	$kN/m^2$	120.00	
判定	$qa \geq \sigma e$		<b>O.K</b>	

### 3.改良体の鉛直応力度の検討

#### 3-1. 改良体に生じる鉛直応力度 (qp)

改良体に生じる鉛直応力度 (qp)は次の式で求める。

$$q_p = \mu_p \cdot \sigma_e$$

ここに、

$q_p$  : 改良体に生じる鉛直応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$\sigma_e$  : 基礎底面に作用する設計接地圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\mu_p$  : 応力集中係数で、次の式で求める。

$$\mu_p = 1/a_p$$

$a_p$  : 基礎底面における改良率

$$a_p = n \cdot A_p / A_f$$

$n$  : 改良地盤内にある改良体の本数

$A_p$  : 改良体先端の有効断面積 (m<sup>2</sup>) =  $\pi \cdot D^2 / 4$

$A_f$  : 基礎の底面積 (m<sup>2</sup>) =  $B \times L$

表3-1 改良体に生じる鉛直応力度計算表

項目	記号	単位	数値	備考
改良地盤内にある改良体の本数	n	本	6	
改良体先端の有効断面積	A <sub>p</sub>	m <sup>2</sup>	0.283	
基礎の底面積	A <sub>f</sub>	m <sup>2</sup>	3.000	
基礎底面における改良率	a <sub>p</sub>	-	0.566	
応力集中係数	$\mu_p$	-	1.767	
設計接地圧	$\sigma_e$	kN/m <sup>2</sup>	120.00	
改良体に生じる鉛直応力度	q <sub>p</sub>	kN/m <sup>2</sup>	212.04	

### 3-2. 改良体の許容圧縮応力度 ( $f_c$ )

改良体の許容圧縮応力度 ( $f_c$ )は次の式で求める。

$$f_c = F_c / F_s$$

ここに、

$f_c$  : 改良体の許容圧縮応力度 ( $\text{kN/m}^2$ )

$F_c$  : 改良体の設計基準強度 ( $\text{kN/m}^2$ )

$F_s$  : 安全率

表3-2 改良体に生じる鉛直応力度計算表

項目	記号	単位	数値	備考
改良体の設計基準強度	$F_c$	$\text{kN/m}^2$	700.0	
安全率	$F_s$	-	3.0	
改良体の許容圧縮応力度	$f_c$	$\text{kN/m}^2$	233.33	

### 3-3. 改良体の応力照査

改良体に生じる鉛直応力度 ( $q_p$ )が、改良体の許容圧縮応力度 ( $f_c$ )以下であることを確認する。

$$q_p \leq f_c$$

ここに、

$q_p$  : 改良体に生じる鉛直応力度 ( $\text{kN/m}^2$ )

$f_c$  : 改良体の許容圧縮応力度 ( $\text{kN/m}^2$ )

表3-3 改良体の応力照査表

項目	記号	単位	数値	備考
改良体に生じる鉛直応力度	$q_p$	$\text{kN/m}^2$	212.04	
改良体の許容圧縮応力度	$f_c$	$\text{kN/m}^2$	233.33	
判定	$q_p \leq f_c$		O.K	

## 4. 検討結果のまとめ

- 改良地盤の許容鉛直支持力度に対する照査

許容鉛直支持力度  $q_a = 308.60$  ( $\text{kN/m}^2$ )

設計接地圧  $\sigma_e = 120.00$  ( $\text{kN/m}^2$ )

$$q_a \geq \sigma_e \quad \text{O.K}$$

- 改良体に生じる鉛直応力度に対する照査

改良体に生じる鉛直応力度  $q_p = 212.04$  ( $\text{kN/m}^2$ )

改良体の許容圧縮応力度  $f_c = 233.33$  ( $\text{kN/m}^2$ )

$$q_p \leq f_c \quad \text{O.K}$$