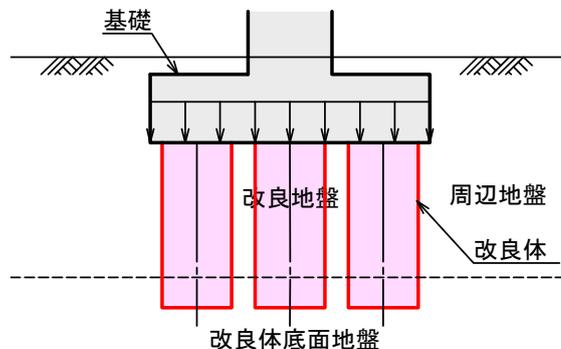


「改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」(日本建築センター)に準拠

## スウェーデン式サウンディング試験の結果を用いた 柱状地盤改良の計算 (正規版)



2011/3/24

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) 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、スウェーデン式サウンディング試験による  $N_{sw}$  を用いた方法とします。

#### (2) 計算深度

スウェーデン式サウンディング試験の最大深度は10mまでとします。

### 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)

柱状地盤改良の計算

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. 改良体の仕様データ

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	4.600	
改良体の列数 (X方向本数)	Nx	列	3	
改良体の行数 (Y方向本数)	Ny	行	2	
改良体のX方向間隔	Wx	m	0.700	
改良体のY方向間隔	Wy	m	0.700	
改良体の設計基準強度	Fc	kN/m <sup>2</sup>	700.0	

2. 基礎寸法および設計接地圧データ

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	
基礎の根入れ深さ	Df	m	0.600	
設計接地圧	$\sigma_e$	kN/m <sup>2</sup>	120.00	

3. 許容鉛直支持力度の安全率データ

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	

※ 常時の荷重に対してFs=3、中地震動に対してFs=1.5、大地震動に対してFs=1

4. 改良体底面地盤データ

項目	記号	単位	数値	備考
改良体底面地盤の土質	砂質土=1, 粘性土=2		1	①
改良体底面地盤のN値(砂質土)	N	-	10.00	②
改良体底面地盤の粘着力計算法 Cを直接入力=1、Nswから求める=2、N値から求める=3			2	③
改良体底面地盤の粘着力	C	kN/m <sup>2</sup>	20.00	④
改良体底面地盤のNsw C=(45・Wsw+0.75・Nsw)/2	Wsw	-	0.75	⑤
	Nsw	-	0	
改良体底面地盤のN値(粘性土)	N	-	6.00	⑥

※① 改良体底面地盤が砂質土の場合は1を、粘性土の場合は2を入力する。

※② 改良体底面地盤が砂質土の場合に改良体底面地盤のN値を入力する。  
この時のN値は、改良体先端から下に1D,上に1Dの範囲の平均値とする。

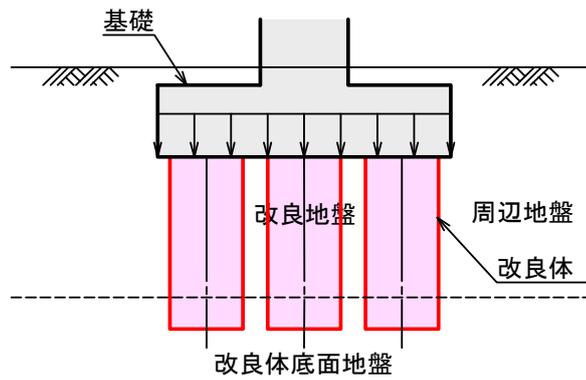
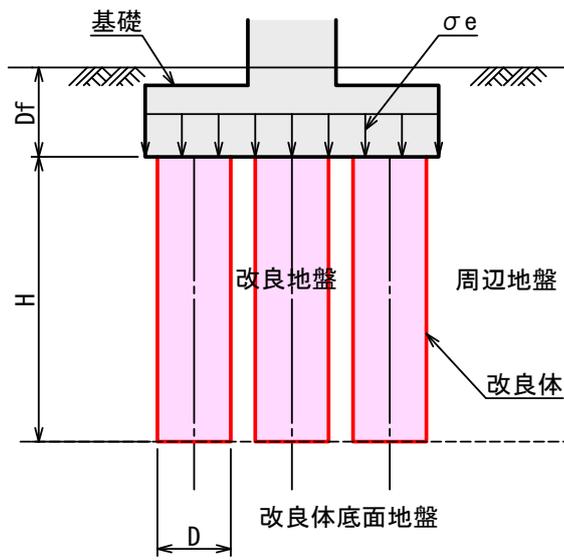
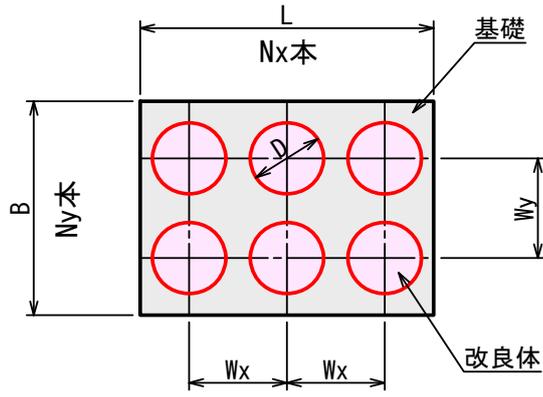
※③ 改良体底面地盤が粘性土の場合に1~3の番号を入力する。

※④ ③で1を入力した場合に改良体底面地盤の粘着力を入力する。

※⑤ ③で2を入力した場合に改良体底面地盤のWswとNsw(平均値)を入力する。

※⑥ ③で3を入力した場合に改良体底面地盤のN値(平均値)を入力する。





砂質土 →  $N$   
 粘性土 →  $C$ 、 $W_{sw}$ 、 $N_{sw}$ 、 $N$

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

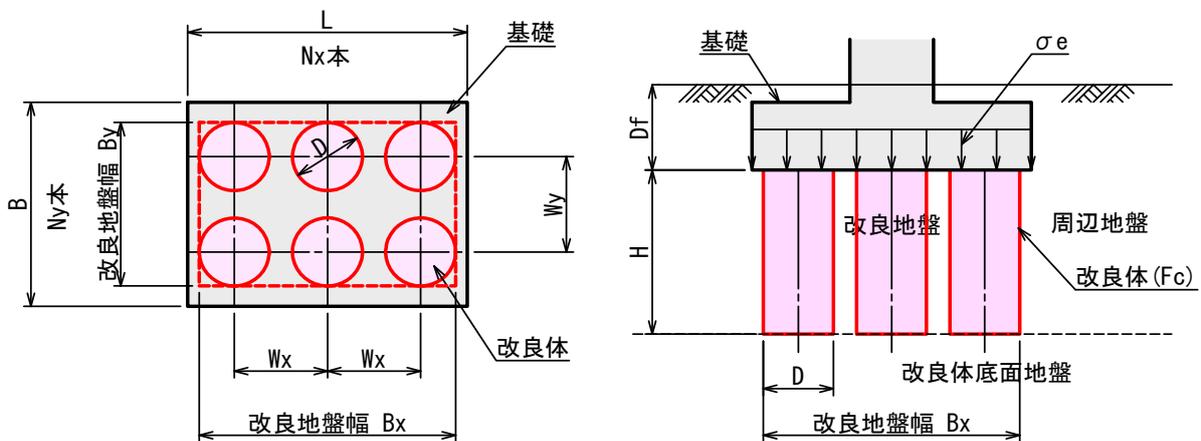
1. 計算条件

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	4.600	
改良体の列数 (X方向本数)	N <sub>x</sub>	本	3	
改良体の行数 (Y方向本数)	N <sub>y</sub>	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 <sub>x</sub>	m	0.700	
改良体のY方向間隔	W <sub>y</sub>	m	0.700	
改良地盤の長さ $B_x = (N_x - 1) \cdot W_x + D$	B <sub>x</sub>	m	2.000	
改良地盤の幅 $B_y = (N_y - 1) \cdot W_y + D$	B <sub>y</sub>	m	1.300	
改良体の設計基準強度	F <sub>c</sub>	kN/m <sup>2</sup>	700.0	

1-2. 基礎の寸法および設計接地圧

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	
基礎の根入れ深さ	D <sub>f</sub>	m	0.600	
設計接地圧	σ <sub>e</sub>	kN/m <sup>2</sup>	120.00	



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	F <sub>s</sub>	-	3.0	



## 2.改良地盤の許容鉛直支持力度検討

### 2-1.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。

$$qa1 = 1/F_s \{ q_d \cdot A_b + \sum (\tau_{di} \cdot h_i) L_s \} / A_f$$

ここに、

$F_s$  : 安全率

$q_d$  : 下部地盤(改良体底面)における極限鉛直支持力度で、スウェーデン式サウンディング試験による場合は次式で求めることができる。

$$q_d = 90 + 1.8 N_{sw}$$

$N_{sw}$  : 改良体底面より下2mまでの間のスウェーデン式サウンディング試験の1m当りの半回転数の平均値(個々の $N_{sw}$ において150を超える場合は150とする)

$A_b$  : 改良地盤の底面積( $m^2$ )  $\doteq B_x \times B_y$

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

・粘性土の場合  $\tau_d = C$   $C$  : 粘性土の粘着力( $kN/m^2$ )

・砂質土の場合  $\tau_d = 10N/3$   $N$  : 砂質土のN値

$h_i$  : i番目の改良地盤の層厚 (m)

$L_s$  : 改良地盤の外周の長さ (m)

$$L_s = 2 \{ (N_x - 1) \cdot W_x + (N_y - 1) \cdot W_y \} + \pi \cdot D$$

$N_x, N_y$  : 改良体のX方向とY方向の本数

$W_x, W_y$  : 改良体のX方向とY方向の間隔 (m)

$D$  : 改良体の直径 (m)

$A_f$  : 基礎の底面積 ( $m^2$ ) =  $B \times L$

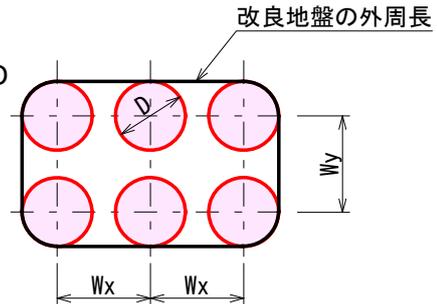


表2-1 複合地盤としての許容鉛直支持力度計算表

項目	記号	単位	数値	備考
安全率	$F_s$	-	3.0	
改良体底面地盤の $N_{sw}$	$N_{sw}$	-	150	表2-2より
改良体底面地盤の極限鉛直支持力度	$q_d$	$kN/m^2$	360.0	
改良地盤の底面積	$A_b$	$m^2$	2.600	
改良地盤の外周の長さ	$L_s$	m	6.085	
改良地盤周面の極限周面摩擦力	$\sum (\tau_{di} \cdot h_i)$	$kN/m$	65.69	表2-3より
基礎の底面積	$A_f$	$m^2$	3.000	
複合地盤としての許容鉛直支持力度	$qa1$	$kN/m^2$	148.41	

表2-2 改良体底面地盤のNsw平均値計算表

改良体底面より下2mまでの間のスウェーデン式サウンディング試験の1m当りの半回転数の平均値(個々のNswにおいて150を超える場合は150とする)

No.	貫入深度 (m)	1m当りの 半回転数 Nsw	採用 Nsw
1	5.25	168	150
2	5.50	240	150
3	5.75	200	150
4	6.00	180	150
5			
6			
7			
8			
合計			600

平均 Nsw=  $600 / 4 = 150$

2-2.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2-2 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	65.69	表2-3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	砂質土	N	10.000	
	粘性土	N	-	
改良体底面地盤のWswとNsw (C計算用)	Wsw	-	-	
	Nsw	-	-	
改良体底面地盤の粘着力	C	kN/m <sup>2</sup>	-	
改良体先端部の極限 鉛直支持力	砂質土	Rpu	212.25	75 · N · Ap
	粘性土	Rpu	-	6C · Ap
改良体の極限鉛直支持力	Ru	kN	336.08	
改良体単独の許容鉛直支持力度	qa2	kN/m <sup>2</sup>	224.05	



### 2-3.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( $q_a$ )は、複合地盤としての許容鉛直支持力度( $q_{a1}$ )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( $q_{a2}$ )のうちいずれか小さい方とする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2})$$

表2-4 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	$q_{a1}$	$\text{kN/m}^2$	148.41	
改良体単独の許容鉛直支持力度	$q_{a2}$	$\text{kN/m}^2$	224.05	
採用する許容鉛直支持力度 $q_a = \min(q_{a1}, q_{a2})$		$\text{kN/m}^2$	148.41	
設計接地圧	$\sigma_e$	$\text{kN/m}^2$	120.00	
判定	$q_a \geq \sigma_e$		O.K	

### 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 (fc)

改良体の許容圧縮応力度 (fc)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 (kN/m<sup>2</sup>)

$F_c$  : 改良体の設計基準強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$F_s$  : 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 <sub>c</sub>	kN/m <sup>2</sup>	700.0	
安全率	F <sub>s</sub>	-	3.0	
改良体の許容圧縮応力度	f <sub>c</sub>	kN/m <sup>2</sup>	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  $q_a = 148.41 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

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

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

- 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  $q_p = 212.04 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

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

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