

深層混合処理システム一係船岸

商品概説書

株式会社 アライズソリューション



# 目次

<b>1. システムの概要</b> .....	<b>1</b>
1-1 システムの概要.....	1
1-2 システムの特徴.....	1
1-3 システムの制限事項.....	2
<b>2. 外力計算内容について</b> .....	<b>3</b>
2-1 崩壊角の算定式.....	3
2-2 見掛けの震度の算定.....	4
2-3 土圧、水圧の算定式.....	5
2-4 側面付着力の算定.....	8
<b>3. 外部安定計算</b> .....	<b>9</b>
3-1 改良地盤系の滑動.....	9
3-2 改良地盤系の転倒.....	11
3-3 改良地盤系の地盤反力.....	12
3-4 原地盤の許容支持力.....	13
<b>4. 内部安定計算</b> .....	<b>16</b>
4-1 改良地盤の端趾圧.....	16
4-2 改良地盤のせん断応力度.....	16
4-3 抜け出しの検討.....	18



# 1. システムの概要

## 1-1 システムの概要

本システムは港湾基準、漁港基準に準拠して、『深層混合処理工法技術マニュアル／沿岸開発技術研究センター』を基に、重力式係船岸の基礎地盤改良による改良地盤の外部安定計算、及び、内部安定計算を行うシステムです。安定計算では以下の外力を考慮します。

常時	鉛直力 V(kN/m)	水平力 H(kN/m)	鉛直力モーメント MR(kN・m/m)	水平力モーメント MA(kN・m/m)
土圧	○	○	○	○
残留水圧	——	○	——	○
壁体重量	○	——	○	——
浮力	○	——	○	——
その他外力	○	○	○	○
上載荷重	○	——	○	——
主働側側面付着力	○	——	○	——
受働側側面付着力	○	——	——	——

地震時	鉛直力 V(kN/m)	水平力 H(kN/m)	鉛直力モーメント MR(kN・m/m)	水平力モーメント MA(kN・m/m)
土圧	○	○	○	○
残留水圧	——	○	——	○
壁体重量	○	○	○	○
浮力	○	——	○	——
その他外力	○	○	○	○
上載荷重	○	○	○	○
動水圧	——	○	——	○
主働側側面付着力	○	——	○	——
受働側側面付着力	○	——	——	——

※その他の外力、動水圧の合力は『重力式係船岸安定計算システム』での計算値を使用します。

## 1-2 システムの特徴

本システムには以下のような特徴があります。

- ・設計基準は、港湾基準、漁港基準に準拠しています。
- ・本システムは『重力式係船岸安定計算システム2』の検討条件ファイルを基に動作します。
- ・本土工背面土の地表面形状を任意に設定できます。その場合、上載荷重を複数指定できます。
- ・裏込め土は、複数層の指定が可能です。
- ・改良地盤形状は、ブロック式、壁式に対応し、それぞれ着底型、浮き型の選択ができます。
- ・計算結果は、報告書形式で印刷されるため、そのまま報告書として利用できます。

### 〈準拠基準及び参考文献〉

- |                   |          |              |
|-------------------|----------|--------------|
| ・港湾の施設の技術上の基準・同解説 | 平成11年4月  | 日本港湾協会       |
| ・漁港の技術指針          | 平成11年11月 | 全国漁港協会       |
| ・漁港構造物の設計ガイド      | 平成7年2月   | 全国漁港協会       |
| ・深層混合処理工法技術マニュアル  | 平成11年4月  | 沿岸開発技術研究センター |

## 1-3 システムの制限事項

### データ数の制限

・壁体構成ブロック数	最大	20個
・その他外力数	最大	3つ
・任意形状ブロック構成点数	最大	100点
・任意地表面形状構成点数	最大	80点

### 改良地盤系形状の制限

- ・改良地盤の上面(マウンド底面)は、直線で水平とする。
- ・改良地盤の底面は、直線で水平とする。ブロック式で着底のみ傾斜が可能。
- ・改良地盤形状が壁式の場合、改良地盤内の土層は直線で水平とする。
- ・「重力式係船岸安定計算システム2」より読み込んだ本体工を移動、削除は不可。
- ・改良地盤の土質条件は、未改良土層と同一とする。
- ・改良地盤の背面土は粘性土とする。

## 2. 外力計算内容について

### 2-1 崩壊角の算定式

背面土(主働土圧層)が盛土形状となる場合、任意形状の盛土を上載荷重として扱う為、各土層の崩壊角を算定します。

—砂質土の場合—

$$[\text{常時}] \quad \cot(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta - \beta) + \sec(\phi_i + \delta - \beta) \sqrt{\frac{\cos \delta \cdot \sin(\phi_i + \delta)}{\cos \beta \cdot \sin(\phi_i - \beta)}}$$

$$[\text{地震時}] \quad \cot(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta - \beta) + \sec(\phi_i + \delta - \beta) \sqrt{\frac{\cos(\delta + \theta) \sin(\phi_i + \delta)}{\cos \beta \cdot \sin(\phi_i - \beta - \theta)}}$$

$\phi_i$  : i層の土の内部摩擦角(°)

$\beta$  : 地表面が水平となす角(°)

$\delta$  : 壁面摩擦角(°)

$\zeta_i$  : i層の崩壊面が水平となす角(°)

$\theta$  : 地震合成角(°)       $\theta = \tan^{-1}k$ 又は、 $\theta = \tan^{-1}k'$

$k$  : 空中震度

$k'$  : 見掛けの震度

—粘性土の場合—

[常時]

常時の粘性土は、崩壊角を求める式が基準書等に表記されていない為、入力値を使用

[地震時]

$$\zeta_a = \tan^{-1} \sqrt{1 - \left( \frac{\sum rh + 2w}{2c} \right) \tan \theta}$$

※ルートの中が負になる場合は、設計条件で入力した崩壊角を使用します。

$\gamma$  : 土の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 層の厚さ(m)

$w$  : 水平単位面積当たりの載荷重(kN/m<sup>2</sup>)

$c$  : 土の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

$\theta$  : 地震合成角(°)       $\theta = \tan^{-1}k$ 又は、 $\theta = \tan^{-1}k'$

$k$  : 空中震度

$k'$  : 見掛けの震度

$\zeta_a$  : 崩壊面が水平となす角(°)

※土層の上限、下限の崩壊角の平均値をその土層の崩壊角とします。

## 2-2 見掛けの震度の算定

本プログラムでは、見かけの震度の計算方法を次の 4 つの中から選択します。直接入力以外を選択した場合は、各土層毎の土質定数を使用して見かけの震度を計算します。

[直接入力]

[標準式]

$$k' = \frac{\gamma_t}{(\gamma_t - 10)} \times k$$

$k'$  : 水中における見かけの震度

$k$  : 空気中における震度

$\gamma_t$  : 水で飽和した土の空気中における単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

[二建の提案式]

$$k' = \frac{\sum \gamma h + \gamma_w h_w + w}{\sum \gamma h + w} \times k$$

$k'$  : 水中における見かけの震度

$k$  : 空気中における震度

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_w$  : 海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 土層の厚さ (m)

$h_w$  : 土層の水につかっている深さ (m)

$w$  : 単位面積当たりの載荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

[荒井、横井の提案式]

$$k' = \frac{2(\sum \gamma h + \sum \gamma_t h_j + w) + \gamma_t h}{2\{\sum \gamma h_i + \sum (\gamma_t - 10) h_j + w\} + (\gamma_t - 10) h} \times k$$

$h_j$  : 残留水位以上の土の層の厚さ (m)

$h_j$  : 残留水位以下の土圧を求めようとする層より上の層の厚さ (m)

$h$  : 残留水位より下の土圧を求めようとする層の厚さ (m)

$\gamma$  : 水位面上の土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_t$  : 水で飽和した土の空気中における単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$w$  : 単位面積当たりの載荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$k$  : 震度

$k'$  : 見かけの震度



## 2-3 土圧、水圧の算定式

### 主働土圧の算定式

—砂質土の場合—

[常時]

$$P_a = K_a \cdot \cos \delta \cdot \left[ \sum \gamma h + \frac{w}{\cos \beta} \right]$$

$$K_a = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos \delta \cdot \cos \beta}} \right]^2}$$

[地震時]

$$P_a = K_a \cdot \cos \delta \cdot \left[ \sum \gamma h + \frac{w}{\cos \beta} \right]$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta + \theta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \theta) \cdot \cos \beta}} \right]^2}$$

$P_a$  : 壁面に働く主働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  : 土の内部摩擦角 (°)

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 土層の厚さ (m)

$K_a$  : 土層の主働土圧係数

$\beta$  : 地表面が水平となす角 (°)

$\delta$  : 壁面摩擦角 (°)

$\theta$  : 地震合成角 (°)       $\theta = \tan^{-1} k$  又は、 $\theta = \tan^{-1} k'$

$k$  : 震度

$k'$  : 見掛けの震度

—粘性土の場合—

[常時]

$$P_{a1} = \sum \gamma h + w - 2c$$

$$P_{a2} = Kc(\sum \gamma h + w)$$

※二式を比較し、構造物に危険となる土圧分布を用います

[地震時]

$$P_{a1} = \frac{(\sum \gamma h + w) \cdot \sin(\zeta + \theta)}{\cos \theta \cdot \sin \zeta} - \frac{c}{\cos \zeta \cdot \sin \zeta}$$

$$\zeta = \tan^{-1} \sqrt{1 - \left( \frac{\sum \gamma h + 2w}{2c} \right) \cdot \tan \theta}$$

※ルート内が負の値になる場合は、設計条件で指定した崩壊角を使用します。他に常時の土圧を採用する事も出来ます。

$$P_{a2} = Kc(\sum \gamma h + w)$$

※二式を比較し、構造物に危険となる土圧分布を用います

$P_a$  : 壁面に働く主働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 土層の厚さ (m)

$w$  : 地表面単位面積当たり載荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  : 粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$K_c$  : 圧密平衡係数  $K_o = 0.5$

$\theta$  : 地震合成角 (°)  $\theta = \tan^{-1} k$  又は、 $\theta = \tan^{-1} k'$

$k$  : 震度

$k'$  : 見掛けの震度

$\zeta$  : 崩壊面が水平となす角 (°)

## 受働土圧算定式

—砂質土の場合—

[常時]

$$P_p = K_p \cdot \cos \delta \cdot \left[ \sum \gamma h + \frac{w}{\cos \beta} \right]$$
$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos \delta \cdot \cos \beta}} \right]^2}$$

[地震時]

$$P_p = K_p \cdot \cos \delta \cdot \left[ \sum \gamma h + \frac{w}{\cos \beta} \right]$$
$$K_p = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta - \theta) \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi + \beta - \theta)}{\cos(\delta - \theta) \cdot \cos \beta}} \right]^2}$$

$P_p$  : 壁面に働く受働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  : 土の内部摩擦角 (°)

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 土層の厚さ (m)

$K_p$  : 土層の受働土圧係数

$\beta$  : 地表面が水平となす角 (°)

$\delta$  : 壁面摩擦角 (°)

$\theta$  : 地震合成角 (°)       $\theta = \tan^{-1} k$  又は、 $\theta = \tan^{-1} k'$

$k$  : 震度

$k'$  : 見掛けの震度

—粘性土の場合—

[常時]

$$P_p = \sum \gamma h + w + 2c$$

[地震時]

$$P_p = \sum \gamma h + w + 2c$$

$P_p$  : 壁面に働く受働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  : 土層の厚さ (m)

$w$  : 地表面単位面積当たり載荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  : 粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$K_C$  : 圧密平衡係数

### 残留水圧の算定

$$\begin{array}{ll} 0 \leq y < h_w \text{ のとき} & P_w = \gamma_w \cdot y \\ h_w \leq y \text{ のとき} & P_w = \gamma_w \cdot h_w \end{array}$$

$P_w$  : 残留水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$h_w$  : 残留水位差 (m)

$y$  : 残留水位から残留水圧を求める点までの深さ (m)

$\gamma_w$  : 水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

### 動水圧の算定

重力式係船岸システムで求めた外力を引き継ぎます。他に合力と作用位置の入力が出来ます。

## 2-4 側面付着力の算定

改良体の主働側及び受働側側面には付着力が作用する。

$$P_{AV} = 1/2 \cdot (c_i + c_j) \cdot A$$

$$P_{PV} = 1/2 \cdot (c_i + c_j) \cdot A$$

$P_{AV}$  : 主働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)

$P_{PV}$  : 受働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)

$c_i$  : 改良土層上部粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$c_j$  : 改良土層下部粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$A$  : 作用面積 (m<sup>2</sup>/m)

### 3. 外部安定計算

#### 3-1 改良地盤系の滑動

##### ブロック式改良土の場合

$$F_S = \frac{P_P + F_R}{P_A + P_W + P_{dW} + \sum_i HK_i}$$

— 着底型の場合 —

$$F_{R1} = \Sigma V \cdot \mu = \left( \sum_i Wi + P_V + P_{AV} - P_{PV} \right) \cdot \mu$$

$$F_{R2} = \tau_a \cdot B$$

$$\tau_a = \frac{1}{2} \sigma_{ca}$$

##### 改良体底面が傾斜している場合

$$F_S = \frac{P_P + F_R}{P_A + P_W + P_{dW} + \sum_i HK_i + \Sigma V \cdot \cos \theta \cdot \cos \theta}$$

$$F_{R1} = \Sigma V \cdot \mu \cdot \cos \theta \cdot \cos \theta$$

$$F_{R2} = \tau_a \cdot B$$

$$\tau_a = \frac{1}{2} \sigma_{ca}$$

※二式のせん断抵抗力の内、小さい方を改良体底面に作用するせん断抵抗力とする

— 浮き型の場合 —

底面下が粘性土の場合

$$F_R = c \cdot B$$

$F_S$  : 滑動安全率

$P_P$  : 受働土圧の合力 (kN/m)

$F_R$  : 改良地盤底面に作用するせん断抵抗力 (kN/m)

$P_A$  : 主働土圧の水平成分 (kN/m)

$P_{AV}$  : 主働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)

$P_{PV}$  : 受働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)

$P_W$  : 残留水圧の合力 (kN/m)

$P_{dW}$  : 動水圧の合力 (kN/m)

$\sum HK_i$  : 地震時慣性力の合力 (kN/m)

$\sum W_i$  : 有効重量の合力 (kN/m)

$P_V$  : 主働土圧の鉛直成分 (kN/m)

$\mu$  : 摩擦係数 (支持層が砂地盤の場合  $\mu = \tan \phi$ 、岩盤の場合  $\mu = 0.6$ )

$\phi$  : 底面下砂質土の内部摩擦角 (°)

$\tau_a$  : 改良体の許容せん断応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$B$  : 改良幅 (m)

$\delta_{ca}$  : 許容圧縮応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$C$  : 底面下粘性土の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

## 壁式改良土の場合

$$F_S = \frac{P_P + F_R + F_u}{P_A + P_W + P_{dW} + \sum^i HK_i}$$
$$F_{R1} = \left( \sum^i Wi + P_V + P_{AV} - P_{PV} \right) \cdot \mu$$
$$F_{R2} = \tau_a \cdot B \cdot R_L$$
$$\tau_a = \frac{1}{2} \sigma_{ca}$$
$$F_{u1} = W_u \cdot \mu$$
$$F_{u2} = c \cdot B \cdot R_S$$

※二式のせん断抵抗力の内、小さい方を改良体底面に作用するせん断抵抗力とする  
※二式の滑動抵抗力の内、小さい方を無改良土による滑動抵抗力とする

- $F_S$  : 滑動安全率  
 $P_P$  : 受働土圧の合力 (kN/m)  
 $F_R$  : 改良地盤底面に作用するせん断抵抗力 (kN/m)  
 $F_u$  : 無改良土による滑動抵抗力 (kN/m)  
 $P_A$  : 主働土圧の水平成分 (kN/m)  
 $P_{AV}$  : 主働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)  
 $P_{PV}$  : 受働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)  
 $P_W$  : 残留水圧の合力 (kN/m)  
 $P_{dW}$  : 動水圧の合力 (kN/m)  
 $\sum HK_i$  : 地震時慣性力の合力 (kN/m)  
 $\sum W_i$  : 有効重量の合力 (kN/m)、長壁間の未処理土の有効重量  $W_u$  は考慮しない  
 $P_V$  : 主働土圧の鉛直成分 (kN/m)  
 $\mu$  : 摩擦係数 (支持層が砂地盤の場合  $\mu = \tan \phi$ 、岩盤の場合  $\mu = 0.6$ )  
 $\phi$  : 底面下砂質土の内部摩擦角 (°)  
 $\tau_a$  : 改良体の許容せん断応力度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $B$  : 改良幅 (m)  
 $\delta_{ca}$  : 許容圧縮応力度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $W_u$  : 改良壁間無改良土の有効重量 (kN/m)  
 $R_L$  : 長壁の割合  
 $R_S$  : 短壁の割合  
 $C$  : 壁間無改良土下端部における粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

## 3-2 改良地盤系の転倒

### ブロック式改良土の場合

$$F_S = \frac{\sum M_R}{\sum M_A} = \frac{\sum W_i \cdot x_i + P_V \cdot x_V + P_{AV} \cdot x_{AV} + P_P \cdot y_P}{P_W \cdot y_W + P_{dW} \cdot y_{dW} + P_A \cdot y_A + \sum HK_i \cdot y_i}$$

- $F_S$  : 転倒安全率  
 $\sum M_R$  : 抵抗モーメント (kN・m/m)  
 $\sum M_A$  : 転倒モーメント (kN・m/m)  
 $\sum W_i \cdot x_i$  : 有効重量によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_V \cdot x_V$  : 主働土圧の鉛直成分によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_{AV} \cdot x_{AV}$  : 主働側側面に作用する鉛直付着力によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_P \cdot y_P$  : 受働土圧によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_W \cdot y_W$  : 残留水圧によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_{dW} \cdot y_{dW}$  : 動水圧によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_A \cdot y_A$  : 主働土圧によるモーメント (kN・m/m)  
 $\sum HK_i \cdot y_i$  : 地震時慣性力によるモーメント (kN・m/m)

### 壁式改良土の場合

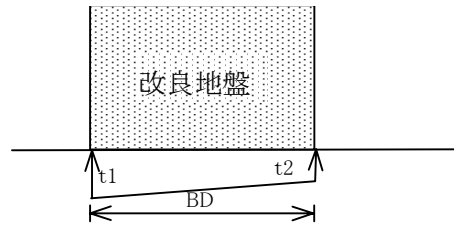
$$F_S = \frac{\sum M_R}{\sum M_A} = \frac{\sum W_i \cdot x_i + P_V \cdot x_V + P_{AV} \cdot x_{AV} + P_P \cdot y_P}{P_W \cdot y_W + P_{dW} \cdot y_{dW} + P_A \cdot y_A + \sum HK_i \cdot y_i}$$

- $F_S$  : 転倒安全率  
 $\sum M_R$  : 抵抗モーメント (kN・m/m)  
 $\sum M_A$  : 転倒モーメント (地震時の慣性力として、無改良土の転倒モーメントを考慮する) (kN・m/m)  
 $\sum W_i \cdot x_i$  : 有効重量によるモーメント (長壁間の未処理土を含む) (kN・m/m)  
 $P_V \cdot x_V$  : 主働土圧の鉛直成分によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_{AV} \cdot x_{AV}$  : 主働側側面に作用する鉛直付着力によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_P \cdot y_P$  : 受働土圧によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_W \cdot y_W$  : 残留水圧によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_{dW} \cdot y_{dW}$  : 動水圧によるモーメント (kN・m/m)  
 $P_A \cdot y_A$  : 主働土圧によるモーメント (kN・m/m)  
 $\sum HK_i \cdot y_i$  : 地震時慣性力によるモーメント (kN・m/m)

### 3-3 改良地盤系の地盤反力

$$X = \frac{M'}{W'} = \frac{\sum M_R - \sum M_A - \sum_i HK_i \cdot y_i}{\sum_i W_i + P_V + P_{AV} - P_{PV}}$$

$$e = \frac{B}{2} - X$$



$e \leq \frac{B}{6}$  の場合

**ブロック式**

$$t_1 = \frac{W'}{B} \left( 1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$t_2 = \frac{W'}{B} \left( 1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$B_D = B$$

**壁式**

$$t_1 = \frac{W'}{B \cdot R_L} \left( 1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$t_2 = \frac{W'}{B \cdot R_L} \left( 1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$B_D = B$$

$e > \frac{B}{6}$  の場合

$$t_1 = \frac{2 \cdot W'}{3 \cdot X}$$

$$t_2 = 0$$

$$B_D = 3 \cdot X$$

$$t_1 = \frac{2 \cdot W'}{3 \cdot X \cdot R_L}$$

$$t_2 = 0$$

$$B_D = 3 \cdot X$$

$\sum M_R$ : 抵抗モーメント (kN・m/m)

$\sum M_A$ : 転倒モーメント (kN・m/m)

$\sum W_i$ : 有効重量の合力 (kN/m)

$P_V$ : 主働土圧の鉛直成分 (kN/m)

$P_{AV}$ : 主働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)

$P_{PV}$ : 受働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)

$X$ : 合力の作用高さ (m)

$e$ : 偏心量 (m)

$B$ : 改良幅 (m)

$t_1$ : 地盤反力 (kN/m<sup>2</sup>)

$t_2$ : 地盤反力 (kN/m<sup>2</sup>)

$B_D$ : 地盤反力分布幅 (m)

$R_L$ : 長壁の割合



### 3-4 原地盤の許容支持力

#### ブロック式改良の場合

—砂質土地盤の場合—

$$q_a = \frac{1}{F_S} (\beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D \cdot N_q) + \gamma_2 D$$

—粘性土地盤の場合—

$$\frac{kB}{C_o} \leq 4 \text{ の時}$$

$$q_a = \frac{1}{F_S} (1.018 \cdot k \cdot B + 5.14 \cdot C_o) + \gamma_2 \cdot D$$

$q_a$  : 許容支持力(水中部分の浮力を考慮した値)(kN/m<sup>2</sup>)

$F_S$  : 安全率

$\beta$  : 改良体の形状係数(0.5)

$\gamma_1$  : 改良体底面から下の土の単位体積重量(有効)(kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_2$  : 改良体底面から上の土の単位体積重量(有効)(kN/m<sup>3</sup>)

$B$  : 地盤反力の分布幅(m)

$D$  : 改良体の根入れ深さ(m)

$N_r$   $N_q$  : 支持力係数

$C_o$  : 改良体底面における土の粘着力(kN/m<sup>2</sup>)

$k$  : 地盤の粘着力増加係数

## 壁式改良の場合

—砂質土地盤の場合—

$$t_a = q_{aq} + q_{ar1} \quad \frac{1}{\eta} \geq 3 \text{ の場合}$$

$$t_a = q_{aq} + q_{ar} \quad 1 \leq \frac{1}{\eta} < 3 \text{ の場合}$$

$$q_{aq} = \frac{p_o \cdot N_q}{F_s} + P_o$$

$$q_{aq1} = \frac{0.5 \cdot r' \cdot L_1 \cdot N_r}{F_s}$$

$$q_{aq2} = \frac{0.5 \cdot r' \cdot B \cdot N_r}{F_s}$$

$$q_{ar} = q_{ar1} + 0.5(q_{ar2} - q_{ar1}) \left( 3 - \frac{1}{\eta} \right)$$

$N_r, N_q$  : 支持力係数

$P_o$  : 支持砂層の有効土かぶり圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma'$  : 支持砂層の単位体積重量 (有効) (kN/m<sup>3</sup>)

$F_s$  : 安全率

$\eta$  : 長壁の割合

$L_1$  : 長壁の厚さ (m)

$B$  : 改良幅 (m)

—粘性土地盤の場合—

ブロック式改良地盤に準ずる。

## 偏心傾斜荷重の検討

—砂質土地盤の場合—

$$qv = \frac{\gamma B}{2} N$$

$$F = \frac{qv}{V/B}$$

- $qv$  : 限界支持力  
 $B$  : 改良幅(m)  
 $\gamma$  : 土の単位体積重量(水中重量)  
 $N$  : 支持力係数  
 $e$  : 荷重合力の偏心量(m)  
 $\varepsilon$  : 荷重の偏心量  
 $\tan \theta$  : 水平成分に対する鉛直分力の比  $\tan \theta = H/V$   
 $V$  : 荷重の鉛直分力(kN)  
 $H$  : 荷重の水平分力(kN)  
 $F$  : 安全率(1.0 以上とする)

—粘性土地盤の場合—

$$\tan \theta \leq 0.25 \text{ の場合} \quad Nc = a + b$$

$$\tan \theta > 0.25 \text{ の場合} \quad Nc = \frac{1 - \varepsilon}{\tan \theta}$$

$$qa = Nc \frac{C_0}{F} + \gamma_2 D$$

- $qa$  : 許容支持力(kN/ m<sup>2</sup>)  
 $Nc$  : 支持力係数  
 $C_0$  : 改良体底面における土の粘着力(kN/ m<sup>2</sup>)  
 $F$  : 安全率  
 $\gamma_2$  : 改良体底面より上の土の単位体積重量(水中重量)(kN/ m<sup>3</sup>)  
 $D$  : 改良深さ  
 $a, b$  : 係数  
 $\varepsilon$  : 荷重の偏心度  $\varepsilon = 2e/B$   
 $\tan \theta$  : 鉛直分力に対する水平分力の比  $\tan \theta = H/V$   
 $V$  : 荷重の鉛直分力(kN)  
 $H$  : 荷重の水平分力(kN)

## 4. 内部安定計算

### 4-1 改良地盤の端趾圧

「改良地盤系の地盤反力」で算定した地盤反力 $t_1$ 、 $t_2$ を用いる  
 なお、改良体端部における側壁拘束圧 $p_1$ 、 $p_2$ を考慮する

$$t_1 - p_1 \leq \sigma_{ca} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$t_2 - p_2 \leq \sigma_{ca} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

### 4-2 改良地盤のせん断応力度

#### ブロック式改良土の場合

$$\tau = \frac{T + P_{PV} - W}{A}$$

$\tau$  : せん断応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

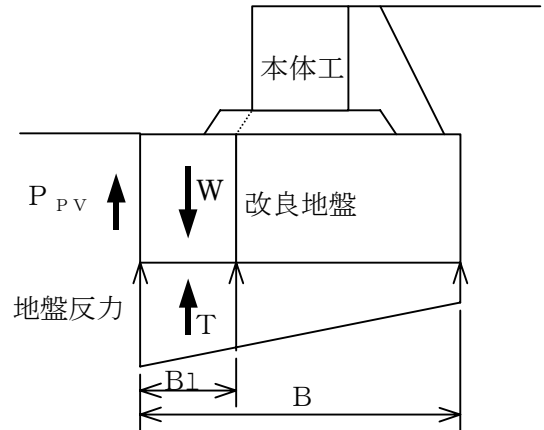
$T$  : 改良地盤前趾より $B_1$ の点までの地盤反力の合力 (kN/m)

$P_{PV}$  : 受働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)

$W$  :  $B_1$ 間の有効重量 (kN/m)

$A$  : 本體工法直下の改良地盤の断面積 (m<sup>2</sup>)

$B_1$  : 改良地盤前趾より本體工法直下の水平距離 (マウンドによる荷重分散を考慮) (m)



#### 壁式改良土の場合

長壁について

$$\tau_l = \frac{T + P_{PV} - W}{A}$$

$\tau_l$  : 長壁のせん断応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

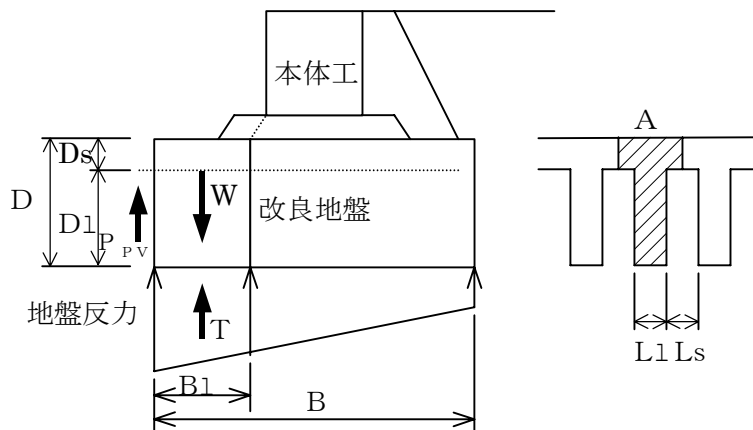
$T$  : 改良地盤前趾より $B_1$ の点までの長壁に働く地盤反力の合力 (kN/m)

$P_{PV}$  : 受働側側面に作用する鉛直付着力合力 (kN/m)

$W$  :  $B_1$ 間の有効重量 (無改良土の重量を除く) (kN/m)

$A$  : 本體工法直下の改良地盤の断面積 (m<sup>2</sup>)

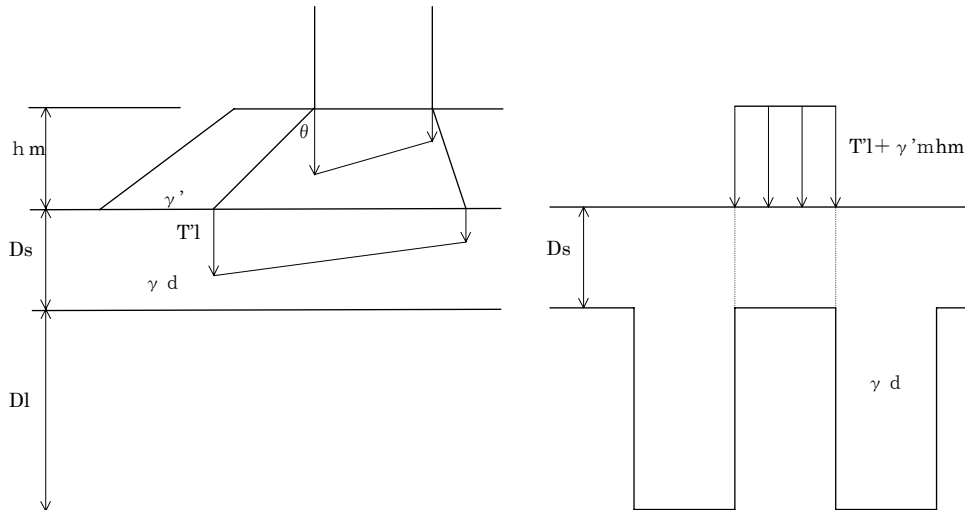
$B_1$  : 改良地盤前趾より本體工法直下の水平距離 (マウンドによる荷重分散を考慮) (m)



短壁について

$$\tau_s = \frac{(T'_l + \gamma'_m \cdot h_m + \gamma_d \cdot D_s) \cdot L_s}{2D_s}$$

- $\tau_s$  : 短壁の最大せん断応力度 (kN/m<sup>2</sup>)
- $T'_l$  : マウンドによる分散後の端し圧 (マウンドの自重は含まない) (kN/m<sup>2</sup>)
- $\gamma'_m$  : マウンドの単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)
- $h_m$  : マウンド厚 (m)
- $\gamma_d$  : 改良地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)
- $\theta$  : マウンドによる荷重分散角 (°)



### 4-3 抜け出しの検討

$$F_S = \frac{P'_{ST} + P'_{PT}}{P'_{AT}}$$

$P'_{ST}$  : 検討面のせん断抵抗力 (kN)

$$P'_{ST} = ((\text{上限}C + \text{下限}C) \cdot L_S + \text{平均}C \cdot 2D_i) \cdot B$$

$P'_{AT}$  :  $D_i$ ,  $L_S$  に作用する主動土圧合力 (残留水圧、地震時慣性力を含む) (kN)

$P'_{PT}$  :  $D_i$ ,  $L_S$  に作用する受働土圧合力 (kN)

$B$  : 改良幅 (m)

$L_S$  : 短壁の法線方向長さ (m)

$D_i$  : 短壁下端より検討面 (任意の面) までの距離 (m)

