

## 4章 設 計

### 4.1 設計に関する一般事項

親杭パネル壁の設計にあたっては、目的に適合した構造物を安全かつ経済的に構築し、長期にわたって所要の機能を維持するために、擁壁に関する諸条件の確認、構造形式の選定、土留め安定性、ならびに地盤全体の安定性（斜面安定）を検討する。

#### 【解説】

親杭パネル壁の設計は、目的に適合した構造物を安全かつ経済的に構築し、構築された親杭パネル壁が、長期にわたって所要の機能を維持できるよう検討されなくてはならない。設計に関わる項目は、第3章の一般事項に示した図-3.1のうち、擁壁に関する諸条件の確認、構造形式の選定、土留め安定性ならびに地盤全体の安定性（斜面安定）である。

親杭パネル壁の設計手順は、諸条件を確認した後、目的に適した構造形式を選定する。つぎに、親杭パネル壁の安定性（土留め安定）の検討を行う。このとき、背面盛土材の材質によって壁に作用する土圧が異なるため、盛土材料の選定には留意する。また、斜面上に親杭パネル壁を構築する場合、一般に斜面自体が不安定な要素を含んでいるため、地盤全体の安定性（斜面安定）についての検討も行う。

### 4.2 荷重

#### 4.2.1 荷重の種類

親杭パネル壁の設計は、自重、上載荷重、土圧、水圧、地震時慣性力ならびにその他の荷重を考慮する。

#### 【解説】

親杭パネル壁の設計にあたっては、設計位置における環境条件、使用目的、施工条件などから必要とされる荷重を選択して行う。その他の荷重には、雪荷重、特殊な条件における荷重、ならびに擁壁の直上に設置される道路防護柵の衝突荷重などがある。

#### 4.2.2 単位体積重量

設計に用いる材料の単位体積重量は、実重量あるいは試験値を適用する。

#### 【解説】

自重の算定や設計に用いる材料の単位体積重量は、実重量あるいは試験値を適用することを原則とするが、個々の重量が不明な場合や試験が実施できない場合は、日本道路協会「道路土工 仮

③ 地震時主働土圧

$$p_{EA} = (\gamma \times h + q')K_{EA} - 2c\sqrt{K_{EA}} \quad \dots (4-7)$$

$$p_{EAh} = p_{EA} \cos \delta_E \quad \dots (4-8)$$

- ここに、 $p_{EA}$  : 地震時主働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $p_{EAh}$  : 地震時主働土圧強度の水平成分 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $K_{EA}$  : クーロン土圧による地震時主働土圧係数  
 $\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 $h$  : 厚さ (m)  
 $q'$  : 地震時等分布荷重 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $c$  : 土の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\phi$  : 土の内部摩擦角(度)  
 $\alpha$  : 地表面と水平面とのなす角(度)  
 $\theta$  : 壁背面と鉛直面とのなす角(度)  $\theta = 0^\circ$   
 $\delta_E$  : 壁背面と土との間の壁面摩擦角(度)  
 $\theta_0$  :  $\tan^{-1} k_h$   
 $k_h$  : 設計水平震度

$$P_f = k_h \cdot W_w \quad \dots (4-8')$$

ここに、 $p_f$  : 慣性力 (kN)

$W_w$  : 擁壁自重 (kN)

④ 地震時受働土圧

$$p_{EP} = (\gamma \times h + q')K_{EP} + 2c\sqrt{K_{EP}} \quad \dots (4-9)$$

$$p_{EPh} = p_{EP} \cos \delta_E \quad \dots (4-10)$$

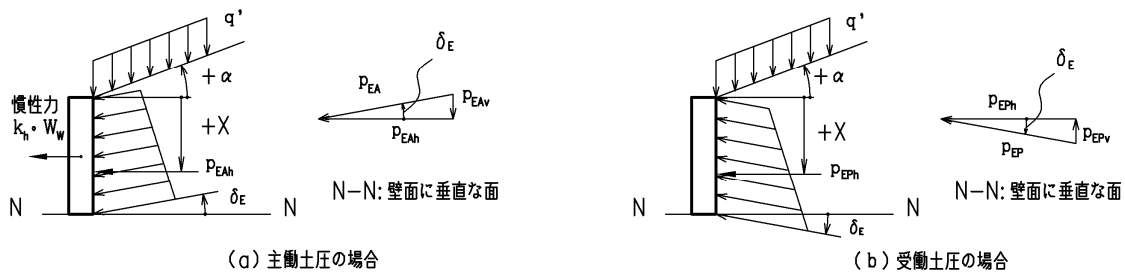
- ここに、 $p_{EP}$  : 地震時受働土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $p_{EPh}$  : 地震時受働土圧強度の水平成分 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $K_{EP}$  : クーロン土圧による地震時受働土圧係数

土圧係数  $K_{EA}$  ,  $K_{EP}$  は次式による。

$$K_{EA} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\theta + \theta_0 + \delta_E) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_E) \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \theta_0 + \delta_E) \cos(\theta - \alpha)}} \right\}^2} \quad \dots (4-11)$$

$$K_{EP} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 + \theta)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\theta - \theta_0 + \delta_E) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_E) \sin(\phi + \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta - \theta_0 + \delta_E) \cos(\theta - \alpha)}} \right\}^2} \quad \dots (4-12)$$

ただし、 $\phi \pm \alpha - \theta_0 < 0$  のときは  $\sin(\phi \pm \alpha - \theta_0) = 0$  とする。



ここで用いている角度は、反時計回りを正とする。

図-4.2 土圧（地震時）

(3) 壁面摩擦角

各基準における壁面摩擦角 ( $\delta$ ) を表-4.5 に示す。

表-4.5 壁面摩擦角 ( $\delta$ ) ( $\phi$  : 土の内部摩擦角)

各 基 準		常時壁面摩擦角 ( $\delta$ )	地震時壁面摩擦角 ( $\delta_E$ )
擁 壁 関 係	日本道路協会「道路土工 擁壁工指針」 <sup>7)</sup> 平成 11 年 3 月	$2/3 \cdot \phi$	$1/2 \cdot \phi$
	日本道路公団「設計要領第二集」 <sup>1)</sup> 平成 12 年 1 月	$2/3 \cdot \phi$	$1/2 \cdot \phi$
	日本建築学会「建築基礎構造設計指針」 <sup>12)</sup> 平成 13 年 10 月	$\phi < 10^\circ$ : $\delta = 0^\circ$ $\phi > 30^\circ$ : $\delta = 20^\circ$ $10^\circ < \phi < 30^\circ$ : 直線補間	規定なし
	日本鉄道施設協会「建造物設計標準解説」 <sup>13)</sup> 日本国有鉄道編 昭和 61 年	$1/2 \cdot \phi$	0
	日本港湾協会「港湾の施設の技術上の 基準・同解説」 <sup>14)</sup> 平成 11 年	$\pm 15^\circ \sim 20^\circ$ (通常 $\phi = 30^\circ$ )	$\pm 15^\circ$ 以下
土留	土木学会「トンネル標準示方書[開削工法 編]・同解説」 <sup>15)</sup> 平成 8 年	$1/2 \cdot \phi$	—

注) 土木学会「トンネル標準示方書[開削工法編]・同解説」の値は、仮設構造物の場合である。

## 4.5 根入れ長

親杭の根入れ長は、自立式の場合  $\pi/\beta$  以上とする。控え工を併用する場合については、作用モーメントと抵抗モーメントのつりあい深さに、常時は 1.5 倍、地震時は 1.2 倍を乗じた長さとする。また、地盤特性あるいは施工条件から最小根入れ長を設定する。

### 【解説】

(1) 親杭の根入れ長は、自立式の場合は弾性床上の半無限長の杭で設計することから、下記項目のうちの①、③および④の、控え工を併用する場合については、②、③および④の最大長より決定する。

- ① 杭の特性値による根入れ長
- ② 土圧のつりあいによる根入れ長
- ③ 親杭の支持力より決まる長さ
- ④ 最小根入れ長

(2) 自立式土留めの場合

自立式土留めの根入れ長の算出方法には、杭の特性値から求めるものと、親杭の根入れ先端におけるモーメントのつり合いから求めるもの（水平力のつり合いを考慮するものもある）などがある。本マニュアルでは、自立式の場合は杭の特性値から算出するものとし、根入れ長さを  $\pi/\beta$  以上とした。ここで、根入れ長の算出例を表-4.8 に示す。日本道路協会「道路土工仮設構造物指針」<sup>11)</sup> では仮設土留め壁の根入れ長を  $2.5/\beta$  としているが、本設構造物として安定性を確保するために、 $\pi/\beta$  以上とした。

表-4.8 自立式根入れ長の算出（例）

各 基 準	根入れ長の算出式
日本建築学会「建築基礎構造設計指針」 <sup>12)</sup> 平成 13 年版	根入れ長 $Df = (2.0 \sim \pi) / \beta$
日本道路協会「道路土工仮設構造物指針」 <sup>11)</sup> 平成 11 年 3 月	根入れ長 $\iota_0 = 2.5 / \beta$
全国防災協会「災害復旧工事の設計要領」 <sup>19)</sup> 防災研究会編 平成 16 年版	根入れ長 $\iota_0 = 3 / \beta$
日本港湾協会「港湾の施設の技術上の基準・ 同解説」 <sup>14)</sup> 運輸省港湾局監修 平成 11 年	杭の横抵抗：港研方式で算出 根入れ長 = $1.5 \iota_m$ $\iota_m$ ：曲げモーメント第一 0 点の深さ

(3) 控え工を併用する場合

控え工を併用する場合の根入れ長は、親杭の根入れ先端におけるモーメントのつり合いから算出することとした（水平力のつり合いを考慮するものもある）。