はじめに

第 1 章 設計の基本条件　1

1.1 土圧の計算式　1

1.1.1 クーロンの公式　1

1.1.2 ランキンの公式　2

1.1.3 試行くさびの公式　3

1.2 断面計算　9

1.2.1 鉄筋量計算式　9

1.2.2 応力度計算式　10

第 2 章 重力式擁壁の設計例　15

2.1 重力式擁壁の設計例（その 1）　15

2.1.1 設計条件　15

2.1.2 荷重計算　18

2.1.3 安定計算　21

2.1.4 応力度計算　22

2.2 重力式擁壁の設計計算例（その 2）　26

2.2.1 設計条件　26

2.2.2 荷重計算　29

2.2.3 安定計算　34

2.2.4 応力度計算　35

第 3 章 もたれ式擁壁の設計例　41

3.1 もたれ式擁壁の計算例（その 1）　41

3.1.1 設計条件　41

3.1.2 荷重計算　44

3.1.3 安定計算　47

3.1.4 応力度の計算　49

3.2 もたれ式擁壁の計算例（その 2）　59

3.2.1 設計条件　57

3.2.2 荷重計算　61

3.2.3 安定計算　66

3.2.4 応力度の計算　67

第 4 章 L 型擁壁設計例　79

4.1 L 型擁壁設計例（その 1）　79

4.1.1 設計条件　79

4.1.2 荷重の計算　81

4.1.3 安定計算　85

4.1.4 躯体の応力度計算　88

4.2 L 型擁壁設計例（その 2）　99

4.2.1 設計条件　99

4.2.2 荷重の計算　101

4.2.3 安定計算　106

4.2.4 躯体応力度の計算　107

第 5 章 逆 T 型擁壁の設計例　121

5.1 逆 T 型擁壁の設計例（その 1）　121

5.1.1 設計条件　121

5.1.2 荷重　124

5.1.3 安定計算　129

5.1.4 躯体応力度の計算　131

5.1.5 地震時の計算　140

5.2 逆 T 型擁壁の設計例（その 2）　158

5.2.1 設計条件　158

5.2.2 荷重　160

5.2.3 安定計算　164

5.2.4 躯体応力度の検討　165

第 1 章

設計の基本条件

1.1 土圧の計算式

1.1.1 クーロンの公式

土圧係数計算式

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \cdot \left\{1 + \sqrt{\dfrac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)}}\right\}^2}$$

ここに

K_A : 主働土圧係数

ϕ : 土の内部摩擦角（度）

α : 壁面が鉛直面となす角（度）

δ : 壁面摩擦角（度）

土圧がコンクリート壁面に作用する場合は$\delta = \dfrac{2}{3} \cdot \phi$

土圧が鉛直仮想面に作用する場合は$\delta = \beta \quad (\delta \leqq \phi)$

β : 地表面が水平となす角（度）

1.1.2　ランキンの公式

土圧係数計算式

$$K_A = \cos\beta \cdot \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

$\delta = \beta = 0^\circ$ の場合

$$K_A = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

ここに

K_A : 主働土圧係数

β : 地表面が水平となす角（度）

ϕ : 土の内部摩擦角（度）

1.1.3　試行くさびの公式

① 安定計算（常時）

$$
\begin{aligned}
W =& \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \frac{\cos(\omega - \alpha)}{\sin\omega \cdot \cos\alpha} + q \cdot l \\
l =& H \cdot (\tan\alpha + \cot\omega)
\end{aligned}
$$

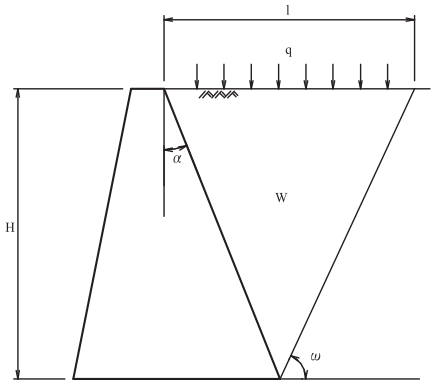

図 1.1

② 安定計算（常時）

$$W = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot \left\{ \frac{\cos(\omega - \alpha)}{\sin \omega} \cdot (H + H_0)^2 - \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\sin \beta} \cdot H_0^2 \right\} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} + q \cdot l$$

$$l = (\tan \alpha + \cot \omega) \cdot H + (\cot \omega - \cot \beta) \cdot H_0$$

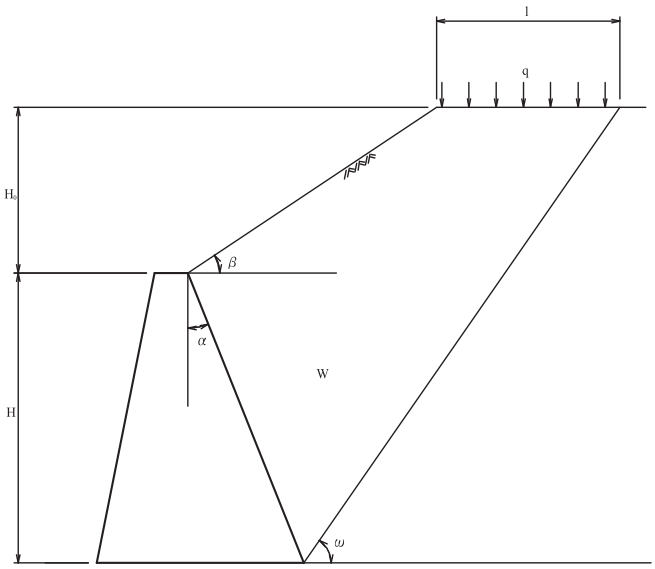

図 1.2

③ 安定計算（常時）

$$
\begin{aligned}
W =& \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot \left\{ (H' + H_0')^2 \cdot \cot\omega - H_0'^2 \cdot \cot\beta \right\} + q \cdot l \\
l =& \cot\omega \cdot (H' + H_0') - \cot\beta \cdot H_0' \\
\delta =& \tan^{-1} \left\{ \frac{2 \cdot H_0'}{(H' + H_0') \cdot \cot\omega + H_0' \cdot \cot\beta} \right\} \\
P_A =& \frac{\sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta)} \cdot W
\end{aligned}
$$

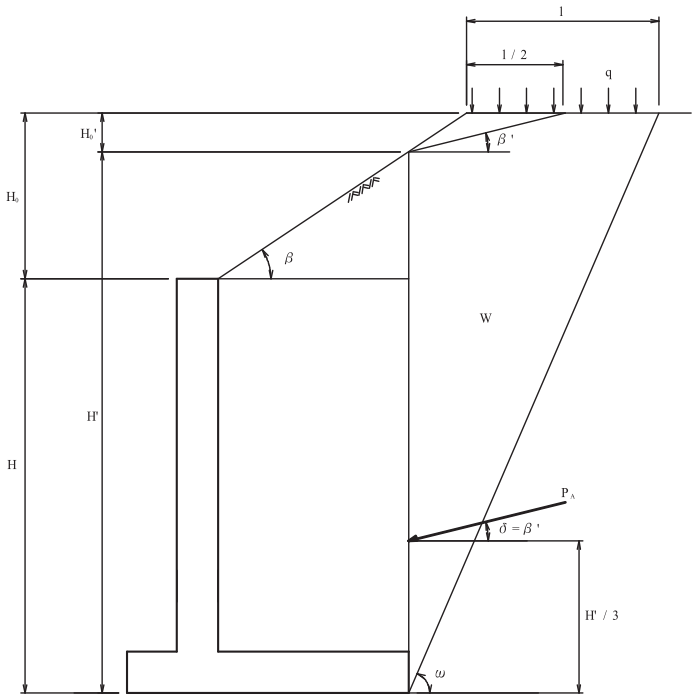

図 1.3

④ たて壁計算（常時）

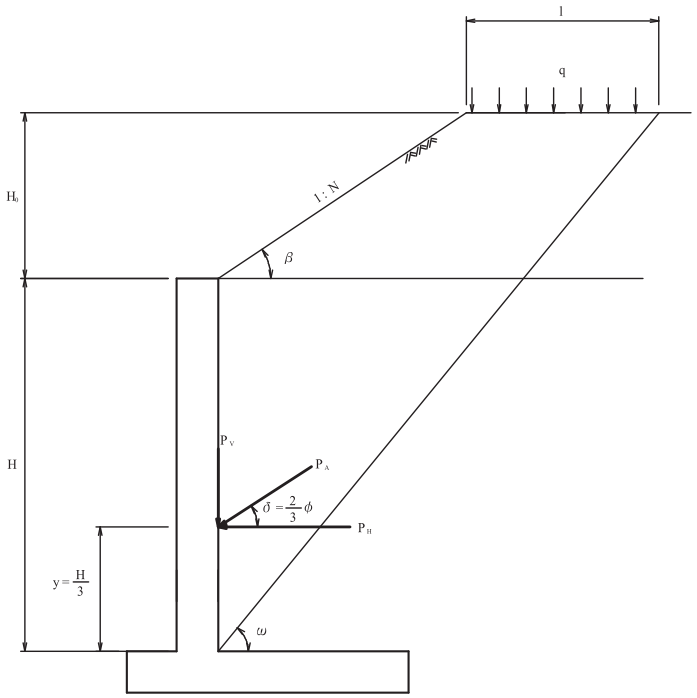

図 1.4

$$
\begin{aligned}
W =& \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot \frac{1}{\cos\alpha} \times \left\{ \frac{\cos(\omega-\alpha)}{\sin\omega} \cdot (H+H_0)^2 - \frac{\cos(\alpha-\beta)}{\sin\beta} \right\} + q \cdot l \\
l =& (\tan\alpha + \cot\omega) \cdot H + (\cot\omega - \cot\beta) \cdot H_0 \\
P_A =& \frac{W \cdot \sin(\omega-\phi)}{\cos(\omega-\phi-\delta-\alpha)} \\
K_A =& \frac{\sin(\omega-\phi)}{\cos(\omega-\phi-\delta-\alpha)} \cdot \left\{ \left(1 + \frac{2H_0}{H} + \frac{H_0^2}{H^2}\right) \cdot \frac{\cos(\omega-\alpha)}{\sin\omega \cdot \cos\alpha} \right. \\
& \left. - \frac{H_0^2}{H^2} \cdot \frac{\cos(\alpha-\beta)}{\sin\beta \cdot \cos\alpha} + \frac{2q \cdot l}{\gamma \cdot H^2} \right\}
\end{aligned}
$$

⑤ たて壁計算（地震時）

$$
K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi-\theta-\alpha)}{\cos\theta \cdot \cos^2\alpha \cdot \cos(\delta+\alpha+\theta) \cdot \left\{ 1 + \sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta) \cdot \sin(\phi-\beta-\theta)}{\cos(\alpha+\delta+\theta) \cdot \cos(\alpha-\beta)}} \right\}^2}
$$

ここに

K_{AE}：地震時主働土圧係数
ϕ：土の内部摩擦角（度）
α：壁面が鉛直面となす角（度）
δ：壁面摩擦角（度）
土圧がコンクリート壁面に作用する場合は$\delta = 2/3\ \phi$
土中が鉛直仮想面に作用する場合は$\delta = \beta$
β：地表面が水平となす角（度）

・地震合成角

$$\theta = \tan^{-1} \frac{K_H}{1 - K_\gamma}$$

ここに

θ：地震合成角（度）
K_H：設計水平震度
K_γ：設計鉛直震度

・地震時壁面摩擦角

$$\tan\delta = \frac{\sin\phi \cdot \sin(\theta + \Delta - \beta)}{1 - \sin\phi \cdot \cos(\theta + \Delta - \beta)}$$

ここに

δ：壁面摩擦角（度）
θ：地震時合成角（度）
Δ：地表面の傾斜角と内部摩擦角との比
β：地表面が水平となす角（度）

$$\sin\Delta = \frac{\sin(\beta - \theta)}{\sin\phi}$$

表 1.1　材料の単位体積重量

材料		単位体積重量（kN/m^3）
無筋コンクリート		23
鉄筋コンクリート		24.5
裏込土	礫・礫質土	20
	砂・砂質土	19
	シルト・粘性土（但し $WL \leqq 50\%$）	18

注　地下水位以下にある土の単位体積重量は上記の値から 9 kN/m^3 を差し引いた値としてよい.

表 1.2　土質定数

裏込め土の種類	内部摩擦角（ϕ）	粘着力（c）（kN/m^2）
礫質土（きれいな砂は礫質土と同値）	35°	0
砂質土	30°	0
シルト・粘性土（但し $WL \leqq 50\%$）	25°	0

表 1.3　壁面摩擦角（δ）

		道路土工指針	道路橋示方書
主働土圧計算用	常時土圧	$\delta = 2\phi/3$	$\delta = \phi/3$
	地震時土圧	$\delta = \phi/2$	$\delta = 0°$
受働土圧計算用	常時土圧	—	$\delta = \phi/3$
	地震時土圧	—	$\delta = \phi/6$

$$\beta = \delta = 0° \quad K_A = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$