

Ⅲ-31 擁壁の実用的土圧計算法(1つのすべり面が壁面に沿う場合)

(株)第一コンサルタント 右城 猛
(株)第一コンサルタント ○矢田康久
中畑設計 中畑哲則

1. まえがき

重力式擁壁では、図-1 に示す ab, ad の2本の主働すべり面が発生する。盛土内部を通るすべり面が ab' のように盛土肩の前方に現れる場合は、無限斜面と見なすことができるので、クーロン式や物部・岡部式などの土圧公式を用いて主働土圧を算定することができる。しかしながら、ab のようにすべり面が盛土肩より後方に現れる場合には、有限斜面になるためクーロン式や物部・岡部式は適用できない。このため、有限斜面においては、試行くさび法を用いて試行錯誤的に主働土圧を算定しているのが現状である。また、試行くさび法では土圧分布を算出できないため、一般に三角形分布と仮定している。

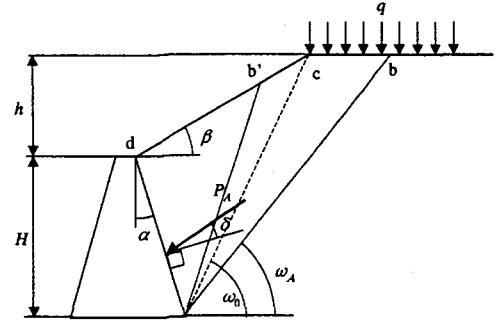


図-1 すべり面

本論文では、有限斜面に対する主働土圧合力および任意深さにおける土圧強度の解析解を示す。

2. 有限斜面の常時主働土圧合力

重力式の壁面に作用する土圧合力 P は式(1)で表される。

$$P = \frac{\sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \psi)} W \quad (1)$$

ただし、

$$\psi = \phi + \alpha + \delta \quad (2) \quad W = W_a (\cot \omega + \eta) \quad (3)$$

$$W_a = \frac{\gamma}{2} T_H^2 + q T_H \quad (4) \quad \eta = \tan \alpha - \frac{W_b}{W_a} \quad (5)$$

$$W_b = S\gamma + qL \quad (6)$$

上式で S は図-2 に示す土くさびの除去すべき面積、 L は除去すべき幅である。盛土が傾斜角 β で一様勾配であれば、 η は次のように表される。

$$\eta = \tan \alpha - h \left(h + \frac{2q}{\gamma} \right) \frac{\tan \alpha + \cot \beta}{T_H (T_H + q)} \quad (7)$$

P を最大化するすべり角 ω_A は式(8)となる。式(8)を式(1)に代入すると、主働土圧 P_A が式(9)のように求められる。

$$\omega_A = \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{(\tan \psi + \cot \phi)(\tan \psi - \eta)} - \tan \psi} \quad (8) \quad P_A = W_a \frac{\sin \phi}{\cos \psi} \left(\sqrt{\tan \psi + \cot \phi} - \sqrt{\tan \psi - \eta} \right)^2 \quad (9)$$

3. 常時の主働土圧強度(盛土が傾斜角 β で一様な場合)

擁壁天端から z の深さまでの主働土圧合力を P_{Az} とすると、 z の深さにおける土圧強度 p_z は、式(10)となる。

$$p_z = \frac{dP_{Az}}{dz} = \{\gamma(z+h) + q\} K_{Az} \quad (10)$$

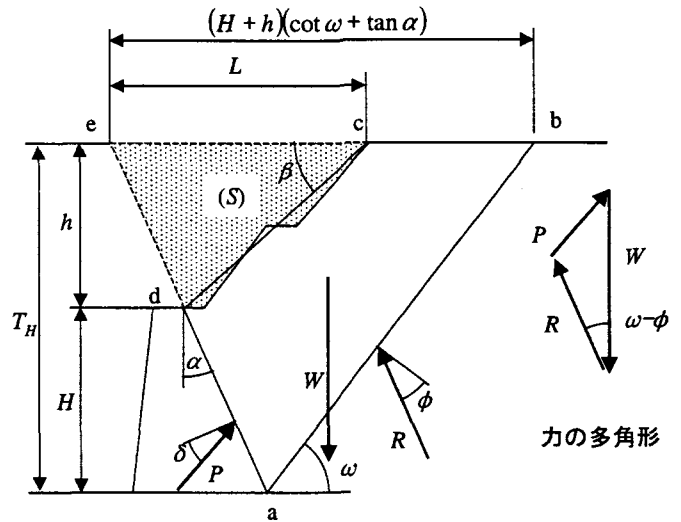


図-2 すべり土塊に作用する常時の力

$$K_{Az} = \frac{\sin \phi}{\cos \psi} \left[2 \tan \psi + \cot \phi - \tan \alpha - \frac{2 \tan \psi - \tan \alpha - \eta}{\sqrt{\tan \psi - \eta}} \sqrt{\tan \psi + \cot \phi} \right] \quad (11)$$

主働土圧係数 K_{Az} は式中に z の関数である η を含んでいる。このため、有限斜面の土圧分布は三角形分布にはならない。

4. 地震時主働土圧合力

震度法による地震時土圧合力は、式(12)で表される。
ただし、設計水平震度を k_H とする。

$$P_E = \frac{\sin(\omega - \phi - \theta)}{\cos(\omega - \psi)} W \sec \theta \quad (12)$$

$$\theta = \tan^{-1} k_H \quad (13)$$

地震時主働土圧式 P_{EA} は、常時主働土圧合力式の分子の ϕ の代わりに $\phi - \theta$ 、 W_a の代わりに $W_a \sec \theta$ とおけばよく、式(14)となる。また、主働すべり角 ω_{EA} は式(15)となる。

$$P_{EA} = W_a \frac{\sec \theta \sin(\phi - \theta)}{\cos \psi} \left\{ \sqrt{\tan \psi + \cot(\phi - \theta)} + \sqrt{\tan \psi - \eta} \right\}^2 \quad (14)$$

$$\omega_{EA} = \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{(\tan \psi + \cot(\phi - \theta))(\tan \psi - \eta)} - \tan \psi} \quad (15)$$

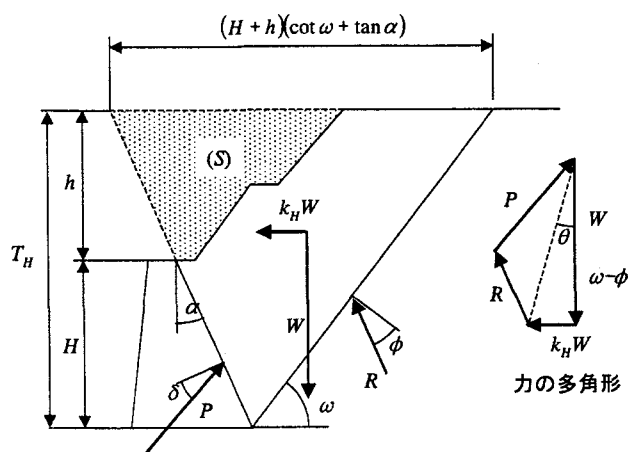


図-3 すべり土塊に作用する地震時の力

5. 試計算例

重力式擁壁の常時主働土圧係数 K_A と主働土圧強度 p_A を提案式によって計算した結果を図-4 に示す。図中の主働すべり角 ω_c はクーロンの土圧理論で算定できる。道路土工—擁壁工指針等では土圧分布を三角形に仮定するものとしているが、過載荷重の有無に関わらず三角形分布とはならない。

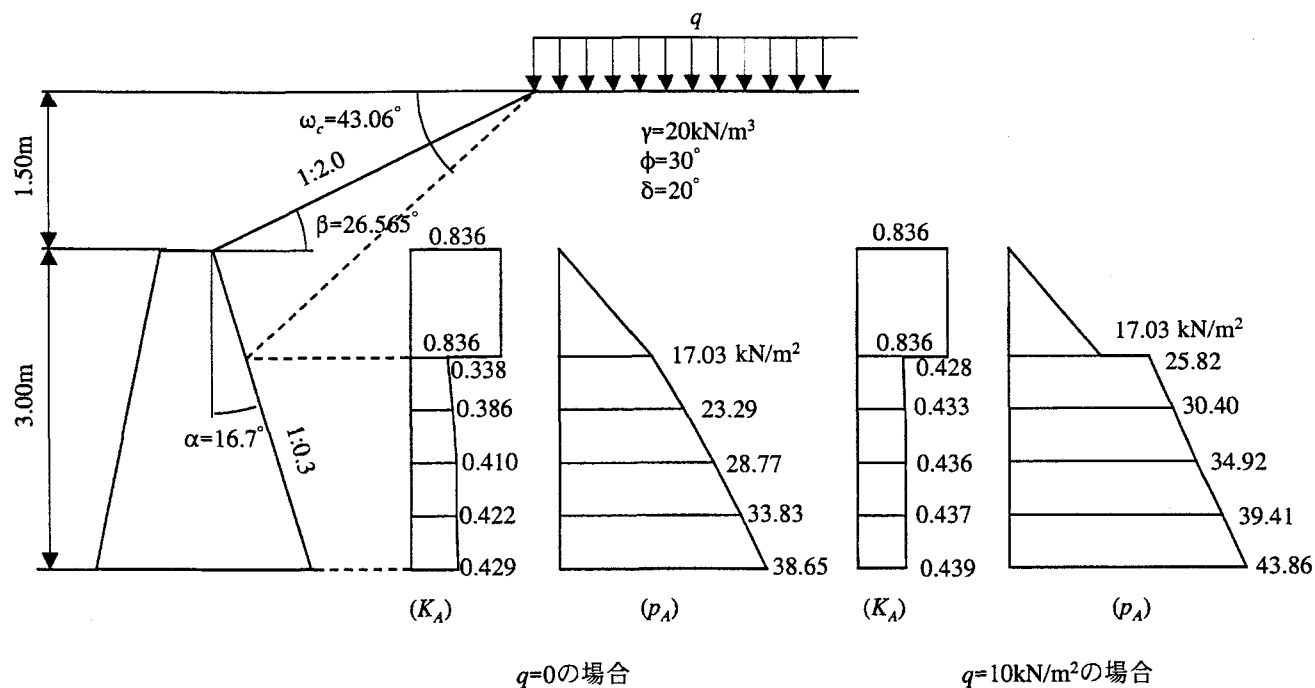


図-4 主働土圧係数と主働土圧強度