

上界法による片持ばり式擁壁の主働土圧計算法(その3)

(株)第一コンサルタント 正会員 右城 猛
 日本興業(株) 正会員 ○松山 哲也
 日本興業(株) 正会員 亀山 剛史

1. まえがき

かかと版が十分長い片持ばり式擁壁背後の盛土表面に載荷重がある場合、載荷重が等分布で満載していれば、Rankine 土圧式が適用できる。しかし、仮想背面を境にその片側だけに載荷される場合、あるいは前後の載荷重の大きさが異なる場合には Rankine 式が適用できない。本論文では、地表載荷重の影響を考慮した土圧計算に改良試行くさび法を用いる方法について述べる。また、載荷重が主働土圧、擁壁の安定性に及ぼす影響についても検討する。

2. 地表載荷重を考慮した土圧計算法

仮想背面を境にその片側だけに載荷される場合、あるいは前後の載荷重の大きさが異なる場合の主働すべり面は、理論上図-1(a)のような曲線になると考えられる。そこで、図-1(b)のようにすべり面を折れ線で近似する。

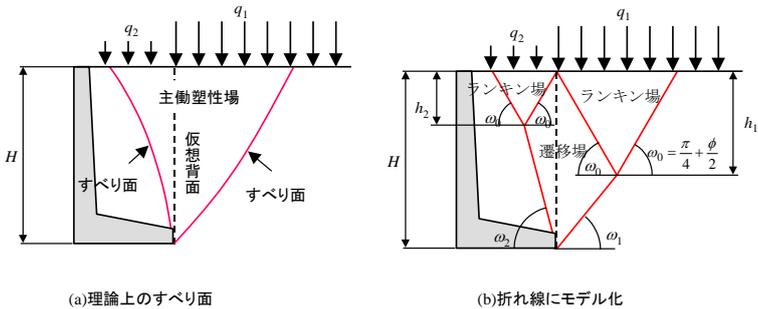


図-1 地表載荷重がある場合のすべり面

さらに解析を簡便化するため、速度場を図-2のように仮定する。

そうすれば、仮想背面に作用する土圧 P_H , P_V は式(1), 式(2)のように表される。

$$P_H = \frac{(W_1 + W_2) \sin \Omega_1 \sin \Omega_2 + P_1 \cos \Omega_1 \sin \Omega_2 + P_2 \sin \Omega_1 \cos \Omega_2}{\sin(\Omega_1 + \Omega_2)} \quad (1)$$

$$P_V = \frac{W_1 \sin \Omega_1 + P_1 \cos \Omega_1 - P_H \cos \Omega_1}{\sin \Omega_1} \quad (2)$$

ただし、

$$\Omega_1 = \omega_1 - \phi, \quad \Omega_2 = \omega_2 - \phi \quad (3)$$

$$W_1 = \left\{ \frac{1}{2} \gamma (h_1 + H) + q_1 \right\} h_1 \cot \omega_0, \quad W_2 = \left\{ \frac{1}{2} \gamma (h_2 + H) + q_2 \right\} h_2 \cot \omega_0 \quad (4)$$

$$P_1 = \frac{\gamma}{2} h_1^2 K_{AR}, \quad P_2 = \frac{\gamma}{2} h_2^2 K_{AR} \quad (5)$$

$$h_1 = \frac{\sin \omega_0 \cos \omega_1}{\sin(\omega_0 + \omega_1)} H, \quad h_2 = \frac{\sin \omega_0 \cos \omega_2}{\sin(\omega_0 + \omega_2)} H \quad (6)$$

$$\omega_0 = \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \quad (7) \quad K_{AR} = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \quad (8)$$

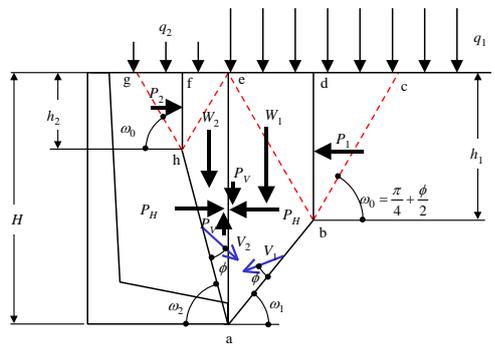


図-2 速度場

仮想背面位置における主働土圧合力 P_A , 主働土圧合力の傾斜角 δ は、それぞれ式(9), 式(10)となる。

$$P_A = \frac{P_H}{\cos \delta} \quad (9) \quad \delta = \tan^{-1} \frac{P_V}{P_H} \quad (10) \quad \frac{\partial P_H}{\partial \omega_1} = 0 \quad \frac{\partial P_H}{\partial \omega_2} = 0 \quad (11)$$

P_H , P_V が主働土圧であるためには、 P_H の仕事率を最小化すればよく、その条件は式(11)となるが、これによって解析解を求めることは困難であるので、数値計算で ω_1 , ω_2 を変化させて計算し、 P_H の最大値を探すればよい。

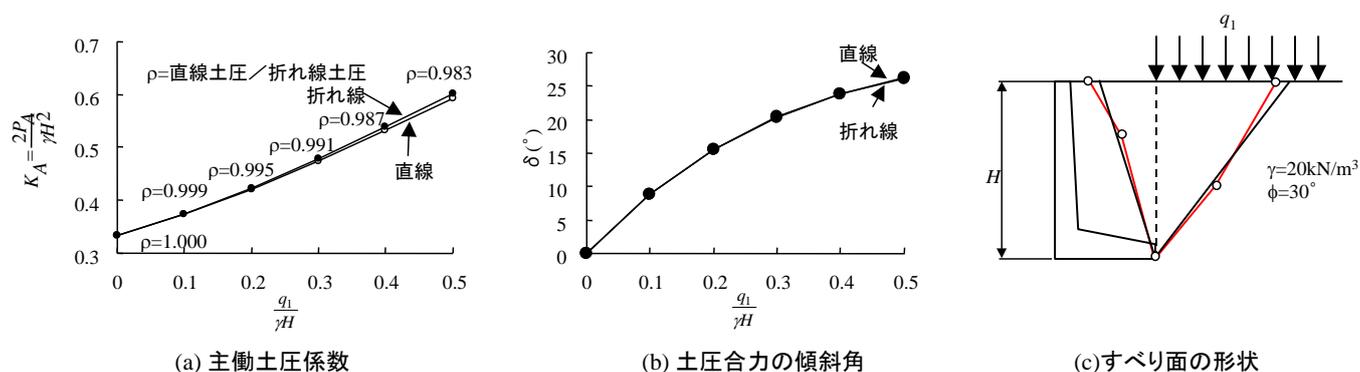


図-3 すべり面を折れ線で近似した場合と直線で近似した場合の比較

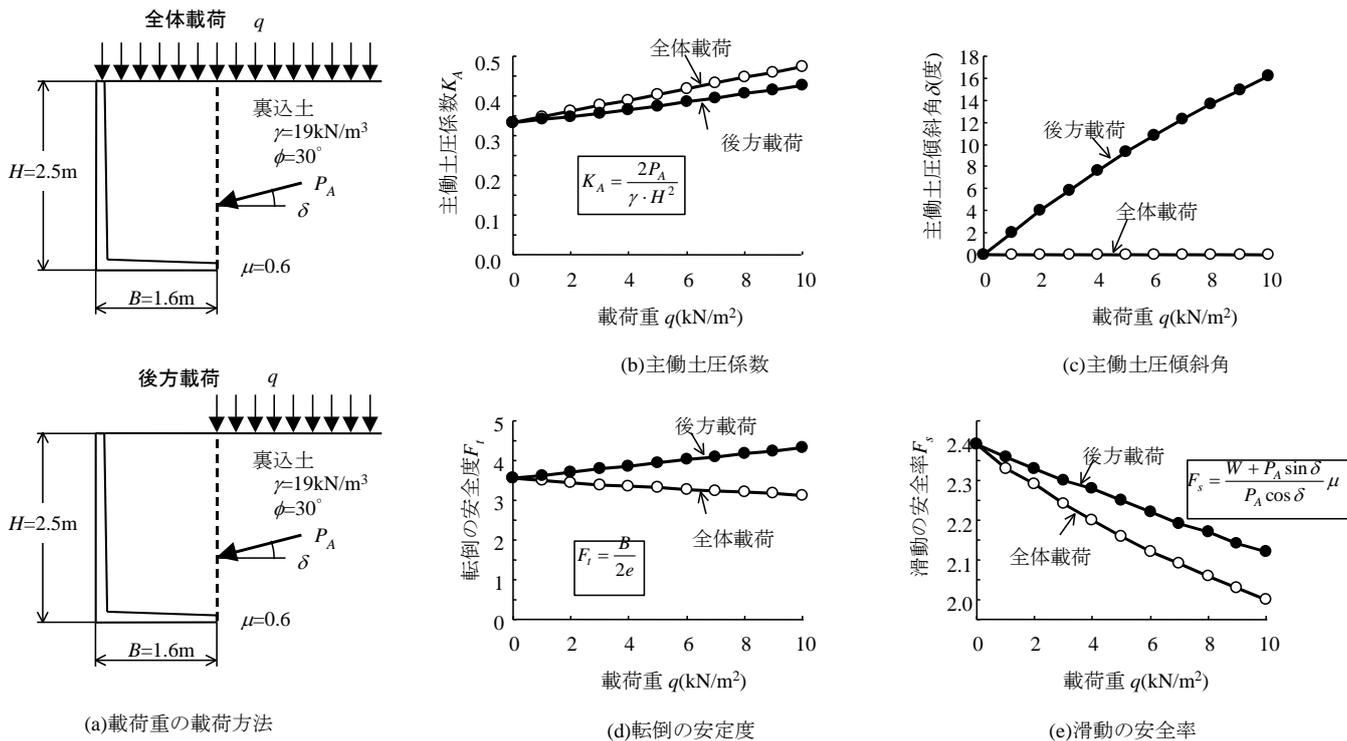


図-4 載荷重の載荷方法が擁壁の安定性に及ぼす影響

3. すべり面を折れ線で近似した場合と直線で近似した場合の比較

前述したすべり面を折れ線で近似する土圧計算法は、すべり面を直線で近似($h_1=h_2=0$)する場合に比べて計算が複雑になる。そこで、すべり面の仮定が主働土圧係数 $K_A(=2P_A/\gamma H^2)$ および主働土圧合力の傾斜角 δ に及ぼす影響を調べた。その結果を図-3(a),(b)に示す。ただし、盛土材は $\gamma=20\text{kN/m}^3$ 、 $\phi=30^\circ$ とし、載荷重は図-3(c)のように仮想背面の後方だけに載荷させた。

すべり面を折れ線で近似しても直線近似した場合の解析結果とほとんど変わらない。

4. 載荷重の載荷方法が擁壁の安定性に及ぼす影響

設計の実務では、載荷重を盛土表面全体に載荷させるケースと仮想背面の後方だけに載荷させるケースについて安定性照査が行われている。そこで、図-4(a)に示す条件のもとで全体載荷と後方載荷について計算した。その結果を図-4に示す。ただし、すべり面は直線と仮定した。

主働土圧係数は載荷重の増加に伴って増加するが、増加の程度は全体載荷の方が大きい。土圧合力の傾斜角 δ は、全体載荷の場合は常に $\delta=0$ であるが、後方載荷では載荷重 q の増加と共に δ が大きくなる。

転倒の安全度は、全体載荷させると載荷重の増加に伴って減少するが、後方載荷では逆に増加する。これは、土圧合力の傾斜角が増加するためである。滑動の安全率は、いずれの載荷方法においても載荷重に伴って低下するが、低下の程度は全体載荷の方が大きい。