

載荷重を考慮した片持ち式擁壁の土圧評価法

(株)第一コンサルタンツ 右城 猛

1.まえがき

道路土工指針では、片持ち式擁壁の設計において、地表面に活荷重が満載されたケースと仮想背面の後方のみで荷重されたケースについてそれぞれ安定性を照査するように規定している。しかしながら、後者のケースにおいては、Coulombの土圧公式を適用することができない。

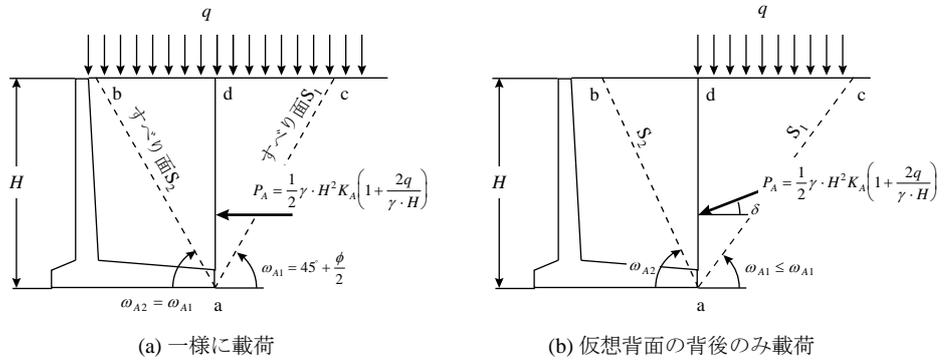


図 1 活荷重の荷重状態と土圧

そこで、本論文では、これまでに著者が提案してきた ITWM(Improved Trial Wedges Method)を適用した土圧計算法を示し、一般には活荷重を満載したケースが安定上不利になることを示す。

2.土圧計算法

活荷重が、図 1(a)に示すように地表面に一様に荷重される場合の主働土圧合力は式(1)で算出することができる。しかしながら、図 1(b)のように仮想背面の背後のみで荷重される場合には、2つのすべり面の形状が左右対称とはならず、主働土圧も傾斜角 δ をもつことになる。このため、ランキンの土圧公式や試行くさび法では、傾斜角および主働土圧を求めることはできないが、ITWM である式(2)を適用すれば算出することができる。ただし、 q_f は、仮想背面より前方の荷重、 q_r は仮想背面より後方の荷重である。

$$P_A = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 K_A \left(1 + \frac{2q}{\gamma \cdot h} \right), \quad K_A = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{\sin(\omega_2 - \phi)}{\cos \delta} R_2, \quad R_2 = \frac{\sin(\omega_1 - \phi)}{\sin(\omega_1 + \omega_2 - 2\phi)} (W_1 + W_2), \quad \delta = \tan^{-1} \left\{ \frac{R_2 \cos(\omega_2 - \phi) - W_2}{R_2 \sin(\omega_2 - \phi)} \right\} \\ W_1 &= \left(\frac{1}{2} \gamma \cdot h + q_f \right) \cdot h \cot \omega_1, \quad W_2 = \left(\frac{1}{2} \gamma \cdot h + q_r \right) \cdot h \cot \omega_2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式(2)で $P \cos \square$ が最大となる \square_1 , \square_2 を試行錯誤的に探索すれば、それが主働すべり角 $\square_{\square 1}$, $\square_{\square 2}$ であり、その時の P が主働土圧合力 P_A となる。

図 2 は、仮想背面の背後のみで等分布荷重 q が荷重された場合の主働土圧係数 K_A と土圧の傾斜角 δ を表したものである。主働土圧係数は、荷重 q の増加に伴って減少し、 $2q/\gamma H$ が 1.5 程度以上になれば一定値に収束することがわかる。土圧の傾斜角は、 q の増加に伴って増加し、 $2q/\gamma H$ が 2.0 程度以上になれば ϕ に収束する。なお、主働土圧係数 K_A は式(3)で算出した。

$$K_A = \frac{2P_A}{\gamma \cdot H^2 \left(1 + \frac{2q}{\gamma \cdot H} \right)} \quad (3)$$

3. 片持ばり式擁壁の安定計算

片持ばり式擁壁の安定性を照査するための活荷重の荷重方法には、3に示す3ケースが考えられる。擁壁はL型擁壁とし、部材厚を無視できるものとするれば、滑動の安全率 F_s 、転倒の判定値 F_t は次式で与えられる。

$$F_s = \frac{\sum V}{\sum H} \mu = \frac{2m \left(1 + \frac{q_f}{\gamma \cdot H} \right) + K_{Aq} \sin \delta}{\frac{1}{2} K_{Aq} \cos \delta} \mu$$

$$F_t = \frac{B}{2e} = \frac{m \left(m + \frac{q_f \cdot m}{\gamma \cdot H} + \frac{1}{2} K_{Aq} \sin \delta \right)}{K_{Aq} \left(\frac{1}{3} \cos \delta - m \sin \delta \right)}$$

ただし、

$$K_{Aq} = K_A \left(1 + \frac{2q_r}{\gamma \cdot H} \right), \quad \text{ここに、} K_{Aq} \text{ は載}$$

荷重の影響を考慮した主働土圧係数である。 K_A は主働土圧係数である。

ケース1では、 $q_f=q_r=0$ 、 $\delta=0$ である。ケース2では $q_f=q_r \geq 0$ 、 $\delta=0$ 、ケース3では $q_f=0$ 、 $q_r \geq 0$ 、 $\delta \geq 0$ である。

$\phi=30^\circ$ の場合について、 $2q_r/\gamma H$ と滑動の安全率 F_s および転倒の判定値 F_t の関係を計算すると、図4のようになる。ただし、 $m=0.5$ 、 $\mu=0.6$ としている。

これから明らかなように、滑動の安全率はケース2とケース3でほぼ同じとなり、 $2q_r/\gamma H$ の増加すなわち載荷重 q_r の増加によって伴って低下する。転倒の判定値は、 $2q_r/\gamma H$ の増加に伴いケース2は低下するがケース3は増加する。

擁壁の安定性が低くなる荷重状態は、滑動、転倒とも活荷重を満載させたケース2と考えることができる。

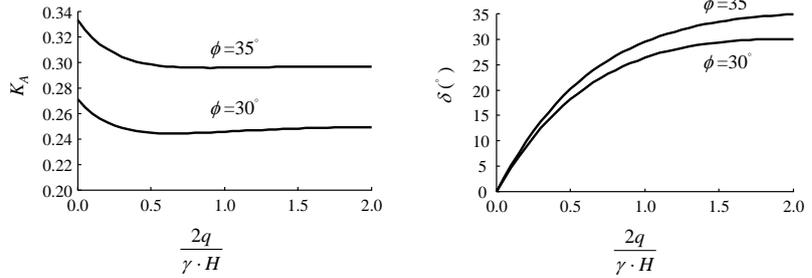


図2 仮想背面の背後のみ荷重のときの土圧係数と土圧傾斜角

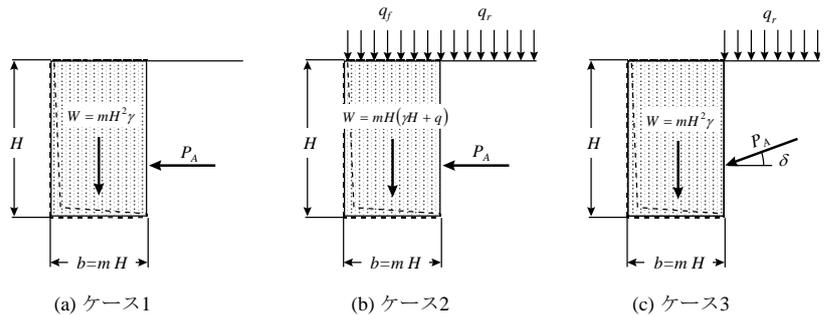


図3 活荷重の荷重状態

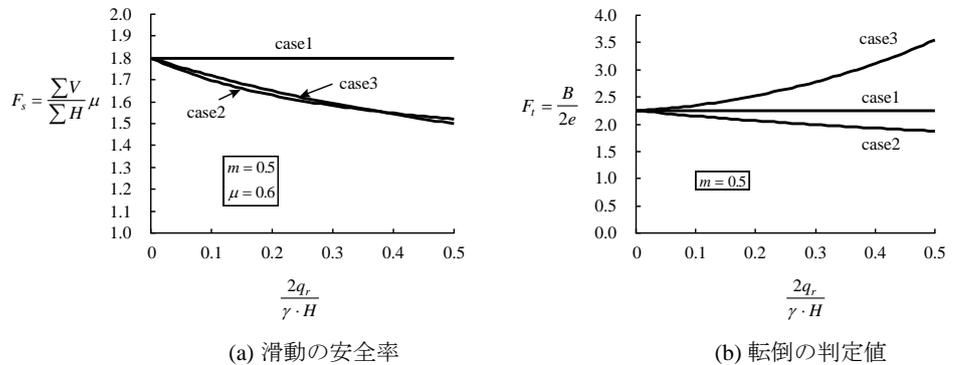


図4 活荷重と安定性の関係 ($\phi=30^\circ$)