

(株)第一コンサルタント 正員 右城 猛
(株)第一コンサルタント 正員 ○西村絃寛

1. まえがき

逆T型擁壁やL型擁壁などのかかと版を有する片持ち梁式擁壁の安定性を照査する際には、かかと版後端に仮想の鉛直面を想定し、仮想背面に主働土圧が作用するものとしている。地表面の勾配が水平か一様勾配の場合のように仮想背面の左右で盛土応力が共役状態にある場合には、仮想背面に作用する主働土圧はランキンの土圧公式を用いて算定することができる。

しかしながら、嵩上げ盛土がある場合や地表面が水平であっても仮想背面の後方のみに上載荷重があるような場合には、ランキンの土圧理論が適用できない。右城らは、合理的な土圧計算手法として改良試行くさび法を提案しているが、この手法は計算が複雑である。

ここでは、クーロン土圧理論の解析解であるミュラブレスロー式と中畑式を利用して主働土圧を算定する手法を提案する。

2. クーロン土圧理論を応用した土圧計算法

かかと版を有する擁壁においては、図1のように2本のすべり面が盛り土内部に発生する。右城らが提案している改良試行くさび法では、仮想背面における土圧合力の水平成分を最大化するという条件のもとに、この2つのすべり面の角度 ω_1 、 ω_2 を見つけ出す必要がある。しかしながら、ミュラブレスロー式と中畑式を適用すれば、仮想背面における主働土圧合力の傾斜角 δ のみが未知量になるので、改良試行くさび法に比べて計算が容易になる。

擁壁のかかとから鉛直な仮想背面abを設けると、ab面の後方のくさび土塊abcdによる主働土圧合力 P_{A1} は、中畑によって誘導された式(1)で表すことができる。

$$P_{A1} = \frac{W_a \sin \phi}{\cos \psi} \left\{ \sqrt{\tan \psi + \cot \phi} - \sqrt{\tan \psi - \eta} \right\}^2 \quad (1)$$

ここに、

$$\psi = \phi + \delta \quad (2)$$

$$\eta = -\frac{W_b}{W_a} \quad (3)$$

$$W_a = \frac{\gamma}{2} (H+h)^2 + q(H+h) \quad (4)$$

$$W_b = \frac{\gamma}{2 \tan \beta} h \left(h + \frac{2q}{\gamma} \right) \quad (5)$$

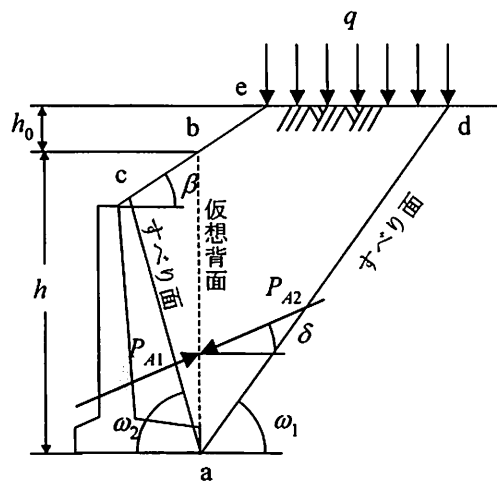


図1 嵩上げ盛土タイプ

クーロン式

中畑式

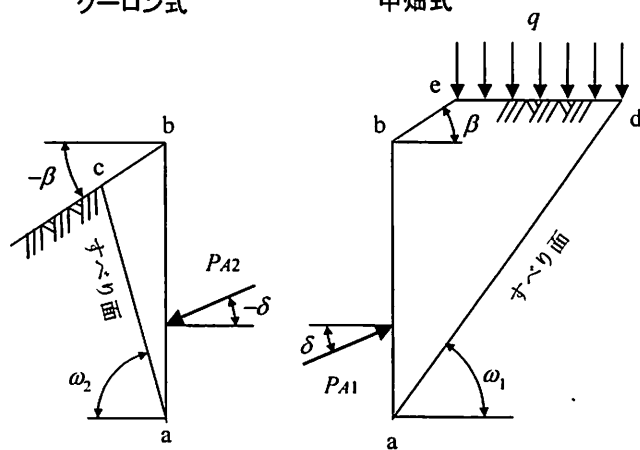


図2 仮想背面の左右に作用する土圧

仮想背面 ab より前方のくさび土塊 abc による土圧 P_{A2} は、クーロン式において、 δ と β の符号を逆にした次式で与えられる。

$$P_{A2} = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos \delta \cos \beta}} \right\}^2} \quad (6)$$

式(2)と式(6)において、仮想背面における主働土圧合力の傾斜角 δ は未知量であるが、式(7)の条件を満たす δ を見つけ出せば、それが正解の δ となる。

$$P_{A1} = P_{A2} \quad (7)$$

δ が求められたら、それを式(1)または式(6)に代入す

ることによって仮想背面における主働土圧合力 P_A が決定される。また、そのときの主働すべり角は ω_1 , ω_2 はそれぞれ式(8), 式(9)で求めることができる。

$$\omega_1 = \tan^{-1} \frac{1}{\sqrt{\{\tan(\phi + \delta) + \cot \phi\} \{\tan(\phi + \delta) - \eta\} - \tan(\phi + \delta)}} \quad (8)$$

$$\omega_2 = \tan^{-1} \left\{ \frac{\cos(\phi - \delta + \beta)}{\sqrt{\frac{\cos \delta \sin(\phi - \delta)}{\cos \beta \sin(\phi - \beta)} - \sin(\phi - \delta - \beta)}} \right\} + \beta \quad (9)$$

3. 仮想背面の後方のみに上載荷重がある場合

図3に示すように地表面が水平で、仮想背面の後方のみに上載荷重 q がある場合には、 P_{A1} , P_{A2} の算定ともミーラブレスロー式で式(10), 式(11)のように求めることができる。

$$P_{A1} = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin \phi}{\cos \delta}} \right\}^2} \left(1 + \frac{2q}{\gamma H} \right) \quad (10)$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin \phi}{\cos \delta}} \right\}^2} \quad (11)$$

$P_{A1} = P_{A2}$ とおくと、式(12)が得られる。この方程式より δ を求めると、それが仮想背面位置における主働土圧合力の傾斜角(壁面摩擦角)となる。

$$\left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin \phi}{\cos \delta}} \right\} \sqrt{1 + \frac{2q}{\gamma H}} - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin \phi}{\cos \delta}} - 1 = 0 \quad (12)$$

主働すべり角 ω_1 と ω_2 は次式で求めることができる。

$$\omega_1 = \tan^{-1} \left\{ \frac{\cos(\phi + \delta)}{\sqrt{\frac{\cos \delta \sin(\phi + \delta)}{\sin \phi} - \sin(\phi + \delta)}} \right\} \quad (13)$$

$$\omega_2 = \tan^{-1} \left\{ \frac{\cos(\phi - \delta)}{\sqrt{\frac{\cos \delta \sin(\phi - \delta)}{\sin \phi} - \sin(\phi - \delta)}} \right\} \quad (14)$$

4. 計算例

嵩上げ盛土タイプと仮想背面の後方のみに上載荷重

があるタイプの2種類の計算例を図4, 図5に示す。本論文で提案した手法を用いれば、比較的簡単に主働すべり面や主働土圧合力を算定することができる。

参考文献

- 1) 右城猛, 八木則男, 矢田部龍一, 筒井秀樹: かかと版付き擁壁の合理的な土圧評価法, 土木学会論文集 No.567/VI-35, pp189-198, 1997年6月
- 2) 右城猛: 続・擁壁の設計法と計算例, 理工図書
- 3) 右城猛: 基本からわかる土質のトラブル回避術, 日経BP社

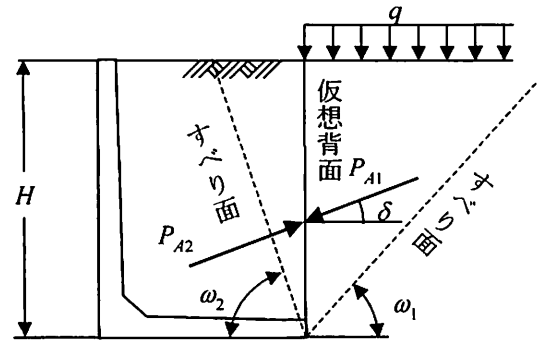


図3 仮想背面の後方載荷

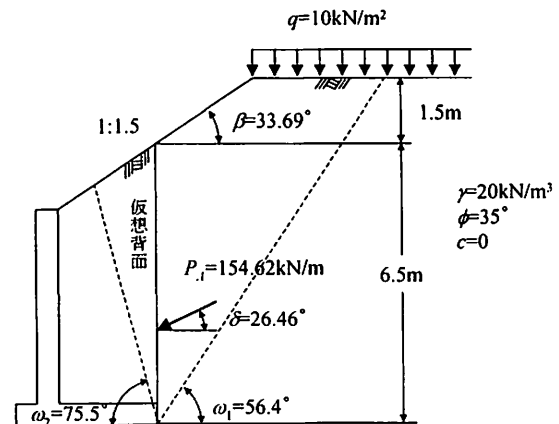


図4 嵩上げ盛土タイプの計算例

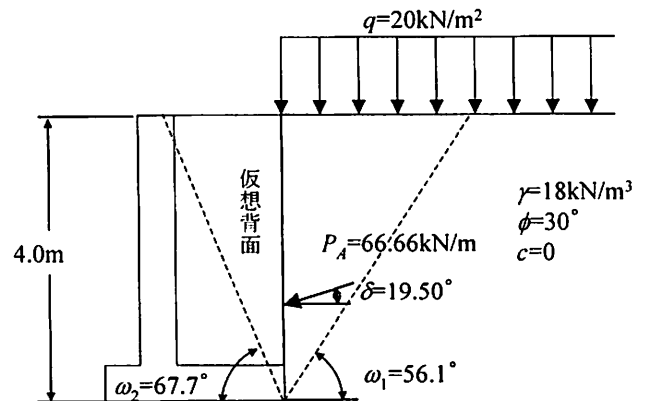


図5 上載荷重後方載荷の計算例