

斜壁構造における設計手法について

1. 土圧の考え方

直壁(以下:テールアルメ)・斜壁(以下:テラヴェール)においては, 着目する*i*段目のストリップ位置における土圧力 P_i (kN/m)を, $P_i = p_i \cdot \Delta H$ として算出している。

$$P_i = p_i \cdot \Delta H$$

ここに,

p_i : 着目する *i* 段目のストリップ位置に作用する土圧強度(kN/m²)

$$p_i = K_i \cdot \sigma_{vi}$$

K_i : 着目する *i* 段目のストリップ位置における土圧係数

σ_{vi} : 着目する *i* 段目のストリップ位置における土の鉛直応力(kN/m²)

$$\text{なお, } K_i = K_0 \left(\frac{1-z}{z_0} \right) + K_A \frac{z}{z_0} \quad z \leq z_0 = 6.0\text{m のとき}$$

$$K = K_A \quad z > z_0 = 6.0\text{m のとき}$$

K_0 : 静止土圧係数

K_A : 主動土圧係数

である。しかしながら, 両者は, K_0 と K_A が異なる。

テールアルメにおいては下式の通りであり、これらは、それぞれヤーキーが提案したものや、クーロン式において背面が水平な場合の式を用いているものの、その根拠は実測値によっている(図1, 2)。

$$K_0 = 1 - \sin \phi \quad K_A = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$

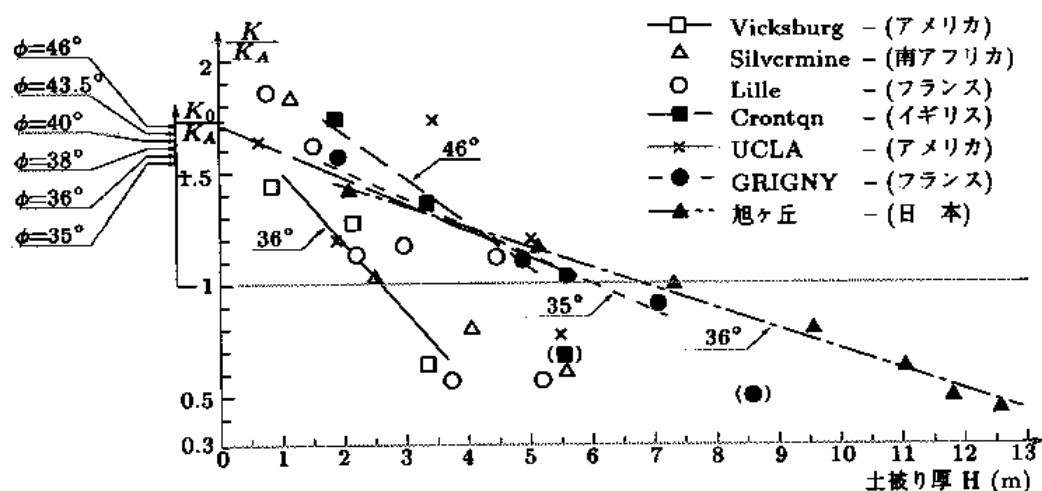


図1 土圧係数Kの実測値

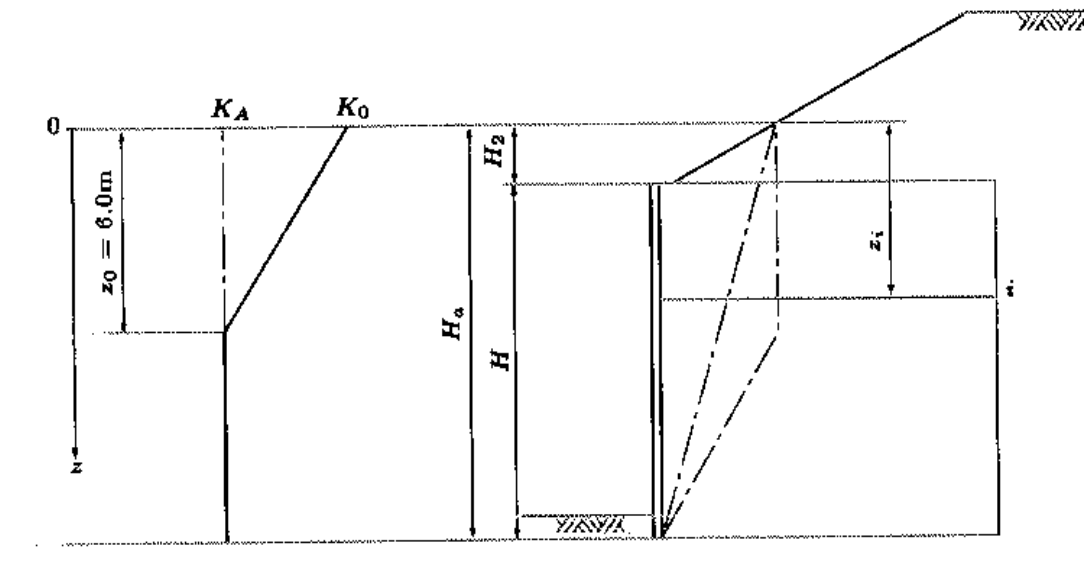


図 2 土圧係数

一方テラヴェールは、TAI(テールアルメインターナショナル)社による、実物大および模型実験からの実測値と、FEMの計算結果(図 3, 4)により以下の通り定められている。

$$K_0 = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin \alpha (\sin \alpha + \sin \phi)}$$

$$K_A = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin \alpha (\sin \alpha + \sin \phi)^2}$$

ここに

α : 壁面勾配

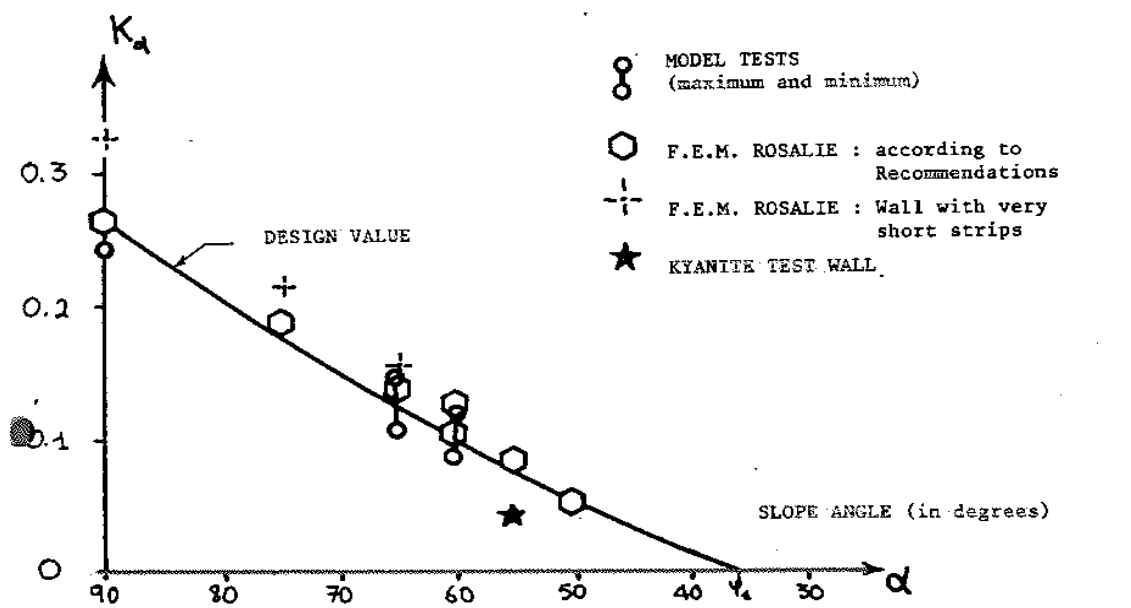


図 3 TAIが提唱する土圧係数K

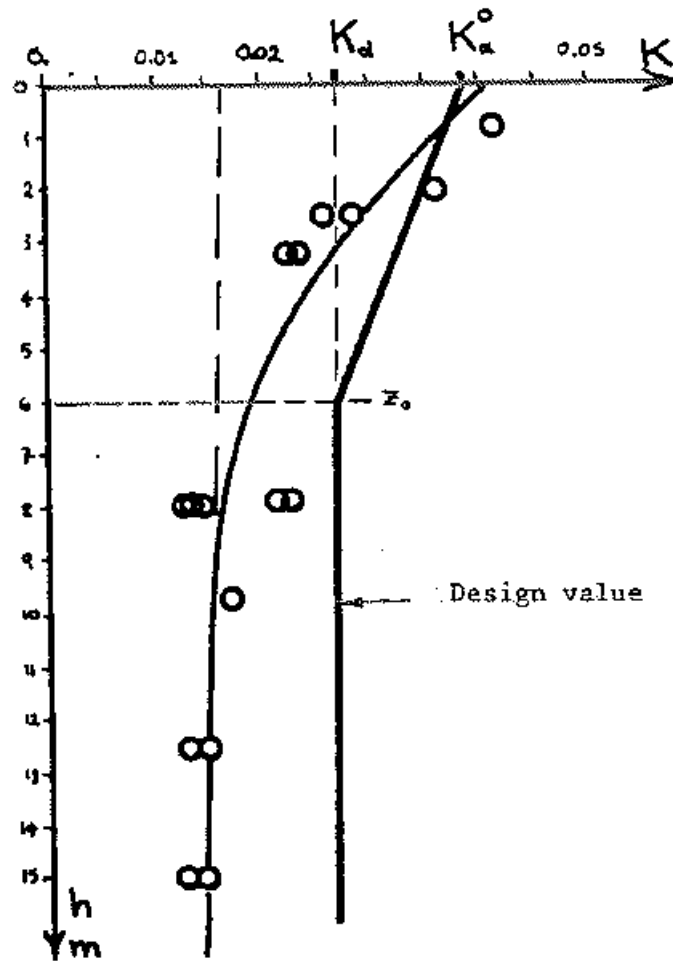


図4 設計値と実物大構造物の実測値の比較

なお、前式において α を $\pi/2$ (直壁)とすると、以下の通りテールアルメと同じとなる。

$$\begin{aligned}
 K_0 &= \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin \alpha (\sin \alpha + \sin \phi)} = \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right)}{\sin \alpha \left(\sin \frac{\pi}{2} + \sin \phi\right)} \\
 &= \frac{\cos^2 \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin^2 \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{(1 - \sin \phi)(1 + \sin \phi)}{1 + \sin \phi} = 1 - \sin \phi \\
 K_A &= \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\sin \alpha (\sin \alpha + \sin \phi)^2} = \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right)}{\sin \frac{\pi}{2} \left(\sin \frac{\pi}{2} - \sin \phi\right)^2} \quad \blacksquare
 \end{aligned}$$

$$= \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right)}{(1 + \sin \phi)^2} = \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right)}{1 + \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right)} = \tan^2 \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) = \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

2. 主働領域の考え方と算出方法

テラヴェールの主働領域はテールアルメ同様、模型および実物大の計測結果に加え、FEMにより確認された、「ストリップに発生する最大張力の点を結んだ線の、安全側となる2直線化した領域」である。この領域は壁面勾配により異なり(図 5)、図中の主働領域を決定する「d」および「h'」は以下の式によって求められる。

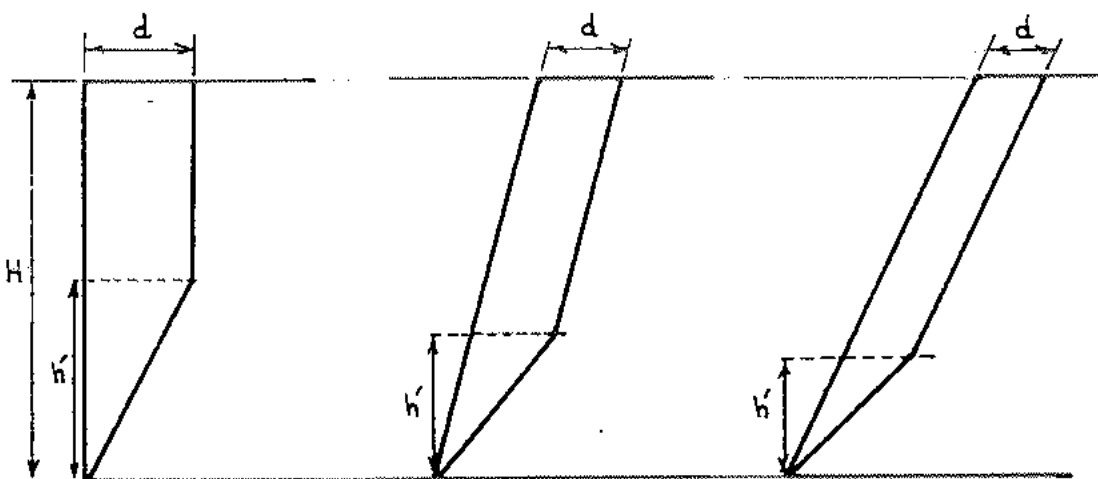


図 5 異なる勾配毎の主働領域

テールアルメ:

$$d = 0.3Ha$$

$$h' = 0.5Ha$$

テラヴェール:

$$d = 0.3Ha \frac{\alpha - \phi}{\pi / 2 - \phi} \quad h' = 0.5Ha \frac{\alpha - \phi}{\pi / 2 - \phi}$$

※上式は $\alpha = \pi / 2$ の時、テールアルメの式と等しくなる。

3. 仮想壁高(Ha)の算出方法

仮想壁高に関しては、テールアルメ同様「主働崩壊線が地表面と交差する点までの高さ」としている(図 6, 7)。しかしながら、壁面が傾斜することにより自ずと主働崩壊線も背面側に傾斜するため、仮想壁高を算出する式は各々以下の通りとなる。

テールアルメ:

$$H_a = H + \frac{0.3(H + H_4) - B_b}{n - 0.3} + H_4$$

テラヴェール:

$$H_a = H + \frac{0.3 \left\{ (\alpha - \phi) / \left(\frac{\pi}{2} - \phi \right) \right\} (H + H_4) - B_b}{n - 0.3 \left\{ (\alpha - \phi) / \left(\pi / 2 - \phi \right) \right\} - 1 / \tan \alpha} + H_4$$

※上式は $\alpha = \pi / 2$ の時、テールアルメの式と等しくなる。

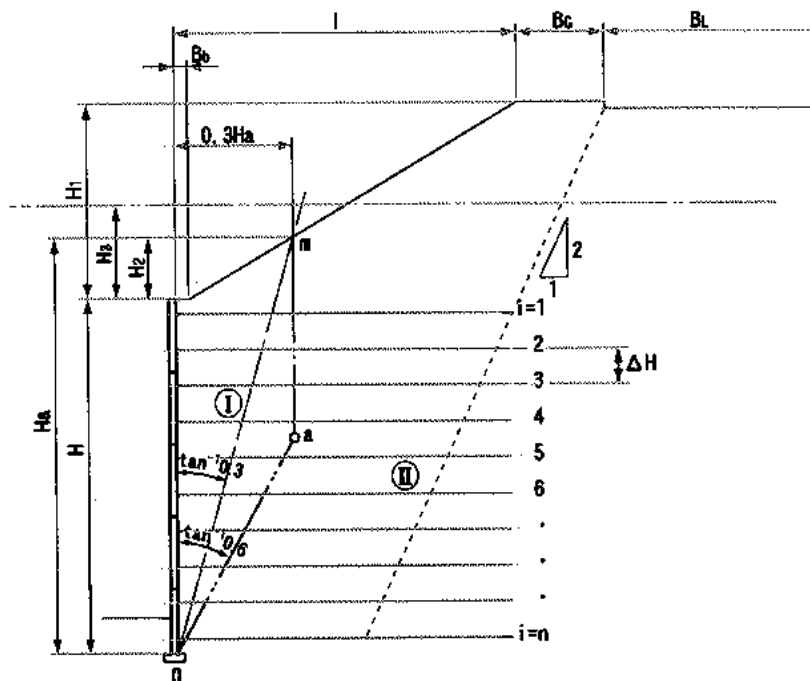


図 6 テールアルメの仮想壁高

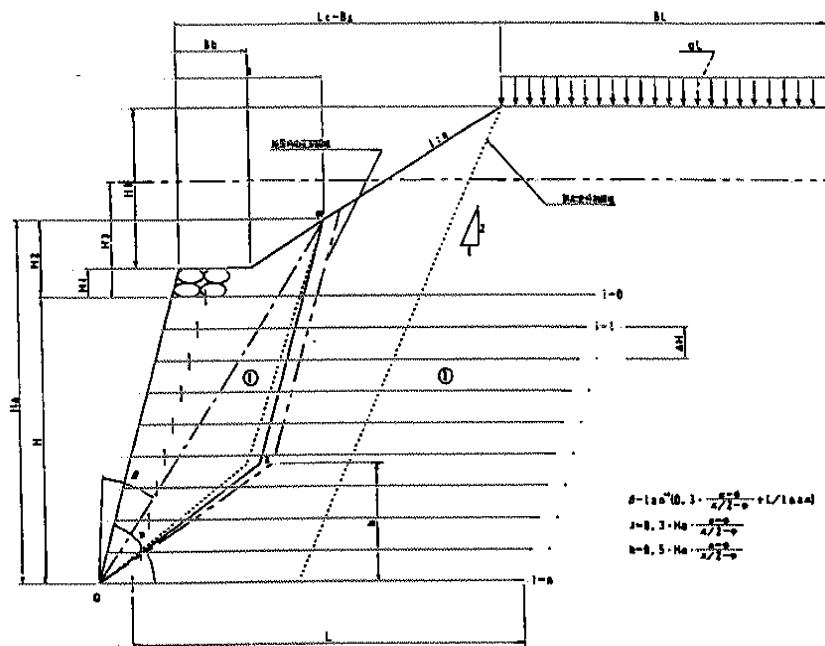


図7 テラヴェールの仮想壁高

4. 上載盛土換算高さの算出

上載盛土換算高においても、基本的にはテールアルメと同様「壁長部から壁高の 1/2 だけ盛土側へ入った位置の上載盛土高」である(図 8, 9)。しかしながら、壁面が傾斜するため算出式は以下の通りとなる。

テールアルメ

$$H_3 = \frac{(H + H_4)/2 - B_b}{n} + H_4$$

テラヴェール

$$H_3 = \frac{(H + H_4)(1/2 - 1/\tan \alpha) + H/\tan \alpha - B_b}{n} + H_4$$

※上式は $\alpha = \pi/2$ の時、テールアルメの式と等しくなる。

