

無筋擁壁設計システムの示力線の算出式

(株)SIPシステム
技術サービス

無筋擁壁設計システムでは「躯体自重」「土圧」などを個別に算出した上で、全体の合力作用位置を算出し下記の(1)式により弊社システムでは示力線位置を算出していますが、基本式は農道式と同等となります。

$$X_h = h \cdot \cot \theta_0 + \frac{b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0}{2} - d \dots\dots\dots(1) \quad \text{弊社表示式}$$

土地改良の基準書に記載の示力線方程式は、荷重に「躯体自重」と「土圧」のみを考慮した方程式です。(1)式に「躯体自重」と「土圧」の計算式を代入すると、下記の様に基準書に記載の計算式と同じになります。尚、土圧の鉛直成分は示力線方程式では考慮しません。

土 圧

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= K_A \cdot q \cdot \frac{\sin \theta_0}{\sin(\theta_0 + i)} \\ p_2 &= p_1 + K_A \cdot \gamma \cdot h \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2) \quad \text{土圧と上載荷重の水平力}$$

$$\left. \begin{aligned} H &= (p_1 + p_2) \cdot \frac{h}{2} \\ y &= \frac{(2 \cdot p_1 + p_2)}{(p_1 + p_2)} \cdot \frac{h}{3} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(3) \quad \text{作用位置}$$

自 重

$$\left. \begin{aligned} V &= b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 \cdot h \cdot \gamma_b \\ x &= \frac{b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 + h \cdot \cot \theta_0}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

前面下端位置から重心位置までの距離

$$d = \frac{V \cdot x - H \cdot y}{V} \dots\dots\dots(5)$$

(5)式に(3),(4)式を代入すると、

$$d = \frac{3b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 \cdot \gamma_b (b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 + h \cdot \cot \theta_0) - (2p_1 + p_2) \cdot h}{6b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 \cdot \gamma_b} \dots\dots(6)$$

(1)式に(6)式を代入すると、

$$X_h = \frac{\cot \theta_0}{2} \cdot h + \frac{(2p_1 + p_2)}{6b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0 \cdot \gamma_b} \cdot h \dots\dots\dots(7)$$

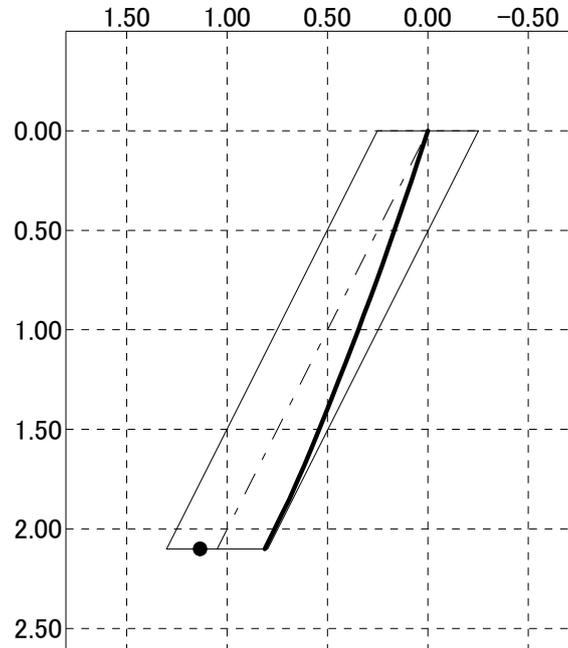
(7)式に(2)式を代入して整理すると、

$$X_h = \frac{K_A \cdot \gamma}{6\gamma_b \cdot b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0} \cdot h^2 + \left\{ \frac{K_A \cdot q \cdot \frac{\sin \theta}{\sin(\theta + i)}}{2\gamma_b \cdot b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0} + \frac{\cot \theta_0}{2} \right\} h \dots\dots(8) \quad \text{農道式と同等となる。}$$

3.1.2 荷重ケース.1 - 自重+載荷重(自動車)+浮力無視時

(水の影響を考慮しない、地震の影響を考慮しない)

荷重の偏心位置より示力線位置を求めた。



示力線位置

$$X_h = H \cdot \cot \theta_0 + \frac{b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0}{2} - d$$

左記式は、基準書「農道」式(9.1.41)と同等となる。

$$= 2.100 \times \cot (63.43) + \frac{0.450 \times \operatorname{cosec} (63.4)}{2} - 0.489 = 0.812 \text{ (m)}$$

ミドルサード位置

$$X' = H \cdot \cot \theta_0 + \frac{b \cdot \operatorname{cosec} \theta_0}{6}$$

$$= 2.100 \times \cot (63.43) + \frac{0.450 \times \operatorname{cosec} (63.43)}{6} = 1.134 \text{ (m)}$$

以上より、

$$X' = 1.134 \geq X_h = 0.812 \quad \rightarrow \text{OK}$$

$X_h = X'$ となるように擁壁高さを変化させ収束計算を行った結果、限界高さ H_A は下の通りとなる。

$$\text{限界高さ } H_A = 7.084 \text{ (m)}$$