

Q2002. エンゲルの手法について教えて

A2002. エンゲルの手法は、近年においてはあまり使われなくなりましたが、高速道路の単杭の根入れ長を決定する上で用いられております。また、土中埋込み式基礎の根かせ式の基本式としてもその考えが参考にされています。エンゲルの手法について、以下に示します。

エンゲル手法は杭を剛体として考え、地盤反力分布を二次曲線と仮定し必要根入れ長を算出する方法です。考え方は以下のとおりです。

- ① エンゲルの手法は杭を剛体と仮定します。
- ② 地盤反力分布を二次曲線として仮定します。
- ③ 水平力および転倒モーメントのつりあいから式が成り立つ条件です。
- ④ 最大地盤反力 ≤ 杭による抵抗土圧 (受働土圧) を満足させます。

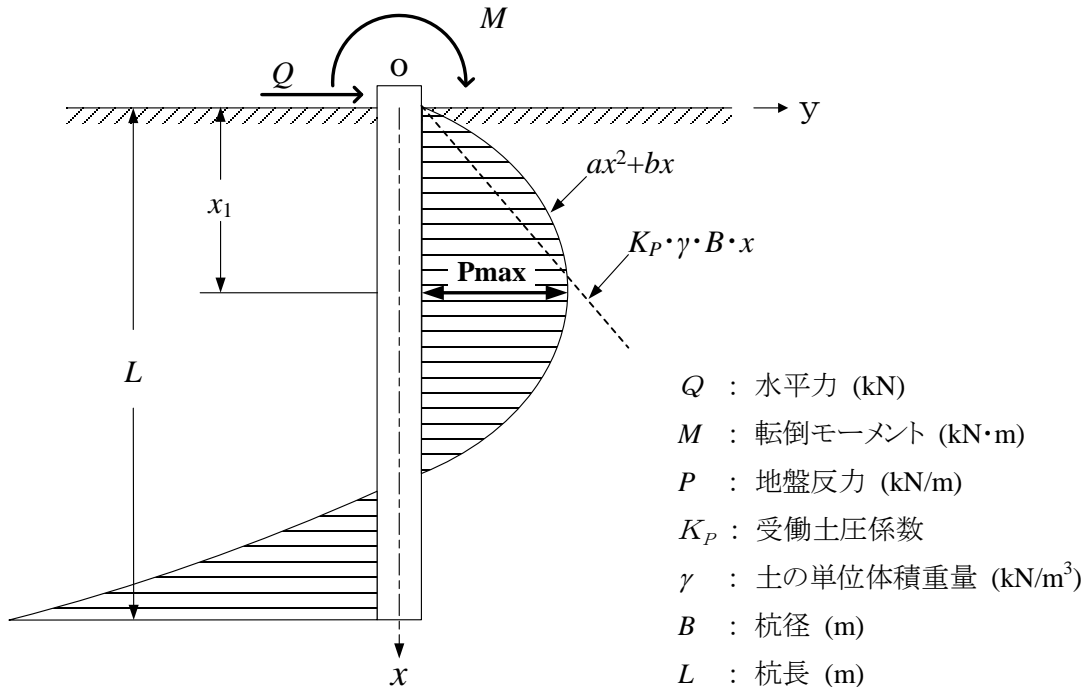


図1 エンゲルの手法

次に、エンゲルの手法の式について説明します。エンゲルの手法は水平力および転倒モーメントの力のつりあいから式が成り立ちます。また水平力および転倒モーメントを受ける杭に作用する地盤反力 P を図1に示すように二次曲線

$$P = ax^2 + bx \dots\dots\dots (式 1)$$

であると仮定します。ここから、式を立てていきます。まず水平力のつりあいから

$$\int_0^L (ax^2 + bx) dx = Q$$



$$Q = \frac{a}{3}L^3 + \frac{b}{2}L^2 \dots\dots\dots (式 2)$$

O 点におけるモーメントのつりあいより

$$\int_0^L (ax^2 + bx)xdx = -M$$

$$-M = \frac{a}{4}L^4 + \frac{b}{3}L^3 \dots\dots\dots (式 3)$$

がそれぞれ成り立ちます。一方、最大地盤反力は (式 1) を微分することによって $x_1 = -b / 2a$ となり、この値を (式 1) に代入すると、

$$p_{\max} = a\left(\frac{-b}{2a}\right)^2 + b\left(\frac{-b}{2a}\right)$$

$$p_{\max} = -\frac{b^2}{4a} \dots\dots\dots (式 4)$$

P_{\max} は、その点における抵抗土圧

$$P_p = K_p \gamma B x_1$$

$$P_p = K_p \gamma B \left(\frac{-b}{2a}\right) \dots\dots\dots (式 5)$$

を超えないものとします。すなわち

$$P_{\max} \leq P_p \dots\dots\dots (式 6)$$

この式にそれぞれの値(式 4)、(式 5)を代入して等号時の b について式を立てると

$$-\frac{b^2}{4a} = K_p \gamma B \left(\frac{-b}{2a}\right)$$

$$b = 2K_p \gamma B \dots\dots\dots (式 7)$$

となります。そして(式 2)に(式 7)を代入して a について式を立てると

$$Q = \frac{a}{3}L^3 + \frac{(2K_p \gamma B)}{2}L^2$$

$$a = \frac{3(Q - K_p \gamma B L^2)}{L^3} \dots\dots\dots (式 8)$$

そして(式 3)に(式 7)、(式 8)を代入して整理すると、

$$-M = \frac{3(Q - K_p \gamma B L^2)}{L^3} \frac{L^4}{4} + \frac{(2K_p \gamma B)}{3} L^3$$

$$K_p \gamma B L^3 - 9QL - 12M \geq 0 \dots\dots\dots (式 9)$$

となり、(式 9)を解くことにより、必要根入れ長 L を求めることができます。

参考文献

- 1) 杭基礎の設計法とその解説 (土質工学会、昭和 62 年 1 月)