

Q1209. 地盤反力係数について教えて？

A1209. 日本地工では、道路橋示方書・同解説¹⁾を参考に、地盤反力係数を(式1)として考えております。

$$k = \frac{p}{\delta} \dots\dots\dots (式 1)$$

ここに、 k : 地盤反力係数 (kN/m³)
 p : 地盤反力度 (kN/m²)
 δ : 変位 (m)

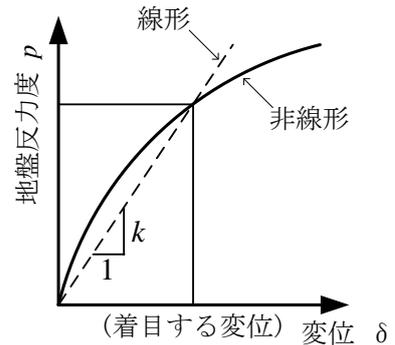


図1 地盤反力係数 k

地盤は本来、線形弾性体ではなく、また、深さ方向に密度や圧縮性が変わるため、地盤が明らかな破壊を示さなくても、地盤反力度・変位曲線は図1のような非線形形状を示します。したがって、地盤反力係数は変位とともに変化するが、着目する変位と地盤反力度の比をもって地盤反力係数と定義しています。地盤抵抗を線形と仮定して取扱う場合の鉛直方向地盤反力係数ならびに水平方向地盤反力係数の推定方法を以下に示します。

① 鉛直方向地盤反力係数

$$k_v = k_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{-3/4} \dots\dots\dots (式 2)$$

ここに、

k_v : 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m³)
 k_{v0} : 直径 0.3m の剛体円板による平板載荷試験の値に相当する鉛直方向地盤反力係数 (kN/m³) で、各種土質試験又は調査により求めた変形係数から推定する場合は、次式により求める。

$$k_{v0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0 \dots\dots\dots (式 3)$$

α : 表1に示す地盤反力係数の換算係数
 E_0 : 表1に示す方法で測定又は推定した設計の対象とする位置での地盤の変形係数 (kN/m²)

B_v : 基礎の換算載荷幅 (m) で、次式により求める。ただし、底面形状が円形の場合には直径とする。

$$B_v = \sqrt{A_v} \dots\dots\dots (式 4)$$

A_v : 鉛直方向の載荷面積 (m²)



② 水平方向地盤反力係数

$$k_H = k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4} \dots\dots\dots (式 5)$$

ここに、

k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

k_{H0} : 直径 0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数 (kN/m³) で、各種土質試験又は調査により求めた変形係数から推定する場合は、次式により求める。

$$k_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0 \dots\dots\dots (式 6)$$

α : 表 1 に示す地盤反力係数の換算係数

E_0 : 表 1 に示す方法で測定又は推定した設計の対象とする位置での地盤の変形係数 (kN/m²)

B_H : 荷重作用方向に直交する基礎の換算載荷幅 (m) で、表 2 に示す方法で求める。

表 1 変形係数 E_0 と α

変形係数 E_0 の推定方法	地盤反力係数の換算係数 α	
	常時・暴風時	地震時
直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の繰返し曲線から求めた変形係数の1/2	1	2
孔内水平載荷試験で測定した変形係数	4	8
供試体の一軸圧縮試験又は三軸圧縮試験から求めた変形係数	4	8
標準貫入試験の N 値より $E_0=2,800N$ で推定した変形係数	1	2

表 2 基礎の換算載荷幅 B_H

基礎形式	B_H
縦型剛体基礎	$B_e (\leq \sqrt{B_e L_e})$
直接基礎	$\sqrt{A_H}$
杭基礎	$\sqrt{D/\beta}$

ここに、

B_e : 荷重作用方向に直行する基礎の有効載荷幅 (m)

L_e : 基礎の有効根入れ深さ (m)

A_H : 荷重作用方向に直行する基礎の載荷面積 (m²)

D : 荷重作用方向に直行する基礎の載荷幅 (m)

β : 基礎の特性値 (m⁻¹) で、次式による

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H D}{4EI}} \dots\dots\dots (式 7)$$



杭基礎において地盤抵抗を線形として取扱う場合には、換算載荷幅 B_H を $\sqrt{(D/\beta)}$ としています。ここで、換算載荷幅 B_H を算定する際の水平方向地盤反力係数 k_H は常時の値とし、設計上の地盤面から $1/\beta$ までの深さの平均的な値としてよいことになっております。また、地盤を多層として評価し、各層の水平方向地盤反力係数を算出する場合も、各層の換算載荷幅は上記により求めた B_H を用いるものとしております。

なお、杭基礎の換算載荷幅 B_H に、(式 7) に示す基礎の特性値 β を代入すると、

$$\begin{aligned} B_H &= \sqrt{\frac{D}{\beta}} = (D\beta^{-1})^{1/2} \\ &= \left(D \left(\frac{k_H D}{4EI} \right)^{-1/4} \right)^{1/2} \\ &= \left(\frac{D^{3/4} k_H^{-1/4}}{(4EI)^{-1/4}} \right)^{1/2} \\ &= \frac{D^{3/8} k_H^{-1/8}}{(4EI)^{-1/8}} \\ &= D^{3/8} k_H^{-1/8} (4EI)^{1/8} \end{aligned}$$

また、(式 5) に示す水平方向地盤反力係数 k_H に上式の換算載荷幅 B_H を代入すると、

$$\begin{aligned} k_H &= k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4} \\ &= \frac{1}{0.3} \alpha E_0 \left(\frac{1}{0.3} \right)^{-3/4} \left(D^{3/8} k_H^{-1/8} (4EI)^{1/8} \right)^{-3/4} \\ &= \left(\frac{1}{0.3} \right)^{1/4} \alpha E_0 D^{-9/32} k_H^{3/32} (4EI)^{-3/32} \end{aligned}$$

上式を整理すると、

$$\begin{aligned} k_H \cdot k_H^{-3/32} &= \left(\frac{1}{0.3} \right)^{1/4} \alpha E_0 D^{-9/32} (4EI)^{-3/32} \\ k_H^{29/32} &= \left(\frac{1}{0.3} \right)^{1/4} \alpha E_0 D^{-9/32} (4EI)^{-3/32} \\ k_H &= \left(\left(\frac{1}{0.3} \right)^{1/4} \alpha E_0 D^{-9/32} (4EI)^{-3/32} \right)^{32/29} \end{aligned}$$

したがって、杭基礎に用いる水平方向地盤反力係数 k_H は、(式 8) となります。

$$k_H = \left(\frac{1}{0.3} \right)^{(8/29)} (\alpha E_0)^{(32/29)} D^{-(9/29)} (4EI)^{-(3/29)} \dots\dots\dots (式 8)$$

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（日本道路協会、平成 24 年 3 月）