

過圧密粘土盤における周面支持杭-底盤系基礎の沈下について

佐賀大学 学 ○呉 文経
 " 正 三浦 哲彦
 " 正 マディーラ R. マダフ
 " 学 永池 誠一

1. まえがき：軟弱粘土地盤の表面の近くには、硬い粘土層（過圧密粘土層）が存在することが多い。このような地盤における杭-底盤系基礎の沈下挙動、荷重分担等には杭長、底盤の幅、地表付近の粘土のOCRの大きさ、過圧密ゾーンの厚さ等の影響について検討する。

2. 杭-底盤系基礎の沈下計算式：前報¹⁾に単杭-底盤系の荷重～沈下関係について検討したが、その原理に基づき、群杭-底盤系における底盤と杭のそれぞれの沈下量（ S_R 、 S_P ）及び系の沈下量（ S_{PR} ）は次式で表せる。

$$\begin{pmatrix} S_R \\ S_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{RR} \\ S_{PP} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta S_{RP} \\ \Delta S_{PR} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$S_{PR} = S_R = S_P \quad (2)$$

ここに、 S_{RR} 、 S_{PP} ：分担荷重による底盤、杭の沈下量； ΔS_{RP} 、 ΔS_{PR} ：分担荷重の増分による底盤、杭の平均沈下の増分。 $\Delta S_{RP} = \Delta S_{PR}$ と仮定すれば、(1)式より、 $S_{RR} = S_{PP}$ 。杭分担荷重による杭の沈下量 S_{PP} は、(Fig. 1) 次式で求める²⁾。

$$S_{PP} = \sum \frac{C_c \Delta H_p}{1+e_0} \log \frac{p_{0z} + \Delta \sigma_{zp}}{p_c} \quad (3)$$

ここに、 $\Delta \sigma_{zp}$ は杭分担荷重(P_p)による地盤内の深さ z における垂直応力の増分(kgf/cm²)、 H_p は杭の荷重作用面からの粘土層の厚さ(cm) ($H_p = H - 2L/3$)である。各 P_p 、 P_R の設定値($P_{PR} = P_p + P_R$)を以上の式に代入して $S_{RR} = S_{PP}$ となるまで繰り返し計算を行う。 $S_{RR} = S_{PP}$ での P_p 、 P_R の値は杭と底盤のそれぞれ分担する荷重と考えられる。杭の全沈下量 S_p は次式で計算できる。

$$S_p = \sum \frac{C_c \Delta H_p}{1+e_0} \log \frac{p_{0z} + \Delta \sigma_{zp} + \Delta \sigma_{zR}}{p_c} \quad (4)$$

また、過圧密粘土の圧密沈下は、次式で計算される。

$$S = \sum \frac{C_c \Delta H}{1+e_0} \log \frac{p_c}{p_0} + \sum \frac{C_c \Delta H}{1+e_0} \log \frac{p_{0z} + \Delta \sigma_{zR}}{p_c} \quad (5)$$

ただし、 $p_0 + \Delta \sigma_{zR} > p_c$ 。

ここに、 C_c は粘性土の膨張指数である。

3. 考察：いま、Fig. 2 に示すような上部に過圧密粘土層が分布している粘土における正方形の杭-底盤系基礎 ($B_R = 4.2\text{m}$ 、 $B_p = 4\text{m}$ 、 $L = 4 \sim 15\text{m}$ 、 $H = 20\text{m}$ 、 $P_{PR} = 116\text{tf}$) の沈下挙動について考察を行う。

(1) 杭-底盤系及び群杭の沈下挙動 Fig. 3によると、正規圧密粘土においては、杭-底盤系の沈下は群杭より約10%程度小さく、地表付近におけるOCR=4の粘土地盤においては系の沈下は群杭より約30%程度小さくなる。杭-底盤系の沈下は同じ条件の群杭より小さく、その差がOCRの増大に伴って大きくなるのは、杭-底盤系の荷重の一部分が底盤に分担され、底盤の荷重分担はOCRが増大するほど大きくなることを示唆している。また、過圧密層は群杭の沈下に対しての影響は小さいが、杭-底盤系に対してはかなり影響があることがわかった。

(2) 杭長及び底盤幅の影響 Fig. 3に見られるように、杭-底盤系においては、 S/H の値はOCR が大きいほど小さく、 L/D の増大に伴って大きくなる。 $L/D=1$ の場合にはOCR=2、3、4での S/H の値はOCR=1での0.91、0.84、0.76であるが、過圧密粘土における杭-底盤系の沈下は正規圧密粘土の場合より約10～25%程度小さくなる。また、 S/H の値が杭長の増大に伴って大きくなるのは、 H_p における過圧密ゾーンが相対的に小さくなるため

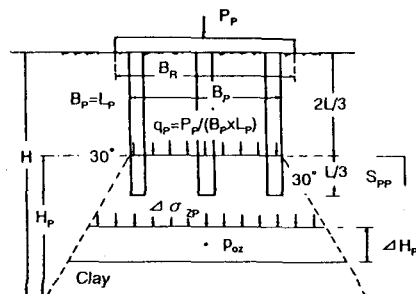


Fig. 1 杭-底盤系における群杭の沈下

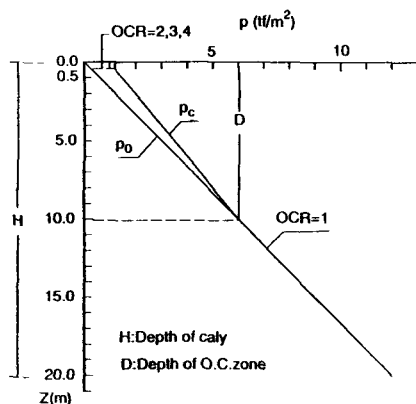


Fig. 2 p_c の分布図

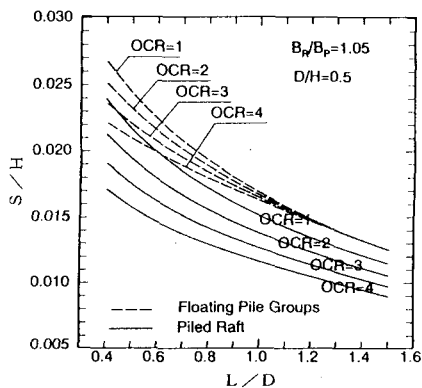


Fig. 3 杭-底盤系及び群杭の S/H と L/D の関係

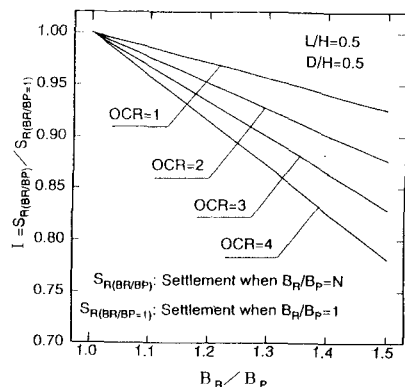


Fig. 4 杭-底盤系の沈下係数 I と B_R/B_P の関係

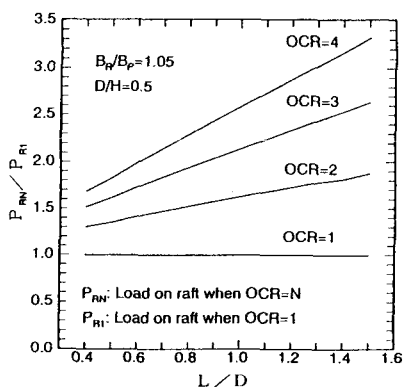


Fig. 5 杭-底盤系における底盤の荷重比 P_{RN}/P_{R1} と L/D の関係

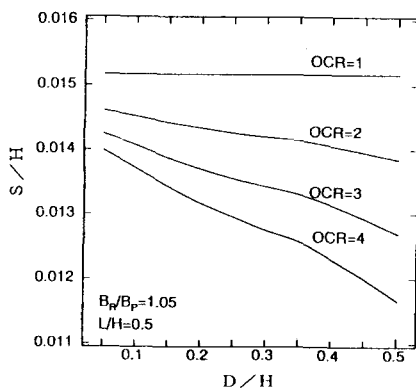


Fig. 6 杭-底盤系の S/H と D/H の関係

ある。Fig. 4から、OCR=1での I ($B_R/B_P=1.5$) の値は0.93、OCR=4の場合には0.78となる。 B_R/B_P が1から1.5になると、OCR=4の場合には杭-底盤系の沈下係数 I は正規圧密粘土の場合より約15%小さくなる。これは、底盤幅の増大に伴ってその荷重分担率は大きくなり、正規圧密粘土に比べ、過圧密粘土における系の底盤荷重分担率が大きいためである。(3)荷重分担率の変化 Fig. 5はOCR=Nでの底盤の分担荷重(P_{RN})とOCR=1での分担荷重(P_{R1})との比を示すものである。過圧密粘土の影響によって底盤の荷重分担量は正規圧密粘土の1.2~3.3倍に達する。過圧密粘土においては、正規圧密粘土より底盤分担の荷重が大きくなり、杭分担の荷重は小さくなって、系の沈下量は小さくなる。杭-底盤系の沈下低減効果は杭長の増大によって小さくなり、底盤の幅の増大によって大きくなるが、その一つの要因は、底盤の荷重分担率の変化が影響している。(4)過圧密ゾーンの影響 粘土上部の過圧密粘土の厚さ(D)が、杭-底盤系の沈下にどのように影響するかを調べたのがFig. 6である。過圧密層の厚さが杭長の2/3 ($D/H=0.33$)を超えると、沈下の低減量は増大する傾向を示す。また、底盤の荷重分担率 N_R は D の増大によって大きくなる。

4. まとめ: 1) 粘土地盤における群杭-底盤系基礎の圧密沈下量は、群杭分担荷重による沈下と底盤分担荷重による沈下増分の和で求めると考え、その計算方法を提案した。2) 軟弱粘土層の地表面付近にある過圧密粘土における群杭-底盤系基礎の沈下、荷重分担について検討を行い、それらの計算方法を提案した。3) 粘土層表面の近くにある過圧密層は群杭の沈下に対しては影響が小さいが、杭-底盤系に対しては影響が大きいことを計算結果に基づいて明らかにした。

参考文献 1) 三浦哲彦, 呉文経, マディーラ R. マダフ, 永池誠一: 周面支持杭-底盤系基礎の沈下挙動と支持力に関する考察, 佐賀大学理工学部集報, Vol. 22, No. 1, pp. 143~149, 1993. 2) B. C. Punmia: Soil Mechanics and Foundations, PP. 681~686, 1981.