

群杭効果

Group Effect of Piles

八尾 真太郎 (やお しんたろう)

関西大学教授 工学部建築学科

群杭効果とは、群杭中の各杭が地盤を介して互いに影響を及ぼし合い、その結果として群杭の変形状と支持力機構が単杭とは異なった状態になっていることをいう。

群杭中の1本の杭の変形状または支持力特性を同一条件の単杭と比較して、群杭効果を定量的に示したものを群杭効率(e)という。

また、この時杭頭に作用する荷重としては、鉛直方向および水平方向の荷重あるいは回転モーメントが与えられた場合があり、各々の荷重に対して独自の群杭効果が考えられる。

図-1に、単杭と群杭について杭頭荷重と杭頭変位量の関係を示した。ここで群杭効率 e とは、設計対象となる杭頭変位量 S に対応する単杭および群杭の杭頭荷重 p_0 (単杭), p_g (群杭)に関して、 $e = \frac{p_g}{p_0}$ と定義される。また、極限支持力状態を対象とした群杭効率 e_u は $e_u = \frac{p_{gu}}{p_{ou}}$ として定義される。

一般的には $p_{gu} \leq p_{ou}$ すなわち $e \leq 1$ であるが、砂地盤で杭の打設中に地盤が締め固められるような場合に、群杭を打設する時には周辺の地盤が特に強く締め固まるので $e > 1$ となることもありうる。

以下の記述においては、杭の打設前後にお

いて地盤強度あるいは土質定数に目立った変化がない場合に限ることとする。群杭効率が $e \leq 1$ である

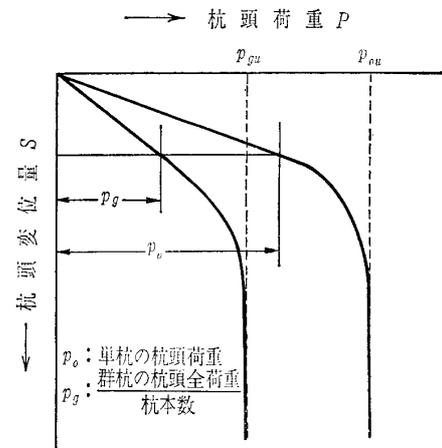


図-1 杭頭荷重-変位量関係

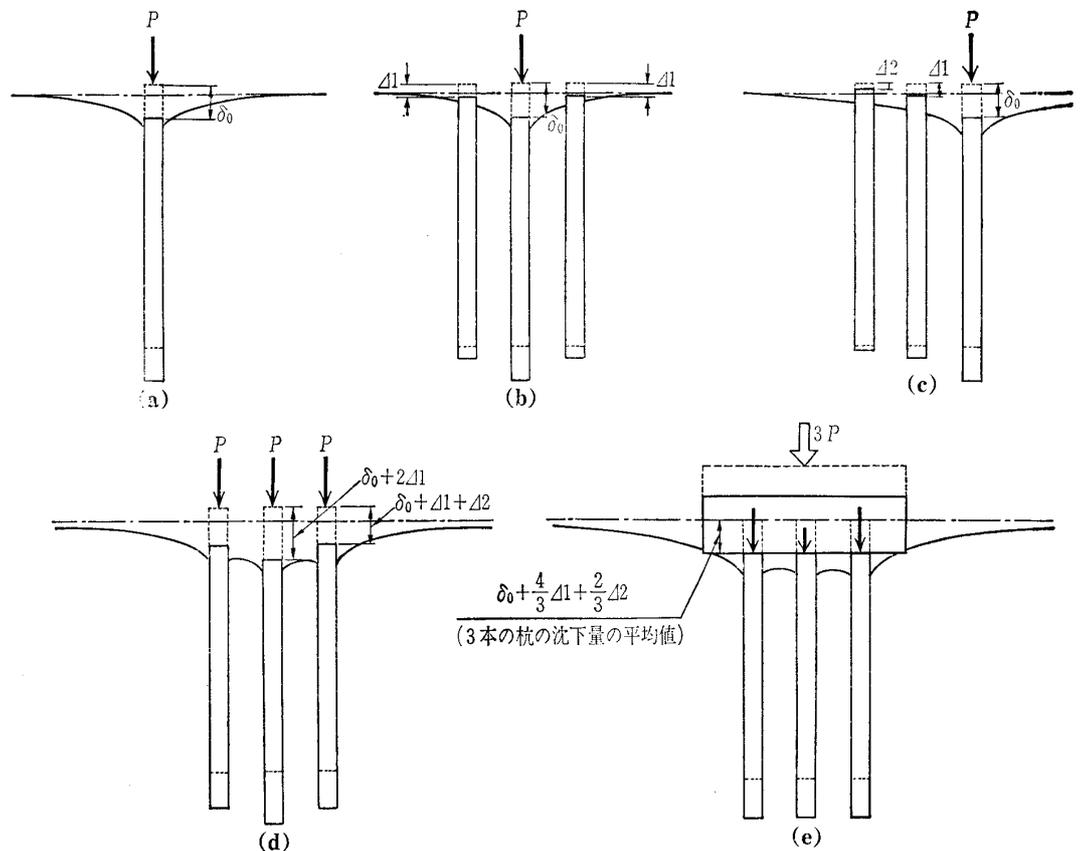


図-2 群杭の沈下量と重ね合せ

技術手帳

ということは、見方を変えれば図-1に示されるように、一定杭頭荷重のもとで、群杭の変形量は単杭に比べて大きいということである。この現象を杭頭に鉛直荷重が作用する場合について、図-2(a)~(e)によって説明すると以下のようなものである。

図-2(a)では、単杭に荷重 P が載荷された時の杭頭の沈下量 δ_0 と載荷に伴う周辺地盤の変形状況が図示されている。図-2(b)には、3本の群杭の中杭に荷重 P が作用した場合の各々の杭の沈下状況が示されている。中杭は、単杭の沈下量と同様に δ_0 だけ沈下し、側杭は周辺地盤から影響されて $\Delta 1$ だけ沈下する。

図-2(c)では、側杭の1本に荷重 P が作用した場合の状況であって、荷重杭は δ_0 、中杭は $\Delta 1$ 、他端杭は $\Delta 2$ だけ各々沈下する。

図-2(d)では、3本の杭に同時に荷重 P が作用する場合の沈下量が示されている。これらの値は、図-2(b), (c)を重ね合わせた結果である。図-2(d)では3本の群杭が剛なフーチングで結合されて、その上に荷重 $3P$ が作用している場合を示している。この時の沈下量は、図-2(d)の各杭の沈下量の平均値的な値となって、各杭頭の荷重は群杭効果によって、中杭よりも側杭の方が大きくなる。ここで、単杭の沈下量は δ_0 であるのに対して、群杭の沈下量は $\delta_0 + \frac{4}{3}\Delta 1 + \frac{2}{3}\Delta 2$ 程度であり、弾性的に考えると群杭効率は次式となる。

$$e = \frac{\delta_0}{\left(\delta_0 + \frac{4}{3}\Delta 1 + \frac{2}{3}\Delta 2\right)}$$

極限支持力に関する群杭効果を鉛直荷重の場合を例として、図-3によって説明する。鉛直群杭の極限支持力状態は、同図(a)と(b)に示されるように貫入破壊とブロック破壊に大別される。貫入破壊の場合は、群杭1本当たりの極限支持力 p_{qu} は単杭の極限支持力 p_{ou} と同じであって、 $eu = \frac{p_{qu}}{p_{ou}} = 1$ である。なお、 $p_{ou} = f \cdot \pi d L + R_{pu}$ である。杭間隔がさら

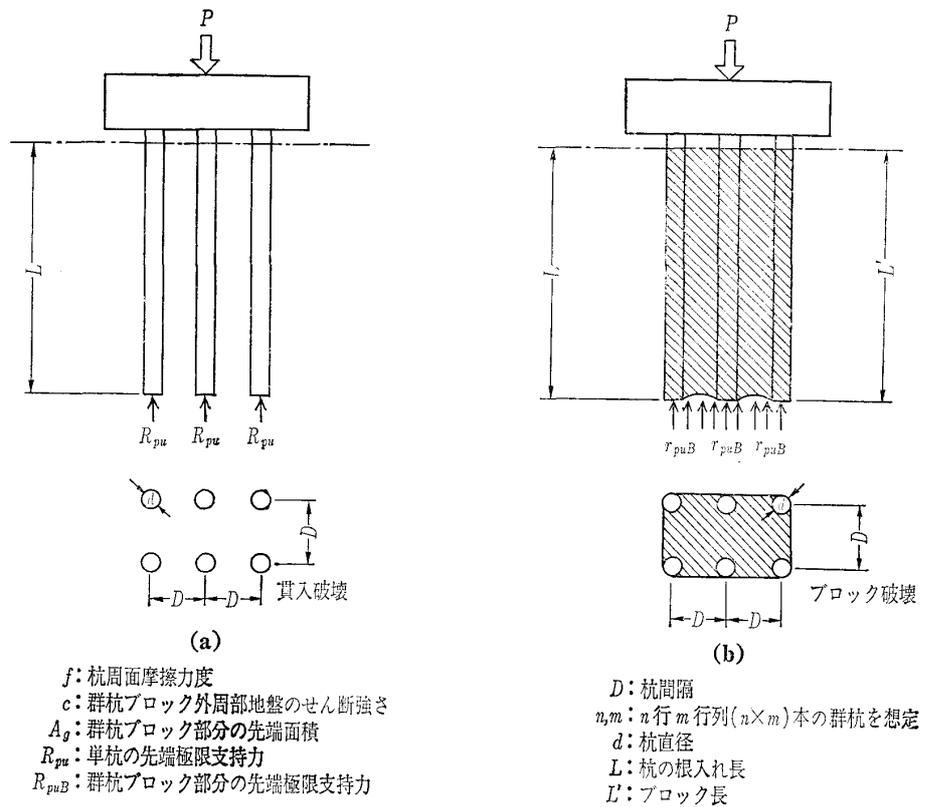


図-3 貫入破壊とブロック破壊

に密になってゆくと、群杭の外周で包絡される群杭内部の地盤がブロック状となって図-3(b)に示されるような支持力機構となる。

この場合、ブロック破壊による杭1本当たりの極限支持力は、

$$p_{qu} = \frac{2(n+m-2)DL'c + \pi f d L + A_g R_{puB}}{n \cdot m}$$

となる。今、簡単のために $n=m$, $f=c$, $L=L'$, $R_{pu} = R_{puB} = 0$ と仮定すると、群杭効率は次式となる。

$$eu = \frac{1}{n^2} \left\{ \frac{D}{d} \frac{4}{\pi} (n-1) + 1 \right\}$$

ここで $eu \leq 1$ を考えると $\frac{D}{d} \leq \frac{\pi}{4} (n+1)$ となり、例えば $n=2$ では $D \leq 2.36d$, $n=3$ では $D \leq 3.14d$ となる。つまり、通常的设计時に考えられている杭間隔 ($D=2.5 \sim 3d$) よりも密な群杭間隔では、ブロック破壊になることがわかる。

参考文献

- 1) 土質工学会編：杭基礎の設計法とその解説，1985。
- 2) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，1988。

(原稿受理 1992.10.6)