

Ⅲ-458

水平力を受ける群杭の極限地盤反力に関する考察

京都大学工学部
三菱重工業(株)

正会員
正会員

木村 亮・足立紀尚
○亀井宏之

1. はじめに

現在, 我が国では基礎の設計法に限界状態設計法を導入しようとする気運が高まり, 杭基礎においてもその終局水平挙動を明確に把握することが必要となっている. 本報告では, 場所打ち杭の大変位水平載荷試験に関して3次元弾塑性有限要素法(GPILE-3D)¹⁾を用いて解析を行い, 単杭や群杭の砂質地盤での極限地盤反力に対して考察を行った.

2. GPILE-3Dの概要¹⁾

GPILE-3Dは杭要素を非線形弾塑性体とし, 杭中心に曲げを表現できるビーム要素を挿入している. 地盤材料は弾完全塑性体とし, 降伏規準をDrucker-Pragerの規準としてAssociated flow ruleを適用した. また連立方程式の解法には正解の得られる直接法であるLDLT法を用いた. 杭の非線形特性はM- Φ 関係を用いて表現しているが, 群杭の解析では軸力に応じたM- Φ 関係を採用している. さらに解析に用いるパラメータは, 主にN値から算定している.

3. 解析対象

本報告での解析対象は, 阪神高速道路旧梅田入路の場所打ち杭(杭径1m, 梅田杭と略称)¹⁾および, 阪神高速道路湾岸線岸和田大橋建設における仮設ベントに用いられた場所打ち杭(杭径1.2m, 岸和田杭と略称)²⁾に対して行われた大変位水平載荷試験である. 両載荷試験とも表層の地盤は砂質地盤(梅田杭: 4m, 岸和田杭: 11m)である. 本報告では, GPILE-3Dによって解析を行い¹⁾³⁾, 梅田杭および岸和田杭に関して極限地盤反力の検討を行った. 群杭に関しては, 岸和田杭のみ考察した.

4. 単杭の極限地盤反力

Fig.1には, 水平方向の応力分布から算定した梅田杭の地盤反力分布を示す. 荷重～変位関係から算

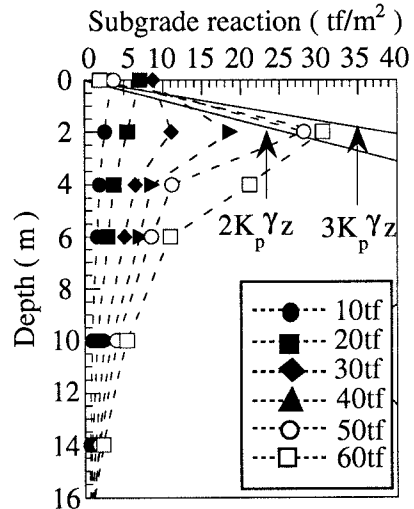


Fig.1 梅田杭の地盤反力分布(単杭)

Table 1 表層部の地盤定数とその決定法

(a) 梅田杭

	E (tf/m ²)	v	c (tf/m ²)	ϕ (°)
0 ~ 4 m	3000	0.333	0.0	34

(b) 岸和田杭

	E (tf/m ²)	v	c (tf/m ²)	ϕ (°)
0 ~ 11 m	2800	0.333	0.0	33.9

パラメータ
の決定法

E	E=200N (Sand) E=480c (Clay)
v	v=0.333 (Sand) v=0.380 (Clay)
c	c=0 (Sand) c= $\frac{q_u}{2}$ (Clay)
ϕ	$\phi=\sqrt{8(N-4)}+25$ (Sand) $\phi=0$ (Clay)

定した極限水平荷重は約60tfである. 図より極限地盤反力は, (1)式で算定したクーロンの受働土圧の2~3倍程度になることがわかる.

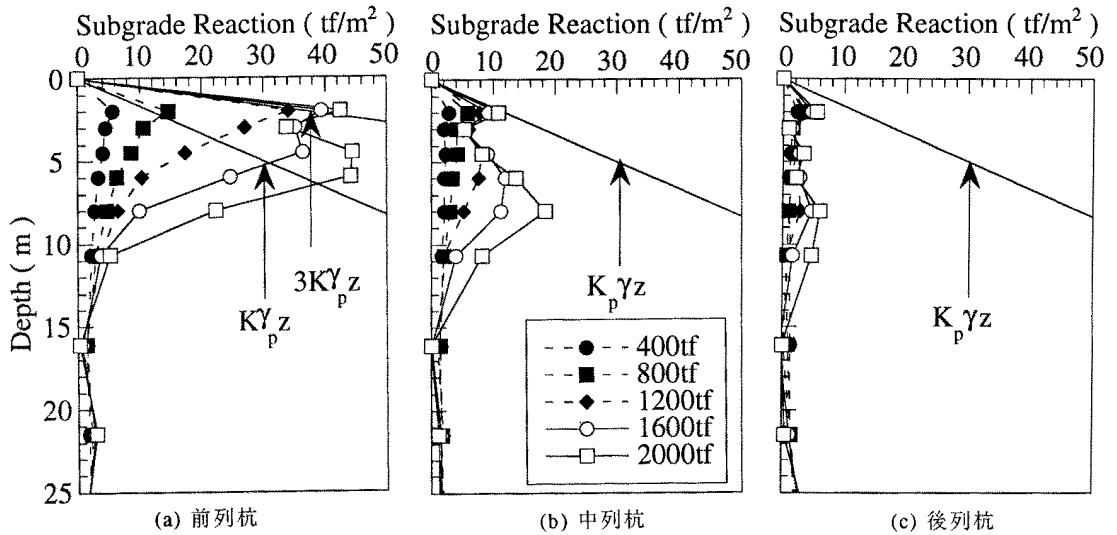


Fig.3 岸和田9本群杭の地盤反力分布

$$p_p = \gamma z \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = K_p \gamma z \quad (1)$$

ここに、 γ は土の単位体積重量、 z は深さ、 ϕ は土の内部摩擦角、 K_p はクーロンの受働土圧係数である。受働土圧算定に用いた表層部の地盤定数とその求め方をTable 1に示す。

つぎに、岸和田杭の地盤反力をFig.2に示す(極限水平支持力は約120tf)。極限地盤反力については、クーロンの受働土圧の2～3倍程度の値になり、梅田杭の場合とほぼ同じ結果となった。

以上より、地盤をバイリニアモデルで設定するような場合は、その極限地盤反力にはクーロンの受働土圧の2.5倍程度を取ればよいと言える。

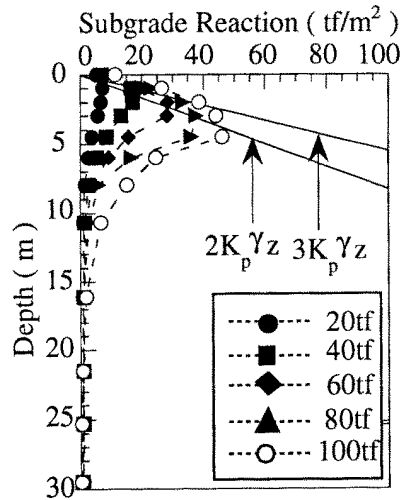


Fig.2 岸和田杭の地盤反力分布(単杭)

4. 群杭の極限地盤反力

Fig.3に岸和田の9本群杭の中心に位置する杭の地盤反力分布を示す。地盤反力の大きさは、前列杭 > 中列杭 > 後列杭となった。後列杭の地盤反力は、クーロンの受働土圧よりも小さな値となる。また中列杭では極限水平荷重2000tf载荷時において高々受働土圧程度である。一方、前列杭の極限地盤反力が受働土圧の約3倍になっていることから、前列杭が地盤反力に関しては単杭の挙動と類似した挙動を示すことがわかる。各杭の極限地盤反力の比は、前列杭から順に6:2:1であった。

5. まとめ

砂質地盤の場合、単杭の極限地盤反力は、クーロンの受働土圧の2～3倍程度となり、群杭でも前列杭は単杭と同等であるが、中列杭、後列杭となるに従い、前列杭よりかなり小さくなることがわかった。

***参考文献** 1)足立ほか：第29回土質工学研究発表会，pp.1583-1586，1994。2)石井ほか：第29回土質工学研究発表会，pp.1591-1594，1994。3)足立・木村・亀井・張：第30回土質工学研究発表会，1995(印刷中)。