

# 各種異形杭の砂中での周面抵抗特性

㈱ジオトップ 正会員 藪内貞男  
 同上 正会員 平山英喜  
 同上 正会員 山下啓明  
 同上 正会員 ○上紺屋 好行

## 1. まえがき

同じ条件の砂中での一連のモデル実験で、各種異形杭（コルゲート杭、テーパー杭、節杭）の周面抵抗のメカニズムについて、検討してきた<sup>1)~5)</sup>。本報では、これらの異形杭の周面抵抗応力  $f$  をまとめて比較し、各々の異形杭の特性を考察する。

## 2. 実験の概要

実験に用いた三軸加圧型実験土槽（内径158cm、高さ178cm）、砂（珪砂6号： $D_{50}=0.318\text{mm}$ ）、地盤作成法（サンドレイナー法、杭はほぼ理想的な埋込み杭として設置）、加圧条件（ $\sigma_v=1.0\text{kgf/cm}^2$ 、 $\sigma_h=0.5\text{kgf/cm}^2$ ）、載荷・計測方法の詳細については、文献<sup>1)</sup>を参照されたい。

本報で対象とする杭を、図-1にまとめて示す。周面抵抗応力  $f$  は、図に示した位置でのひずみゲージの値から算定している。節杭の杭径は、節部径の100mmを用いている。粗い直杭・テーパー杭は、付着砂により径が2.6mm大きくなっているため、それを考慮している。

モデル地盤は  $D_r=80\%$  で、標準貫入試験を実施した結果、 $N$ 値は10であった。

## 3. 各種異形杭の周面抵抗の比較

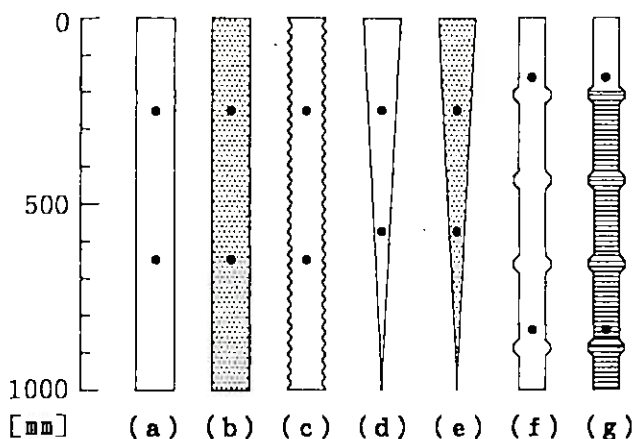
図-2は、図-1に示した各杭の周面抵抗応力-沈下量 ( $f-S$ ) 関係を、(a)  $S=100\text{mm}$  まで、(b)  $S=10\text{mm}$  ( $S/D=0.1$ ,  $D=100\text{mm}$ ) まで、示したものである。図を簡潔にするため、除荷・再載荷時のデータは省略してあるが、いずれの結果においても、再載荷時には先行荷重（プレロード）の約3/4までは弾性的で、1~2mmのきわめて小さな沈下量しか要しない。

図-2の右側縦軸には、 $f$  を地盤の  $N$  値により  $f[\text{tf/m}^2]=\alpha N$  で評価した時の係数  $\alpha$  ( $=f[\text{tf/m}^2]/N$ ) を示してある。ただし、モデル地盤の  $N$  値は10であるので、係数  $\alpha$  は  $f[\text{kgf/cm}^2]$  の数値と同じになる。

## 4. 考察

図-2より、直杭、テーパー杭、節杭のいずれも、杭周面を粗くしたもののほうが、周面抵抗応力  $f$  がかなり大きくなっていることが分かる。

図-1の各杭において、 $S/D=0.1$  の時の  $f$  は (a) < (b) = (c) = (d) = (f) < (e) < (g) となっている。このことより、埋込み杭の  $f$  には、摩擦係数（粗い直杭・コルゲート杭）< 摩



- (a) 滑らかな直杭: 外径100mm
- (b) 粗い直杭: (a)に実験砂を付着
- (c) コルゲート杭: 凸部外径100mm, 凹部外径95mm
- (d) 滑らかなテーパー杭: 杭頭径100mm
- (e) 粗いテーパー杭: (d)に実験砂を付着
- (f) 滑らかな節杭: 節部径100mm, 軸部径68.2mm
- (g) 粗い節杭: 杭周面に凹凸を有する<sup>5)</sup>

図-1 モデル杭

"Characteristics of shaft resistance of various shaped piles in sand"  
 S. Yabuuchi, H. Hirayama, H. Yamashita & Y. Kamikonya (GEOTOP Corporation)

擦係数と水平土圧の組合せ（粗いテーパ杭）  
 < 摩擦係数と支圧抵抗の組合せ（粗い節杭）、  
 の順に効果を発揮していることが分かる。

f の質に関しては、 $S/D=0.1$  の時の f は、  
 直杭・コルゲート杭ではピーク後の残留状態  
 であるのに対して、テーパ杭・節杭では増加過  
 程にある。特に、テーパ杭の場合は、沈下と  
 ともに f は漸増し続け、ピークは生じない。し  
 たがって、テーパ杭・節杭の f には、ねばり  
 強さがあり、安全率に余裕があると言える。

以上より、図-1 の異形杭において、non-  
 displacement型の杭として効果的な杭は、節部  
 下面の支圧抵抗と、節部直下の軸部の高圧下で  
 の摩擦係数の増加効果を有する粗い節杭<sup>4)5)</sup>  
 であると評価できる。一方、再載荷時の挙動から、  
 displacement型の杭として効果的な杭は、f に

ピークが生じず、プレロード時の沈下によって  
 側方土圧を増加させ<sup>2)</sup>、かつ大きい摩擦係数を  
 有する粗いテーパ杭であると評価できる。

現行設計基準類における場所打ち杭・埋込み  
 杭の f の算定式は  $f [tf/m^2] = N/5 \sim N/2$  であ  
 る。この下限・上限は、図-2 (b) の滑らかな  
 直杭・粗い直杭およびコルゲート杭の f のピー  
 ク値にほぼ対応している。これに対して、粗い  
 節杭の  $S/D=0.1$  の時の f は、N 値で表すと約  
 $1.0N [tf/m^2]$  で、上記算定式に比べると2~5倍  
 大きくなっている。したがって、粗い節杭の周  
 辺に礫等を充填する埋込み杭工法により、量・  
 質ともに優れた周面抵抗が期待できる<sup>6)</sup>。

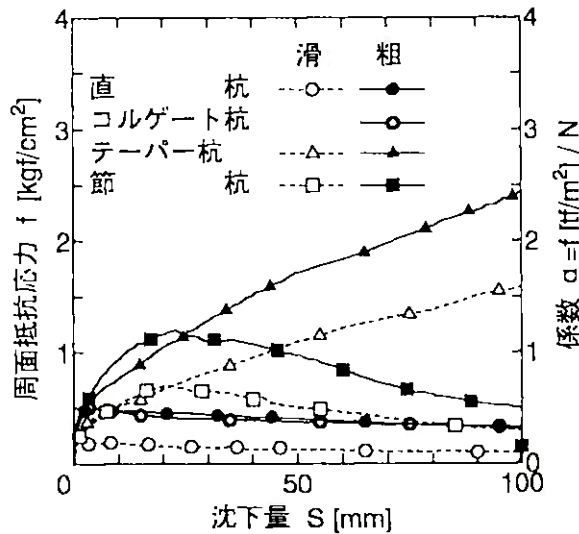
### 5. まとめ

本報で得られた結論を、以下にまとめる。

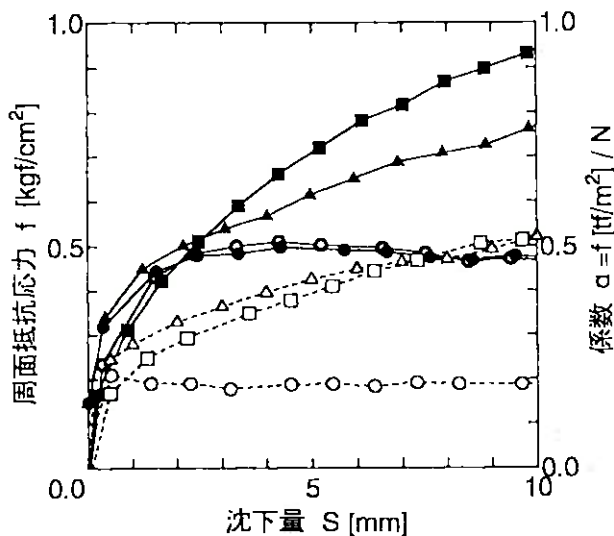
- ① 直杭、テーパ杭、節杭のいずれも、杭周  
 面の粗いものの方が、周面抵抗がかなり大きい。
- ② テーパ杭・節杭の周面抵抗には、ねばり  
 強さがあり、質の点でも優れている。
- ③ 図-1 の杭の中で、non-displacement型の  
 杭として最も効果的な杭は、粗い節杭である。
- ④ displacement型の杭として、f をより効果  
 的に発揮しうる杭は、粗いテーパ杭である。

### 参考文献

- 1) 藪内・平山・山下・上紺屋：砂中の節杭・  
 コルゲート杭のモデル実験，第26回土質工  
 学研究発表会講演集，pp.1351-1354，1991.
- 2) 平山・藪内・山下・染川：テーパ杭の周  
 面摩擦抵抗の円筒空洞拡大理論による解析，  
 第27回土質工学研究発表会講演集，pp.1581  
 -1584，1992.
- 3) 藪内・平山・山下・染川：コルゲート杭の  
 周面摩擦抵抗特性に関するモデル実験，土  
 木学会第47回年講Ⅲ，pp.908-909，1992.
- 4) 藪内・平山・山下・上紺屋：杭先端抵抗と  
 比較した節杭の節部抵抗，第28回土質工学  
 研究発表会講演集，pp.1775-1778，1993.
- 5) 藪内・平山・山下・上紺屋：砂中の節杭の  
 周面粗滑の影響に関するモデル実験，土木  
 学会第49回年講Ⅲ，pp.964-965，1994.
- 6) 藪内・平山・山下・上紺屋：周辺に礫を充  
 填した節杭の鉛直支持特性に関するモデル  
 実験（その1・その2），第29回土質工学  
 研究発表会講演集，pp.1475-1480，1994.



(a)  $S=100\text{mm}$  まで ( $S/D \leq 1$ )



(b)  $S=10\text{mm}$  まで ( $S/D \leq 0.1$ )

図-2 周面抵抗応力-沈下量 (f-S) 関係