

# III-512 模型杭の引抜き抵抗について

九州産業大学 正員 石堂 稔  
九州共立大学 正員 ○田中 邦博  
九州産業大学 正員 浜村 信久  
同 上 正員 松尾 雄治

## 1. はじめに

筆者らは、せん断強度の異なる粘土地盤に埋設した鋼管模型単杭による室内実験を行ない、押込み時と引抜き時の抵抗力の相違について概略報告した<sup>1), 2)</sup>。本文では、主に引抜き時の杭の挙動に焦点をあて、より詳細な実験結果の整理・報告を行うものである。

## 2. 実験概要

実験は、設置図および装置図（いずれも図-1参照）に示す様に、内径20cm、高さ50cmのモールドの中央に直径3cm、長さ50cmの鋼管模型杭（試験体）を、下端部はモールド外に露出させた状態で設置し、初期含水比120%程度の有明粘土（物理的性質は表-1参照）を30cmの厚さになるまで詰め込む。さらに、実験条件（表-2参照）に示す様に6種類の上載荷重（空気圧）で30日間（地盤強度が深さ方向に一定となる養生期間）圧密させた後、上載荷重を取り除き、歪制御（1mm/1min）方式で静的な単調加力試験を行った。地盤強度は、室内ベンセン断試験を行い、粘着力（ $C_u$ ）による評価を行った。なお、摩擦抵抗値は、試験体の自重を補正したものである。

## 3. 実験結果

①変位量（ $\delta$ ）と引抜き時の摩擦抵抗（ $f_t$ ）の関係（図-2参照）-地盤のせん断強度に関係なく、いずれの試験体も初期勾配（弾性的挙動）はほぼ同じで、摩擦抵抗が最大値あるいはそれに近い値を示す杭の変位量は10mm以内のものがほとんどである。また、地盤のせん断強度が大きい試験体では、引抜き荷重が最大値に達した後、さらに引き抜くと引抜き荷重が急激に低下し、せん断強度が小さいものは、引抜

表-1 物理的性質

| 試験項目 | 数 値    |
|------|--------|
| 比 重  | 2.62   |
| 粘土分  | 10.90% |
| シルト分 | 88.78% |
| 砂 分  | 0.32%  |
| レキ分  | 0 %    |
| 液性限界 | 85.9 % |
| 塑性限界 | 42.9 % |
| 塑性指数 | 43.0   |

表-2 実験条件

| 試験項目 | 鉛直荷重<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 養生期間<br>(供試体)                |
|------|-------------------------------|------------------------------|
| 引抜き  | 0.05・0.1・0.2<br>0.3・0.4・0.5   | 30day<br>(6L*2T*2S<br>=24P.) |
| 押込み  | (6ヶ-ス)                        |                              |

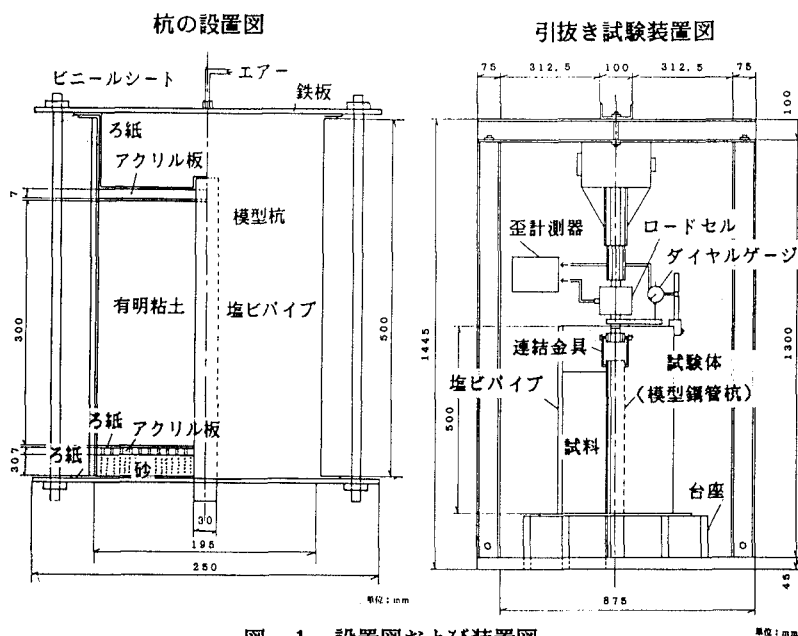


図-1 設置図および装置図

き荷重が最大値に達した後、さらに引き抜くとほぼ最大値を維持したまま変位量のみが増大する傾向にある。さらに、最大荷重時の状況については、表面が滑らかな鋼管杭を用いているため地盤の強度に関係なくすべり破壊は杭と粘土の接縁部で起こり、杭表面に粘土の付着はほとんど見られないが、試験杭周辺の地表面に押し広げられた若干量の盛り上がりりが杭周面から杭半径程度の広がりで見られた。

②粘着力( $C_u$ )と引抜き時の最大摩擦抵抗( $f_{tmax}$ )の関係(図-3参照)一総じて  $f_{tmax} < C_u$  の関係を示しているが、既往の実験報告<sup>3)</sup>にも見られるように、地盤の強度が小さい時には  $f_{tmax} \approx C_u$  の関係が成り立つようである。

また、最大摩擦抵抗は  $f_{tmax} \approx 0.1 \text{ kgf/cm}^2$  を上限値とし、地盤の強度がある一定の値(例えば、最大摩擦抵抗の上限値と同値前後の  $C_u \approx 0.1 \text{ kgf/cm}^2$ )以上を示しても、引抜き時の摩擦抵抗はそれ以上は増大しない。

③引抜き時の最大摩擦抵抗( $f_{tmax}$ )と押し込み時の最大摩擦抵抗( $f_{pmax}$ )の関係(図-4参照)一併せて実施した押し込み試験結果を基に、最大摩擦抵抗( $f_{max}$ )を粘着力( $C_u$ )で除したパラメータを用いて、両者の関係を見ると、実験データはかなり散在しているが、概略的な傾向としては、引抜き時と押し込み時とでは、粘性土の摩擦抵抗に地盤を緩める方向と締め固める方向に動く挙動の違いに起因すると考えられる差が認められ、 $f_{pmax}/C_u > f_{tmax}/C_u$  の関係を示す。

#### 4. まとめ

今回の実験結果によれば、データはかなり散在しているが、概略的な傾向として次のようなことが言える。すなわち、鋼管単杭の引抜き時の最大摩擦抵抗は、粘土の非排水せん断強度の大小に関係なく、 $f_{tmax} \approx 0.1 \text{ kgf/cm}^2$  を上限値に持つ傾向にある。また、 $f_{max} \approx \alpha C_u$  の関係をとると、総じて  $\alpha < 1$  となるが、地盤のせん断強度が  $C_u \approx 0.1 \text{ kgf/cm}^2$  より小さいときにはほぼ  $\alpha \approx 1$  となる傾向にある。

- 参考文献 1)石堂ら：粘土地盤中の杭の周面摩擦力について，土木学会西部支部研究発表会(1990.3)，  
 2)石堂ら：杭の摩擦抵抗について，第25回土質工学研究発表会-(1990.6-投稿中)，  
 3)三浦ら：粘土地盤における摩擦杭の支持力に関する実験，土木学会西部支部研究発表会(1988.3)，

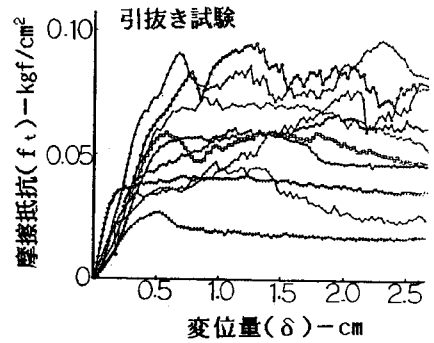


図-2  $\delta$  と  $f_t$  の関係

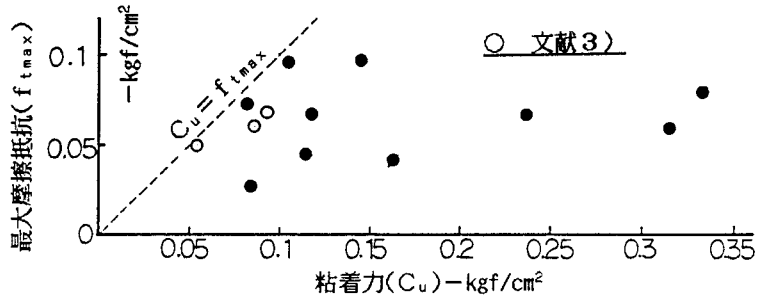


図-3  $C_u$  と  $f_{tmax}$  の関係

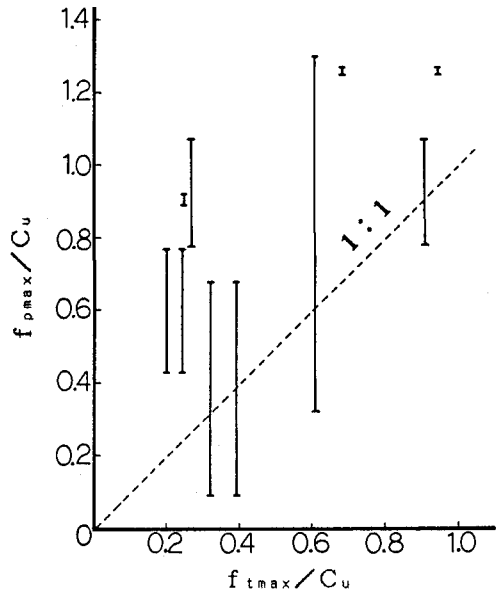


図-4  $f_{tmax}/C_u$  と  $f_{pmax}/C_u$  の関係