

粘土地盤における摩擦杭の支持力に関する実験

一杭材料による周面摩擦力の違い一

佐賀大学理工学部 学○田中幸夫 正 三浦哲彦 学 持田末男
九州農業試験場 正 中村六史

1. まえがき

粘土地盤中に摩擦杭を使用する場合、杭周面の摩擦力を粘土の非排水せん断強度として設計の中にとりいれられてきたが¹⁾、超鋭敏な有明粘土地盤においても同様の考え方で設計してよいのかどうか不明な点が多い。本研究は前報での実験を引き継いで²⁾、再圧密及び乱した有明粘土を対象に、モールド内及び土槽内で木杭、コンクリート杭、鋼管杭の引抜き試験を行い周面摩擦抵抗を調べたものである。

2. 試料および実験方法

使用した試料は、佐賀市郊外の蓮池地区の深さ2mの位置で採取した有明粘土（比重 $G_s=2.625$ 、初期含水比 $w_0=129\%$ 、液性限界 $w_L=116.9\%$ 、塑性限界 $w_p=38.6\%$ ）である。

(1) モールドを用いた引抜き試験：図-1に示すような内径 $D=29\text{cm}$ のモールドに、直径 $d=5\text{cm}$ の杭と、撈拌機で十分練り返し含水比 $w=150\%$ に調整した粘土を入れ 0.3kgf/cm^2 で10日間圧密した。木杭と鋼管杭の二種類の杭を用い、速度 0.5mm/min のひずみ制御で杭を上部へ引抜く実験を行った。試験終了後、モールド内より乱さない粘土を取り出して一軸圧縮試験を行った（ケース1）。次に、鋼管杭の表面粗さを変えるために水ペーパーを張付し含水比 $w=100\%$ に調整し練り返した直後の粘土に対して杭の引抜き試験を行った。この試料の非排水せん断強度は室内ベーンせん断試験より推定した（ケース3）。

(2) 土槽内での杭の引抜き試験（図-2）：広さ $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 、深さ 1.0m の土槽に有明粘土を打設し、 0.1kgf/cm^2 の荷重を加えて約2ヶ月間圧密した。その後、三種類の杭（木、鋼管、コンクリート）を貫入し1日経過してから、速度 0.5mm/min のひずみ制御で 5cm 引抜いた。杭先端部で発生する負圧を防止するために、あらかじめ杭にはビニールチューブを埋め込んでおいた。杭の引抜き試験終了後、深さ方向に土槽内より乱さない試料を取り出し一軸圧縮試験を行った（ケース2）。

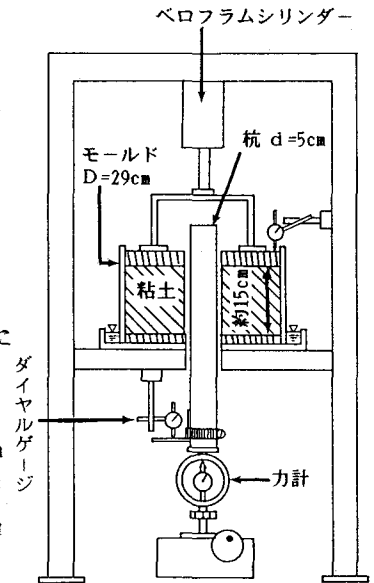


図-1 摩擦測定装置

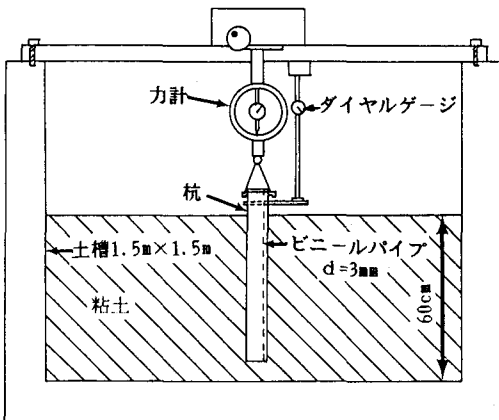


図-2 土槽内での引抜き試験装置

表-1 モールド及び土槽での引抜き試験条件

ケース	杭径 d (cm)	記号	杭の種類
ケース1 (モールド)	d=5cm	▲	木杭
		●	鋼管杭
ケース2 (土槽)		△	木杭
		□	コンクリート杭
		○	鋼管杭
ケース3 (モールド)		●	鋼管杭(滑)
		●	鋼管杭(中粗)
		●	鋼管杭(粗)

鋼管杭(中粗)はCC280C_uの水ペーパーを張付
鋼管杭(粗)はCC100C_uの水ペーパーを張付

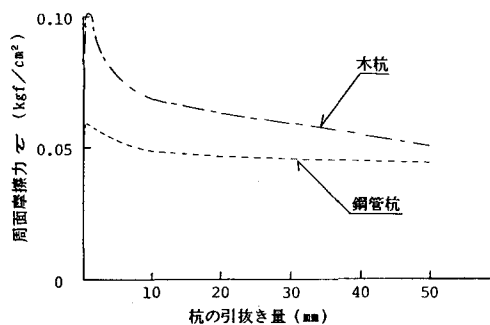


図-3 杭の引抜き量と τ の関係(モールド)

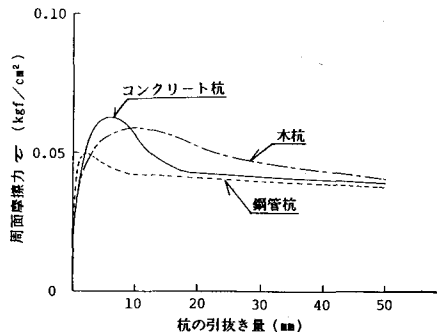


図-4 杭の引抜き量と τ の関係(土槽)

3. 実験結果及び考察

(1) ケース1(モールド): 図-3は、木杭と鋼管杭における引抜き変位量と周面摩擦力 τ の関係を示したものである。最大周面摩擦力 τ_{max} は、木杭の方が鋼管杭の場合に比べて約2倍近く大きくなっており、引抜き初期の段階で最大値を示している。試験終了後の両杭の表面を観察してみると木杭は一定の厚みで粘土が付着しているが鋼管杭の方はそれがほとんど認められなかった。これは木杭が杭表面から少し離れた部分の粘土中で滑りが生じていることを示しており、鋼管杭では杭表面と粘土との接触面で滑りが生じていることを表している。

(2) ケース2(土槽): 図-4は杭の引抜き変位量と周面摩擦力 τ との関係であり最大周面摩擦力 τ_{max} を比べると、モールドと同様に鋼管杭が木杭、コンクリート杭より低い値となっている。ここでも杭と粘土の付着の割合が、大きく働いていると考えられる。このことは木杭、コンクリート杭では、引抜き時に杭周辺の粘土の隆起が見られたが、鋼管杭では隆起は僅かであったことから推察される。

(3) ケース3(モールド): 図-5は、縦軸に最大周面摩擦力 τ_{max} と各々の粘土の非排水せん断強度 Cu の比をとり滑、中粗、粗の三種類の鋼管杭について比較したものである。実線は繰り返した直後に試験を行ったもので粗、中粗は1に近い値を示しているが滑は約0.65である。また破線の方は、同じ杭を用いて10日間圧密した後に試験を行ったものであるが、実線と同様の結果が現れている。このことより杭表面の粗さは周面摩擦力 τ に対する大きな影響要因の一つであることがわかる。

(4) 図-6は、圧密した試料から一軸圧縮試験より得られた粘着力 Cu と、最大周面摩擦力 τ_{max} の関係を示している。同図より木杭、コンクリート杭の最大周面摩擦力 τ_{max} と粘着力 Cu には、ほぼ $\tau_{max} \approx Cu$ の関係があると考えられる。また、鋼管杭については $\tau_{max} \approx 0.7Cu$ の式で代表される。

4. 結論

(1) 有明粘土地盤における木杭、コンクリート杭の摩擦特性は、 $\tau_{max}/Cu \approx 1$ で表される。鋼管杭の場合 $\tau_{max}/Cu = 0.5 \sim 0.7$ の範囲内にあると考えてよい。

(2) 杭周面の粗さは周面摩擦力 τ に大きく影響しており、ある一定の粗さ以上の場合には杭の材質によらず $\tau_{max}/Cu \approx 1$ の関係が認められる。

最後に、本研究の杭表面粗度に関し御指導頂いた佐賀大学農学部甲本達也先生に深く感謝の意を表します。

5. 参考文献 (1) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・下部構造編IV, 1980. 5. (2) 三浦, 持田, 中村: 有明粘土地盤における摩擦杭の支持力機構に関する基礎実験, 土質工学シンポジウム, pp39-42, 1987, 11