

浸透力を用いた杭の相似模型実験法の開発（その2）

～杭の押込み・引揚支持力実験～

中央大学理工学部 正会員 國生 剛治 原 忠
学生会員 ○石川 和也 尾崎 慎一郎

1. はじめに

従来、杭の水平支持力や引き揚耐力の実験の多くは、遠心模型実験を用いて行ってきた。しかし、特殊な装置ゆえに手軽に実験を行えないなどのいくつかの問題点を含んでいる。そこで、本研究では、より手軽な、浸透力を用いる杭の模型実験の開発を目指している。模型地盤のみについての本実験装置の有用性は別途報告している¹⁾。本報では、模型地盤中に杭を設置し、杭の押込み、引揚による模型杭の支持力を調べた実験結果について述べる。

2. 実験方法

図-1は実験装置の概略図を示す。内径 300mm、高さ 600mm のアクリル製円筒セルの中に模型地盤を作製し、それに下向きの浸透力を加える。内部にはシンフレックスチューブが杭周辺の間隙水圧を計測するために取り付けられている¹⁾。また杭上端部に取り付けられているロードセルで杭全体にかかる鉛直荷重を測定することができる。杭の押込み、引揚は6回転で1mm変位するハンドルを用いた。鉛直かつ一定の高さに設置されるようにリングと下げ振りを用いて杭の据え付けを行う。杭は直径10mm、長さ250mmの真ちゅう製で、円筒セル底面と杭先端とは押込み試験の際は7cm離し、引揚試験の際は2.5cm離して設置した。また杭上端部はヒンジと接合されていて、曲げを受けにくい構造になっている。

杭の設置後に水を張り、地盤作成にかかる。模型地盤には実験時間を長くさせるために、シルト粒径の石粉を用いた。地盤作成後に、実験装置上部に取り付けられたレギュレーターを用いて、150kPaのセル圧を加えた。その後、下部の排水口を開けて浸透圧密を起こし、水圧が一定になる圧密終了まで時間をおいてから、杭の実験にかかった。

表-1に実験ケースを示す。case1～3を押込み試験、case4～6を引揚試験とした。ここで V は押込み・引揚速度、 Dr は圧密後の相対密度、 L は圧密後の石粉の高さ、 ρ_{sat} は石粉の密度、 $\rho_m (=i\rho_w + (\rho_{sat} - \rho_w))$ は模型地盤のみかけの密度²⁾を示している。すべてのケースで杭の押込み、引揚試験は変位を $\pm 4\text{cm}$ とした。

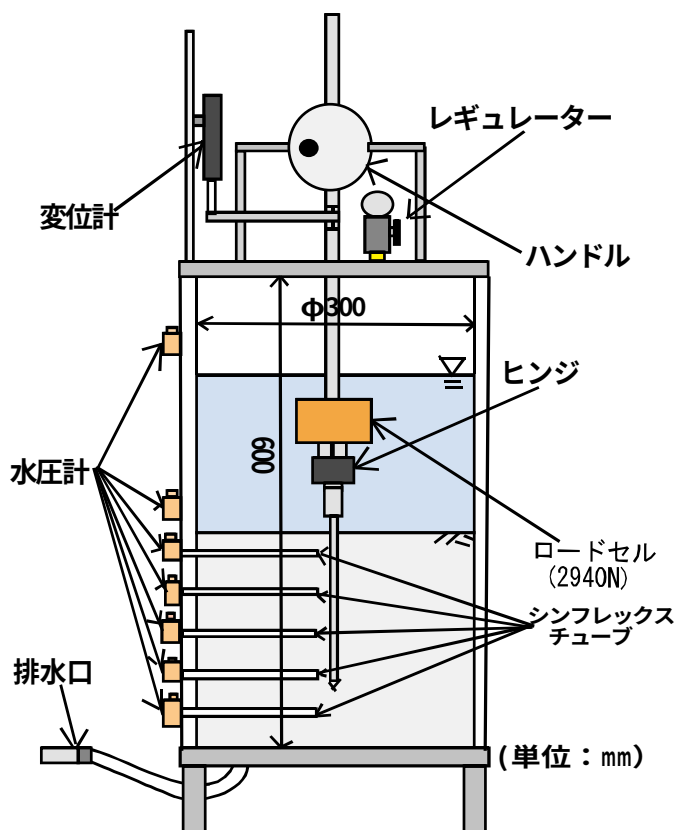


図-1 実験器具概要

表-1 実験ケース表

case	1	2	3	4	5	6
$V(\text{mm/s})$	0.333	0.166	0.083	0.166	0.083	0.042
$Dr(\%)$	85	86	86	86	88	84
$L(\text{mm})$	264	262	263	263	260	266
$\rho_{sat}(\text{g/cm}^3)$	1.96	1.97	1.96	1.96	1.97	1.95
$\rho_m(\text{g/cm}^3)$	57.77	58.22	57.99	57.99	58.69	57.38

キーワード 浸透力、動水勾配、模型実験、杭、相似則、透水係数

連絡先 中央大学理工学部土木工学科土質研究室 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel03-3817-1799

3. 実験結果と考察

図-1 は押し込み・引揚前後の模型地盤高さと間隙水圧の関係を示したものである。この図から、杭押し込み・引揚前後による間隙水圧勾配の大きな変化は見られない。case1～6 のすべての実験ケースにおいて、杭有の水圧分布は杭無に比べて、各チャンネルにおいて小さい水圧を示した。その理由は現時点で不明であるがそれでも水圧の線形性は損なわれておらず、模型地盤としての有用性を示していると言えよう。

図-2 は case1～3 の押し込み力と変位の関係を示したものである。押し込み速度に関係なく、変位が増えるにつれて、ある一定の値に漸近していることがわかる。変位 35mm 付近から、押し込み力が再上昇しているが杭先端が円筒セル底面に近くなることによる影響と考えられる。これらのデータについて、双曲線近似により求めたカーブと変位 $\rightarrow\infty$ での漸近値を R_{max} として図-2 に示した。この結果から、押し込み速度が極限支持力に与える影響は、今回の速度の範囲ではほとんど無いことがわかる³⁾。

図-3 は case4～6 の引揚力と変位の関係を示したものである。変位 10mm までの範囲では、case4～6 はある一定の値に漸近する曲線を描いた。これから見る限り、引揚速度が遅いほど荷重は小さくなる傾向が見られる。しかし、case5 では変位 21mm 付近で間隙水圧勾配の線形性が乱れたので、その時点で実験を中止した。また case6 では変位 10mm 付近で再び引揚力の勾配が増加したが、その原因については現在検討中である。したがって杭の引揚速度の違いによる引揚力の変化傾向については、現段階ではまだ判断することができない。

4. まとめ

- ① 杭を模型地盤中に設置すると、杭無の時より同じ高さでの間隙水圧が下がる傾向が表れるが、杭の設置区間での水圧の線形性はほぼ保たれる。
- ② 杭の押し込み実験において、押し込み力は今回の押し込み速度の範囲ではほぼ一定である。
- ③ 杭の引揚実験において、引揚速度の違いによる、引揚力の変化傾向を判断することはできなかった。

<参考文献> 1) 國生, 原ら: 浸透力を用いた杭の相似模型実験法装置の開発 (その 1), 2004 (投稿中) 2) 帯刀, 島崎ら: 浸透力を利用した杭載荷実験, 第 12 回土質工学研究発表会, pp683～686, 1977 3) 山本稜威夫: 杭の先端支持力, 土と基礎, pp.87～92, 1980

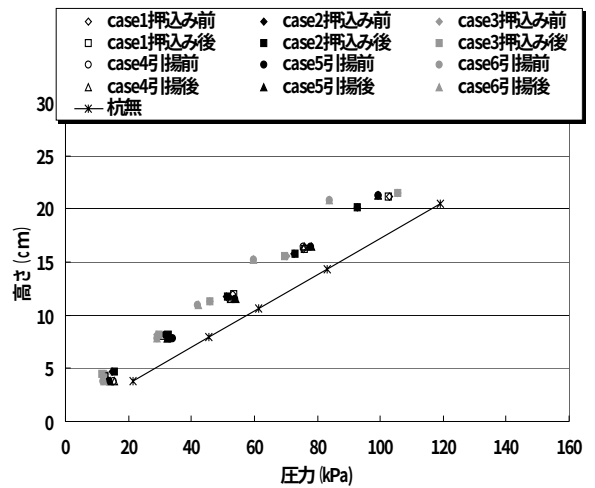


図-1 押し込み・引揚前後の模型地盤高さと水圧の関係

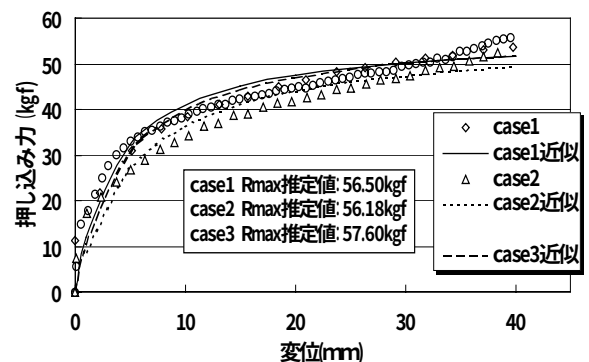


図-2 case1～3 の押し込み力と変位の関係

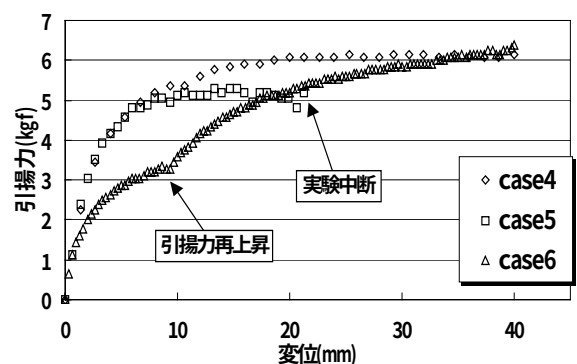


図-3 case4～6 の引揚力と変位の関係