

(Ⅲ-49) 杭本体の挙動に着目した杭の先端部分載荷試験

関東学院大学 ○学 望月宏紀 熊谷秀樹
日建設計 中瀬土質研究所 正 片上典久 正 斎藤邦夫

1. まえがき 杭の押し込み試験は、杭の支持力を確認するための最も直接的な方法であるが、載荷装置や複数の反力杭を必要とし、コストや時間が問題となる。このデメリットを解決するため提案された方法の一つが先端載荷試験である。この試験法は、杭体の先端部分に載荷ジャッキを取り付けて周面摩擦力と先端抵抗力を互いに相反させ、杭の支持力を求めるものである¹⁾。しかし、地盤条件や杭長によっては、周面摩擦力が先端抵抗よりも極端に小さい場合がある。この場合、地盤の支持力を過小に評価することになる。この弱点を克服するために、杭先端の載荷寸法を杭本体よりも小さくした、いわゆる先端部分載荷試験が実施されている²⁾。しかし、杭先端部分での支持挙動について十分吟味されているわけではない。本研究では、先端部分載荷試験における先端部の支持挙動と杭本体の挙動に着目した実験を砂の遠心加速度場で行ったので報告する。

2. 実験方法 本研究では、杭本体($\phi=30\sim100\text{mm}$)と先端部($\phi=30\text{mm}$)を独立させて先端部のみを載荷し、杭本体の挙動と先端部の支持力特性に着目する。

今回の実験で用いた模型杭の詳細を図-1に示す。載荷ロッド・外管は共にアルミニウム製である。外管の底面には、載荷中に作用する応力を計測するために圧力センサーを設置した。ただし、直径(ϕ)が60mmの外管には2箇所(A, B)、 $\phi100\text{mm}$ の場合には4箇所(A~D)の圧力センサーをそれぞれ設置した。載荷ロッドの底面にはサンドペーパーを貼り付け「粗」の状態とした。また、外管の周面にはグリスを塗布しメンブレンを貼り付け周面摩擦力を無視できるように処理した。実験は表-1に示す3種類の条件で行った。

実験には、空気乾燥した豊浦砂地盤を使用した。豊浦砂の物性値を表-2に示す。模型地盤は、空中落下法により相対密度が90%になるよう次のように調整した。まず、容器の底面から層厚230mmの地盤を作成、地表面を整形する。そこに模型基礎を設置し、さらに所定の根入れを有するまで試料を落下投入して最後に地表面を整形する。

以上のように作成した模型地盤に載荷装置を取り付け、杭本体には沈下挙動を把握するための有効計測長2mmのギャップセンサーを配置して、図-2のようなシステムを構成させた。これを30gの遠心加速度場に置き最大推力50kNのジャッキを用いて載荷試験を実施した。

3. 実験結果ならびに考察 支持力実験の結果を荷重-沈下関係にし、まとめて図-3に示す。なお、沈下量は基礎直径で正規化した。同図によると、全ての実験条件で荷重の増大に伴い沈下量も増加し、その傾きがCase1は $S/B=20\%$ 付近

で、Case2, Case3は $S/B=15\%$ 付近から徐々に緩くなり、明瞭な破壊荷重が表れない局所せん断破壊の挙動を示している。Case2, Case3の基礎は、概ね同じ荷重-沈下関係を示している。しかし、外管のないCase1に比べると、例えば $S/B=10\%$ の荷重はCase1で3MPaに対し、Case2, Case3で1.5MPaとなっており、Case1の半分程度の支持力である。さらに $S/B=50\%$ では、Case1で6.6MPaに対し、Case2, Case3で3.8MPaとなっており、Case1のやはり7割程度小さい

キーワード: 杭 遠心模型実験 鉛直載荷試験 砂地盤

連絡先: 日建設計中瀬土質研究所 TEL044-599-1151 FAX044-599-9444

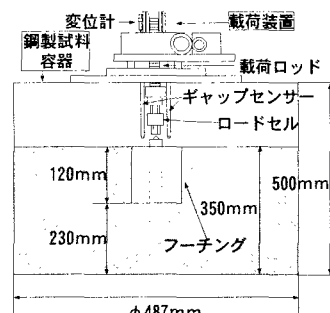
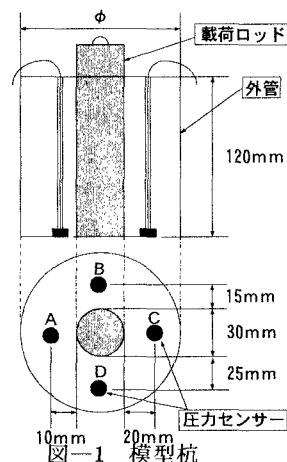


図-2 実験システム

表-1 実験条件

実験番号	基礎幅 ϕ (mm)
Case1	30 (外管無し)
Case2	60
Case3	100

表-2 豊浦砂の材料特性

土粒子密度 (g/cm^3)	2.652
平均粒径 D_{50} (mm)	0.181
最大乾燥密度 (g/cm^3)	1.642
最小乾燥密度 (g/cm^3)	1.334

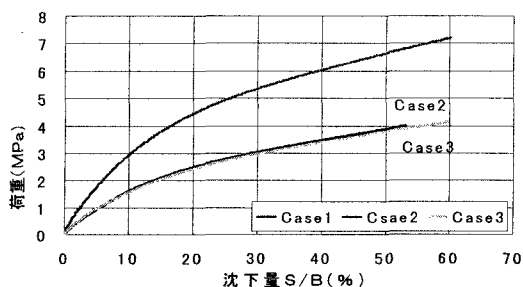


図-3 荷重-沈下関係

値を示す。このように、外管を有する場合には、外管のない場合に比べ相対的に小さな支持力となる。そこで外管の影響との関係を明らかにするため、外管の挙動に着目する。

荷重-外管の沈下関係を図-4に示す。Case2の外管は、荷重と同時に沈下し $S/B=15\%$ 付近で 0.275mm 沈下する。しかし、その後は、荷重に伴う沈下は $S/B=50\%$ までで 0.400mm である。また Case3の外管は、荷重と同時に沈下し $S/B=15\%$ 付近で 0.200mm 沈下し、 $S/B=35\%$ 付近で 0.248mm 沈下したが、 $S/B=50\%$ 付近では 0.245mm と外管の上昇が生じた。Case2, Case3 共に、荷重初期の $S/B \geq 15\%$ 程度までは顕著な沈下が認められ、 $S/B \leq 15\%$ ではほとんど変化しないか、逆に上昇する。

次に、外管の底面に設置した圧力センサーの応答について検討する。荷重-外管底面の圧力応答関係を Case2 は図-5に、Case3 は図-6に示す。Case2, Case3 共に、荷重と同時に A 点、B 点の応答は、 2MPa までは減少する。しかし、Case2 の圧力は、その後上昇した。これに対し、B 点よりも円周方向に位置する Case3 の D 点の応答は荷重と同時に増加している。ただし、C 点の応答は荷重後、多少圧力が減少するが荷重試験中に大きな挙動は見られなかった。

以上のように、荷重と共に外管が変位することが明らかになった。そこで、Case3の実験終了後に基礎直下の地盤の変形状況を観察した。この状況を図-7に模式化して示す。同図と基礎直下の圧力応答ならびに外管の沈下から次のような挙動が考えられる。すなわち、荷重と同時に荷重ロード周辺部分の地盤が沈下し、それに伴い外管がずれ込み、沈下する。また、荷重ロード周辺部分の沈下により、外管底面の内側部分から、ロード先端にかけて地盤が引き込まれる。これらの現象は Case3 の A 点、B 点の圧力が減少し、D 点の圧力が上昇している事からも類推できる。

4. 今後の検討課題 今回の実験では、外管を有する場合には、先端部分の支持力が低下することが確認

された。しかし、このメカニズムについては、詳細を明らかにすることが出来なかった。今後は、根入れ深さをパラメーターにした検討をおこない、支持力の発揮メカニズムについての検討を実施する必要がある。

参考文献 1): 小椋仁志 他、杭の簡易荷重試験法の基礎的検討、杭の鉛直荷重試験方法および支持力判定に関するシンポジウム、pp1~6、1991.9. 2): 斎藤淳 他、砂礫層に支持されたくいの先端荷重試験(その3)、第29回地盤工学研究発表会、1994.6.

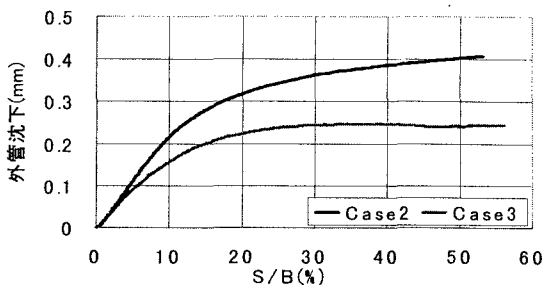


図-4 荷重-外管沈下関係

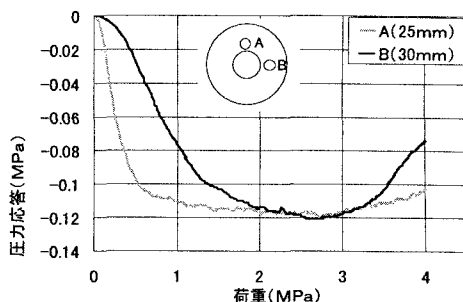


図-5 荷重-圧力応答関係 (Case2)

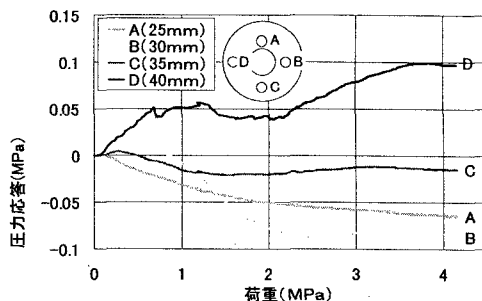


図-6 荷重-圧力応答関係 (Case3)

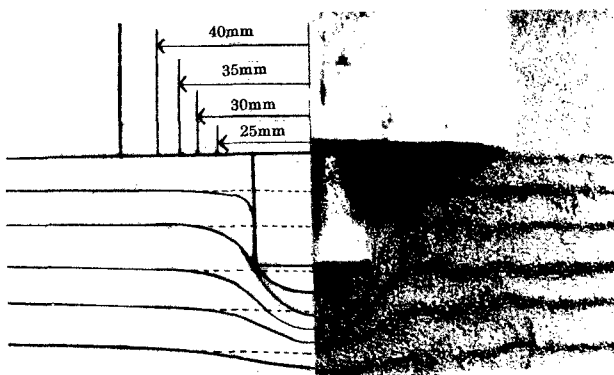


図-7 変形挙動