

(Ⅲ-22) 上向き浸透を受ける砂地盤の浅基礎の支持力特性

中央大学理工学部土木工学科 学 ○ 半田 陽介 五十嵐 裕之
中央大学 正 斎藤 邦夫
(株) 日建設計中瀬土質研究所 正 片上 典久 西村 正人

1. はじめに

東京、大阪をはじめとする大都市圏では地下水が大量に汲み上げられ、数十mに及ぶ水位低下と共に著しい地盤沈下が発生した。そのため、地下水の利用規制が種々設けられ、近年に至ってはかなりの地下水位復帰が認められるようになった。

したがって、大規模な根切り工事を伴う場合、根切り深さによってはその底部に上向きの浸透力が作用する事も予想され、地盤の支持力に不具合を来す懸念もある。

そこで、本研究では地盤の支持力に及ぼす浸透流の影響に着目し、これを応力の相似則を満足する遠心模型実験によって調べた。

2. 実験概要

模型砂地盤の作成には豊浦砂を用いた。同砂の工学的特性を表-1に示す。砂地盤は、直径 300 mm、深さ 500 mm の円形容器内にふるいを用いた空中落下法により、相対密度が 90% になるように作成し、また、吸引機により層厚 L が 256 mm、その表面が水平になるように成形した。

模型基礎は、直径 50 mm の円形基礎で、基礎の底面に豊浦砂を貼り付け「粗」の状態とした。

载荷装置は、電動駆動式で、载荷速度は 2mm/min である。模型基礎の载荷重はロード先端に取り付けたロードセルによって検出した。また、载荷装置のロードの貫入量を変位計によって計測し、それを模型基礎の沈下量とした。

地盤内に上向き浸透流を発生させる原理は、スタンドパイプを図-1 のように容器に接続し、砂地盤表面に対する水位差 Δh を一定に保つことで再現した。その際、円形容器内の砂地盤に上向き浸透流の片寄りが起きないように容器底面に多孔板を配して工夫した。スタンドパイプには直径 150 mm の円形容器を用い、給水時の水の衝撃を分散させるようにした。

実験は、地表面の遠心加速度を 36G に設定し、飽和地盤つまり動水勾配 0.0 ($w-1$ 、 $w-2$)

の支持力実験、上向き浸透流 ($i=0.1$) を与えた地盤の支持力実験($i-1$)の2条件を行った。

3. 実験結果ならびに考察

キーワード：砂地盤 上向き浸透 浅い基礎 支持力 動水勾配

連絡先：東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 地盤環境研究室

表-1 豊浦砂の工学的特性

γ_s (kN/m ³)	26.0
e_{max}	0.99
e_{min}	0.61
均等係数 U_c	1.275
D_{50}	0.162

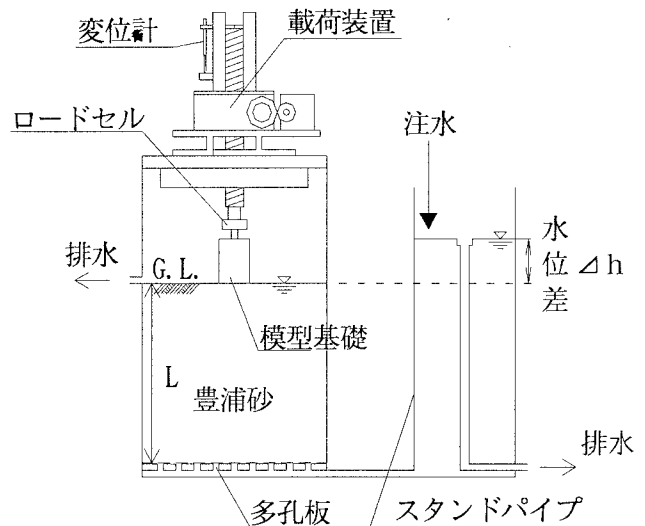


図-1 実験装置概略図

水平な表面を有する砂地盤の支持力は、次のように表すことが出来る。

$$q_u = 1/2 \gamma B N_\gamma \quad \dots (1)$$

すなわち表面載荷による極限支持力 q_u は、基礎幅 B 、支持力係数 N_γ ならびに地盤の単位重量 γ の関数である。せん断抵抗角 ϕ' が地盤の飽和や浸透流によって変化しないものとすれば、 N_γ ならびに B は一定であるから支持力は地盤の単位重量 γ の大きさに依存する。

$$\text{飽和時単位重量: } \gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \dots (2)$$

$$\begin{aligned} \text{浸透時単位重量: } \gamma_{\text{seep}} &= \gamma' - i \gamma_w \\ &= \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w (1 + i) \quad \dots (3) \end{aligned}$$

と書き表すことが出来る。したがって、表面載荷における両条件下の支持力を比べると

$$\begin{aligned} [q_u]_{\text{seep}} / [q_u]_{\text{sat}} &= (\gamma' - i \gamma_w) / \gamma' \\ &= 1 - i \cdot \gamma_w / \gamma' \quad \dots (4) \end{aligned}$$

となって、支持力は動水勾配 i の大きさと共に減少することとなる。砂が乾燥状態にある場合の支持力に比べ飽和させた場合のそれは、 $2/3$ になる事は別報¹⁾ に示す通りである。

図-2 は飽和時 ($i = 0$) ならびに浸透時 ($i = 0.1$) の支持力実験結果である。ただし、沈下量 S は基礎幅 B で割り基準化した。荷重～沈下関係はいずれも良く似た形状となっている。すわち、載荷初期の弾性的挙動から次第に塑性化し、顕著さに欠けるがピーク値を示しつつ、以降荷重が漸増している。

乾燥時の地盤特性を初期状態とした時、飽和、浸透を経験する地盤では、有効応力の減少を伴うことから一般に過圧密的な傾向を帯びるものと考えられる。したがって、より顕著なひずみ軟化挙動が現れるものと当初予想していた。しかしながら、模型基礎に作用する浮力の影響を考慮して図-2の結果を見る限り、むしろひずみ硬化型の荷重～沈下関係に近い形状となるのがわかる。

また、(4) 式を参照しながら、飽和時と動水勾配 $i = 0.1$ の上向き浸透を与えた場合の支持力を対比させると、それぞれの条件下における単位重量が表-2 のようになることから、計算上およそ 10% 程の違いとなる。

一方、表-3 に示す飽和地盤で実測された 2 ケースの支持力値を平均すると 1.21MPa となるのに対し、上向き浸透を与えた場合のそれは約 1.0MPa であり、実測値同士の比較においては約 15% の差となり、やや大きめ目の値となった。

現段階では、まだまだ上向き浸透が支持力に与える効果を総合するのに至っていない。今後、実験条件、実験回数を増やし、しっかりと現象を把える中で合理性のある結果を得たいと考えている。

[参考文献]

- 1): 五十嵐ら：地下水位上昇に伴う根入れを有する基礎の沈下挙動、平成 13 年度土木学会関東支部提出中
- 2): 片上 典久、斎藤 邦夫：地下水の上昇に伴う砂地盤中の基礎の支持力・沈下に関する実験的検討、第 33 回地盤工学研究発表会、pp1305-1306、1998

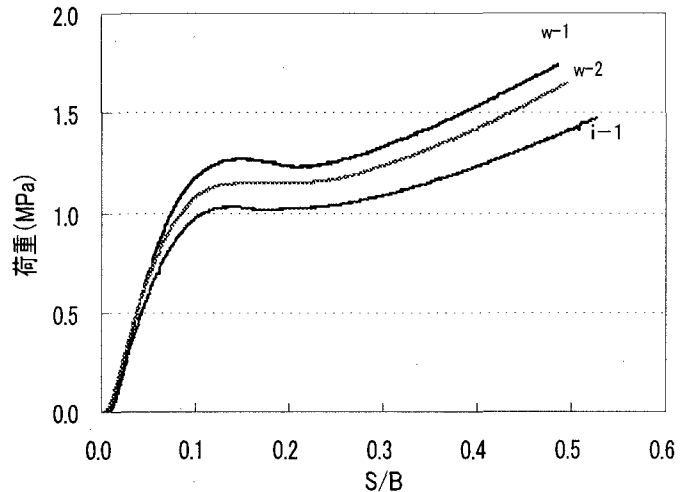


図-2 荷重～沈下関係

表-2 単位体積重量

実験番号	γ_d (kN/m ³)	γ (kN/m ³)
w-1	15.8	9.8
w-2	15.8	9.8
i-1	15.7	8.8

表-3 極限支持力

実験番号	極限支持力 (MPa)
w-1	1.27
w-2	1.15
i-1	1.03