

III-67 透水流のある砂地盤の支持力実験 (第一報)

佐田建設 正会員 ○岩下 清二
 宇都宮大学工学部 正会員 日下部 治
 宇都宮大学工学部 正会員 横山 幸満

1. はじめに

砂地盤中に上向き透水がある場合の直接基礎の支持力は、塑性域内での平均的動水勾配を i として

$$q = (\gamma' - i \gamma_w) B N_\gamma / 2 \quad (1)$$

となるといわれている。¹⁾ これは、透水力の影響は 土の有効重量の変化のみに限り、 N_γ を規定する ϕ の変化には及ばないとの考え方に立脚している。式(1)で $\gamma' = i \gamma_w$ となる地盤はパイピング状態となりもちろん支持力値はゼロとなる。液状化前に観察される水みちの形成、土塊の不均質挙動などの事実を考えるとパイピング状態が生じるまで動水勾配 i の増大につれ支持力値が直線的に減少するとする式(1)のような現象が現実には生じているとは考えにくい。有効応力の減少により土粒子骨格に変化が生じ(1)で予測されるよりさらに大きな支持力低下が生じる可能性も考えられる。このことは ゆるい砂地盤上構造物の地震時(完全液状化には至らない場合)の沈下量を見積もる上でも重要なポイントとなる。

本報告は、小型模型実験を用いたゆるい飽和砂上の帯基礎の支持力実験結果の第一報である。

2. 小型模型実験

実験は長さ800mm幅200mm深さ400mmの鋼製容器を用いて、二次元平面ひずみ条件下で行った。容器下部に、透水層として粒径2.00~4.76mmの粗いレキを50mm厚に敷きつめ、その上に煮ふつにより飽和度を高めた豊浦砂を用いて、水中落下法により $D_r = 30\%$ 、層厚240mmの砂層を作成しモデル地盤とした。下部レキ層に連なる水槽を用いて所用の動水勾配を与えた。レキ層の透水係数は砂層のそれに比べ100倍以上であり均質な上昇流が砂層に生じていることは色素を用いて確認した。載荷箱下部に幅50mm厚さ41mmの亚克力板をおき、その上部をバックを用いて空気圧により載荷を行った。砂層表面にはラテックス製のバックを介して空気圧で0.1 kgf/cm² のサーチャージを与えた。実験システムの概略を図-1に示す。実験は、動水勾配を6種類 ($i = 0, 0.06, 0.13, 0.21, 0.35, 0.44$) にかえて、計17回行った。図-2に、 $i = 0.21$ のケースについての荷重強度~沈下量曲線を示したが、実験の再現性はかなり良いことが認められよう。

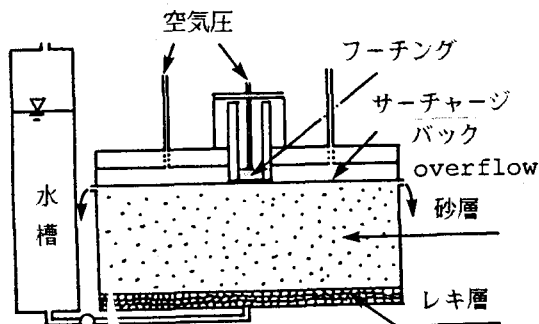


図-1

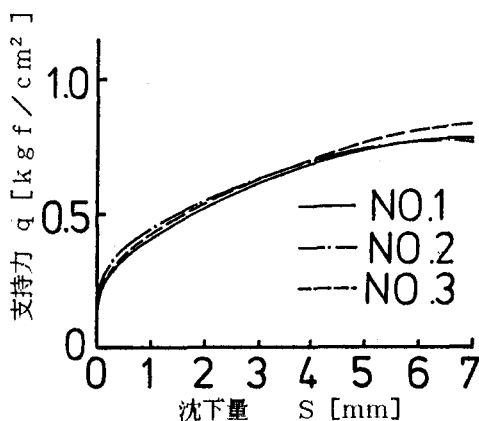


図-2

3. 結果と考察

図-3に6種類の動水勾配についての代表的荷重強度~沈下量曲線を示した。予想された通り、動水勾配

配の増大につれ、支持力値が減少し、 $i=0.35$ では透水流が存在しない場合に比べ約2.5割程度まで減少している。砂地盤がゆるい事、又、応力制御で載荷実験を行ったため明瞭なピークは現れなかったため沈下、基礎幅比 $S/B=0.10$ の点での値をもって極限支持力と見なし、以後のデータ整理を行った。

i の増大に伴う支持力値の減少傾向を示す為に、各極限支持力値を $i=0$ の場合のそれで基準化した値（ q_i/q_0 ）と動水勾配 i の関係を図-4に示す。

豊浦砂の平面ひずみ圧縮試験を行った木村ら²⁾のデータを外挿すると $Dr=30\%$ で ϕ がほぼ 30° 程度となる。ヒルのメカニズムを用いて上界値計算を行い

$$q = \gamma B N_\gamma / 2 + P_0 N_q \quad (2)$$

の形に整理し、ここに $\phi=30^\circ$ 、 $P_0=0.1\text{kgf/cm}^2$ を代入して計算すると、図-4中の実線の様になり、実験値と大きくかけはなれてしまう。

内田ら³⁾は、三軸供試体に上向き浸透流を与えて三軸圧縮試験を行っているが、破壊時の σ_1'/σ_3' は i の増大と共に直線的に減少する結果を得ている。この結果を適用し、仮に

$$\phi = 30^\circ - 30^\circ \times i$$

として再び(2)式を計算してみると図中の×印の如くなり、今回の実験とおどろくほどよく一致する。

このことは、透水により ϕ も変化し、その結果式(1)あるいは式(2)の N_γ 、 N_q も変化すると考えた方が現象を理解しやすいことを示している。この傍証として、比較的大きい動水勾配による透水履歴をうけたモデル地盤の中の間げき水の流速は、履歴をうけない場合よりかなり大きい事が観察された。即ち、透水により水みちなどが形成され、土骨格自体に変化をきたし、その結果として ϕ の値が減少したと考えられよう。

4. おわりに

今回報告したものは $Dr=30\%$ とかなりゆるい砂地盤であり、実際に構造物を載せるような地盤ではない。今後、相対密度及びサーチャージ圧を変化させた一連の実験を継続し、支持力ばかりでなく変形挙動についても調べる予定である。なお、今回用いた実験装置の大部分は東工大土質研究室よりご援助をいただいたものであり、中瀬・木村両教授に厚く感謝する。

5. 参考文献

- 1) 土質工学ハンドブック：第9章 支持力
- 2) 木村ら（1982）：土木学会論文報告集 第319号
- 3) 内田・村田（1981）：土木学会論文報告集 第310号

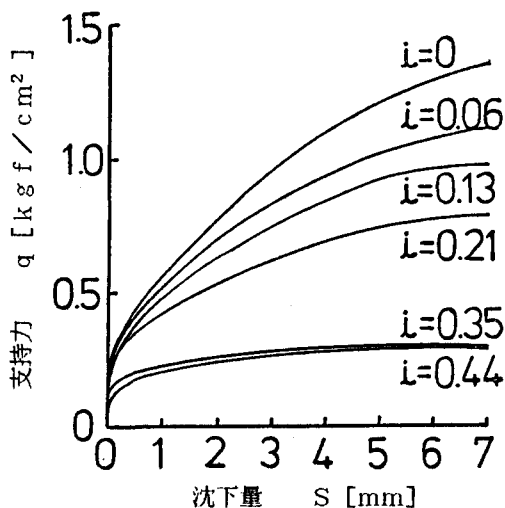


図-3

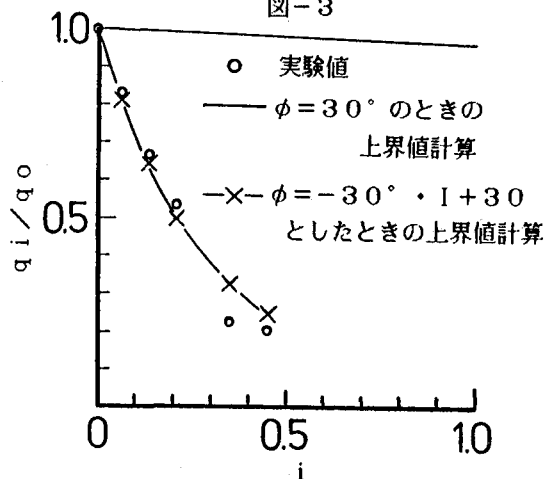


図-4