

大阪市立大学 工学部 正員 ○望月秋利
大阪瓦斯 正員 中島一夫

1. まえがき Terzaghi博士¹⁾が塑性的なつり合いから提案した浅いフーチング基礎の支持力公式は、種々の補正項が加えられ現在一般公式として広く用いられている。その後極限荷重に関して実験的、塑性力学的にも検討が加えられているが、変形挙動をも含めた解析は少ない。そこで、たゞ相似な地盤条件、載荷幅、応力状態の下で実験をおこない、支持力強度、変形挙動について検討した。

2. 実験方法 1) 試料 試料には相馬標準砂を気乾状態で用いた。この試料の主な材料特性を表-1にまとめる。φ_dは大型改良型一面圧断機(D=10cm)を用いて求めた。

表-1 主な材料特性

土質 名称	G _s	D ₁₀	D ₆₀	U _c	e _{max}	e _{min}	C _d	φ _d
SW	2.631	0.42	0.45	1.10	0.848	0.606	0	35.5°

ii) 締固め方法 模型砂地盤は、①全層にわたって均質な土粒子構造を有すること②変位測定用の標点の設置が容易であること③供試体の応力履歴が明確であること④供試体の再現が容易であること、の4つを満足することが望ましいと考え、くり返し薄い層を重ねては、静的に圧縮する締固め方法を採用した。なお層の厚さは載荷幅に比例させた。締固め後の平均体積比は1.70で相対密度は61.2%である。(表-2参照)

iii) 実験方法 幾何学的相似の位置における地盤内の応力状態と同じにして支持力特性の相似性について検討を加えるため、加速度×載荷幅を一定にした。すなわち載荷幅3, 4, 6cmに対して加速度比を106.6G, 80G, 53.3Gに選び、平面ヒズミの状態で行った。遠心力装置についてはすでに報告しているので詳細は省略する。実験方法は、まず供試体を回転アームの先端にとりつけ所定の加速度場に達した所で油圧ジャッキを用いて載荷する。載荷速度は0.57mm/minで、載荷板の底面にサンドペーパーを貼りつけ「粗」の状態で行った。載荷荷重の測定はロードセルを、また沈下量の測定は差動トランスを用い連続記録をおこなった。また載荷中の変形挙動を調べるため地盤中に標点150~200個を埋め込み、載荷板沈下0.25mmごとに写真を撮影した。

このフィルムを新たに試作したX-Y座標読取装置に写し出し、標点の位置を測定し電算機を用いてヒズミの分布を計算した。標点の読み取り精度は0.01mmまで可能であるが、今回の実験では±0.02mm程度の精度と考えられる。

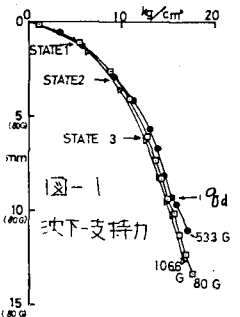
3. 実験結果 i) 支持力強度 図-1は沈下～支持力曲線で沈下の単位は80Gの結果を基準にしたもので、他の2つには相似比を乗じ相似な位置で支持力強度を比較できるようにした。

表-2 実験条件

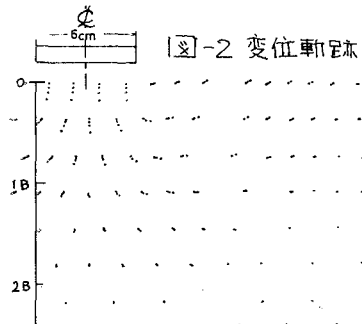
載荷 幅B	加速 度比	f	締固め の 応力	締固め の 層数
6	53.3G	1.70	8%	4
4	80	1.70	8%	6
3	106.6	1.70	8%	8

表-3 Terzaghi式との比較

加速度	φ _d	Terzaghi (φ _d)		φ _d /φ _d General	φ _d /φ _d Local
		General	Local		
53.3G	15.4	12.6	3.6	1.22	4.28
80	15.0	12.6	3.6	1.19	4.17
106.6	14.8	12.6	3.6	1.17	4.11



これらは供試体内の応力レベルが高いことなどにより局部せん断破壊の典型的な曲線を示した。極限支持力ははっきりでないので、支持力が再び増え始める図-1中のφ_d点をそれとした。支持力強度の違いは少ないが、53.3Gの結果がわずかに大きい傾向を示した。Terzaghi式で得られる極限支持力との比較を表-3に示す。実験では明らかに局部せん断破壊が生じているのに、極限強度はむしろ全せん断破壊の値に近い。しかしこの実験を重力場に置き換えると、極限支持力は3.2m幅のフーチングが約70cm沈下した時に生ずるという結果になり、局部



セン断破壊を起こす場合の支持力の取り方には今後検討を加えていく必要があると考える。

ii) 変形の挙動 図-2は53.3Gの結果について、図-1に示す原点とSTATE-1~3の標点の軌跡を重ね合わせてプロットしたものである。標点は載荷板下を中心に両側方に移動し、地表では隆起している。また肉眼で移動が判断できる範囲は、水平方向に載荷幅の3倍、鉛直方向に2.2倍の範囲であった。図-3,4は標点の移動を各々の写真から読み取り、主ヒズミとその方向、そしてセン断ヒズミの大きさの分布を示したものである。変形は載荷板付近が最も大きく、そこから球根状に広がっており典型的な局部破壊の形態を示している。また荷重下の土くさびは観察されなかった。またSTATE-3において γ_{max} の分布が両端付近で上方に向かっているのわかる。また変形はほぼ対称である。図-5(1)~(3)は載荷板中央で α 、 β 方向のヒズミの分布を深さ方向に対して(単位は載荷幅B)示したものである。 E_y の分布はすべての段階でほぼ相似な形を示した。一方 E_x の分布は53.3Gの場合、深さ1Bの範囲に集中し、STATE-3ではヒズミは18%に達する。これに対し、106.6Gの場合は深さ約2Bの範囲におよび、大きさは10%前後であった。 E_x の相似性が満足されない理由として、この実験では材料の相似性が満足されていない、土の変形特性がその絶対距離に影響を受ける等が考えられるが、今後この問題についても検討していきたい。

謝辞: 終始御指導頂いた三笠正人教授、高田助手(当研究室)に感謝の意を表します。

- 1) Terzaghi: Soil Mechanics in Engineering Practice (1948)
- 2) Ko & Davidson: Bearing Capacity of Footing in Plane Strain, ASCE (1973)
- 3) 三笠・平林: 連心力装置による模型支持力実験, 第22回土木学会講演会 (1967)
- 4) 三笠・高田: 砂質土の構造とセン断強さについて, 第25回土木学会講演会 (1970)
- 5) 三笠・高田: 粘土地盤の支持力実験, 第6回土木工学研究発表会 (1971)

