

III-64

遠心力载荷装置を用いた斜面肩の支持力実験

中央大学理工学部 (正) ○ 六角浩司
(正) 藤井斉昭
日本道路公団 (正) 横山好幸

1. はじめに

近年、我国の道路事業が山岳部へ展開される傾向にあるが、これにともない傾斜地盤における段切り基礎の支持力機構など、新たな問題がいくつか提起されてきている。本研究はその中でも基本的な問題として、一様な砂地盤から成る斜面の法肩における帯基礎の支持力を取り上げた。この種の斜面上基礎の支持力問題については、これまでに多くの実験的あるいは解析的な研究報告がなされているが、まだ多くの点が未解決である。特に、傾斜地盤での土の自重が支持力におよぼす影響について不明な点が多い。本研究では自重効果を正しく発揮できる遠心力载荷装置を用い、一定の含水比状態に保たれた傾斜砂地盤モデルで帯基礎の载荷実験を行なうとともに、モデル地盤内の変形状を詳しく調べた。

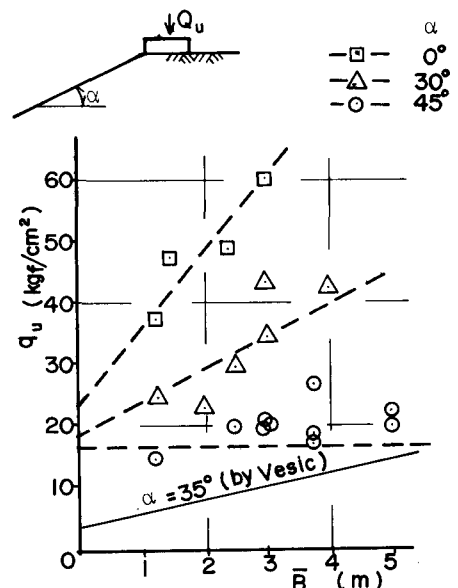
2. 実験方法と試験条件

実験に用いた試料容器は、内寸法が横500 × 幅100 × 深さ300mm で、側壁の一部がガラス張りになった剛性の高いものである。また、実験に用いた試料は含水比が4%となるように、予め調整した豊浦標準砂である。モデル地盤の作成手順は先ず、この砂を一定量、試料容器内に水平にならして入れ、その上からバイブレーターで一様に締め固めた。次に、締め固め層厚が10mmになるように締め固め直後の砂表面を削り取り、ここにX線写真用の鉛マーカーをセットした。この表面に再び一定量の砂を敷きならして入れ、所定の高さになるまで上記の作業を繰り返した。このようにして締め固められたモデル地盤より斜面を切り出すには、斜面成形ガイドを用い、表面をできるだけ乱さないように慎重に行なった。

支持力実験は水平地盤、および傾斜角が30°と45°の斜面をもった三種類のモデル地盤で行ない、モデルフーチングには底面を粗にした幅50mmのものを用いた。フーチングへの载荷は一定の遠心力を作用させた状態で、鉛直方向荷重をフーチング中央に球座を介して加えた。このため、载荷にともなうフーチングの回転は生じ得る。一方、载荷にともなうモデル地盤の変形状を知るため、载荷試験の前後でモデルのX線写真を撮り、予め埋設してある鉛ターゲットの位置を調べた。なお、これまでの研究で小さい基礎幅のモデルでは基礎の寸法効果現象の著しいことが知られているため、基礎幅が少なくとも1m以上の実物基礎に対応した実験になるよう、ここではモデルに25G から100Gの範囲で一定の遠心力を作用させた。

3. 試験結果

図-1は本実験で得られた極限支持力 q_u と等価基礎幅 $\bar{B}$ の関係を示したものである。この等価基礎幅とはモデルの相似則に従い、モデルフーチングの寸法 B_m (=50mm)と遠心力 NG の積、 $\bar{B} = N \times B_m$ として表され、実物のフーチング寸法に相当するものである。ここで先ず、水平地盤($\alpha=0^\circ$)に対する実験値に着目すると、実験値は図中のほぼ直線上にあり、Terzaghiの支

図-1 $q_u - \bar{B}$ の関係

持力を考えると、この直線の傾きは $\gamma N_f/2$ で、直線の $B=0$ における切辺は $c \times N_c$ で表される。そこでこれらの値よりモデル地盤の強度定数を逆算すると、 $\phi' = 42^\circ$ 、 $c' = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$ が得られた。

一方、モデル地盤と同じ密度で、支持力実験のときに相当するような応力レベルで求めた、試料砂の三軸圧縮試験による内部摩擦角は $\phi_i' = 38^\circ \sim 39^\circ$ であった。ところで、この種の二次元モデル実験では平面ひずみ試験で得られた内部摩擦角 ϕ_p' を解析に用いるこ

と、および $\phi_p' = 1.1 \phi_i'$ としてよいことがこれまでの研究で知られている。従って、図-1の実験値から逆算した ϕ' は ϕ_p' に相当するもので、三軸試験の値と比較して矛盾したものではない。

さて、斜面肩にあるフーチング基礎のように、地盤表面が傾斜しているときの基礎の支持力は、一般的な支持力式の各項に係数 ξ を乗じた、次式の形でよく表される。

$$q_u = c N_c \xi_c + q N_q \xi_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \xi_\gamma \quad \text{----- ①}$$

これらの係数は地盤の傾斜 α の関数として与えられ、塑性解をもとにしたVesicらの提案がある。図-1には $\alpha = 30^\circ$ に対するVesicの計算値を示してあるが、実験値に較べ甚だ小さい。ここではむしろ、次式による方が実験の結果とよく一致していることが、この図から知れる。

$$\xi_{\gamma c} = 1 - \tan \alpha, \quad \xi_{q \gamma} = 1 - 2\alpha / (\pi + 2) \quad \text{----- ②}$$

なお、上式による解は基礎底面にPrandtl型の破壊形態を考えた時の、上界値にはほぼ匹敵するものである。また、図-1において $\alpha = 45^\circ$ の場合は基礎幅によらず q_u の値がほぼ一定、即ち土の自重による支持力項の作用しないことが、実験的にも確認された。

図-2から4は $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ におけるモデル内の変位ベクトルを、それぞれのX線写真から求めたもので、図中にはこれらのベクトルから推定されるすべり線を破壊で示した。この図で明らかなように、 $\alpha = 30^\circ$ の場合は水平地盤($\alpha = 0^\circ$)のときに近い破壊形態をとり、斜面表層近くの変位ベクトルで水平面より約 40° 上向きである。これに対して $\alpha = 45^\circ$ の場合には、モデル内の変位ベクトルはすべて下向きで、円弧すべりのような破壊形態となっている。また、斜面勾配が 30° と 45° のすべての実験ケースを比較してみると、フーチングの中心に鉛直荷重を載荷していくとき、 $\alpha = 30^\circ$ ではフーチングはほぼ鉛直方向に近く貫入されていくのに対し、 $\alpha = 45^\circ$ では載荷の早い段階からフーチングが傾く場合が目立った。このことは上記の破壊形態の違いからも首肯され、特に $\alpha = 45^\circ$ の場合はフーチングの傾きによって不安定な破壊形状を示すため、実験値にバラツキの大きいこともうなずける。

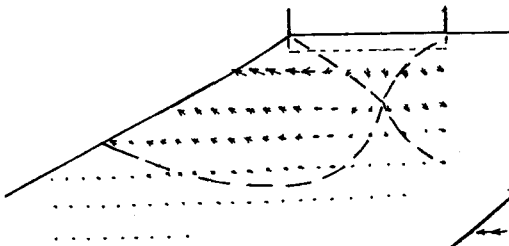


図-3 変位ベクトル ($\alpha = 30^\circ$)

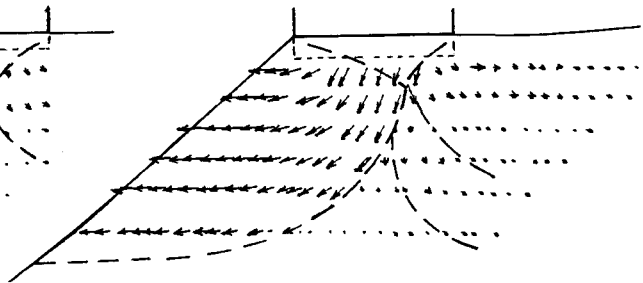


図-4 変位ベクトル ($\alpha = 45^\circ$)

- 参考文献； 1) 木村他，土木学会論文集，319号 1982， 2) 赤井他，土質研究発表会，1983
3) 山口他，土質工学研究発表会，1982