

建設省工本研究所 正会員 杉崎光義  
 " " " 浅沼秀弥  
 " " " 塩井幸武

1. はじめに

道路構造物の直接基礎は一般に、水平力と鉛直力の合力である傾斜荷重を常時うけている。傾斜荷重に対する浅い基礎の支持力については、Meyerhof, Sokolovsky, Terzaghi などの理論があるが、必ずしも実験結果との対比が明らかにされていない。そこで、砂地盤上に設けられた直接基礎に関する模型実験を行ない、荷重の傾斜を考慮した場合の地盤の極限支持力の実験結果と理論値の比較検討を試み、以下に報告する。

2. 実験方法

実験は、高さ1m、巾20cm、長さ14mの水槽内に乾燥砂を一定層厚5cmごとにバイテレーターで締め固めて作成した模型地盤上にコンクリート製の基礎模型(巾2cm、長さ0.2m)をセットし、図-1に示す傾斜荷重試験装置で、傾斜角 $\mu$ の正接を0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6の5ケースに変化させて試験を行った。載荷荷重の測定は、ひずみゲージ式ロードセルにより検出し、模型の変位は、模型の上面および後面中央に変位計をセットして測定した。

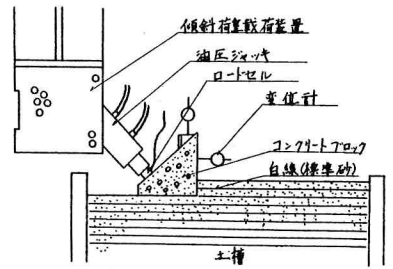


図-1 試験装置

また、内部変位(すべり線)の様子を知るために標準砂を図1のように縦ス5cm間隔に敷きアクリル板壁面を通して試験前と試験後に写真に撮らせた。

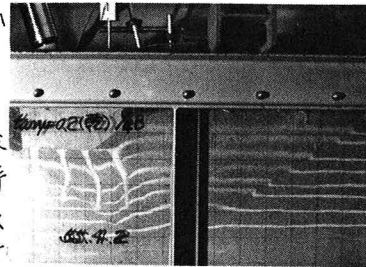
写真-1

表-1 地盤定数

実験ケースは、荷重傾斜  $\tan \mu$  を5ケース、根入れ  $D_f$  を0, 1/4B, 1/2Bの3ケースとした。

3. すべり線の形状

写真-1に、 $\tan \mu = 0.2$   $D_f = 0$  の場合の実験終了後の地盤変位を示すが、荷重を受けた直接基礎の破壊時における撓弾性的くさび、受働領域、遷移領域の形成の様子がよく分かる。これらの写真から判断してすべり面を主働くさびと受働くさびおよびそれに換えられる対数螺旋線から成りとする理論的仮定が妥当であると言えよう。



測定項目	結果
内部摩擦角 $\phi$ (三軸試験)	44°
内部摩擦角 $\phi$ (一面四面試験)	50°
粘着力 $c$ (%)	0
乾燥密度 $\rho_d$ (%)	1.6
相対密度 $D_r$ (%)	80
比重	2.66

図-2は、 $\tan \mu = 0.2$ 、 $D_f = 0$  の場合の実験によるすべり線を表したものであるが、領域Ⅲのすべり線が水平面となす角度は使用した砂の三軸圧縮試験結果より得られた内部摩擦角 $\phi$ (44°)より算出した角度とほぼ一致するが、領域ⅠおよびⅡの形状は、同じ $\phi$ を用いて底面が完全に粗であると仮定して求めたすべり線形状とはかなり異なり、内部摩擦角を33°と仮定した場合のすべり線形状に対応する。

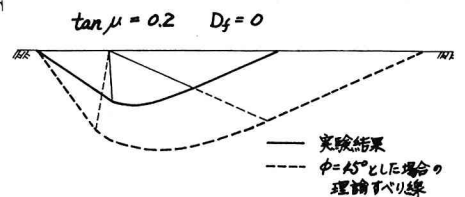


図-2 すべり線

このこと、他の実験ケースにも共通しており、領域Ⅲの受働域のすべり線が水平となす角は、すべり面が粗い場合においてもほぼ45°- $\phi$ となつており、主働領域、遷移領域においては自重を無視した地盤に対する理論的すべり線形状よりもかなり扁平となった。Meyerhof は基礎底面の粗度により基礎直下の撓弾性

くさびの底角が変化することを報告しており、この影響とも考えらる。表-1す、各実験ケースについてすべり線の形状を示す特性値を表わしたものである。

表-1

Df	tan μ	α	β	L
0	0			73
	0.2	30	23	45
	0.3	24	21	36
	0.4	26	24	43
	0.5	19	23	24
	0.6	14	25	21
1/4 B	0.2	35	30	53
	0.3	29	25	60
	0.4	18	23	43
	0.5	16	24	36
	0.6	10	21	34
	1/2 B	0.4	20	29
0.5		16	27	50
0.6		15	28	44

4. 支持力

基礎底面が完全に粗である場合の自重のない地盤の支持力を Kötter 解により求め、これに自重のある場合のくさびの極限約合により求めらるる支持力を合算することにより極限荷重が得らるると仮定した場合、荷重の傾斜を考慮した支持力公式は下記のように表わされる。

$$q_{\sigma} = C N_c + \gamma D_f \cdot N_q + \frac{\gamma B}{\lambda} N_r \dots (1)$$

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi \sin (\lambda \eta - \phi)}{1 - \sin \phi \sin (\lambda \eta + \phi)} e^{2 \lambda \eta \tan \phi}$$

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$N_r$  = Sokolovsky の方法による数値解

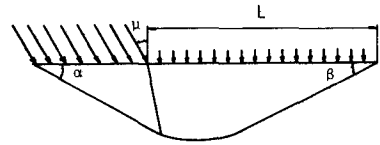
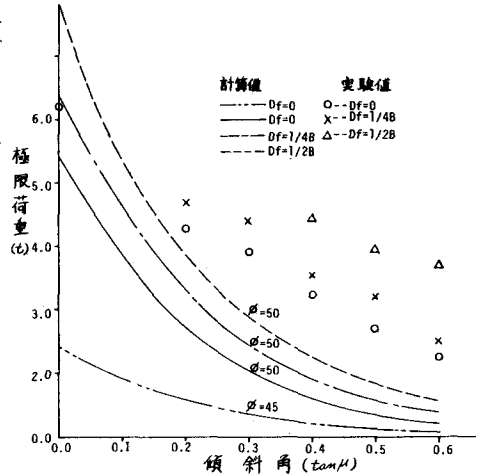


図-1す、この方法で求めた基礎模型の支持力と実験結果を対比したものであり、三軸圧縮試験による内部摩擦角 φ を用いて算出した支持力より若干に大きい値を示していることがわかる。Bishop や Bear-Ladanyi の鉛直載荷の場合について平面ひずみ状態で内部摩擦角を約 10% 大きいとすれば理論値と実験値が良く一致すると報告しているので、φ を 10% (一面せん断試験による φ') と仮定した場合の理論値とも対比した。この図より傾斜荷重載荷の場合、荷重の傾斜角が急になるとともに、実験結果が理論値より過大となる傾向にあることがわかる。



5. 根入れの影響

根入れの影響は、式-(1)に示されるように根入れ部のせん断抵抗を無視した場合根入れ深さで比例するが、実験結果を見ると Df=B/4 の場合の上載荷重による増加支持力は理論値にほぼ一致しているが、Df=B/2 になるとかなり過大の結果を示し、根入れが大きい場合上載土部分のせん断抵抗を無視し得ることを示している。

図-1 実験値と計算値の関係

6. まとめ

今回の実験により、傾斜荷重が作用する場合の浅い基礎の支持力の算定においては、すべり面が従来の考えらるるすべり線よりかなり偏平となり、また、支持力も(1)式で計算される値より過大なものとなることが判明した。今後この原因を明らかにすべく、理論的、実験的検討を加えていく予定である。

参考文献

Meyerhof The Bearing capacity on Foundations under Eccentric and Inclined Loads.  
 Sokolovsky Statics of Soil Media  
 A. R. Junikins Mechanics of Soils