

名城大学 ○ 清水 泰弘
名古屋大学 川本 勝万

1. まえがき

斜面上基礎の支持力は、種々の荷重に対する安定解析を通じて算定される。そして、この安定解析には現場の基礎データとして地形状態、工学的地質および水理学的地質の状態、構造物による荷重や地震力などが必要である。一般に基礎地盤の安全率の問題を考えると、地盤のモデル化、荷重状態、地盤内応力の評価、破壊に対する地盤の抵抗強度の評価等が考慮の対象になるが、とくに問題となるのは破壊様式とそれに伴う安全率の算定である。斜面の安定解析の方法として、すべり面法や剛塑性理論に基づく支持力計算式が適用される場合には、粘着力、内部摩擦角、有効載荷幅、天端余裕幅、斜面傾斜角などをパラメータとして支持力を求めるのに便利のように図表が作成される。これらのパラメータの内、天端余裕幅と支持力についての関係は現在まであまり研究されていない。

本研究では、斜面上に設置された直接基礎の支持力機構および斜面地盤の破壊様式を明らかにする目的で三次元模型実験と有限要素を用いた三次元弾性解析を行ない、検討したので報告する。

2. 三次元模型実験

この斜面上基礎の支持力の実験は、左右対称であることから $1/2$ 断面の模型を考えることにした。その模型形状は、幅×奥行×高さが $250 \times 600 \times 290 \text{ mm}$ の大きさで図-1に示すようである。模型の作成は次のようにして行なった。図-1に示すような周囲が鋼製の土槽に一層の厚さを約 6 cm になるよう、 10 kg の角形の weights で5層に突き固めた。そして、上面および斜面を成形したのち中心側の側板をはすし、フラックや破壊を見やすくする目的で模型側面に白と黒色のペイントを使用してクロスマークをつけた。次に先にはすした鋼製の側板にかえて厚さ 20 mm の透明なアクリル板で再々側面拘束した。模型材料には、粘着力と内部摩擦角がことなる粘土ロームと細砂を最適含水比の状態で使用した。そのものの物性について示すと表-1のようである。実験は、斜面角度(θ)が 30° 45° 60° の三種類、ショルダー幅(天端余裕幅÷荷重載荷幅: a/d)が 0 , 1.0 , 2.0 , 3.0 , の4種類で合計24ケースについて行なった。荷重は、一軸圧縮試験装置の載荷部を利用して、手動によって一定速度

表-1 模型材料物性表

試験項目	記号	A	B	C	単位
最大粒径	$D_{\max}$	2.0	2.0	2.0	mm
均等係数	U_c	48.6	37.9	2.3	
曲率係数	U_c	0.74	1.11	1.13	
平均含水比	W	14.49	21.75	12.00	%
単位体積重量	γ	1.80	1.89	1.79	g/cm^3
内部摩擦角	ϕ	27.6	31.5	36.5	$^\circ$
粘着力	c	0.55	0.81	0.35	kg/cm^2
乾燥密度	γ_d	1.57	1.55	1.61	g/cm^3
変形係数	E_{50}	242	93	27	kg/cm^2

A: 混合土 B: 未混合土 C: 川砂

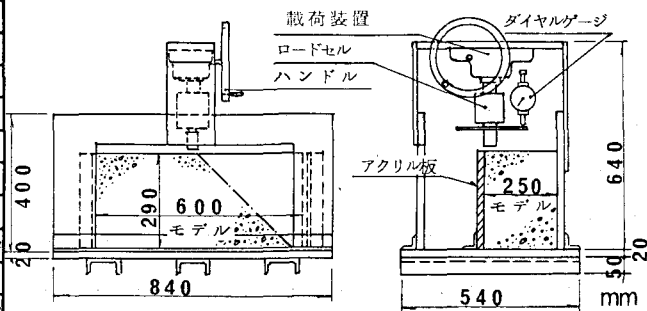


図-1 実験装置寸法図

で載荷した。荷重と変位の測定は、ロードセルと変位変換器で行ないXYレコーダーに接続して荷重変位曲線を書かせた。荷重は、必ずみ制御で載荷し1mmごとに側方より変形状態を写真撮影した。

3. 三次元数値解析

三次元数値解析は、有限要素法による弾性解析を行なった。解析モデルは、模型実験をシュミレートしたものの要素数は最大のもので1256要素、節点数は46点である。その要素分割図を図-2に示す。解析に用いた材料特性の内、弾性係数は表-2に示されるものを使用し、ポアソン比については粘土ローム(A材料)に0.45、細砂(C材料)に0.3を使って解析した。

4. 実験結果および解析結果

C材料の荷重変位曲線の一例を示すと図-3の(a)、(b)のようである。a図は斜面角度45°のケースをショルダー幅についてまとめたものであり、b図はショルダー幅 $a/D=0$ のケースを斜面角度についてまとめたものである。a図に示されている曲線は、いずれも全体破壊を示すピークが見える。そして、そのピークが見える位置の変位量は4~5mmの間である。このことは、他の斜面角度のケースの場合にも見られた。ショルダー幅の影響は、C材料の実験結果について見れば比較的良好にあらわれている。

A材料の模型実験をシュミレートした数値解析の結果より100kg載荷時の各断面の変形状態を示すと図-4(a)、(b)、(c)のようである。a図は中心断面であり他の断面とはおおよそ載荷幅の分だけたがいに離れている。3断面を比較すると垂直方向変位は側方に行くにしたがい減少するが、斜面上の水平方向変位はあまり減少していない。

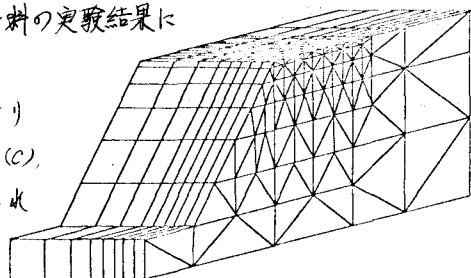


図-2 有限要素法による数値解析モデル

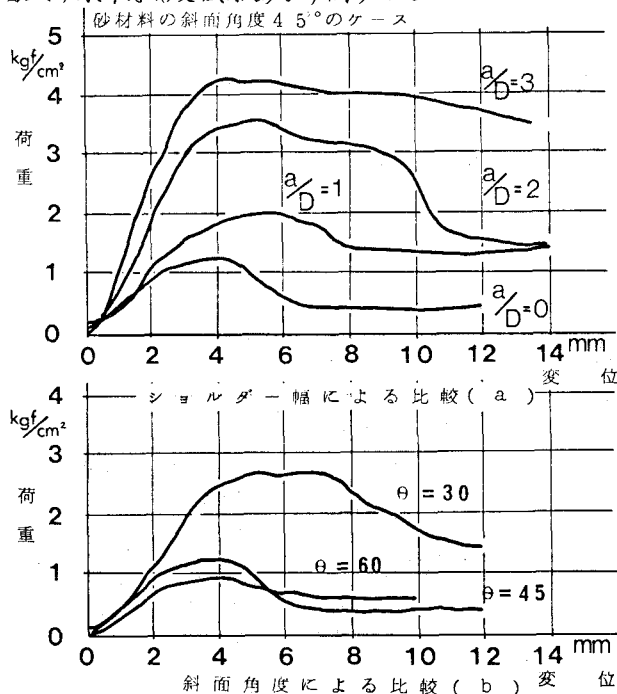


図-3 荷重変位曲線

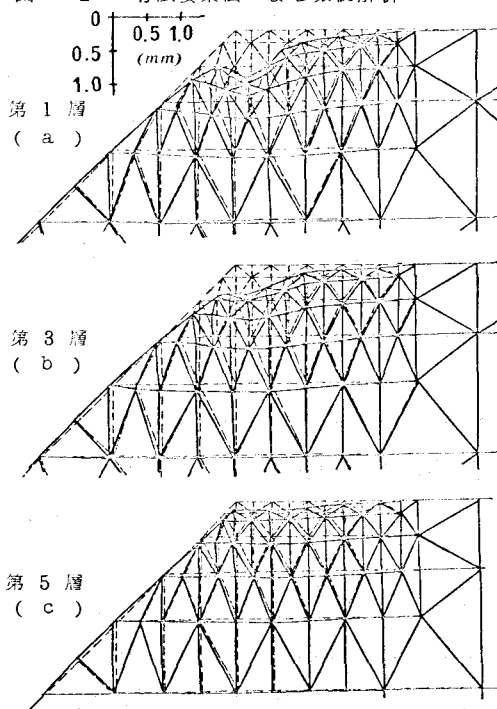


図-4 100 Kg 載荷時の変形図
A材料 斜面角度45°、 $a/D=0$