

III-102 模型土槽による支持力実験の弾塑性有限要素法による解析

東急建設(株) 技術研究所 正員 大河内保彦
 明治大学 農学部 正員 田中忠次

1. はじめに

筆者らは、豊浦砂を用いて平面歪模型土槽による、傾斜荷重の加えられる基礎の支持力実験を行ってきた¹⁾。今回は傾斜の無い場合の実験結果について弾塑性有限要素法による解析を行い、入力パラメータの検討を含めて、数値シミュレーションの可能性の検討を行ったので報告する。

2. 解析方法

解析に用いたプログラムは、崩壊解析に適しているといわれている擬平衡要素を用いた弾塑性有限要素プログラムで降伏関数としてMohr-Coulomb、塑性ポテンシャルにDrucker-Pragerを用いている。

図-1に有限要素分割図を示した。要素数327、節点数382である。荷重はフーチングの中央に集中荷重として加え、ステップ解析を行った。

解析対象としては、 $\gamma_d=1.42\text{gf/cm}^3$ (Dr約33%)と $\gamma_d=1.50\text{gf/cm}^3$ (Dr約57%)とし、入力パラメータは以下のようにして決定した。

①内部摩擦角(ϕ)

内部摩擦角については、参考文献2)を参考にして決定した。本来は平面歪試験の結果を用いるべきであるが、解析で ϕ の異方性を考慮していないこと、試験法の簡便さを考慮して、三軸試験による ϕ を用いた。

②変形係数(E)

変形係数は、三軸試験結果³⁾のE_iと模型実験土槽内に埋め込んだミニチュアプレッシャーメータ試験結果から決定した。試験より得られた変形係数を図-2に示す。載荷試験では平均主応力が増加するような応力経路をとるため、変形係数の拘束圧依存性を考慮しない場合は、見かけ上の変形係数を大きくとる必要がある。このためよくやられているように、実験結果の三倍程度を目安とし、深度方向に変形係数が一定の場合と深度に応じて増加する場合について計算を行った。また簡単のため、密度による変形係数の違いは考慮しなかった。

③ポアソン比(ν)

ポアソン比については解析結果にあまり大きな影響を与えないと予想されることから、一定値(0.3)とした。

④ダイラテンシー角度(ψ)

ダイラテンシー角度については、 $\psi=\phi$ とした場合と参考文献2)より $\psi=\phi-30^\circ$ とした場合の両方について解析を行った。

以上より、解析に用いた入力パラメータをまとめて表-1に示す。

3. 解析結果

図-3～6に解析結果を示した。図中には実験結果もプロットしてある。この結果として次のようなことが

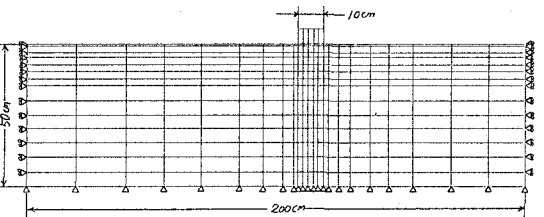


図-1 要素分割図

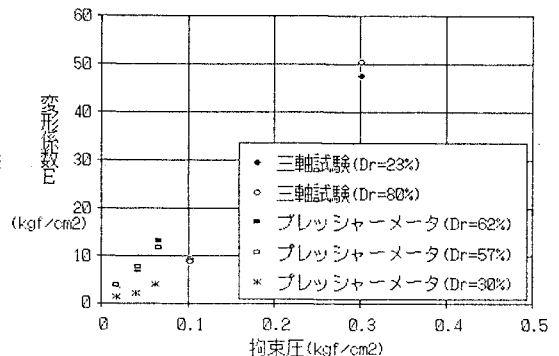


図-2 豊浦砂の変形係数

表-1 入力パラメータ

$\gamma_d(\text{gf/cm}^3)$	$\phi(^{\circ})$	E(kgf/cm ²)		ν
		非一様地盤 10~50(10cm ごとに変化)	一様地盤 30	
1.42	34			0.3
1.50	36			

わかった。

①極限支持力

$\psi=\phi-30^\circ$ で解析した場合には、計算値が実験値より小さくなる傾向がある。 $\psi=\phi$ の場合は逆にやや大きくなるような傾向がうかがわれる。

②変形特性

$\psi=\phi-30^\circ$ で解析した場合は、 $\gamma=1.42\text{gf/cm}^3$ の場合は、一様地盤の方が一致度が良く、 $\gamma=1.50\text{gf/cm}^3$ の場合は、非一様地盤の方が一致度が良いような傾向が見られる。 $\psi=\phi$ の場合は、どちらの密度も非一様地盤の方が実験結果を良くシミュレートしている。

以上のことから、豊浦砂に関して三軸試験から求めた ϕ を用いた場合には、 $\psi=\phi$ とし三軸試験のE iあるいはプレッシャーメータ試験結果から求めた変形係数を三倍した値をEとして用いると比較的良いシミュレーションができることがわかった。

$\psi=\phi$ として計算した場合に極限支持力が大きくなる点については、平面歪の圧縮状態では、 ϕ が三軸試験の値よりもかなり大きくなるため、平面歪試験の ϕ を適用して解析した場合、 $\psi=\phi-30^\circ$ の方が実験結果を良く表現できる可能性もある。このような室内試験からの入力パラメータの決定方法の検討と、プレッシャーメータ試験結果から入力パラメータを決定する方法の検討⁴⁾などを今後の課題としたい。また荷重が傾斜、偏心した場合の弾塑性有限要素法の適用性の可否についても検討する予定である。

4. 結論

模型土槽による支持力実験を擬平衡要素を用いた弾塑性有限要素法によって解析を行なった。その結果次の結論が得られた。

- 1) 解析と実験の一致度は、 $\psi=\phi$ とし、Eには、プレッシャーメータ試験の結果を三倍して深度方向の変化を考慮した場合が最も良好であった。
- 2) $\psi=\phi$ とした場合、極限支持力が高めに出る傾向が見られた。

5. 参考文献

- 1) 大河内保彦: 模型実験土槽による傾斜荷重の加わる浅い基礎の支持力実験, 第23回土質工学研究発表会, 1988
- 2) 龍岡他: 土の強さと地盤の破壊入門, 土質工学会
- 3) Goto, S.: Strength and Deformation Characteristics of Granular Materials in Triaxial Tests, 東京大学博士論文, 1986
- 4) 大河内, 田中: 弾塑性有限要素法によるプレッシャーメータ試験の解析, 第22回土質工学研究発表会, 1987
- 5) 大河内, 林: 砂の排水三軸圧縮試験における応力経路の影響, 第20回土質工学会, 1985
- 6) 大河内, 斉藤: 種々の土における変形係数の拘束圧依存性, 第21回土質工学会, 1986

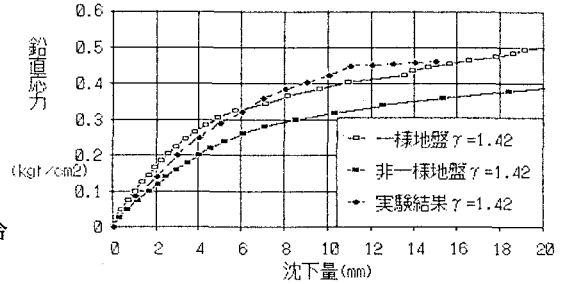


図-3 解析結果($\gamma_d=1.42\text{gf/cm}^3$, $\psi=\phi-30^\circ$)

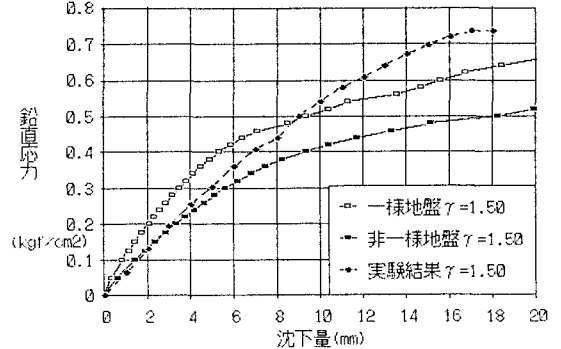


図-4 解析結果($\gamma_d=1.50\text{gf/cm}^3$, $\psi=\phi-30^\circ$)

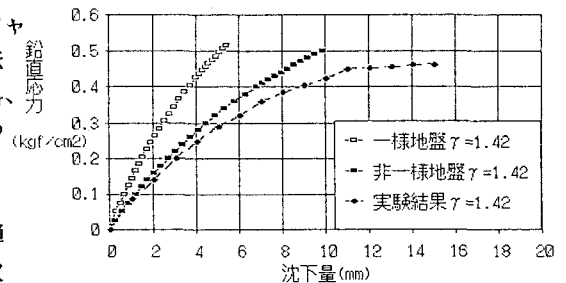


図-5 解析結果($\gamma_d=1.42\text{gf/cm}^3$, $\psi=\phi$)

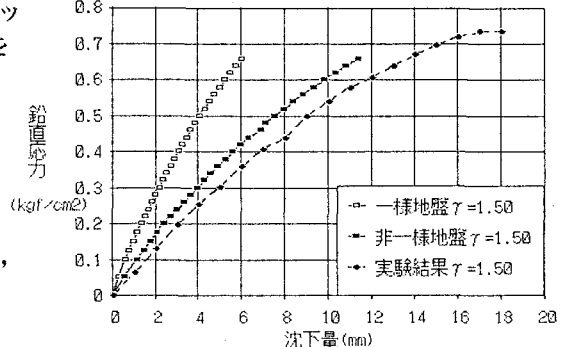


図-6 解析結果($\gamma_d=1.50\text{gf/cm}^3$, $\psi=\phi$)