

Ⅲ-427

弾塑性モデルを用いた神戸海成粘土地盤の支持力解析

名古屋工業大学大学院	学生会員	○ 徐 連民
名古屋工業大学	正会員	中井 照夫
中部電力(株)	正会員	石田 裕樹

神戸海成粘土を用いた遠心力载荷のブライントテストが行なわれている。本研究は、すでに提案している等方硬化型の t_u -clay model¹⁾を用いて、プロトタイプ地盤(原型地盤)での弾塑性有限要素解析を行なった。神戸海成粘土の土質パラメーターを三軸圧縮試験と圧密試験結果から決めた後に、これらの土質パラメーターを用いた種々の要素試験の解析値と実験値の比較を行い、要素レベルで解析の妥当性を検証した。次に、支持力問題の弾塑性有限要素解析結果と遠心力载荷試験結果の比較を行い、フーチングの沈下：荷重曲線、地盤内の間隙水圧：载荷重曲線の比較を行った。

1. 神戸海成粘土地盤のブライントテスト

三宅ら²⁾は遠心力载荷装置を用いて、神戸海成粘土地盤の支持力試験を中心载荷、偏心载荷および繰返し载荷の3パターン6ケースを行なっている。本研究では、基本的なパターンである中心载荷(载荷速度 $\approx 3.87 \times 10^{-5}$ m/sec.)の弾塑性有限要素解析を行なった。この遠心力载荷試験の模型地盤をFig.1に示す。遠心力载荷試験に用いた試料は、神戸海成粘土に豊浦標準砂と豊浦標準砂の碎粉を乾燥重量比で2:1:1の割合で混合したものである。地盤の製作はまず、試料を初期含水比73%に調整し、十分脱気した後、1g場において圧密圧力($\sigma_v = 39.2$ kPa)でスラリー粘土試料を一次元圧密している。次に、予備圧密の終了した試料容器をビットに入れ、遠心力载荷装置の制御回転数を0から203r.p.m.までスムーズに増加させ、遠心自重圧密(加速度 ≈ 100 g)が行なわれている。

模型地盤の寸法はFig.1に示すように、幅0.55m、深さ0.16m、奥行き0.15mの直方体である。これに対応した原型地盤(1g)の寸法は55m $\times$ 16mの直方体となる。原型地盤を用いた解析での間隙水圧の発生・消散を1/100スケールでの遠心力载荷実験に合わせるため、解析上の载荷速度を $3.87 \times 100 / 10^4$ m/sec. $= 3.87 \times 10^{-7}$ m/sec.とした。

2. 解析の概要

解析に用いた要素は長方形のアイソパラメトリック要素で、地盤材料の構成モデルとして等方硬化型の t_u -clay modelを用いている。初期応力は有効単位体積重量と静止土圧係数から決定した。ただし、表面から5mまでの地盤は模型地盤作成過程から、垂直応力39.2kPa受けていると仮定している。粘土地盤は飽和で、表面からのみ排水を許している。地盤の透水係数は標準圧密試験結果の第一次近似として、 1.0×10^{-9} m/sec.と決めた。ここでは、透水係数の間隙比による変化を考えていない。Table.1に解析で用いた神戸海成粘土粘土の土質パラメーターを示す。このパラメーターを用いた要素試験(三軸圧縮・伸張試験および平面ひずみ試験)の解析結果(曲線)と実測値(プロット)をFig.2に示す。

3. 解析結果と考察

有限要素解析と遠心力载荷模型試験(原型地盤に換算している)のフーチングの垂直荷重と沈下量関係をFig.3に示している。この図から、同じ沈下量でみた場合、解析の方が载荷重を過大評価するが、両曲線の折曲点前後の勾配はよい一致を示している。

Fig.4(a)と(b)は载荷に伴う点P1~P3と点P4~P6(位置はFig.1図参照)の間隙水圧の変化の実測値と解析結果である。これらの図から、同じ荷重下での間隙水圧の解析結果は実験値よりも若干小さいが、両曲線の形状はよく対応している。また、間隙水圧と荷重の間には線形関係がなく、その変化の仕方も場所により変わることが実験・解析の両方からわかる。以上、本解析から、等方硬化型の t_u -clay modelを用いた弾塑性有限要素解析は部分排水条件下の地盤の挙動をほぼ妥当にシミュレートできることがわかる。

謝辞

神戸海成粘土の要素試験と土質パラメーターの決定に協力を頂いた本学卒業生 渡辺 浩二、升本 隆士と木村 陽君に感謝致します。

参考文献

- 1) Nakai, T. and Matsuoka, H. (1986) A generalised elastoplastic constitutive model for clay in three-dimensional stress. Soil and Foundations 26 (3), 81-98
- 2) 三宅・赤本・加藤(1994)'遠心力载荷装置を用いた神戸海成粘土地盤の支持力実験'地盤の破壊とひずみの局所化に関するシンポジウム発表論文集

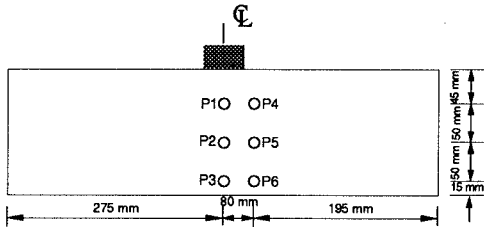
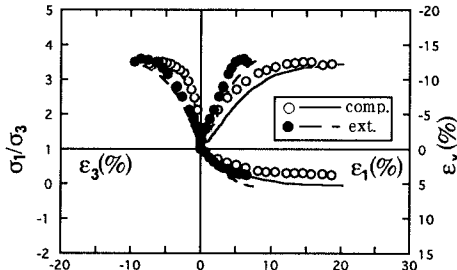
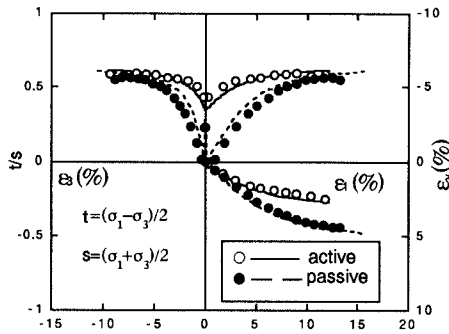


Fig.1 Location of pore pressure transducers in the model



(a) Triaxial compression and extension test

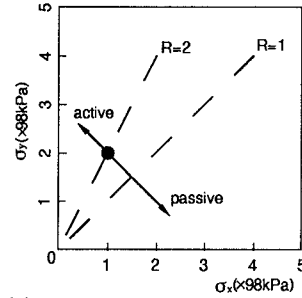


(c) plane strain tests

Fig. 2 Observed and predicted stress-strain relationship

Table-1 Soil parameters for marine clay

$\lambda/(1+e_0)$	7.35×10^{-2}
$\kappa/(1+e_0)$	1.62×10^{-2}
$\phi'_{(comp.)}$	33.7°
α	0.7
ν_e	0.0



(b) stress path of plane stress tests

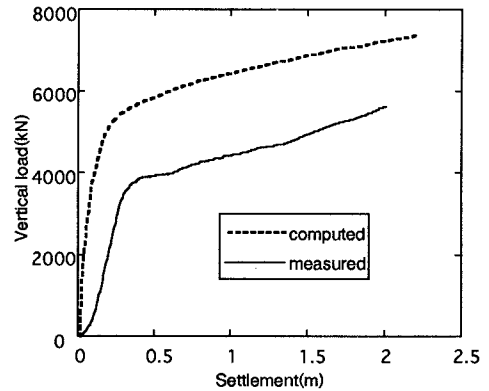
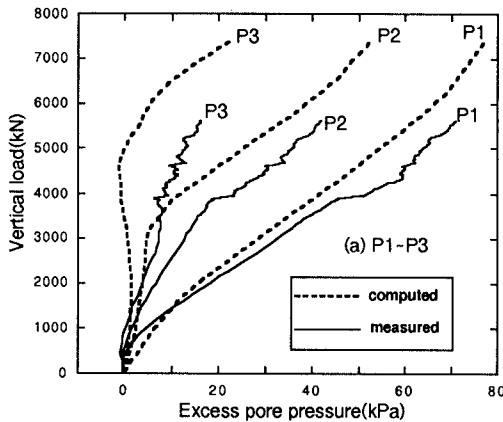
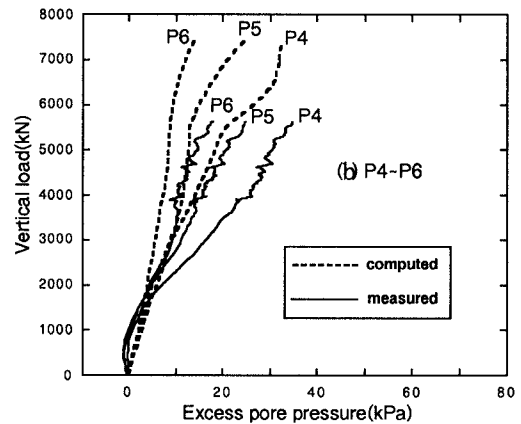


Fig. 3 Computed and measured development of settlement with load



(a) P1-P3



(b) P4-P6

Fig.4 Computed and measured of pore pressures with vertical load on footing