

III-A 213 中心荷重および偏心荷重を受ける粘性土地盤の支持力問題の有限要素解析

名古屋工業大学 正会員 中井 照夫
 基礎地盤コンサルタンツ（元・名工大院） 正会員 徐 連民
 不動建設（元・名工大） 國廣 明

三宅らによる中心荷重および偏心荷重を受ける粘性土地盤の遠心力載荷支持力実験¹⁾に合わせて、微小変形および有限変形有限要素解析を行った。これらの解析結果を実験結果と比較し、中心荷重載荷時および偏心荷重載荷時の粘性土地盤の応力・変形挙動について検討するとともに、微小および有限変形解析結果の差について考察した。

1. 解析方法

遠心載荷実験は図-1に示す模型地盤を用いて100gの遠心力場で行われている¹⁾。地盤は上部5cmが $\sigma_v=0.4\text{kgf/cm}^2$ で1次元圧密された過圧密粘土であり、その下は自重圧密された正規圧密粘土となっている。この平面ひずみ条件以下のモデル地盤に幅50mm高さ30mmのフーチングを設置した後、中心荷重載荷（偏心量 $e=0\text{mm}$ ）では変位速度 $d=2.32\text{mm/min}$ で、偏心荷重載荷（中心から偏心量 $e=11\text{mm}$ ）では $d=2.75\text{mm/min}$ で鉛直方向に載荷している。解析では、このモデル地盤を図-2に示すように1122個の四辺形要素に分割し、底面で完全固定、両側面は鉛直方向のみ可動とし、フーチング底面と地盤の間にはジョイント要素を設けている。水理境界条件は粘土層表面のみ排水を許している。その他の条件は上述の遠心力載荷実験に合わせて解析を行っている。なお、前報²⁾では初期間隙比および透水係数の間隙比による変化も考慮した解析も行っているが、これらの考慮の有無が結果に大きく影響していないので、ここでは地盤中の初期間隙比 $e_0=0.986$ 、透水係数 $k=1.0\times 10^{-7}\text{cm/sec}$ で一定とした。なお、解析には等方硬化型の t_{ij} -clay model³⁾を用い、その土質パラメータを表-1に示す。

2. 解析結果と考察

図-3(a),(b)は中心荷重および偏心荷重を受けた時のフーチングの荷重～変位関係の解析結果を示す。前報の中心荷重を受けるプロトタイプの解析結果同様、降状点付近までは微小変形と有限変形解析結果に差異はないが、沈下量が大きくなるにしたがい、微小変形解析は有限変形解析に比べて荷重を過小評価することになる。さて、荷重～変位曲線の折曲り時の荷重を一応支持力と考えれば偏心（ $2e/B=2\times 11/50=0.44$ ）荷重を受ける支持力は中心荷重の7～8割となる。ここでの解析が部分排水条件下であり、単純に剛塑性解析と比較できないが、Meyerhofの有効幅の概念⁴⁾に基づいて、この場合の比を求めれば

$$Q(\text{偏心})/Q(\text{中心})=1-2e/B=0.56 \quad (1)$$

となり、ここでの偏心荷重を受ける支持力の低減率はMeyerhofの低減率ほど小さくない。しかし、沈下量の大きい所での有限変形解析の鉛直荷重を見れば、中心荷重の方は降状後も漸増していくのに対し、偏心荷重を受ける場合はそれほど増加しない。したがって、Meyerhofのそれに近づくことを考えれば、実用上両者の間には整合性があるといえる。なお、実測値（文献¹⁾のp.12）では中心荷重と偏心荷重で支持力に明瞭な差は見られていない。図-4,5はフーチングの鉛直変位が $d=16\text{mm}$ の大変形時の有限変形および微小変形時の変形図である。微小変形解析ではフーチング端付近で不自然な変形をすることが分かる。また、図-6は有限変形解析による地盤内安全率分布図（ $d=7.2\text{mm}$ ）を示しているが、破壊域（黒塗り部分）や安全率の低い領域が実測値のせん断ひずみの大きな領域（文献¹⁾のpp.15～16）とよく対応している。なお、実験、解析は部分排水条件下で行われているが、どちらかといえば非排水条件に近いと考えられ、せん断ひずみと安全率が対応することになる。

文献

- 1)三宅・赤本・加藤(1994):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、土質工学会、pp.9～16.
- 2)徐・中井(1996):粘性土地盤の支持力問題の微小変形解析と有限変形解析、第31回地盤工学会研究発表会（北見）.
- 3)Nakai・Matsuoka(1986):Soils and Foundations, vol.26, No.3, pp.81～98.
- 4)例えば、柴田・関口(1995):地盤の支持力、鹿島出版会、pp.59～67.

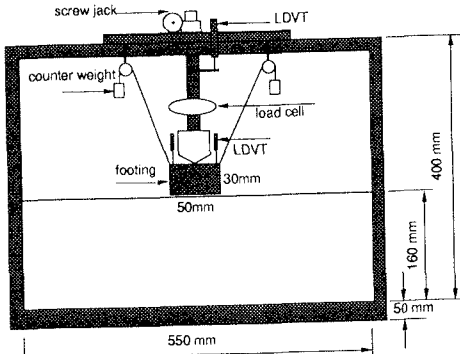


図-1 遠心力載荷実験土層の概要

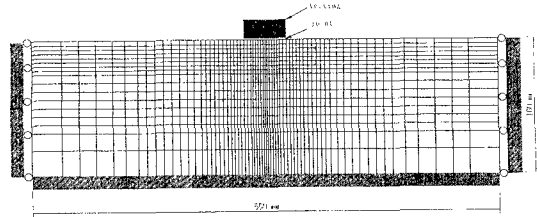
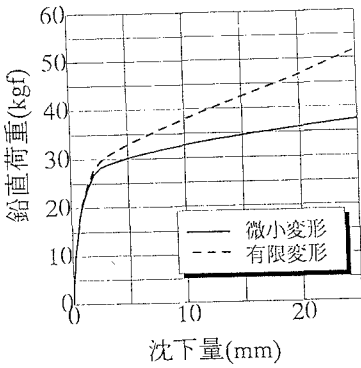
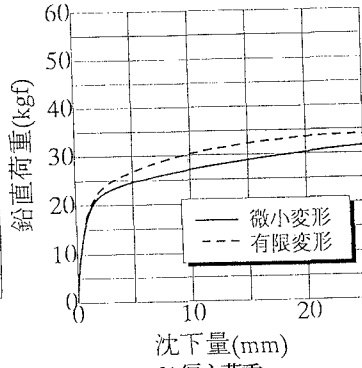


図-2 有限要素メッシュ



(a)中心荷重



(b)偏心荷重

図-3 鉛直荷重～変位関係

表-1 神戸海成粘土の土質パラメータ

λ	0.146
χ	0.032
$\phi'_{(corr)}$	33.7°
α	0.70
ν_e	0.0

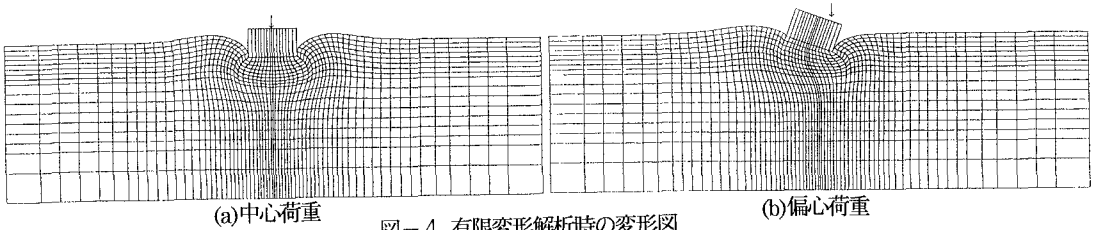


図-4 有限変形解析時の変形図

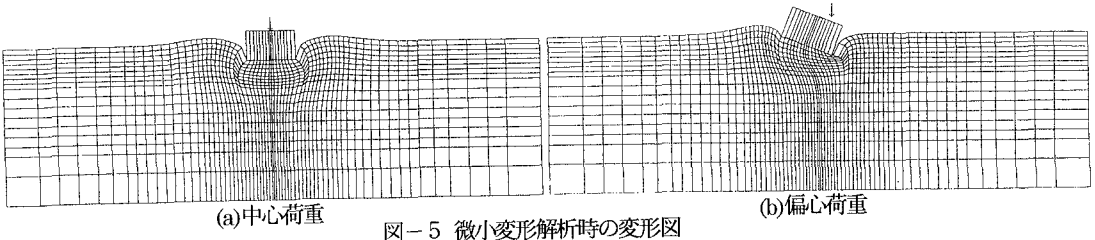


図-5 微小変形解析時の変形図

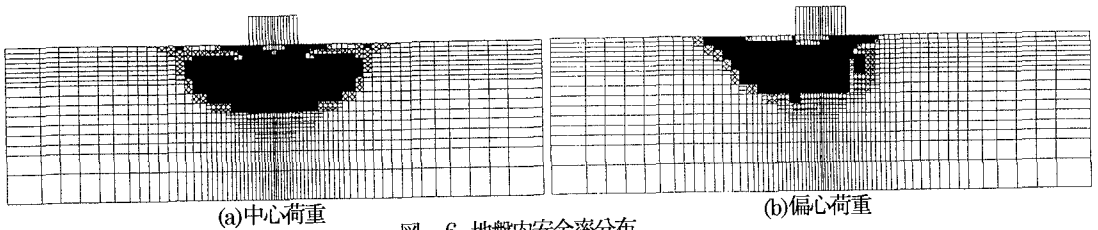


図-6 地盤内安全率分布