

土の大変形特性を考慮したアレシオメーターの解析

京都大学防災研究所 柴田 徹
 京都大学防災研究所 八嶋 厚
 京都大学 大学院 ○堀越研一

1. はじめに アレシオメーター試験やコーン貫入試験は、地盤から良質の情報が得られる試験として近年脚光を浴びている。しかしこれらの試験を数値解析の対象とする場合、変形が大きいため従来の微小変形理論を用いると地盤の状況を的確に表現し得ない。本研究は、このように幾何学的条件が大きく変化する場合の数値解析手法を確立することを目的とするものである。そして今回は、変形が1次元で表わされるアレシオメーター試験を対象にして大変形問題を考えた。

2. 解析に用いた方法 アレシオメーター試験は、ボーリング孔内で円筒形のゴムチューブを半径方向に拡大させることによって地盤の変形を計測する試験である。扱う問題は、軸対称平面ひずみ問題であり1次元有限要素法による解析に以下の方法の導入を試みた。いま、時間 t において半径方向 r の座標上にある点を考える。物体力が作用しない場合、つり合い式は円筒座標を用いて次式で示される。

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0 \quad (1)$$

ここで、時間間隔 (t_0, t) を考え上述の点が r_0 から現在の位置 r まで移動したとする。応力増分ベクトル $\{\Delta \sigma\} = \{\sigma(r, t)\} - \{\sigma(r_0, t_0)\}$ を式(1)に代入すれば、

$$\frac{\partial \Delta \sigma_r}{\partial r} + \frac{\Delta \sigma_r - \Delta \sigma_\theta}{r} = - \left\{ \frac{\partial \sigma_r(r_0, t_0)}{\partial r} + \frac{\sigma_r(r_0, t_0) - \sigma_\theta(r_0, t_0)}{r} \right\} \quad (2)$$

が導かれる。微小変形問題では、 $r_0 \sim r$ のような大変形を含まないのが普通であり式(2)の右辺を無視することになる。Carterら¹⁾は、式(2)の右辺を無視し各計算ステップごとに節点座標を更新する方法をIncremental Equilibrium Method(以下I. E. M.と略記)、式(2)の右辺を考慮する方法をTotal Equilibrium Method(以下T. E. M.と略記)と呼んでいる。今回は、前者(Carterらの定義と異なり節点座標を更新していない)と後者の方法の違いによる結果の差異について報告する。

3. 解析結果と考察 アレシオメーター測定管は、水を注入することによって膨張する。実験から直接的に得られるのは、注入水量 ΔV と注入水圧 P の関係である。解析の対象としたのは、神田地区試験盛土における深度12mのセルフボーリング型アレシオメーター試験である²⁾。以下に弾塑性解析の結果を示す。なお、解析による P の値は測定管に最も近い要素(これを要素1とする)の重心点における半径方向有効応力と間隙水圧の和を用いているため、測定管の内圧を正しく表わし得てはいない。従って解析による P の値は、測定管の内圧より若干小さ目の値を与えることになる。

Tōru SIBATA, Atsushi YASHIMA, Kenichō HORIKOSHI

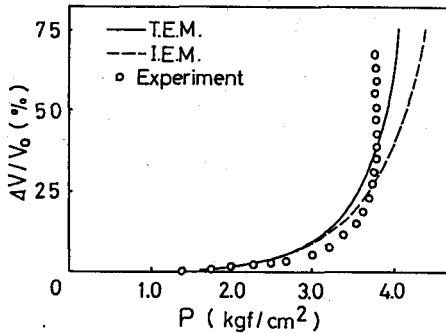


図-1 $P \sim \Delta V/V_0$ 関係

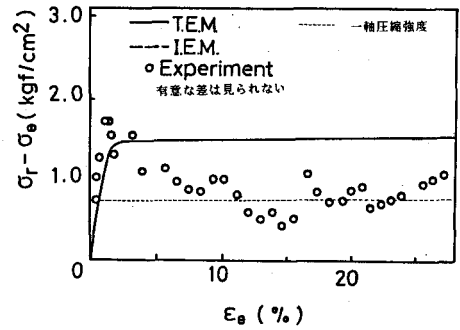


図-2 応力-ひずみ関係

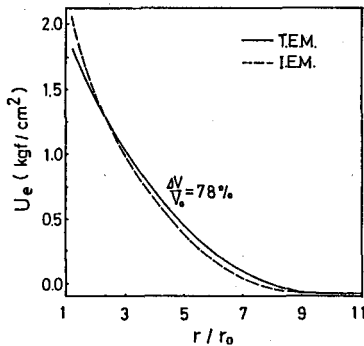


図-3 過剰間隙水圧の分布

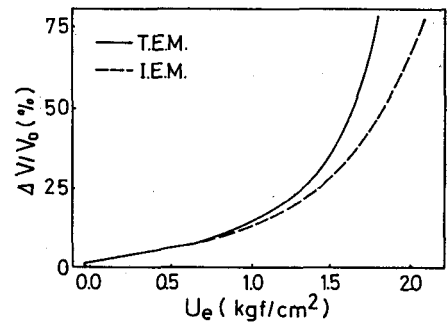


図-4 過剰間隙水圧の変化

図-1は、測定管の内圧 P と注入水量 ΔV との関係を示した図である。I.E.M.による結果は最終スリップ($\Delta V/V_0 = 78\%$)において約8% T.E.M.によるものよりも過大な値を示している。図-2は応力-ひずみ関係を示したものであるが、解法の違いによる有意な差は見られない。図-3は、最終スリップにおける過剰間隙水圧の半径方向の分布を示した図である。測定管近傍においては、I.E.M.による値がかなり過大となっている。この過剰間隙水圧の変化の様子を要素1について示したのが図-4である。この図においてもI.E.M.による結果が過大な値を示している。以上のようにI.E.M.による結果は応力に関して過大な値を示す傾向があることがわかった。そしてこの傾向は、プレシオメーター試験を対象にした解析の場合 $\Delta V/V_0 = 20\%$ ぐらいから顕著になることがわかった。また、図-5は、変形の増大により解法による差がどのように現われるかを、示した図である。この図によると解法による差は、変形がある程度大きくなった時点で初めて現われるのではなく、初期の段階から、わずかなではあるが現われていることがわかる。

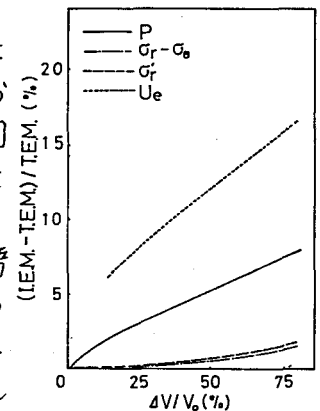


図-5 解法による差異

参考文献 1) Carter, J. P. et al. (1979), Int. J. Num. Ana. Meth. in Geo., Vol. 3, pp. 305-322, 2) 日本道路公団、基礎地盤コンサル(株) (1982), 調査報告書。