

名古屋工業大学大学院 学生員○三宅 正人
三井建設(株) 正 員 森田 健介

名古屋工業大学 正員 中井 照夫
森組(株) 正員 西村 達也

現在までに粘土の変形・強度特性におよぼす中間主応力の影響やひずみ増分方向の応力経路依存性を考慮できる弾塑性構成式(t_{ij} -clay model)¹⁾に関口による非定常流動曲面型の粘性理論²⁾を適用し、時間効果特性をも表現可能な弾・粘塑性構成式(VP t_{ij} -clay model)³⁾を導いている。本報告では、三軸圧縮・伸張条件下の非排水クリープ試験を行い、その実験結果をVP t_{ij} -clay modelの解析値と比較することにより、非排水クリープ時におけるVP t_{ij} -clay modelの適用性について検討する。

表-1 土質パラメータ

$\lambda/(1+e_0)$	5.08×10^{-2}
$\kappa/(1+e_0)$	1.12×10^{-2}
$\phi^*_{(comp.)}$	33.7°
α	0.74
V_e	0.0
C_E	0.001
$\dot{\epsilon}_{v0}(\%/min)$	7.0×10^{-5}

1. 非排水クリープ試験の概要

実験は、自動計測制御できる三軸試験機を用い、藤の森粘土を試料として行った。24時間等方圧密($\sigma_a = \sigma_r = 196 \text{ kN/m}^2$)された試料を側圧(σ_r)一定のもとで載荷速度 $\dot{q} = 0.1 (\text{kN/m}^2/\text{min.})$ で所定のせん断応力(q_c)に至るまで応力速度一定でせん断し、その後、24時間 q_c を一定に保ち非排水クリープ試験を行う。これを第一段階として、第二段階以降は、第一段階と同じ条件で $\Delta q/p_0 = 0.1$ づつせん断応力を増加させ、各段階24時間づつ非排水クリープ試験を行い、これを破壊に至るまでこれを繰り返した。なお、クリープ応力 q_c を漸増載荷にしたのは、 q_c を瞬間的に正確に載荷することが困難であるためである。今回実施した実験は、圧縮側で第一段階の $q_c/p_0 = 0.4, 0.5, 0.6, 0.7$ の4ケース、伸張側で $q_c/p_0 = 0.4, 0.5, 0.6$ の3ケースであるが、ここでは第一段階の $q_c/p_0 = 0.4$ の場合について報告する。

2. 実験結果と解析結果の比較

表-1に本解析で用いた藤の森粘土の土質パラメータを示す。これらのパラメータはすべて標準圧密試験および通常の非排水三軸圧縮試験より決定されたものであり、既報³⁾⁴⁾⁵⁾の非排水定ひずみ速度試験、非排水応力緩和試験ならびに部分排水三軸試験の解析に用いた値と同一である。また表-1に示した $\dot{\epsilon}_{v0}$ は最初の24時間圧密時の体積ひずみ速度であり、 $\dot{\epsilon}_v \propto C_E/t_c$ (C_E : 2次圧縮指数, t_c : 圧密時間)の関係を利用して決めている。そして各試験とも第二段階以降の解析においては前段階のクリープ期間終了時の $\dot{\epsilon}_v$ の解析値をその次の段階の $\dot{\epsilon}_{v0}$

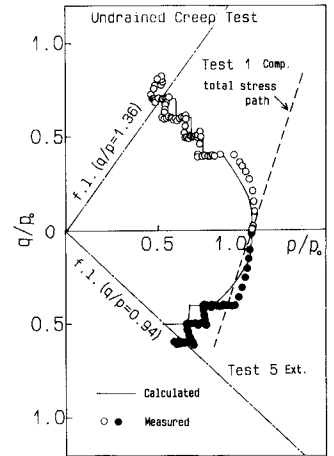


図-1 有効応力経路図

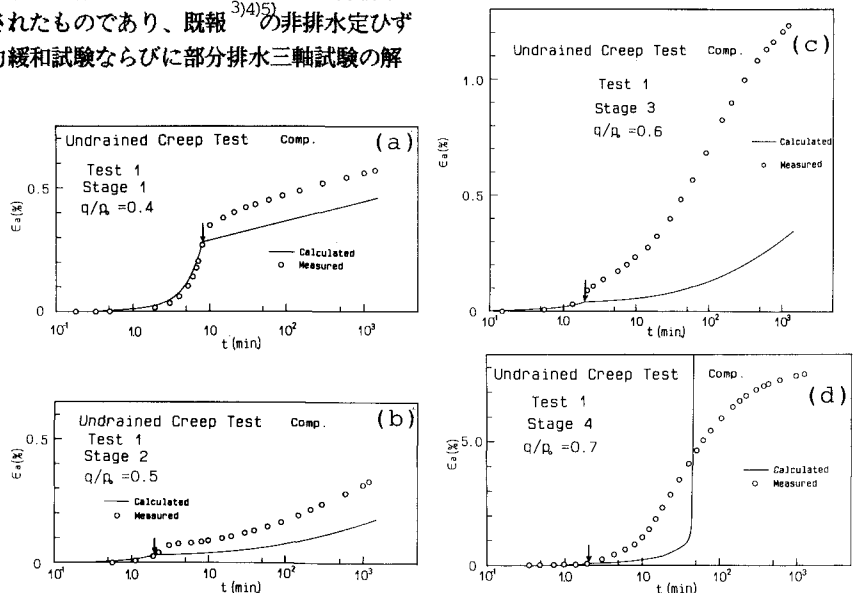


図-2 軸ひずみ(e_a)～時間($\log t$)関係

とし、時間(t)もここで初期化している。

図-1は、第一段階に $q_c/p_0=0.4$ (p_0 :圧密応力)のせん断応力を載荷し以後 q_c/p_0 を0.1づつ増した段階クリープ試験の有効応力経路を(q/p_0 , p/p_0)空間に示したものであり、○印が圧縮側の、●印が伸張側の実測値を表しており、実線が解析値を表している(破線は σ_c 一定の全応力経路を示す)。解析値は圧縮・伸張とも破壊せん断応力が実測値より一段階づつ小さくなっているが、圧縮・伸張の差異を含めて実測値の傾向を説明している。

図-2は圧縮側の、図-3は伸張側の各段階における軸ひずみ ϵ_a ～時間(log t)関係の実測値(プロット)と解析結果(実線)を示している。図中の矢印は載荷が終了した時を表し、それ以後がクリープ変形となっている。クリープ変形時のひずみの変化量についてみると応力レベルの大きなところでの定量的な評価にはまだ問題があるものの、応力レベルの小さいところでは ϵ_a がlog tに対してほぼ直線的に変化し、応力レベルが大きくなるに従い上りになる実測値の傾向を解析値は説明している。

図-4、図-5は各段階の発生間隙水圧(Δu)の変化をlog tに対して示したものである。ここでもプロットが実測値を、実線が解析結果を、矢印が載荷終了時を表しているが、解析結果は圧縮・伸張条件下の各段階の実測される間隙水圧の時間的な変化をよく表現しているのがわかる。

以上ここでは、弾・粘塑性構成モデル(VP t_{ij} -clay model)が三次元応力下の粘土の他の時間依存性挙動(ひずみ速度効果、応力緩和特性、2次圧密特性等)同様クリープ挙動も土質パラメーターを変えることなく統一的に表現できることを示した。

謝辞 日頃御援助御指導頂いている山内利彦教授、松岡元教授に感謝いたします。

参考文献

- 1) 中井、松岡(1986): S & F, vol.26, No.3, pp.81-98
- 2) 関口(1977): Proc.9th ICSMFE, Tokyo, vol.1, pp.289-292
- 3) 中井、都築(1988): Proc. 6th ICONMIG, Innsbruck(投稿中)
- 4) 都築、中井、三宅、石川(1987): 第42回土木学会年講 III-91, pp.208-209
- 5) 中井、三宅、西村、森田(1988): 第23回土質工学研究発表会(投稿中)

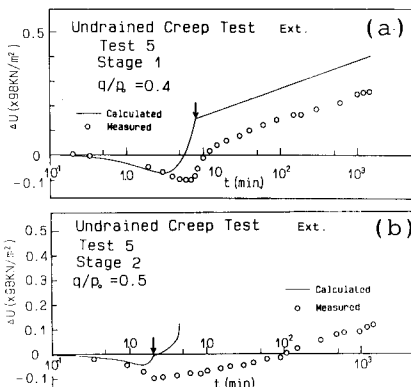


図-5 発生間隙水圧(Δu)～時間(log t)関係

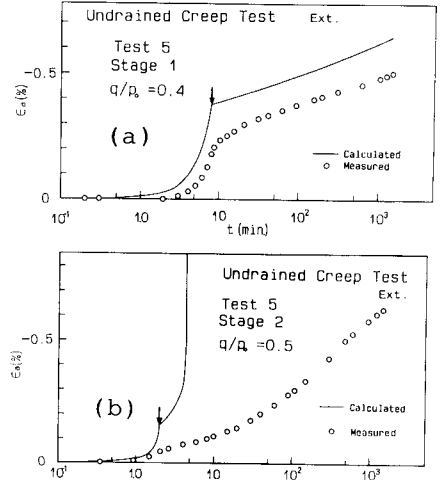


図-3 軸ひずみ(ϵ_a)～時間(log t)関係

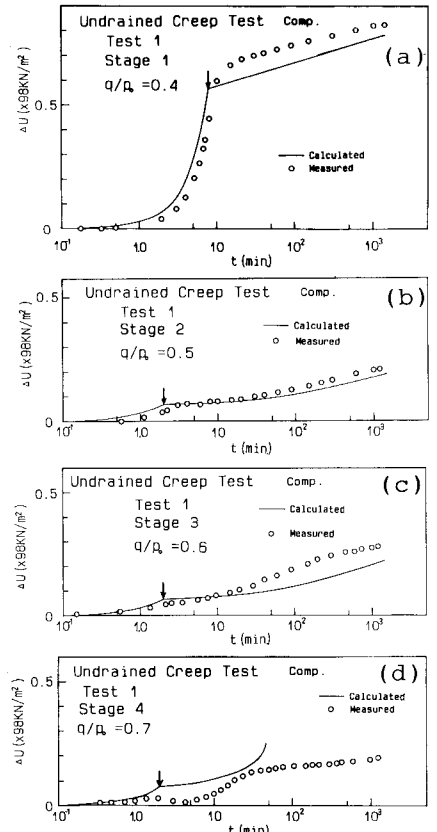


図-4 発生間隙水圧(Δu)～時間(log t)関係