

九州大学 工学部

学○畑 成年 正 落合英俊

正 林 重徳 正 梅崎健夫

1. まえがき

地下水の季節的汲み上げなどによる繰返し一次元圧密では地盤内に圧縮部分と膨潤部分が混在するため、地盤内の応力状態の把握が重要な問題となる。本文は、繰返し一次元圧密における有効応力とひずみの関係を繰返し回数N(回)毎に静的載荷問題に置き換えて評価する方法を実験的に検討したものである。すなわち、繰返し一次元圧密における有効応力～ひずみ～繰返し回数関係を求めたものである。

2. 繰返し一次元圧密に対する基本的考え方

繰返し一次元圧密をN(回)荷重を受けた粘土の応力～ひずみ関係の重ね合わせとして評価する¹⁾。したがって、繰返し一次元圧密の構成関係を有効応力～ひずみ～繰返し回数として捉え、有効応力～ひずみ関係におけるN一定線の存在を検討する。なお、繰返し回数N(回)毎の有効応力～ひずみ関係は静的圧密における構成関係と同様であると考え、その構成関係としては $\dot{e} = f(e, \sigma')$ ($\dot{e} = \Delta e / \Delta t$; ひずみ速度)²⁾が考えられる。

繰返し一次元圧密においては粘土供試体の排水面側に圧縮と膨潤が混在し、この排水面側の状態が供試体内部(非排水面側)に影響を与える。そこで、供試体内部の動水勾配を任意に設定できる実験装置を考案し、それを用いた実験結果に基づき繰返し一次元圧密における有効応力～ひずみ特性を繰返し回数毎に検討した。詳しい装置の説明および実験概要については参考文献³⁾を参照されたい。

3. 繰返し一次元圧密におけるN一定線

図-1(a)は圧密応力 σ と繰返し応力 $\Delta\sigma$ がそれぞれ異なる繰返し一次元圧密における載荷時の $e \sim \ln \sigma'$ 関係を繰返し回数で整理したものである。回数が同じ点を結ぶと互いに平行で、かつ静的圧密試験より得られた正規圧密線($\lambda = 0.299$)とほぼ等しい勾配をもつ直線群が得られる³⁾。また、繰返し回数N(回)とひずみ速度 \dot{e} (1/hr)との関係は初期応力および荷重増加率の違いに関わらず両対数上で一本の直線として表される(図-2)³⁾。

4. 繰返し回数毎の有効応力～ひずみ関係

図-1(a)に示すN一定線の $\sigma' = 1$ に対する間隙比を Γ_N (N一定線の切片)とし、それと $\log N$ の関係を図-3に示す。 Γ_N と $\log N$ の関係は直線関係であり、その傾きを $C\alpha^*$ 、N=1に対する Γ_N の値を Γ_1 とすると次式のように表される。

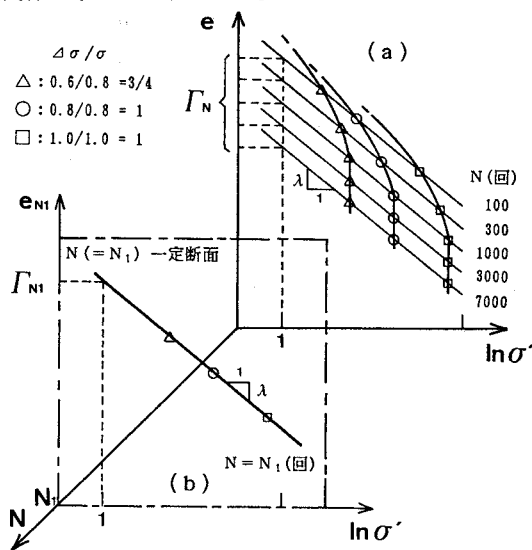


図-1 有効応力～間隙比～繰返し回数 関係

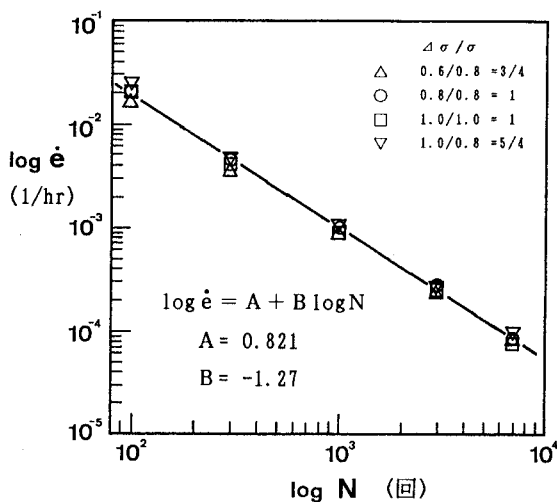


図-2 繰返し回数～ひずみ速度 関係

$$\Gamma_N = \Gamma_1 - C\alpha^* \log N \quad (1)$$

また、各繰返し回数における全ひずみは N 一定線の傾きを $\lambda_N = \lambda$ とすると間隙比 e_N を用いて次式のように表される(図-1(b))。

$$e_N = \Gamma_N - \lambda \ln \sigma' \quad (2)$$

したがって、式(1)、(2)から各繰返し回数毎の有効応力～ひずみ関係を Γ_1 、 $C\alpha^*$ および λ をパラメータとして次式のように定式化できる。

$$e_N = \Gamma_1 - C\alpha^* \log N - \lambda \ln \sigma' \quad (3)$$

この式は、図-1(b)に示す N 一定断面における構成式であり、それを変数 N で重ね合わせることによって繰返し次元圧密を表現できる。また、図-2に示すように N と \dot{e} とは一義的な関係にあるので、変数 N を変数 \dot{e} に置き換えることができる。つまり、式(3)は静的圧密における $\dot{e} = f(e, \sigma')$ の構成関係²⁾と同じ意味を持つものである。式(3)を繰返し次元圧密の構成則としてどのように圧密解析に導入していくかが、今後の課題である。

5. パラメータの決定法

式(3)のパラメータ λ 、 Γ_1 および $C\alpha^*$ の決定法について考察する。 λ は静的圧密試験より得られる正規圧密線の傾きである。

Γ_1 は図-3に示す $\Gamma_N \sim \log N$ 直線において $N=1$ に対する Γ_N の値である。また、 $C\alpha^*$ はその直線の傾きであり、図-1(a)において互いに平行な N 一定線の間隔を規定するものである。したがって、 $C\alpha^*$ は同図において $\sigma' = \text{一定}$ となる領域における載荷回数 $\log N$ に対する間隙比の変化 Δe を表す値である。それゆえ、図-4に示す $\Delta e \sim \log N$ 関係において $\sigma' = \text{一定}$ となる領域での傾きに等しい。図-1(a)より、この試験では、それぞれ $N=1000$ (回)程度以降になると、間隙水圧の繰返し回数毎の減少量は極めて小さく、有効応力をほぼ一定に保ったまま沈下が進行している。また、図-4より有効応力がほぼ一定に保たれている $N=1000$ (回)程度以降の領域では、いずれの試験結果においても Δe と $\log N$ はほぼ直線関係にあることが分かる。つまり、 $C\alpha^*$ はその領域でみられる直線関係の傾きに相当するものである。また、繰返し圧密におけるこのような領域は静的圧密における2次圧密領域に類似したものであると考えられる。

6. まとめ

繰返し次元圧密における各回数毎の有効応力～ひずみ関係式を提案し、式中のパラメータの決定法を示した。また、繰返し次元圧密の特性として、繰返し回数が多くなると、過剰間隙水圧が完全に消散せず有効応力がほぼ一定に保たれた状態で、ひずみは一定の速度で進行していくことが分かった。

参考文献

- 1) 梅崎ら(1991); 繰返し圧密研究委員会シンポジウム発表論文集, pp. 61-68. 2) G. Imai et al(1989); Proc. 12th I. C. S. M. F. E., Vol. 1-3, pp. 57-60. 3) 畑ら(1991); 第26回土質工学研究発表会(投稿中).

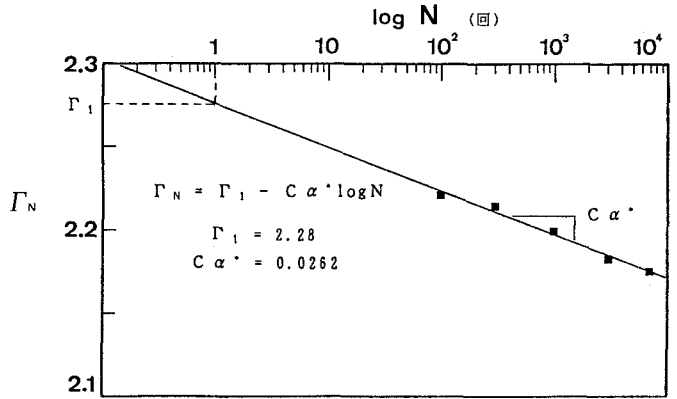


図-3 $\Gamma_N \sim \log N$ 関係

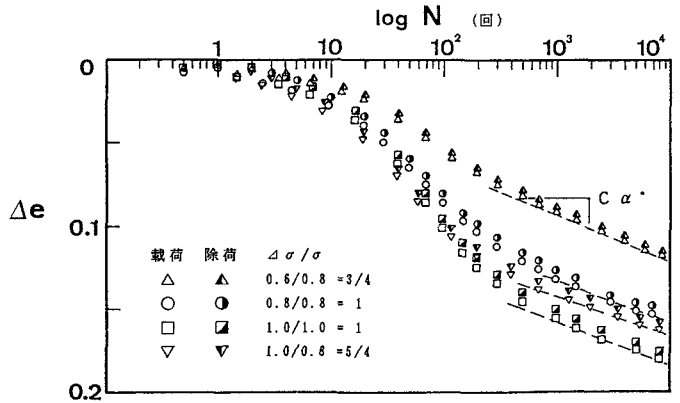


図-4 $\Delta e \sim \log N$ 関係