

1. 要旨 前に示した1次元圧密モデルについて、1次圧密比、荷重増分比、レオロジーパラメーターを種々にかえた場合の数値計算を行ない、これらの要因の、土の圧縮および過剰間げき水圧の経時変化に及ぼす影響を示し、考察を行なった。

2. 計算結果及び考察 正規圧密された飽和粘土の1次元圧縮モデル及びひずみ、過剰間げき水圧などの計算方法は文献^(1,2)に示したので、ここでは省略し、数値計算結果につき、考察を行なう。

1次圧密比の圧密挙動に及ぼす影響 図-1は $e \sim \log p$ 関係で示した土の1次元圧縮モデルである。即時圧縮線ACD上より、2次圧縮点Eに到るモデルは、Bjerrum³⁾、Foss⁴⁾、Garlanger⁵⁾、Mesriら⁶⁾などにより用いられている。一方、即時圧縮線AB(水平線)上よりE点に到る、いわゆる“top spring”のないモデルはBarden⁷⁾により示されている。Berreら⁸⁾は同じ試料で高さが異なる供試体に対して、Barden⁹⁾のモデルを適用し、 $e \sim \log t$ 曲線の実測値と理論値が一致するように諸係数を決めるとき、間げき水圧の消散は理論値が実測値より速くなることを示した。また、Berryら¹⁰⁾、Garlanger⁵⁾は“top spring”のある非線型モデルを用いて、ひずみ及び不透水面の過剰間げき水圧がともに実測値と理論値で一致するようにできることを示した。これらのことより、粘土の構造骨格のレオロジーモデルとしては、少なくとも直列に連結された非線型の“top spring”と非線型のVoigtモデルが必要であることがわかる。図-2は、著者^(1,2)の示したレオロジーモデルの C_{c100} のみ、すなわち“top spring”の圧縮性のみを変化させたときのひずみ e 、圧縮度 μ 、不透水面の過剰間げき水圧の圧力増分に対する比 $u_m/\Delta p_0$ 、圧密度 U を $\log t$ に対して示したものである。計算では、 $p_0 = \Delta p_0 = 1.6 \text{ kg/cm}^2$ 、 $e_0 = 1.20$ 、 $h_0 = 1.70 \text{ cm}$ 、 $\alpha' = 20$ 、 $\beta = 10^{-9}/\text{min}$ 、 $e_e = 1.0$ 、 $k_e = 10^{-6} \text{ cm/min}$ を用いた。また、圧縮度 μ 、圧密度 U はつぎのように定義している。

$$u(t) = \frac{\int_0^{h_0} e(z, t) dz}{\int_0^{h_0} e(z, \infty) dz}, \quad U(t) = \frac{1}{\Delta p_0} \int_0^{h_0} u_e(z, t) dz$$

ここに、 $u_e(z, t)$:過剰間げき水圧、 h_0 :層厚、いま、1次圧密比 r を $r = e_{100}/e_{\infty} = C_{c100}/C_{c\infty}$ のように定義すると、この図より1次圧密比 r が減少するに従い、圧縮度 μ の進行は遅れ、 $u_m/\Delta p_0$ 、 U の進行は促進される。そして、 $r = C_{c100} = 0$ の場合がBarden⁷⁾に相当し、2次圧縮のないとき $r = 1$ である。このように、 r の値の変化により圧密挙動が変化するのはつぎの理由によると思われる。すなわち、土の初期状態が同じとき、 r を減少させていくと、与えられた圧力増分に対する“top

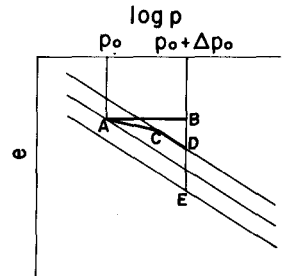


図-1 $e \sim \log p$ 関係

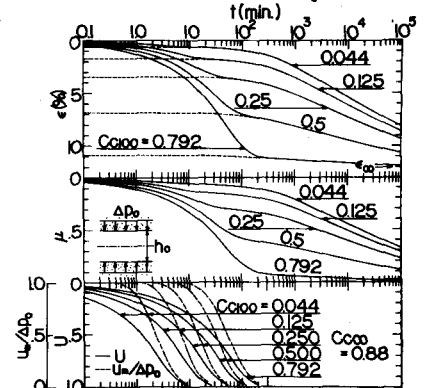


図-2 1次圧密比の影響

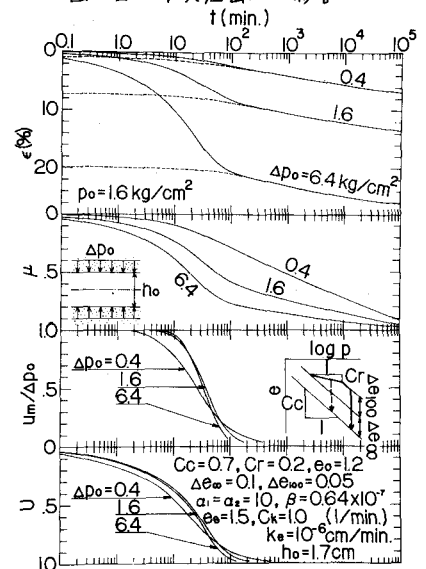


図-3 圧力増分比の影響

spring”の最終ひずみは小さくなり、同じ速度で圧密が進行していくとき、速く“top spring”の最終ひずみに達し、直列に連結した非線型 Voigt モデルは粘性遅れのためまだあまり変形しないので、加えられた圧力増分は、速く構造骨格に伝播され、過剰間げき水圧の消散速度は速くなる。一方、このとき、全ひずみに占める1次圧密量の割合は小さいので、圧縮度 μ の進行は遅れるようにみえる。一般に $\sqrt{t}$ 法または $\log t$ 法により、100%圧密時のひずみ ϵ_{100} を決めると、この値は供試体の層厚により変化する。しかし、側方拘束圧密試験を行ない、供試体上端面の沈下量とともに、不透水面の過剰間げき水圧の消散速度が正確に測定されるならば、上述した性質により本質的な ϵ_{100} 、すなわち図-1の即時圧縮線ACD上の点に対応する ϵ_{100} が求まると思われる。

圧力増分比の圧密挙動に及ぼす影響 図-3に圧力増分比をかえたときの、 ϵ 、 μ 、 $u_m/\Delta p_0$ 、 $U \sim \log t$ 関係の計算結果を示す。この図より、圧力増分比 $\Delta p_0/p_0$ が増加するに従い、圧縮度 μ の進行は速くなり、 $u_m/\Delta p_0$ 、 U の進行は初め速く後に速くなることがわかる。

レオロジーパラメーターの圧密挙動に及ぼす影響 レオロジーパラメーター α' 、 β' については、既に文献^{1), 2)}に示した。一般に構造骨格の $\epsilon \sim \log t$ 曲線は、 α' の増加とともにその勾配が減少し、 β' の増加とともに $\log t$ 軸の減少方向に平行移動される。図-4は、2種の α' に対して、飽和粘土の圧密変形挙動を示したものである。この図より、 α' の変化は初期の圧密挙動にはほとんど影響せず、2次圧縮部分に大きく影響する。また、 $u_m/\Delta p_0$ 、 U の進行は α' が減少するに従い速くなる。図-5は、 β' のかわりに、 $\beta = \beta' \cdot (p_0 + \Delta p_0)^2 / p_0$ で定義される β の圧密挙動に及ぼす影響を示したものである。 $\epsilon \sim \log t$ 曲線の2次圧縮部分は互いに平行になっており、 $u_m/\Delta p_0$ 、 U の進行は β の減少とともに速くなっている。このようなレオロジーパラメーターの圧密挙動への影響は、つぎのように説明される。すなわち、 α' 、 β が小さくなり、構造骨格の粘性が大きくなると、構造骨格の粘性遅れのため、供試体内の過剰間げき水圧が大部分消散するときのひずみは、粘性が小さい場合に比べて小さく、透水性が同じであれば、構造骨格は速くこのひずみに達する。したがって、加えられた圧力増分は速く構造骨格に伝播され、過剰間げき水圧は速く消散する。

る。むすび 以上の計算結果及び考察より、つぎのことが結論される。1) 1次圧密比の減少とともに、圧縮度の進行は遅れ、圧密度の進行は促進される。2) 圧力増分比の増加とともに、圧縮度の進行は促進され、圧密度は初め速く、後に遅れる。3) 構造骨格の粘性の増加(α' 、 β の減少)とともに、圧縮度の進行は遅れ、圧密度の進行は速くなる。

謝辞: 御指導いただいた京都大学防災研究所 柴田 徹教授に謝意を表します。

参考文献: 1)大塚(1974): 第19回土質工学シンポ, 2)大塚ら(1975): 第10回土質工学研究発表会, 3) Bjerrum (1967): Geotech. vol.17, 4) Foss (1969): 7th ICSMFE, vol.2, 5) Garlangier (1972): Geotech. vol.22, 6) Mesriら(1974): ASCE, GT8, 7) Barden (1969): ASCE, SM1, 8) Berreら(1972): Geotech. vol.22, 9) Barden (1965): Geotech. vol.15, 10) Berryら(1972): Geotech. vol.22.

参考文献: 1)大塚(1974): 第19回土質工学シンポ, 2)大塚ら(1975): 第10回土質工学研究発表会, 3) Bjerrum (1967): Geotech. vol.17, 4) Foss (1969): 7th ICSMFE, vol.2, 5) Garlangier (1972): Geotech. vol.22, 6) Mesriら(1974): ASCE, GT8, 7) Barden (1969): ASCE, SM1, 8) Berreら(1972): Geotech. vol.22, 9) Barden (1965): Geotech. vol.15, 10) Berryら(1972): Geotech. vol.22.

参考文献: 1)大塚(1974): 第19回土質工学シンポ, 2)大塚ら(1975): 第10回土質工学研究発表会, 3) Bjerrum (1967): Geotech. vol.17, 4) Foss (1969): 7th ICSMFE, vol.2, 5) Garlangier (1972): Geotech. vol.22, 6) Mesriら(1974): ASCE, GT8, 7) Barden (1969): ASCE, SM1, 8) Berreら(1972): Geotech. vol.22, 9) Barden (1965): Geotech. vol.15, 10) Berryら(1972): Geotech. vol.22.

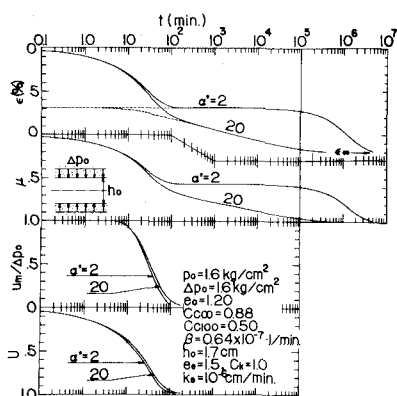


図-4 α' の圧密挙動に及ぼす影響

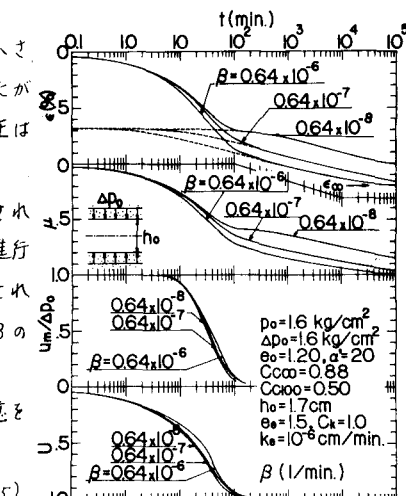


図-5 β の圧密挙動に及ぼす影響