

粘性土の圧密挙動に及ぼすクリープの影響

山口大学大学院 学生会員 ○佐藤恭彰 白宗和
山口大学 正会員 松田博 全南大学 白元珍

1. まえがき

我が国では、海岸部の軟弱な埋立地あるいは沖積層上に都市機能が集中しているため、軟弱地盤上に盛土や構造物を建設する際に生じる残留沈下や不等沈下などに対する正確な沈下予測、あるいは沈下抑制などの対策が必要とされる。圧密沈下は既存の圧密理論で予測可能であり、実際 Terzaghi の圧密理論が定着しているが、理論値と実際の沈下量が一致しないことがほとんどである。そこで、圧密機構を明確にするための研究¹⁾が行われてきているが、クリープのメカニズムについては、いまだ明らかにされていない点が多い。そこで本研究では、層別計測型圧密試験を用いて瞬時載荷圧密試験を行い、その試験結果と Yin より導かれた EVP(弾粘塑性)モデルの解析結果とを比較することにより、粘性土の圧密過程について検討した。

2. 試料および実験方法

今回の試験で用いた試料は攪乱状態の東京湾粘土である。その物理特性については Table.1 に示す。実験は、層別計測型圧密試験機(分割供試体高さ 20mm、直径 60mm)を用い、Table.2 に示す載荷パターンで、実験を行った。圧密圧力 39.2kPa、78.4kPa のもとで各分割層ごとに両面排水状態で2段階の予圧密を行った後、所定の圧密圧力(156.8kPa)による通常の圧密試験を行った。なお、圧密中は、バックプレッシャーとして 98kPa を負荷した。

Table.1 物理特性

	東京湾粘土
ρ_s (g/cm ³)	2.775
W_L (%)	66.55
I_p	24.99
W_P (%)	41.56
ω_0 (%)	170.6
C_c	0.46

Table.2 載荷パターン

test No	Sample	Drainage Condition	σ_o (kPa)	$\Delta \sigma$ (kPa)	σ_f (kPa)	Ho(cm)	No of Subspecimen
PaD-1	Tokyo Bay Clay	Disturbed	78.4	78.4	156.8	10	5
PaD-2	Tokyo Bay Clay	Disturbed	156.8	156.8	313.6	10	5

3. Yin の EVP モデル

Yin(1996)は、弾粘塑性(EVP)モデルに圧密方程式を組み入れ、一次圧密中に生じるクリープを表現できる圧密モデルを導いた。EVPモデルの基本式を以下に示す。

$$C_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{1}{m_v} g(u, \varepsilon_z) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \varepsilon_z}{\partial t} = -m_v \frac{\partial u}{\partial t} + g(u, \varepsilon_z) \quad (2)$$

ここで

$$g(u, \varepsilon_z) = \frac{\psi/V}{t_0} \left\{ \exp\left(-\varepsilon_z \frac{V}{\psi}\right) \right\} \left(\frac{\sigma_z - u}{\sigma_{z0}} \right)^{\lambda/\psi} \quad (3)$$

ここで、 $g(u, \varepsilon_z)$ は EVP モデルのクリープ関数である。 m_v は体積圧縮係数、 V は体積比、 ϕ はクリープパラメーター、 t_0 は reference time line に関連したパラメーター、 C_p は圧密係数である。EVP モデルでは、

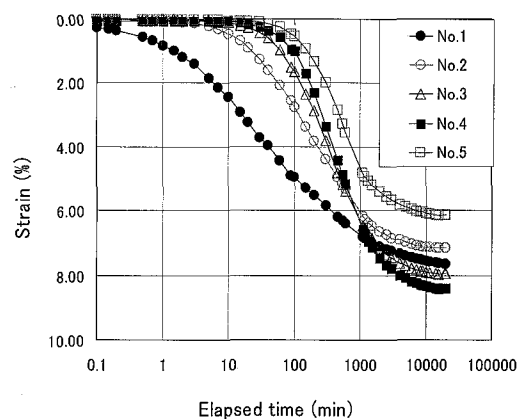


Fig.1 沈下ひずみの経時変化

3つのパラメーター(λ, κ, ψ)を用いており、この EVP モデルは等価時間 t_e の考え方を発展させたもので、クリープパラメーター ψ を用いることによって過圧密および正規圧密領域のクリープひずみをモデル化したものである。

実測値と解析値

ここでは、実験で得られた値の検討と、Yin モデルによる解析結果と層別計測型圧密試験の結果を比較する。また、層別計測型圧密試験より得られた結果の整理にあたり、排水面側にあたる分割層を No.1、非排水面側にあたる分割層を No.5 とした。Fig.1 は沈下ひずみの経時変化における供試体 No.1~No.5 までの実験値を示した。この図において、一次圧密終了時の各分割供試体の沈下ひずみは深さ方向に一様でなく、各分割供試体ともほぼ同時に沈下曲線が直線的になり、二次圧密的な沈下を生じている。この直線群は、ほぼ平行でその勾配も等しくなっている。

Fig.2 は平均沈下ひずみの経時変化を示したものである。解析値と実験値とを比較するとよく一致していることが分かる。Yin モデルによる解析値は実測値よりも急な変化を示しているが、最終沈下量は良い一致を示しているといえる。

Fig.3 は各分割供試体における過剰間隙水圧の経時変化を示す。この図において解析値は実験値より過剰間隙水圧の消散速度が初期の段階で速くなっていることがわかる。そして両者とも最終的には間隙水圧が消散している。また、解析値においては、過剰間隙水圧の消散において、曲線形が変化している。

Fig.4 は各分割供試体における有効応力の経時変化について示している。この図において解析値と実験値両者の、排水面側 No.1 と非排水面側 No.5 の同一圧密度に達するまでの経過時間を比較してみると、差が生じていることが分かる。このことより、実験値も Yin のモデルと同様に、同一有効応力に達するまでの時間が供試体内部で異なっているということがわかる。

結論

本研究では、層別計測型圧密試験を用いて瞬時載荷圧密試験を行い、その試験結果と Yin より導かれた EVP モデルの解析結果とを比較することにより、粘性土の圧密過程について検討した。その結果を以下に示す。1) 沈下ひずみと時間の関係では、一次圧密終了時の各分割供試体の沈下ひずみはそれぞれ異なっていて深さ方向に沈下ひずみが一様でない。2) Yin モデルでは一次圧密中のクリープを考慮しているため、沈下ひずみの経時変化において実測値と解析値とが、良い一致を示した。3) EVP モデルにおいて、過剰間隙水圧の消散曲線の形状が変化する。

参考文献

- 1) Ladd C. C., Foott R., Ishihara K. Schlosser F. and Poulos H. J.: Stress-deformation and strength characteristics, Proc.9th ICSMFE, 421-494, 1977.
- 2) Yin, J. H. and, Graham J.: Elastic visco-plastic modeling of one-dimensional consolidation, Geotechnique, 46, No.3, 515-527, 1996.

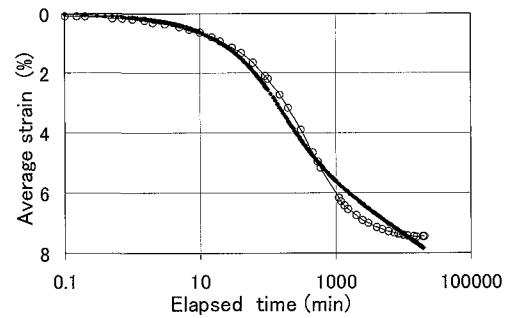


Fig.2 平均ひずみの経時変化

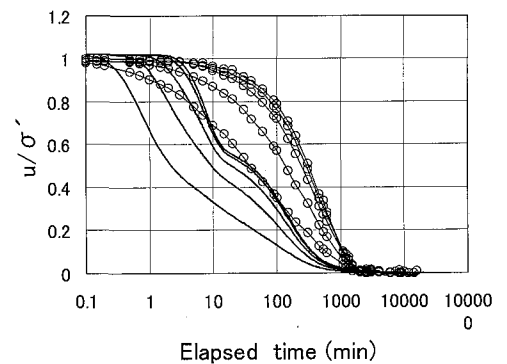


Fig.3 過剰間隙水圧の経時変化

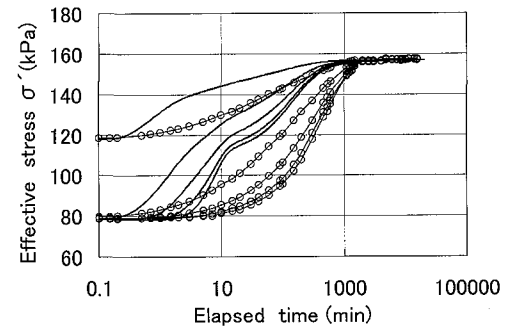


Fig.4 有効応力の経時変化