

疑似過圧密領域の一次圧密量と二次圧密挙動

都市再生機構 正会員 鎌田 克郎
 東海大学 正会員 ○杉山 太宏
 東海大学 学生会員 柳澤 夏樹
 新日本開発工業 正会員 赤石 勝

1. まえがき

弾粘塑性論に基づく二次圧密モデルでは、過圧密領域における二次圧密は小さいので考慮されないことが多い。しかし疑似過圧密領域の二次圧密は、過圧密領域と同じように考慮しなくてよいかは明かでない。そこで本研究では、不攪乱粘土の標準圧密試験結果から、全圧密量中の一次圧密量・二次圧密量を推測し、疑似過圧密領域における二次圧密挙動を調べた。

2. 二次圧密モデル

一次元圧密粘土の体積ひずみを一次圧密量 v_p と二次圧密量 v_s の和として式(1)で表す¹⁾。

$$v(=v_p + v_s) = m_v \cdot \Delta p = m_p \cdot \Delta p + \alpha \cdot \ln(\dot{v}_0 / \dot{v}_s) \quad (1)$$

ここに、 m_v と m_p は全圧密量と一次圧密量で定義される体積圧縮係数、 Δp は鉛直有効応力増分、 α は体積ひずみの二次圧密係数、 $\dot{v}_0$ は二次圧密の初期速度である。

この報告では、疑似過圧密領域における一次圧密量と二次圧密量の比について検討するが、実験によって決定できない m_p は全圧密量中の二次圧密量あるいは一次・二次圧密量比を仮定すれば、 $\dot{v}_0$ は式(2)から決定できる。

$$\dot{v}_0 = \dot{v}_f \exp(v_s / \alpha) \quad (2)$$

ここに、 $\dot{v}_f$ は体積圧縮係数 m_v を決定した圧密時間の二次圧密速度である。式(1)は関口・太田モデルに類似しているが、弾粘塑性論に基づくものではなく単なる実験式である。

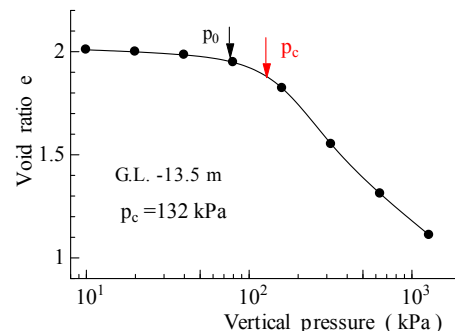
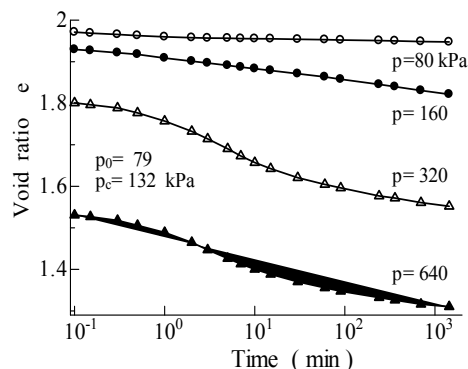
図-1 不攪乱試料の $e-\log p$ 曲線

図-2 圧密量(間隙比) - 時間曲線

3. 試験および計算結果と考察

図-1 と図-2 は、神奈川県内で採取した不攪乱試料の $e-\log p$ 曲線とその圧密量(間隙比) - 時間曲線である。この試料の $p_c=132$ kPa, $p_0=79$ kPa で $p_0 < p_c$ となり過圧密比は約 1.5 である。この報告では p_0 以下を過圧密、 $p_0 \sim p_c$ 付近を疑似過圧密、 $2p_c$ 以上を正規圧密領域と仮定した。圧密圧力 $p=320$ kPa と 640 kPa の正規圧密領域における圧密量 - 時間曲線の形状はほぼ同じであるが、過圧密領域 ($p=80$ kPa) と疑似過圧密領域 ($p=160$ kPa) のそれは、それぞれの特徴を示す形状のようである。圧密量 - 時間曲線の形状は、一次・二次圧密量の割合の影響を受けると考えられるため、以下、正規圧密と疑似過圧密領域に区分して検討する。図-2 の実験結果から決定した圧密定数を表-1 に示した。

表-1 圧密定数

p (kPa)	m_v (1/kPa)	c_v (cm ² /min)
80	3.06×10^{-4}	2.71
160	5.48×10^{-4}	2.25
320	6.28×10^{-4}	0.39

3.1 正規圧密領域の圧密量 - 時間曲線

図-3 は、圧密荷重増分 $\Delta p=160$ kPa ($p=320$ kPa) の計算結果を比較したものである。実験では求められない m_p の値を推定するため、 m_v との比 m_p/m_v を 0.8, 0.6, 0.5 の 3 通りに仮定し計算した。また、実測値に近い計算結果を得るために、一次圧密量で定義する圧密係数 c_v^* も図中に示す値 (0.08 cm²/min) を仮定している。 $m_p/m_v=0.8$

キーワード：疑似過圧密、一次元圧密、二次圧密

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 TEL 0463-58-1211 E-mail: sugi@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

(破線)とした計算では、一次圧密度が過大で実測値とのずれが大きい。 $m_p/m_v=0.6$ あるいは $m_p/m_v=0.5$ とした圧密度—時間曲線の計算結果はほぼ実測値と一致しているが、どちらがより良いかは明らかにできない。そこで、供試体中央部における過剰間隙水圧の計算結果を図-4に示した。 $m_p/m_v=0.5$ とした計算では、二次圧密度が過大であるため一定荷重下であるにもかかわらず過剰間隙水圧が初期に増加している。 m_p 値に関する仮定の妥当性を吟味するには、過剰間隙水圧の測定が必要と考えられるが、図-3、図-4の試行計算からは $m_p/m_v=0.6$ 程度とするのが合理的と推測される。

3.2 疑似過圧密領域の圧密度—時間曲線

図-5は、疑似過圧密領域($\Delta p=80$ kPa, $p=160$ kPa)の実測値と計算値を示したものである。白丸記号の実測値は、圧密度が載荷直後から時間の対数にほぼ比例しており、一次圧密末期およびその終了時点が不明瞭で、典型的な逆S字型の圧密曲線とはかなり異なる。計算では、図-3に示した正規圧密領域において実測値に近い結果を与えた $m_p/m_v=0.6$ と仮定し、圧密係数 c_v 値を変化させている。全体として沈下の傾向は捉えているが、 c_v 値の変化だけでは圧密度—時間曲線全体の適合度が低い。圧密曲線の形状から判断して、疑似過圧密領域では全圧密度中の二次圧密度が増加しているものと考えられる。そこで、 m_p/m_v 値をより小さくして計算した結果を図-6に示した。図の c_v 値は、計算結果が実測値に近いと主観的に判断したものである。図-5よりも m_p/m_v 値を小さく仮定した図-6の計算結果は、より実測値に近い。疑似過圧密領域における特異な形状の圧密度—時間曲線は、全圧密度中の二次圧密度が増加したと仮定することで説明可能である。

図-6の計算結果から、供試体中央部における過剰間隙水圧の経時変化を示したのが図-7である。過剰間隙水圧の消散速度は、圧密係数 c_v に対応している。図-7の計算結果では、正規圧密で観察された過大な二次圧密度の仮定に伴う過剰間隙水圧の増加は見出されない。 c_v 値と m_p/m_v 値の両仮定が影響しているものと考えられるが、過剰間隙水圧の実測値による検討が必要である。

4. むすび

疑似過圧密領域では、全圧密度中の二次圧密度が増加している。二次圧密度と圧密係数の仮定により圧密中に過剰間隙水圧の増加が計算される結果を示した。今後、圧密中の過剰間隙水圧の測定による検証が必要である。

参考文献
1) Sekiguchi, H. and Ohta, H. : Induced anisotropy and time dependency in clays, Proc. 9th ICSMFE, Specialty Session 9, Tokyo, pp.229-237, 1977.

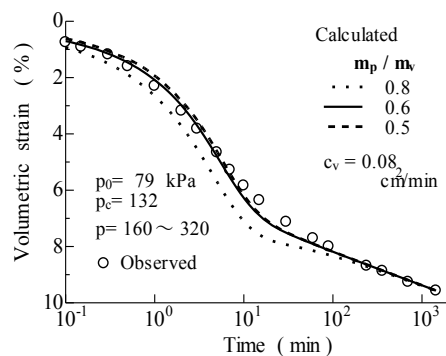


図-3 正規圧密領域の圧密度—時間曲線

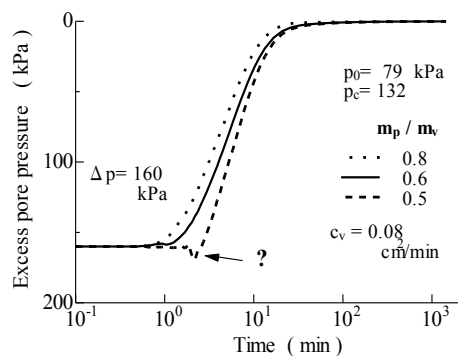


図-4 供試体中央部の間隙水圧 (正規圧密)

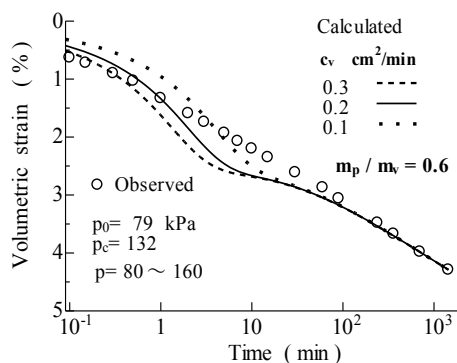


図-5 疑似過圧密領域の圧密度—時間曲線 ($m_p/m_v=0.6$)

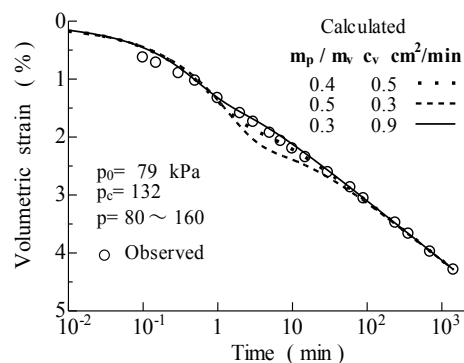


図-6 疑似過圧密領域の圧密度—時間曲線 (m_p/m_v & c_v 変化)

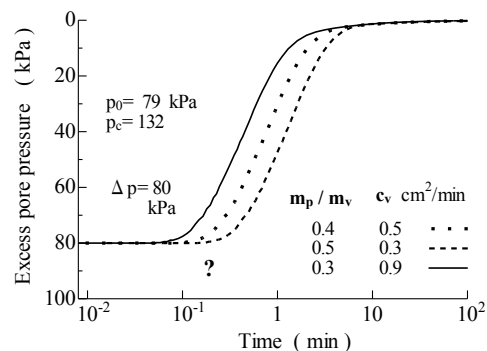


図-7 供試体中央部の間隙水圧 (疑似過圧密)