疑似過圧密領域における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 〇杉山 太宏
- 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無視されるがゼロではない. また,疑似過圧密領域における二次圧密は,過圧密領域におけるそれと同じように無視できる大きさか明 かでない.さらに,圧密降伏応力を跨ぐ圧密荷重による一次元圧密の二次圧密挙動も明確にされていない. そこで本研究では,不撹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

ー次元圧密粘土の体積ひずみを有効応力変化に伴う 体積ひずみ(一次圧密量) v_p と時間依存性の体積ひず み(二次圧密量) v_s の和として式(1)で表す¹⁾.

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

ここに、 $m_v \ge m_p$ はそれぞれ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 は体積ひずみで定義された二次圧密係数、 \dot{v}_0 は初期 二次圧密速度である.

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,一次圧密量の 体積圧縮係数*m*_pは実験によって決定できない.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, v₀は式(2)から決定できる.

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

ここに、 \dot{v}_f は体積圧縮係数 m_v を決定した圧密時間における二次圧密速度である.式(1)は関ロ・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¹⁾.

3. 試験結果と考察

採取試料の e - log p 曲線を図-1 に示した. 図中には 圧密降伏応力 pc と土被り圧 p0 を赤と黒の矢印で示し た. 両者の関係より,深度によらず過圧密比は 1.2~



キーワード:擬似過圧密,一次元圧密,二次圧密 連 絡 先:〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211 E-mail:sugi@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp



に示されている. 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 は全圧密量中の一次・二次圧密量の割合の影響を受 けていると考えられるため,以下では正規圧密・過 圧密そして疑似過圧密領域に区分して検討する. 表 -1 には,図-3 の実験結果から決定した土質定数を示 した.

3.1 正規圧密領域の圧密量―時間曲線

正規E密領域と考えられる図-3 に示した圧密荷重 増分 $\Delta p = 160$ kPa (p = 320 kPa) による圧密量一時間曲 線の実験結果と計算結果の比較を図-4 に示した.実験 から求められない一次圧密量で定義する体積圧縮係数 m_p の値を推定するため、計算では全圧密量による m_v との比 m_p/m_v を3パターン (0.8, 0.6, 0.5) 仮定した.



図-3 不攪乱試料の圧密量(間隙比)-時間曲線

表-1 圧密定数

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

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 cm^2 /min)を仮定している.図中 $m_p/m_v=0.8$ とし破線で示した計算では、一次圧密量が過大で実 測値とのずれが大きい.実線と点線で示した $m_p/m_v=0.6$ あるいは $m_p/m_v=0.5$ とした圧密量一時間曲線の 計算結果はほぼ実測値と一致しているが、どちらの値がより良いのかは明らにできない.図-5には、供試 体中央部における過剰間隙水圧の計算結果を示した.図の破線、実線、点線が、図-4で仮定した3つ m_p/m_v 値の結果とそれぞれ対応する.図から明らかなように、 $m_p/m_v=0.5$ とした点線の計算結果では、二次圧 密量が過大であるため一定荷重下で過剰間隙水圧の増加が計算されている. m_p 値に関する仮定の妥当性 を吟味するには、過剰間隙圧の測定が必要と考えられるが、図-4、図-5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 過圧密領域の圧密量―時間曲線

図-6と**図-7**は、過圧密領域(Δ*p*=40 kPa, *p*=80 kPa)の圧密量と過剰間隙圧の経時変化である.**図-6** の圧密量の試行計算では、**図-4**と同様 *m_p*/*m_y*=0.6 程度の仮定が実測値に近い.ただし、過圧密領域の圧



密係数は $c_v=2$ (cm²/min) と大きな値を使用しているため、6 sec 以前からの計算結果を示している.また、 c_v 値が大きな場合でも $m_p/m_v=0.5$ の仮定では、二次圧密による過剰間隙水圧の過剰な増加が計算されることは図-5 と同じである.

3.3 擬似過圧密領域の圧密量―時間曲線

図-8に白丸印で示すように、疑似過圧密領域($\Delta p = 80$ kPa, p = 160 kPa)における圧密量-時間曲線の 形状は、典型的な圧密曲線である逆S字型とはかなり異なるものである。一次圧密中から圧密量が時間の 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ある。図-4 と図-6 に示した正規な らびに過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 計算した結果を図-8 に示した.沈下の傾向は捉えているようであるが、 c_v 値の変化だけでは圧密量-時間 曲線全体の適合度が正規圧密ならびに過圧密領域の結果よりも低い。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量中の二次圧密量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(一次圧密の割合を少なく)して計算した結果を図-9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-8 よりも m_p / m_v 値を小さく仮定した図-9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量–時間曲線は、全圧密量中の二次圧密量が増加したと仮定することで説明可能である.

図-9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-10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-10の計算結果では, 正規圧密ならびに過 圧密の計算で観察された過大な二次圧密量の仮定 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,全圧密量中の二次圧密量 が増加している.二次圧密量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. 9thICSMFE, Specialty Session 9, Tokyo, pp.229-237, 1977.