1. はじめに

標準圧密試験を実施すると、ほとんどの粘性土で二 次圧密が観測される.しかし、全圧密量から一次圧密 量と二次圧密量を分離測定できないため、一次圧密中 の二次圧密挙動は明らかでない.一次圧密中に発揮さ れる二次圧密挙動に関する仮定によって、全圧密量や 圧密速度は大きく影響される.そのため、二次圧密モ デルに関する仮定と全圧密量や圧密速度に及ぼす影響 を明確にする必要がある.

一次圧密中に発生する二次圧密挙動を明確に規定で きる簡単な二次圧密モデルを用い,二次圧密を含む一 次元圧密挙動について検討した.一次圧密終了後の二 次圧密挙動から一次圧密中の二次圧密挙動を推定して いるが,提案する二次圧密モデルの妥当性を実験的に 検証できない.この報告では,標準圧密試験から計算 に必要な土質定数を決定し,測定された圧密量一時間 曲線の再現計算を試みた.再現計算結果から一次圧密 中の二次圧密挙動を推定し,限られた範囲で提案モデ ルの妥当性について考察している.

2. 二次圧密モデル

著者らは,間隙比速度に着目した二次圧密を含む一 次元圧密解析法を提案している¹⁾.式(1)に提案モデ ルの構成式を示した.

$$e = e_0 - Cc^* \log(\sigma/\sigma_0) + C_s \log(\dot{e}_s/\dot{e}_s)$$
(1)

一次元圧密における全間隙比速度*i*を,一次圧密の 間隙比速度*i*, と二次圧密の間隙比速度*i*, の和として 表現する.二次圧密の間隙比速度*i*, を,式(2)によっ て表す.

$$\dot{e}_{s} = \dot{e}_{i} \times 10^{-\chi/C_{\alpha}} \tag{2}$$

ここで、 χ は新たな圧密荷重増分によって発生した二次 圧密量、 C_{α} は二次圧密係数、 \dot{e}_{i} は $\chi=0$ における二次圧 密による間隙比速度である.また $Cc \geq Cc^{*}$ は、全圧密 量と一次圧密量で定義される圧縮指数である.

3.実験ならびに計算結果と考察

<u>3.1 試料と実験方法</u>

茨城県日立市内で、乱さない粘土試料をシンウオー ルサンプリングによって採取した.粘土層は、深さ 8 ~23m間に位置し,黒褐色の比較的均質な粘土である.

東海大学大学院		学生会員	〇今井着	卜人
建設企画コンサ	ルタント	正会員	白子博	鴚眀
東海大学	正会員	杉山太宏	ま・赤石	勝

自然含水比:121%, 土粒子の密度:1.45g/cm³, 液性限界:121%, 塑性限界:54%である.採取した試料に対して,一日間隔載荷で行う,一般的な標準圧密試験を実施した.

<u>3.2 実験結果と考察</u>

図1にe~log(p)曲線,図2に圧密降伏応力p。前後の圧 密圧力段階における圧密量-時間曲線を示している. 図1から明らかなように,試料の圧密降伏応力は,ほ ぼ80kPa付近である.また,図2より各圧力段階につ いて,図中矢印以降の圧密時間で,圧密量の経時変化 は時間の対数に比例している.

図2の試験結果から、全圧密量に関する間隙比速度 eの経時変化を求めて図3に示した.図3の矢印は, e が時間の対数に比例して発生し始める時間であり、図 2の矢印と同じ意味である. 矢印以降の圧密時間にお ける圧密挙動を二次圧密とすれば、この時間内に二次 圧密による間隙比速度は、最大で3桁近く変化してい る.一次圧密中も二次圧密が時間の対数に比例して発 生しているならば、矢印以前の圧密時間における二次 圧密による間隙比速度 e は、図中破線のようになるが、 矢印以前の圧密時間における e は、e より大きな値と なってしまう. $\dot{e} \ge \dot{e}_{e}$ となるためには, 一次圧密中の \dot{e}_{e} は、矢印付近の値より小さくなる必要がある.また、 載荷直前の e, は、前載荷段階の間隙比速度 e, である. 一次圧密中のe,は、e,から増加し、矢印付近の大きさ になったと考えることができる.したがって、標準圧 密試験における二次圧密は,一次圧密中にも発生し, その速度は載荷前の é, より大きな値となる. また, 圧 密中のある時間以降には減少すると推定しうる.

3.3 実験結果と計算結果との比較

標準圧密試験における圧密量-時間曲線の再現計算 を行い,計算ならびに実験結果を図4で比較した.一 次元圧密解析に必要な土質定数は,標準圧密試験結果 から決定した.計算に用いた土質定数を表1に示す.

提案モデルによる一次元圧密解析には、土質定数*Cc*, *Cc*^{*}, *C*_aおよび*c*^{*}が必要である.圧密試験における圧 密量の経時変化には、二次圧密が含まれている.一次 圧密中に発生する二次圧密を分離測定出来ないことか ら、二次圧密の影響を含まない土質定数の決定は困難 であるが、次の手順で土質定数を求めている.

キーワード:一次元圧密 二次圧密 間隙比速度 構成式

連絡先:〒259-1292 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 TEL 0463-58-1211 E-Mail: Yoshihito.Imai@gmail.com

10³

 10^{3}



1) 正規・過圧密領域によらず, 圧密時間 120 分以降 の圧密量-時間曲線は、ほぼ時間の対数に比例してい るため、120 分以降の圧密量の経時変化から二次圧密 係数 C_{α} を求めた.

2)曲線定規法を用いて圧密係数*c*^{*}を推測した.一次 圧密中に発生している二次圧密の影響を小さくするた め, 圧密度 50%以前での曲線定規の適合度を重視した. 3) e~log(p)曲線から各載荷段階毎の圧縮指数 Cc を求 めた.

4)実験結果から圧縮指数Cc*を決定することはできな い.この報告では、曲線定規法によるc,*決定時の圧密 度 50%における圧密量d₅₀からCc^{*}値を推測した. 推測 Cc^{*}値による圧密量-時間曲線の再現計算を行い,1日 後の圧密量が実測値に一致するよう推測c,^{*}値ならび に Cc^* 値を試行錯誤で修正した.

図4の比較では、計算結果と実測値は良く一致して いる.これらの比較より、計算結果と実測値が一致す るよう提案モデルの土質定数を決定することは可能で ある.計算試行回数2~3回,合計演算時間は数分以 内であり, 適合作業に特別不具合は生じなかった. ま た,提案モデルの圧縮指数の比*Cc^{*}/Cc*は,全圧密量中 の一次圧密量を意味する.計算結果によれば,再現計 算に用いた各載荷段階におけるCc*/Cc比は6割前後で あり、二次圧密量は無視できない大きさである.

図4の計算結果から正規圧密領域の2つの載荷段階 における間隙比速度の経時変化を図5と図6に示した. 図4の圧密量の経時変化と同様に、間隙比速度の実測 値と計算結果は良く一致している.排水面(y/H=0)にお ける間隙比速度は, $\dot{e} = \dot{e}_i$ であり \dot{e}_i から単調に減少する.

長1 計算	こ用いた	土質定数
-------	------	------

쿢

p (kPa)	Сс	Cc^*	C_{α}	$\boldsymbol{c}_{v} * (\mathrm{cm/min}^{2})$	<i>e</i> ₀
78.5	0.24	0.14	0.014	0.05	2.357
157.0	1.01	0.55	0.094	0.02	2.284
313.9	1.23	0.82	0.060	0.02	1.980

非排水面(y/H=1)におけるそれは、圧密開始前までほぼ 載荷前の全間隙比速度 e の大きさに等しい. 圧密開始 後、 eと e, の経時変化に大きな違いが生じるが、その 差が \dot{e}_{a} である. 圧密層内各点で、 $\dot{e}=\dot{e}_{s}$ となる圧密時 間がteorと考えれば、両載荷段階とも 150 分頃である. 両載荷段階における t_{EOP} の一致は、表1の c_v *の一致と対 応する.図5では、圧密量-時間曲線(図4白丸)が ほぼ時間の対数に比例する圧密時間とteorとが大きく 異なっている.このことから、二次圧密量を含む圧密 量-時間曲線の形状からteorを正確に判定するのは難 しいと言える. また, t_{EOP} 以降の \dot{e} と時間の関係が t_{EOP} 以前の一次圧密領域にも成立すれば、 é が é より大き くなることが両図から明らかである.一次圧密中の e. は、t_{EOP}付近のそれより小さいと推測するのが合理的で ある.

4. まとめ

簡単な二次圧密モデルを用いて、一次圧密中に発生 する二次圧密について検討した.提案モデルによって, 標準圧密試験の圧密量ー時間曲線を簡単・正確に再現 できた.また,提案モデルでは、一次圧密中の二次圧 密挙動を合理的に説明可能であることを示した.

<参考文献>

1) 白子博明ほか: 一次圧密中の二次圧密挙動, 土木学会第 59回年次学術講演会 3-236(CD-ROM), pp.535-536, 2004.