

圧密沈下量予測に対する二次圧密の影響

東海大学大学院 学生会員 ○五十畑 修
(株)建設企画コンサルタント 正会員 白子 博明
東海大学工学部 正会員 杉山 太宏・赤石 勝

1. まえがき

盛土工事に伴う軟弱地盤の長期沈下観測結果によると、実際地盤においても二次圧密と思われる沈下が継続している場合が多い¹⁾。このような二次圧密的長期沈下を含めた一次元圧密沈下量を設計段階でより適確に把握できれば、盛土量算定や不等沈下対策にとって有用である。しかし、現時点では標準圧密試験で観測される二次圧密を実際地盤の圧密沈下量予測にどのように反映させるか明らかでない。最大排水距離の異なる供試体の圧密量時間曲線は、圧密量が時間の対数に比例して発生するいわゆる二次圧密領域で重なり合うか否かいわゆる Isotache について現在でも議論されている¹⁾²⁾。この報告では現場の一次元圧密沈下量を予測する場合、標準圧密試験によって決定された圧密量が、同じ時間係数における現場の圧密量に対応するのか二次圧密を含む一次元圧密解析で検討した。また、最大排水距離の異なる供試体の一次元圧密試験によって Isotache の成立を調べた。

2. 二次圧密を含む一次元圧密解析

一次元圧密において、有効応力 σ' による正規圧密飽和粘土の間隙比 e の変化は、式(1)で表される。

$$e = e_0 - C_c \log(s'/s'_0) - C_\alpha \log(t/t_i) \quad (1)$$

ここに、 C_c は圧縮指数、 C_α は二次圧密係数、 t は圧密層内各点の圧密開始後の時間、 t_i は二次圧密の開始時間、有効応力と間隙比の下付添え字の 0 は圧密前の初期状態を表す。間隙比の変化量 de は、一次元圧密による変化量 de_p と二次圧密による変化量 de_s の和として式(2)で与えられる。

$$de = de_p + de_s \quad (2)$$

また、 de_p と de_s は次式で表されると仮定した。

$$de_p = \left(\frac{\partial e}{\partial s'} \right) ds' = \frac{0.4343 C_c}{s'} ds' = m_p ds' \quad (3) \quad de_s = \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_s dt = -\frac{0.4343 C_\alpha}{s'} dt = m_s dt \quad (4)$$

式(2)を一次元圧密方程式(5)に代入すると、式(6)が得られる。

$$\frac{1}{1 + e_0} \frac{\partial e}{\partial t} = \frac{k}{\gamma_w} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \quad (5) \quad \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_t \frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{k(1 + e_0)}{\gamma_w} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_s \quad (6)$$

ここに、 k は透水係数、 γ_w は水の単位体積重量、 u は過剰間隙水圧、 y は圧密層内の距離である。

また、式(6)の差分方程式は、式(7)で示される。

$$u_{y,t+dt} = u_{y,t} + \alpha (u_{y+dy,t} - 2u_{y,t} + u_{y-dy,t}) + m_s \cdot dt / m_p \quad (7)$$

ここに、 $\alpha = dt \cdot c_v / dy^2$ 、 $c_v = k(1 + e_0) / \gamma_w m_p$ である。

一次元圧密の差分計算のための初期条件と境界条件は次のとおりである。

$$y = 0, t = 0 : u = 0 \quad ; \quad y > 0, t = 0 : u(y) = u_0 (= \Delta s) \quad ; \quad y = H : \frac{\partial u}{\partial y} = 0 \quad (8)$$

ここに、 H は圧密層の最大排水距離、 Δs は圧密荷重増分である。

表1 土質定数

Model	C_c	C_α	e_0	Δs (kPa)
Silt	0.5	0.02	1.5	42.37
Clay	1	0.04	2	19.62
Peat	4	0.2	8	13.34

$c_v = 0.1 \text{ cm}^2/\text{min}$ & $\sigma_0 = 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ 共通

3. 計算結果と考察

式(7)で圧密量時間関係を計算した結果が Fig.1 と Fig.2 である。計算に用いた土質定数は表 1 に示した。最大排水距離 $H=1\text{cm}$ で計算した圧密量時間曲線の一例を Fig.1 に示した。Fig.1 に示すように最大排水距離の異なる

キーワード：二次圧密，一次元圧密，最大排水距離

連絡先：〒259-1207 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 TEL 0463-58-1211 FAX 0463-50-2045

供試体の圧密時間曲線が、平行移動型になるのであれば標準圧密試験の1日後の圧密量で求めた体積圧縮係数 m_v を用いて最大排水距離の異なる供試体や現場の圧密沈下量を予測しても、圧密量の大きさは二次圧密に影響されない。Fig.2 に示すよう

に最大排水距離の異なる圧密時間曲線が Isotache 型となる場合、同じ時間係数に対応する圧密量は大きくなり、Fig.2 の場合、約 1.7 倍である。最大排水距離や二次圧密係数 C_α が大きくなると標準圧密試験の圧密量と同じ時間係数の圧密量は、対応して大きくなる。 C_c 、 C_α を3種類に変化させた土モデルで次元圧密解析を行い、その影響を調べたのが Fig.3 である。 H の増加とともに圧密量比 $\varepsilon_H / \varepsilon_{H=1\text{cm}}$ は増大し C_α が大きな場合程その影響は大きい。Isotache が成立する場合、標準圧密試験の1日後の圧密量は現場の圧密量予測に利用できないことになり、本報告のような二次圧密を考慮した次元圧密解析が必要となる。

4. 実験方法および実験結果

Fig.4 は泥炭試料を3種類の最大排水距離で行った圧密試験結果である。試料が均質でないため多少のバラツキが生じるが、最大排水距離の異なる供試体の圧密時間曲線は、二次圧密領域で重なり合わず互いにほぼ平行である。Fig.5a, 6a, 7a は最大排水距離の異なる正規圧密粘土と過圧密粘土の圧密試験結果である。圧密時間曲線は泥炭と同じように平行移動型である。分割型圧密試験に

おける各分割供試体の圧密時間曲線も二次圧密領域で互いに重なり合わない。過圧密比 OCR=6 で二次圧密速度がかなり減少しても最大排水距離の異なる圧密時間曲線は平行移動型となり、標準圧密試験の1日後の圧密量で現場の圧密沈下量を過小に予測する可能性は少ないようである。

5. まとめ

二次圧密を含む次元圧密解析によれば、Isotache が成立する場合、二次圧密が大きく最大排水距離の大きな場合ほど、室内圧密試験の圧密量と同じ時間係数における現場の圧密沈下量は大きくなる。最大排水距離の異なる過圧密粘土の次元圧密試験で、平行移動型の圧密時間曲線が得られた。

- 参考文献 -

- 1) Imai, G.: Analytical examinations of the foundations to formulate consolidation phenomena with inherent time-dependence, Key Note Lecture, IS-Hiroshima, 1995.
- 2) Aboshi H, Matsuda H, and Okuda M: Preconsolidation by separate-type consolidometer, X ICSMFE, Vol 3, pp.577-580, 1981

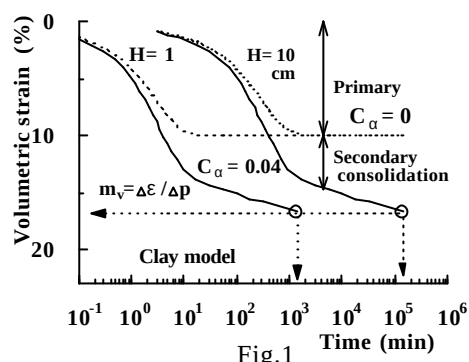


Fig.1

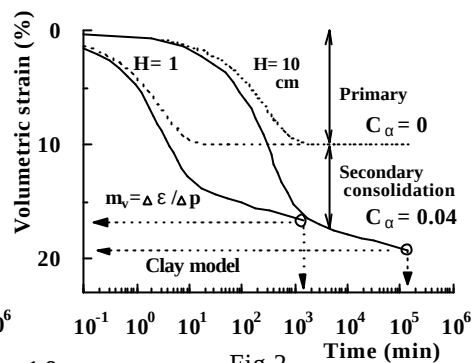


Fig.2

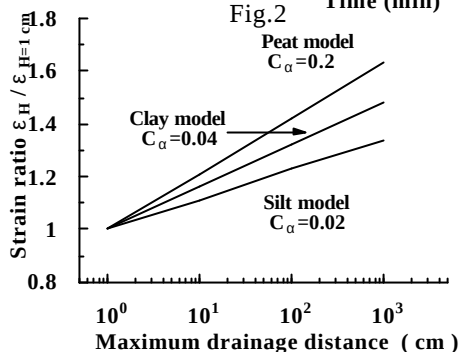


Fig.3

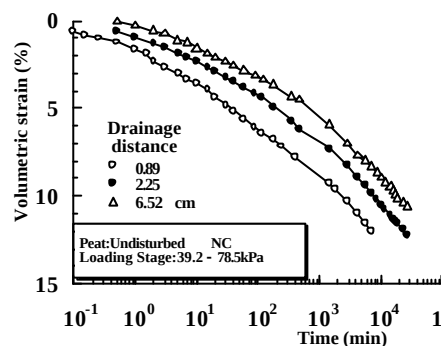


Fig.4

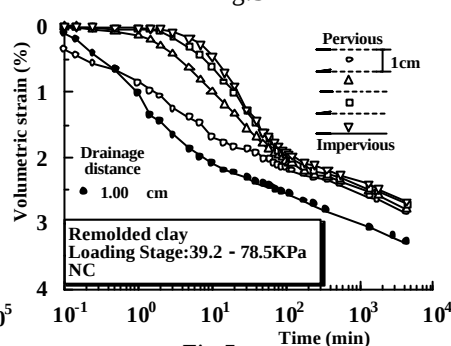


Fig.5a

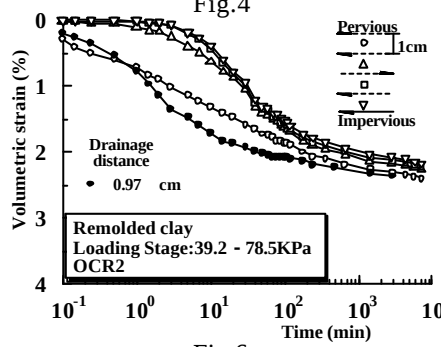


Fig.6a

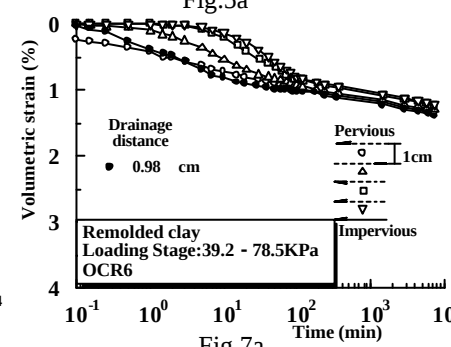


Fig.7a