

泥炭の一次元圧密における H^2 則

東海大学大学院 学生会員 今村 紘子
 (株) 建設企画コンサルタント 正会員 白子 博明
 東海大学 正会員 ○赤石 勝・杉山 太宏

1. まえがき

Terzaghi の一次元圧密理論によれば、圧密時間は最大排水距離 H の二乗に比例する。この報告では、これを H^2 則と呼ぶ。もし一次圧密中にも二次圧密が発生しているならば、 H^2 則の成立や圧密係数の決定法などに問題が生じる¹⁾。最大排水距離の異なる粘土の一次元圧密に関する網干の研究では、 H^2 則は成立しない²⁾。粘土に比べ二次圧密が極めて大きな泥炭では、圧密量～時間曲線に及ぼす二次圧密の影響は、設計上の無視できない問題の一つである。極めて不均質な泥炭地盤の圧密に関する能登の研究では、現場観測結果に基づく一次元圧密解析法が提案されているが、 H^2 則が採用されている³⁾。また、松尾の研究では、泥炭も粘土と同じように最大排水距離の異なる泥炭の一次元圧密で、 H^2 則が成立する場合としない場合があると報告されている⁴⁾。この報告は、最大排水距離の異なる泥炭と粘土供試体の一次元圧密試験結果の比較ならびに二次圧密を考慮した一次元圧密解析から H^2 則について検討している。

2. 間隙比速度と H^2 則

一次元圧密における全圧密量から求める間隙比速度 $\dot{e}$ を一次圧密と二次圧密による間隙比速度 $\dot{e}_p$ と $\dot{e}_s$ の和として表す。 $\dot{e}_p$ と $\dot{e}_s$ を式 (1), (2) で表し、一次元圧密方程式 (3) を得る。

$$\dot{e}_p = - \frac{0.434 C_c^*}{\sigma} \dot{\sigma} = -m_p \dot{\sigma} \quad (1) \quad \dot{e}_s = \dot{e}_i * 10^{-\chi / C_\alpha} \quad (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c_v^* \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \dot{e}_s / m_p \quad (3)$$

ここに、 C_c^* は一次圧密量で定義する圧縮指数、 σ_0 は載荷前鉛直有効応力、 C_α は間隙比で定義した二次圧密係数、 χ は二次圧密量、 $\dot{e}_i$ は $\chi=0$ における二次圧密による間隙比速度、 u は過剰間隙水圧、 t は時間、 y は圧密層内の位置、圧密係数 $c_v^* (= k(1+e_0)/\gamma_w/m_p)$ である。式 (3) 右辺第二項は、二次圧密による過剰間隙水圧増加分を表す。 c_v の上付き* は、一次圧密量により定義される定数を意味する。この報告では、有効応力を示すプライムを省略する。

提案法による一次元圧密計算に必要な土質定数は、 C_c 、 C_α 、 C_c^* 、 c_v^* である。また、式 (2) の $\dot{e}_i$ は、全圧密量で定義される圧縮指数 C_c と C_c 値を決定した時の間隙比速度 $\dot{e}_f$ を用い式 (4) から求めた。式 (5) の t_L は、圧密時間、 H_L と H_F は、それぞれ圧密試験と現場の最大排水距離、 n は定数である。

$$\dot{e}_i = \dot{e}_f * 10^{(C_c - C_c^*) * \log(\sigma / \sigma_0) / C_\alpha} \quad (4) \quad \dot{e}_f = -0.434 C_\alpha / t_L \left(\frac{H_L}{H_F} \right)^n \quad (5)$$

表-1 試料の物理的性質

試料	Gs	ω_L (%)	ω_L (%)	粘土分	シルト分	砂分	採取地
K	2.64	99.6	40.8	14.6	38.4	14.6	柏
S	2.65	63.4	32.5	14.0	35.4	50.6	草加
M	2.05	$\omega_n = 490 \sim 915$ (%)		Lig = 45 (%)			守谷
I	2.33	$\omega_n = 220 \sim 400$		Lig = 40			伊勢原

3. 試料及び実験方法

東京近郊の沖積地盤から採取した粘土と泥炭の一次元圧密試験を実施した。試料の物理的性質を表-1 に示した。

4. 実験ならびに計算結果と考察

図-1, 2 に粘土、図-3, 4 に泥炭の圧密量～時間曲線を示した。

キーワード：泥炭 一次元圧密 H^2 則

連絡先：〒259-1292 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 E-Mail 7acdm002@kayaki.cc.u-tokai.ac.jp

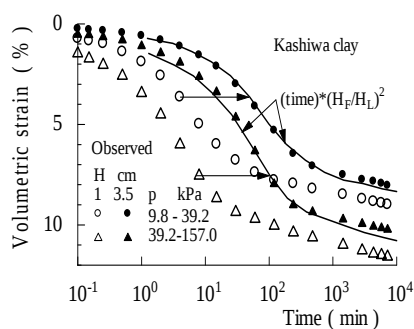


図-1 圧密量～時間曲線（柏粘土）

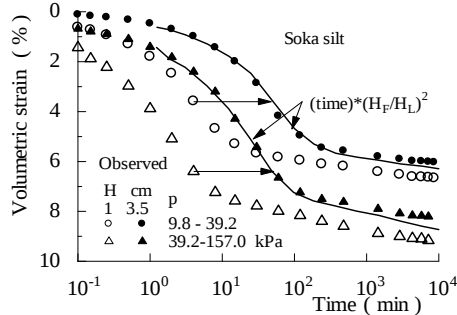


図-2 圧密量～時間曲線（草加粘土）

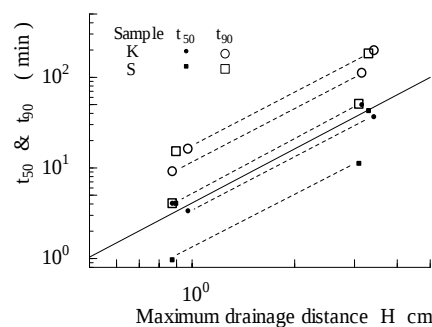


図-5 最大排水距離と圧密時間（粘土）

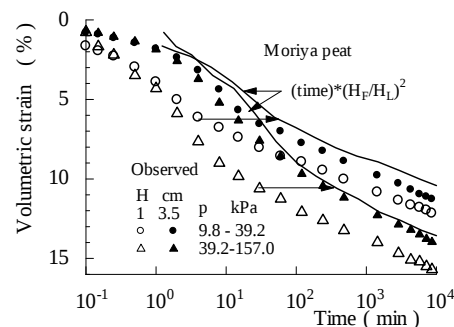


図-3 圧密量～時間曲線（守谷泥炭）

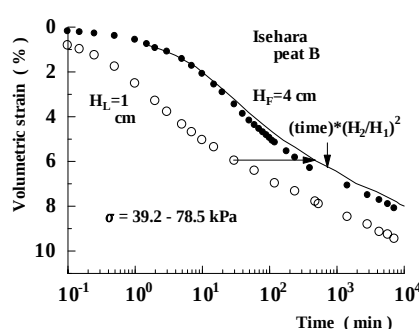


図-4 圧密量～時間曲線（伊勢原泥炭 B）

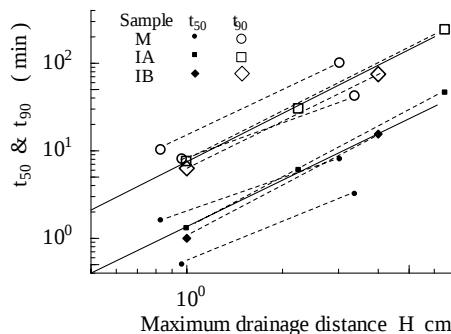
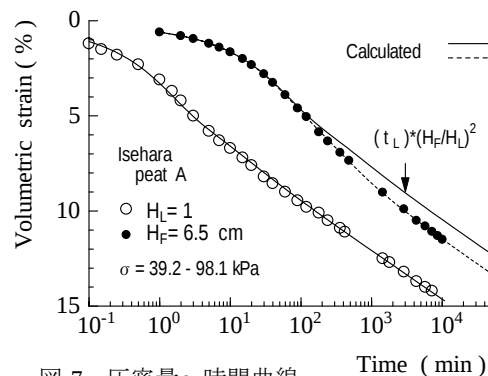


図-6 最大排水距離と圧密時間（泥炭）

$H_L=1\text{cm}$ の試験結果を H^2 則により平行移動し実線で示した。粘土の実線は H_F の圧密量～時間曲線にほぼ重なるが、泥炭では圧密初期より末期に差が大きくなる傾向が認められる。これらの圧密量～時間曲線の圧密量時間 t_{50} ならびに t_{90} と最大排水距離 H の関係を図-5 と図-6 に示した。図-5 の粘土では H^2 則がほぼ成立しているが、図-6 泥炭ではその平均勾配は 2 以下であり、 H^2 則が成立していない可能性がある。

泥炭の一次元圧密解析結果が図-7 である。図中白丸印で示した試験結果から $c=4.4$, $C_a=0.27$, $e_0=9.6$ を求め、図中実線で

示す計算結果が試験結果に適応するよう $C_c^*=2$ と $c_v^*=0.2 \text{ cm/min}^2$ を決定した。全圧密量中の一次圧密量 C_c^*/C_c は、約 0.45 であり、泥炭では二次圧密量が 1/2 以上である。これらの土質定数を用いた計算結果を黒丸印で示した試験結果と比較した。式（6）の定数 $n=2$ とした計算結果が実線であり、平行移動型の圧密量～時間曲線となる。 $n=1.5$ とした計算結果の方が実測値とよく一致しているが、一次圧密領域の圧密量～時間曲線は n によらずほぼ同じである。また、図-7 に示していないが $n=0$ とすれば、アイソタッチ型になることを既に報告している¹⁾。

図-7 圧密量～時間曲線
(伊勢原泥炭 A : 計算結果と実測値の比較)

5. むすび

最大排水距離の異なる泥炭の圧密量～時間曲線の実測値は、粘土と異なり H^2 則が成立していない可能性がある。一次圧密中から発生する二次圧密を考慮した一次元圧密解析で、 H^2 則に関する諸仮説に対応する計算結果が得られることを示した。

<参考文献> 1) 白子博明他：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, pp.535~536, 2004. 2) 網干寿夫，松田博：粘土の二次圧密と沈下解析，土と基礎，vol.29, No.3, pp.19~24, 1981. 3) 能登繁幸：泥炭地盤の沈下量予測に関する考察，土質工學論文集，vol.27, No.2, pp.107~117, 1987. 4) 松尾他：弾粘塑性モデルによる泥炭の一次元圧密 FEM 解析，vol.32, No.4, pp.193~202, 1992.