

群馬大院 学 ○ 川浦 文子 建設企画 C(株) 正 白子博明
東海大学 正 杉山 太宏 東海大学 正 赤石 勝

1. まえがき

ひずみの一次元圧密方程式による二次圧密を含む差分計算では、圧密層の分割片長により異なる圧密量時間曲線が得られる。最大排水距離によらず時間増分を等しくとるとアイソタッチ型、分割片長の2乗に比例した時間増分では平行移動型の圧密量時間曲線となる。間隙水圧の一次元圧密方程式による二次圧密を含む一次元圧密解析との比較から一次元圧密の寸法効果を検討した。

2. 二次圧密を含む一次元圧密の差分解法

ひずみと二次圧密を考慮した間隙水圧に関する一次元圧密方程式は、式 (2.1) と (2.2) で表される。

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial y^2} \quad (2.1) \quad \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial \sigma'} \right)_t \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{k}{\gamma_w} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} \right)_{\sigma'} \quad (2.2)$$

ここに、 $c_v (= k / m_v / \gamma_w)$: k = 透水係数、 m_v = 体積圧縮係数、 γ_w = 水の単位体積重量) は圧密係数、 u は過剰間隙水圧、 σ' は y 方向の有効応力、 ε は y 方向の圧密に伴うひずみ (以後圧密量) である。 ^{1) 2)}

一次元圧密の圧密量は、有効応力の増加に伴い即時に発生するひずみ $d\varepsilon_i$ と時間に依存し発生するクリープひずみ $d\varepsilon_c$ の和として表され、この報告では、これらを次式によって表す。 ³⁾

$$d\varepsilon_i = \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial \sigma'} \right)_t \cdot d\sigma' = m_v d\sigma' \quad (2.3) \quad d\varepsilon_c = \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} \right)_{\sigma'} \cdot dt = m_t \cdot dt = \frac{0.434 \cdot a \cdot d\sigma}{t} dt \quad (2.4)$$

ここに、 m_t と a は圧密時間 t の対数に比例し発生するクリープひずみに関する定数である。

式 (2.1) と (2.2) を差分近似式に書き換えると式 (2.5) と (2.6) が得られる。

$$\varepsilon_{y,t+dt} = \varepsilon_{y,t} + \alpha (\varepsilon_{y+dy,t} - 2\varepsilon_{y,t} + \varepsilon_{y-dy,t}) \quad (2.5)$$

$$u_{y,t+dt} = u_{y,t} + \alpha \cdot (u_{y+dy,t} - 2 \cdot u_{y,t} + u_{y-dy,t}) + m_t dt / m_i \quad (2.6)$$

ここに、 $\alpha = dt \cdot c_v / dy^2 \leq 0.5$ 、 dy は圧密層の分割片長、添え字 y は位置、 t は時間を表す。

間隙水圧の一次元圧密方程式 (2.2) は、圧密中載荷重一定と仮定し、ひずみの一次元圧密方程式 (2.1) は、誘導過程で圧密荷重を一定と仮定しない。圧密荷重の変化する式 (2.1) の数値計算では、排水面に接する微小土要素 (境界値) の圧密量の変化として取り扱われる。 ³⁾ したがって、式 (2.1) を用いた二次圧密を含む一次元圧密解析では、排水面の圧密量が、式 (2.4) により時間の対数に比例し変化すると仮定される。 ³⁾ しかし、この差分計算法では、排水面に接する土要素の分割片長により計算結果が影響を受ける。

3. 寸法効果に関する計算結果と考察

Fig.3.1 と Fig.3.2 は、間隙水圧とひずみの一次元圧密方程式で計算した圧密量時間曲線である。式 (2.4) の定数 $a=0$ の二次圧密を含まない計算結果は、Terzaghi の一次元圧密理論に合致する。Fig.3.1 の $a=0.1$ とした式 (2.2) の計算は、圧密層の分割片長に影響されず、最大排水距離の異なる圧密量時間曲線は平行移動型である。同一計算条件下の式 (2.1) による計算結果 Fig.3.2 は、圧密層の分割片長に影響され、同一節点数 (NP =11) で計算した最大排水距離の異なる圧密量時間曲線は、平行移動型である。最大排水距離が変化しても節点数 (NP =101) を増加し、分割片長 ($ds = 0.1$ cm) を等しくした圧密量時間曲線は、アイソタッチ型となる。Fig.3.1 と Fig.3.2 から排水面に接する圧密層上端と非排水面の圧密層底部圧密量の経時変化が Fig.3.3 と Fig.3.4 である。式 (2.2) による計算結果 Fig.3.4 で圧密層底部圧密量は、圧密開始時間の遅れにより排水面の圧密量より常に小さい。圧密層内部圧密量も圧密開始時間の遅れに対応し小さな圧

Key words : 一次元圧密, 二次圧密, 寸法効果, ひずみ, 間隙水圧

連絡先 : 〒 259-12 平塚市北金目 1117 東海大学土木工学科 TEL.0463(58)1211 FAX.0463(58)2045

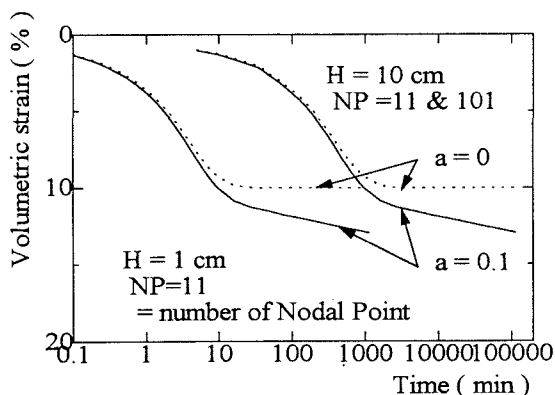


Fig.3.1 Strain time curves due to PWP Eq.

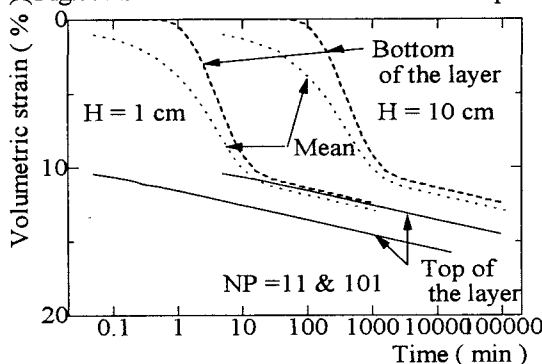


Fig.3.3 Strain time curves due to PWP Eq.

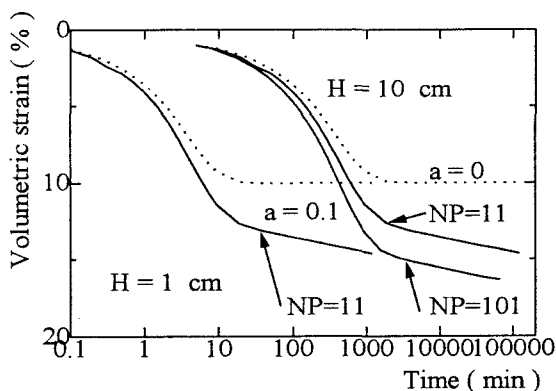


Fig.3.2 Strain time curves due to STRAIN Eq.

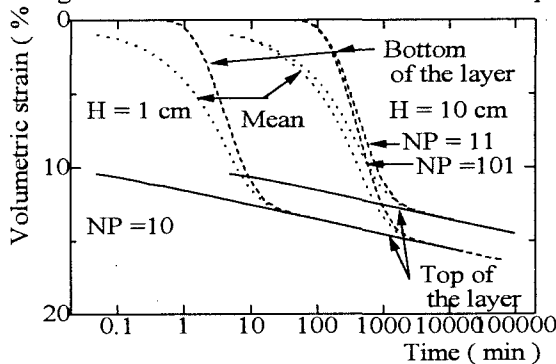


Fig.3.4 Strain time curves due to STRAIN Eq.

密度となる。しかし、式(2.1)による計算結果Fig.3.3では、圧密時間が大きくなると圧密層底部圧密度が、排水面に接する圧密層上端圧密度と同じ大きになる。最大排水距離の異なる圧密度時間曲線が、アイソタッチ型となる要因と考えられる。そこで一次圧密と二次圧密を分離し、式(2.3)から有効応力を求め二次圧密度を式(2.4)で計算した結果は、式(2.2)によるFig.3.1と一致した。ひずみの一次元圧密方程式による二つの差分計算から、時間係数毎の圧密層内部の圧密度分布(アイソクロン)をFig.3.5に示した、境界値問題としての差分計算では二次圧密領域で圧密層内の圧密度は、ほぼ等しくなりアイソタッチが成立する。圧密層内の有効応力増加に対応する二次圧密を計算すると排水面からの距離に応じ圧密が遅れ平行移動型になる。

3. むすび

ひずみの一次元圧密方程式において排水面に接する土要素の圧密度の経時変化で二次圧密を表現すると、圧密層内部に過大な二次圧密度を発生しアイソタッチ型の圧密度時間曲線となることを明らかにした。

参考文献

- 1) 三笠正人：“軟弱粘土の圧密”，鹿島研究所出版会，pp.3-19，1963
- 2) H. Shirako et al：I.S.N.M.G. VI，Canada，pp.607-612，1997
- 3) 赤石勝他：土質工学会論文報告集，Vol.20，No.2，pp119-127，1980

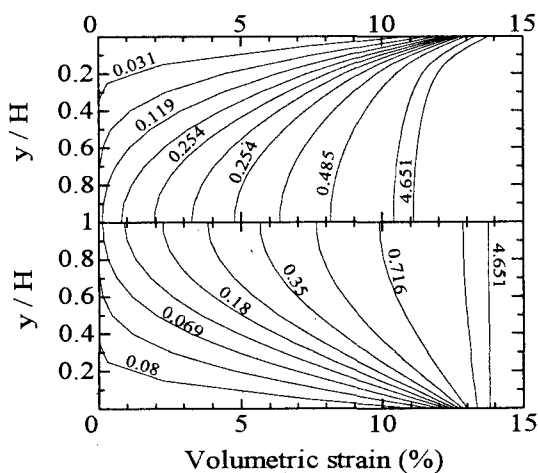


Fig.3.5 Strain as function of depth & time factor