

有限要素法による圧密解析法(西)

京都大学工学部 正会員 松尾新一郎
 京都大学工学部 正会員 青木一男
 京都大学工学部 学生員 高橋 良

1. はじめに

圧密問題の解析法として、Biot 理論のように間げき水圧の発散過程から変形挙動まで、完全な形で表現されているものもあるが、本研究においては、簡便な手法として、間げき水圧の発散過程と応力-変形過程を独立した形で別々に解析しようとするものである。

応力-変形解析において、時間的にも場所的にも非線形の応力-変形特性を導入しているが、前回の報告では、有効応力をパラメーターとして取り扱ったのに対して、今回の報告では、間げき比 e をパラメーターとして導入した解析例を紹介する。

2. 算定方法

圧密の進行にともない間げき水圧の発散が生じ、有効応力が増加する。本研究では、間げき水圧の発散により生じた動水勾配より物体力 F を算定し、この物体力 F が粘土骨格に作用し、変形するものと考えた。この物体力 F は間げき水圧の発散過程と変形挙動を結びつける役割を果たしているものである。ここで間げき水圧の発散にともなう任意の要素内での動水勾配は次式で表わされる。

$$\frac{\partial H}{\partial x} = \frac{1}{2\Delta} \left\{ (y_j - y_k) H_i + (y_k - y_i) H_j + (y_i - y_j) H_k \right\} \quad (1)$$

$$\frac{\partial H}{\partial y} = \frac{1}{2\Delta} \left\{ (x_k - x_j) H_i + (x_i - x_k) H_j + (x_j - x_i) H_k \right\} \quad (2)$$

Δ : 要素面積 H : 節点水頭の減少量 x, y : 座標

故に物体力 F の x, y 方向成分は次式で与えられる。

$$F_x = -\gamma_w \frac{\partial H}{\partial x} \quad (3)$$

$$F_y = -\gamma_w \frac{\partial H}{\partial y} \quad (4)$$

また間げき水圧の発散過程を支配する基礎方程式は、次式を用いた。

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = \frac{k_i}{\gamma_w m_{vi}} \cdot \nabla^2 u_i + R_i \quad (5)$$

次に、応力-変形特性であるが、 Δt の微小時間内では弾性体と考え、平面ひずみ理論を適用した。応力-変形特性を非線形として考慮するため、間げき比 e をパラメーターとして、圧密定数 m_v , k の変化を求めると図-1、図-2 のような結果が得られた。これらより次式の関係を仮定した。

$$\log m_{vi} = 0.820 \cdot e_i - 1.388 \quad (6)$$

MATSUO SHIN-ICHIRO, AOKI KAZUO, TAKASHIMA RYO,

$$\log k_z = 0.500 \cdot e_z - 8.046 \quad (7)$$

図-1, 2 は、載荷荷重 Δp を小さくし、荷重段階を多くした圧密試験を行った結果によるものである。ここで Δp を小さく分割したのは、式 (6), (7) への層厚の減少による影響を除くためである。

間げき比 e_z は、圧密過程中各々の要素で、時間的にも場所的にも変化しているため、式 (6), (7) より得られる圧密定数 m_v , k_z も間げき比 e_z と同様に变化する。これらの圧密定数の変化および層厚の変化を考慮することにより、応力-変形特性に非線形性を導入することができる。

3. 解析例

上述の解析法による解析例として、上層と下層の含水比の異なる2層地盤をモデルと考へ、解析値と中立応力 e 低下による圧密試験結果とを比較し検討した。

まず "case 1" として、上層の含水比が 65%, 下層の含水比が 116% の場合の沈下量-時間曲線を図-3 に実線と○印で示した。また "case 2" として、上層の含水比 116%, 下層の含水比 65% の場合については、点線と●印で示した。

これらの図から明らかなように、解析値と実験値とは、よく一致している。

すなわち、間げき比 e をパラメーターとして応力-変形特性を非線形として導入することにより、間げき水圧の発散過程と応力-変形過程を個別に解析しても、十分な精度で解析が可能になることが明らかになった。

前回の報告²⁾では、有効応力 σ_v をパラメーターとして解析する手法を取り扱ったが、均一地盤のみでは、非線形性を十分考慮できるが、上述のような2層地盤になると解析が不可能になる。そこで今回の間げき比 e をパラメーターとする解析手法に改良したわけである。

4. おわりに

応力-変形特性に間げき比 e をパラメーターとして非線形性を導入することにより、間げき水圧の発散過程と応力-変形過程を個別に解析しても、かなりの精度で沈下が予測できることが明らかになった。なお今後は、多次元圧密について解析する予定である。

〈参考文献〉

1) 松尾, 青木; 軟弱粘土の圧密促進法(II), 土木学会第32回年講Ⅱ, 1977, pp. 492~493

2) 松尾, 青木; 有限要素法による圧密解析法, 土木学会関西支部, 1979

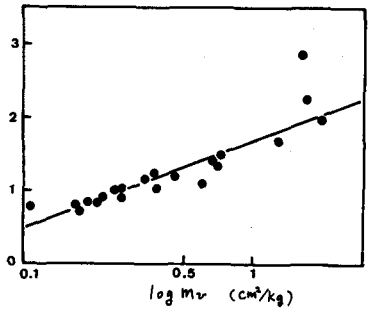


図-1 e - $\log m_v$ 関係

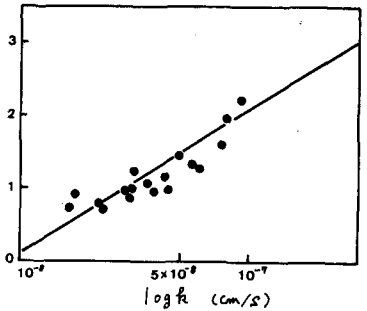


図-2 e - $\log k$ 関係

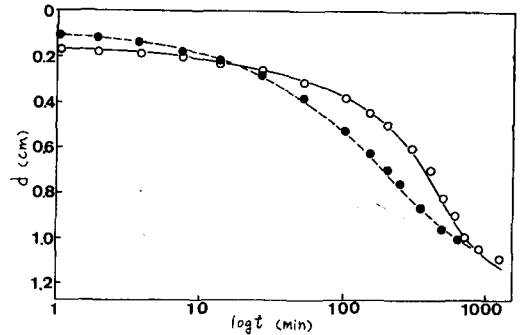


図-3 沈下量-時間曲線