

軟弱粘土地盤の弾塑性圧密解析

大阪大学工学部 正会員 松井 保
 大阪大学工学部 正会員 ○阿部 信晴
 大阪大学大学院 学生員 田村 彰教

1. まえがき

本報告は、軟弱な飽和粘土地盤の多次元圧密解析を土の弾塑性モデルを用いておこなったものである。

2. 圧密解析法

圧密解析のための有限要素法は、いわゆる Hybrid 法と呼ばれるものであり、連続条件式を差分近似により解いて要素の体積変化量を求め、これと変位の関係式をつり合い条件式と連立することにより所要の解が求められる。したがって、連続条件式の差分近似の方法が解の安定性と精度に大きな影響を与える。Christian らは前進差分を、赤井らは後退差分を用いているが、本解析では中心差分を用いている。すなわち、間ゲキ水圧 p は、地盤内において、次式で表わされるものとする。

$$p = \frac{P_i + P_{i+1}}{2} = d_1 + d_2 x + d_3 y + d_4 x^2 + d_5 y^2 \quad (1)$$

上式の5個の未定係数は、一つの要素 i (長方形要素) とそのまわりの4個の要素 j, k, l, m の中心座標値から決定される。そして、(1)式を用いて連続条件式を差分化し、最終的に要素に関する変位、間ゲキ水圧は次式から計算される。

$$\begin{cases} \{\Delta F\} + L \cdot P_{i,t} = K \cdot \{\Delta U\} + L \cdot P_{i,tres} \\ -\frac{\Delta t \cdot V}{\gamma_w} \{C\}^T \{P_i\} = L^T \cdot \{\Delta U\} + \frac{\Delta t \cdot V}{\gamma_w} \{C\}^T \{P_{tres}\} \end{cases} \quad (2)$$

(2)式をすべての要素について assemble することにより、解くべき全体剛性マトリックスが求められる。

3. 粘土の数値解析モデルについて

粘土の代表的な弾塑性モデルとしては、Cam-clayモデル、異方圧密 Cam-clay モデル、太田モデルなどがあるが、これらを用いて K_0 -圧密粘土地盤の圧密解析を行うとさまざまな問題が生じてくる。例えば、異方圧密 Cam-clayモデルや太田モデルを用いた圧密解析では、載荷後、圧密の進行にともなって応力状態が K_0 -圧密に近い状態になり、有効応力径路が K_0 -線と交差したり、また、 K_0 -線上を動くいたりすることがわかる。しかし、これらのモデルの降伏曲線は、 K_0 -線上で尖点を有し、 $p = p_{k_0}$ が特異点となっている。このため、有効応力径路は K_0 -線と交差すると急に折れ曲がり、スムーズな径路が求まらず、解析結果に少なからぬ影響を与えるものと考えられる。また、Cam-clayモデルで一次元圧密解析を行うと、有効応力径路は K_0 -線上を動くという実験事実に及ぶ結果が得られるため、Cam-clayモデルを K_0 -圧密粘土地盤の圧密解析に用いるのは適当でない。したがって、こ

これらの点を修正するため、本解析では次式の降伏関数を用いている。

$$\begin{cases} f_a = p' \left\{ \frac{M_a + (\alpha a - 1) \eta}{M_a + (\alpha a - 1) \eta_{k_0}} \right\}^{\left(\frac{\alpha a}{\alpha a - 1} \right)} = p'_y & \text{for active state} \\ f_p = p' \left\{ \frac{M_p + (1 - \alpha p) \eta_k}{M_p + (1 - \alpha p) \eta} \right\}^{\left(\frac{\alpha p}{1 - \alpha p} \right)} = p'_y & \text{for passive state} \end{cases} \quad (3)$$

FIG. 1 ~ 4 は、上式と異方圧密 Cam-clay モデルを比較したものであるが、解析への適用については、当日説明する予定である。

4. 計算結果

FIG. 5 ~ 11 に計算結果を示す。解析条件などについては、当日説明する予定である。

