

弾粘塑性モデルによる過圧密粘土の一次元圧密解析

大阪大学工学部 正会員 阿部 信晴
 大阪大学工学部 正会員 松井 保
 大阪大学工学部 学生会員 ○橋本 和晃

1. まえがき

正規圧密粘土の弾粘塑性モデルに履歴パラメータ h を導入し、過圧密粘土の圧密降伏特性を表現し得るモデルを提案しているが(1)、本報告は、提案モデルの適用性を自然粘土の圧密降伏特性に基づいて検討したものである。

2. 弾粘塑性一次元圧密モデル

履歴パラメータ h を導入した弾粘塑性一次元圧密モデルは次式に示す通りである。

$$f = \varepsilon_z^p = \mu \ln \left[\frac{1}{\delta} \left[\{ 1 - \exp \left(- \frac{\delta}{\mu} \dot{\varepsilon}_z^p t \right) \} \exp \left(\frac{\varepsilon^p - h}{\mu} \right) + \delta \exp \left(- \frac{\delta}{\mu} \dot{\varepsilon}_z^p t \right) \right] \right] = 0 \quad (1)$$

$$\varepsilon^p = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e_0} \ln \left(\frac{\sigma}{\sigma_0} \right) \quad (2)$$

3. 過圧密粘土の圧密降伏挙動解析

弾粘塑性一次元圧密モデルを用いて、BATISCAN粘土の定ひずみ速度圧密試験(CRS テスト)および定応力載荷圧密試験(Creep テスト)の解析を行った。この粘土の原位置での土被り圧は 65kPa (0.663kgf/cm²) であり、両試験ともこの応力状態から圧密を開始している。表-1に示すBATISCAN粘土の材料パラメータは文献(3)によっているが、これらのパラメータは CRS テストの結果から求めたものである。また、履歴パラメータ h は低ひずみ速度 ($\dot{\varepsilon}_z = 6.42 \times 10^{-4} \%$ /min) の CRS テスト結果に計算結果をfitさせることによって求めた。解析は有限要素法により行い、供試体(厚さ0.95cm)を等厚の10要素に分割している。排水境界は供試体上面のみである。

4. 解析結果

図-1, 2はCRS テストにおける沈下ひずみ～圧密応力、過剰間隙水圧(供試体底面)～圧密応力関係について解析結果と実験結果を比較したものである。図-1から明らかなように、解析結果はひずみ速度に依存する実験結果の圧密降伏挙動をよく説明している。図-2においても、圧密降伏後、過剰間隙水圧が増加するという傾向で一致している。また、低ひずみ速度 ($\dot{\varepsilon}_z = 6.42 \times 10^{-4} \%$ /min) での CRS テストでは実験結果、解析結果とも過剰間隙水圧が発生しないことが分かる。

図-3～5は、それぞれCreep テストにおける沈下ひずみ～時間、沈下ひずみ～ひずみ速度、ひずみ速度～時間関係について解析結果と実験結果を示している。いずれの関係においても、解析結果は圧密降伏による応答の変化をほぼ説明している。

なお、図-1, 3～5において、沈下ひずみがほぼ15%を越えるあたりから解析結果と実験結果の差が大きくなっているが、これは、BATISCAN粘土の正規圧密領域における圧縮特性、二次圧密特性が顕著な応力依存性を示すのに対して、モデルではこれらの応力依存性が考慮されていないことに原因している。

5. まとめ

履歴パラメータ h を導入した弾粘塑性一次元圧密モデルによって、ひずみ速度に依存する過圧密粘土の圧密降伏挙動を表現できることが明かとなった。

【参考文献】

- 1) 阿部他：疑似過圧密粘土の一次元圧縮特性，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集Ⅲ，pp268-269.
- 2) Leroueil et al. :Stress-strain-strain rate relation clays, Geotech, 35, No.2, pp159-180.
- 3) Kabbaaj et al. :Consolidation of natural clays and laboratory testing, Consolidation of soils, Testing and Evaluation, ASTM, pp378-404.

表-1

λ : 1.86	$\dot{\epsilon}_{Zr}^V$: 7.38×10^{-5} (1/min)
κ : 0.0678	δ : 0.001
k : 5.4×10^{-6} (cm/min)	σ_{ao} : 0.663 (kgf/cm ²)
C_k : 1.15	e_o : 2.185
μ : 0.0316	h : 0.28

