

## 下負荷面超過応力モデルを用いた圧密沈下解析に関する基礎的研究

防衛大学校 学 ○宮崎友輔 正 野々山栄人 宮田喜壽

### 1. はじめに

軟弱地盤の時間依存性を伴う圧密沈下挙動を高精度に予測するために、圧密現象を1次元の問題として捉え検討を進める。まず、土の  $\ln v - \ln p$  関係をベースにした下負荷面超過応力モデル<sup>1)</sup>の妥当性を確認する。次に、土水連成有限要素法に本モデルを組み込んで、圧密沈下解析を実施する。

### 2. 1次元弾粘塑性モデル

本研究で採用した下負荷面超過応力モデル(図-1)の特徴は、材料パラメータが少なく、粘塑性変形を合理的に表現可能な点にある。このモデルで用いる材料パラメータは、粘塑性ひずみ速度  $\dot{\epsilon}^p$  の大きさを規定する材料定数  $a, b$  および下負荷面  $R^p$ ・動的負荷面  $R$  の進展を規定する材料定数  $u$ 、硬化関数  $F$  の初期値  $F_0$  である。本研究では、下負荷面超過応力モデルを図-2に示す土の  $\ln v - \ln p$  関係をベースとして定式化した。本モデルの妥当性の検証として、応力一定条件下で、負荷面の進展を規定する材料定数  $u$  を変化させて3ケースの計算を行った(図-3)。 $u$  の大きさによって、負荷面の進展速度が異なり、値が大きいほど速く正規降伏面に収束し、ひずみが一定になる挙動が計算できている。次に、ひずみ増分一定条件下で、硬化関数の初期値  $F_0$  を変化させて3ケースの計算を行った(図-4)。降伏面の大きさによって、弾性体から粘塑性体へ変化し始めるひずみが異なることを再現できている。

### 3. 1次元土水連成有限要素解析

一次元土水連成有限要素解析プログラムの精度検証として、構成モデルに線形弾性モデルを用いて、Terzaghiの一次元圧密理論との比較を行った。要素数を変化させて、7種類の解析を行い、最適な要素数を調べた。解析モデルの例を図-5に示す。変位境界、排水境界は図-5に示す通りで、解析条件として、地表面に瞬間的に荷重を載荷した。得られた圧密度-時間係数の関係を図-6に示す。要素を8要素以上に分割した時に得られた結果は理論解と一致する結果が得られた。次に、有限要素解析プログラムに土の  $\ln v - \ln p$  関係をベースにした下負荷面超過応力モデルを組み込み、まずは非連成解析を行い、上記の構成モデルの計算結果と比較し、その妥当性を確認した。次いで、連成解析を用いて、地盤の圧密シミュレーションを実施した。解析モデル、境界条件、解析条件は弾性解析と同じとし、9節点8要素で地盤を構成した。負荷面の進展を規定する材料定数  $u$  と粘塑性ひずみ速度の大きさを規定する材料定数  $b$  を変化させて、それぞれ5ケースの計算を実施した。得られた沈下量-時間関係を図-7および8にそれぞれ示す。 $u$  の大きさによって、下負荷面・動的負荷面の進展速度が異なり、値が大きいほど速く正規降伏面に収束するため、沈下量が小さくなった。また  $b$  の大きさを変化させることで、沈下量が収束するのに要する時間を調整できることがわかる。

### 4. まとめ

土の  $\ln v - \ln p$  関係をベースにした下負荷面超過応力モデルを組み込んだ一次元土水連成有限要素解析を実施し、少ない材料定数で土の圧密現象を再現できる可能性を得た。

### 参考文献

- 1) 橋口公一, 岡安崇史, 尾崎利行 (2007) 超過応力テンソル導入による接線粘塑性ひずみ速度を考慮した超過応力モデル, 日本機械学会論文集 (A編), Vol.73, No.725, pp.151-158.

キーワード 圧密沈下, 下負荷面, 超過応力モデル, FEM

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 TEL : 046-841-3810 E-mail : nonoyama@nda.ac.jp

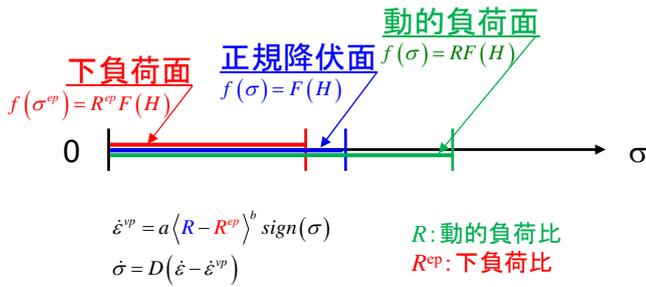


図-1 下負荷面超過応力モデル

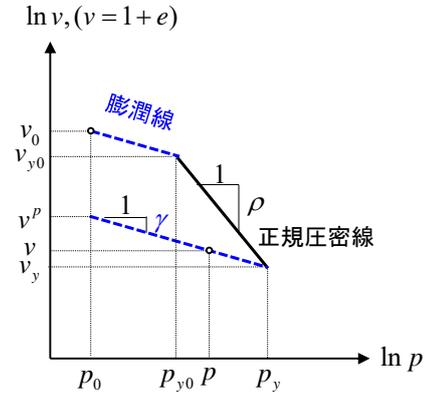


図-2  $\ln v - \ln p$  関係

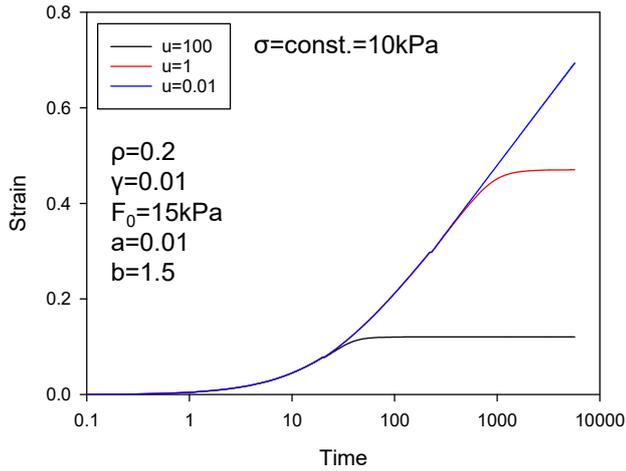


図-3 応力一定条件下でのひずみ-時間関係

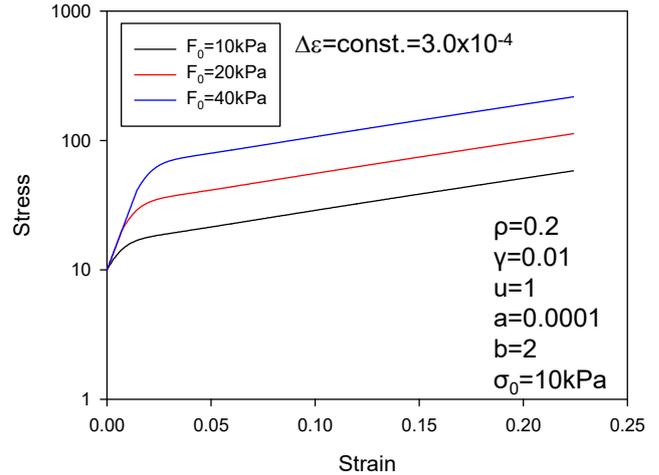


図-4 ひずみ増分一定条件下での応力-ひずみ関係

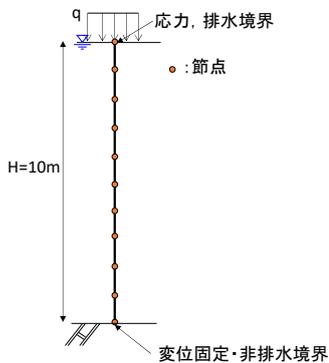


図-5 解析モデル (8要素)

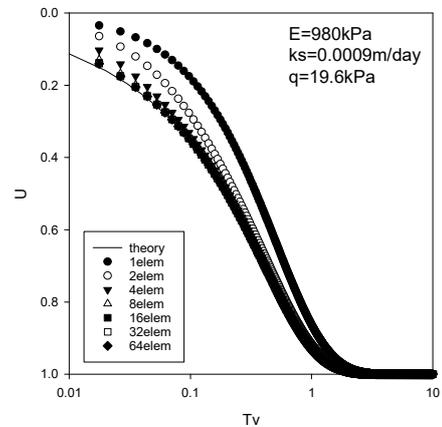


図-6 圧密度  $U$  - 時間係数  $T_v$  の関係

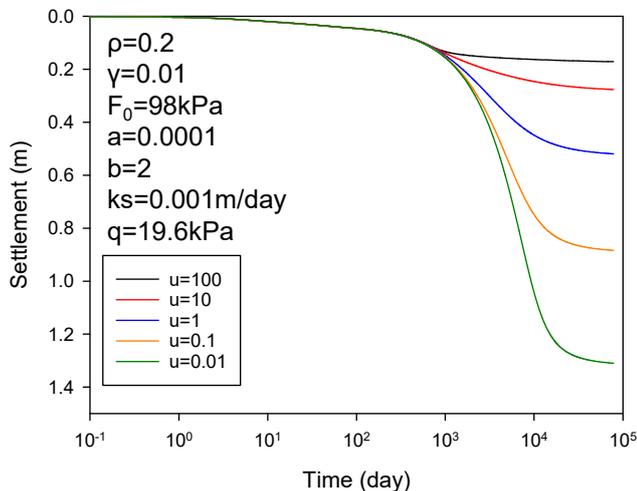


図-7 沈下 - 時間関係

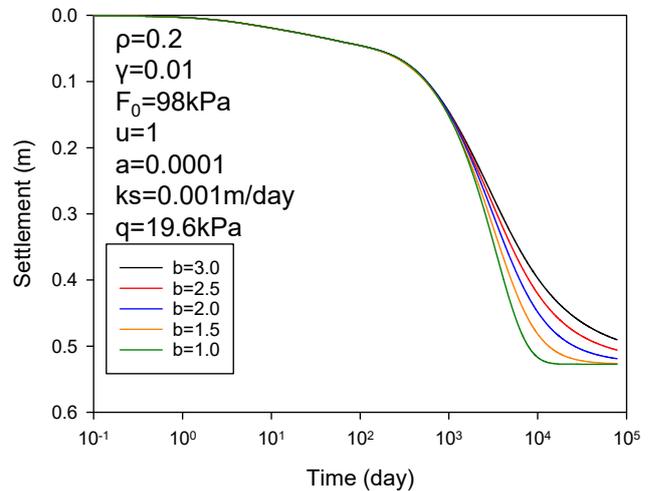


図-8 沈下 - 時間関係