

大阪大学工学部 正会員 ○阿部 信晴

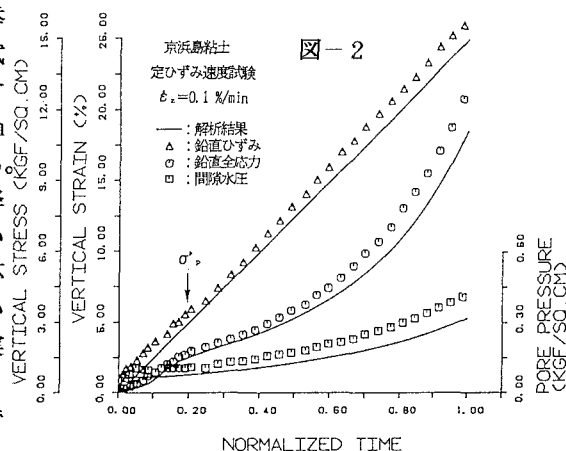
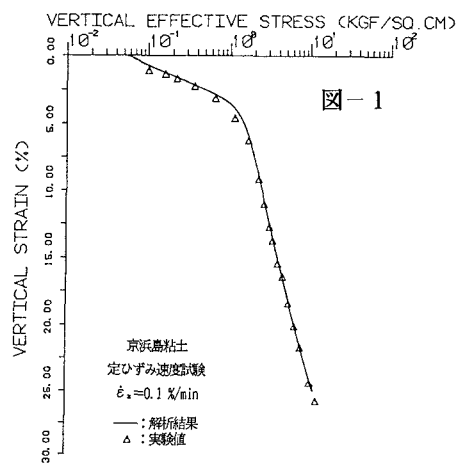
大阪大学大学院 学生会員 橋本 和晃

1. まえがき 沿岸あるいは沖合埋立造成地の安定を検討する上で過圧密比の小さな海底の洪積粘土層の沈下挙動が問題となることが多く、擬似過圧密状態にある自然堆積粘土の圧密降伏挙動に強い関心が寄せられている。一次元圧密の構成モデルに関する研究においても自然堆積粘土、すなわち過圧密状態あるいは擬似過圧密状態にある粘土の構成特性の評価とそのモデル化が重要なテーマとなっている。著者等は自然堆積粘土の圧密降伏挙動を適切に表現するためにいくつかのモデル化を試みているが、本報告では履歴変数モデルのモデル特性とその適用性について検討している。

2. 履歴変数モデル 自然堆積粘土の圧密降伏挙動の弾粘塑性モデル化にはいくつかの考え方がある。このモデルは流動曲面理論にもとづく弾粘塑性モデルであるが、自然堆積粘土の挙動を一貫して弾粘塑性応答と仮定している。そして時間-負荷履歴に依存する圧密降伏挙動、すなわち過圧密状態から正規圧密状態への遷移過程における挙動は履歴変数によって規定される。この点でこのモデルは内部状態変数モデルに類似しているが、履歴変数は負荷中は一定と仮定され、再負荷時にのみ更新される。新たな履歴変数は直前の負荷段階の間に生じた粘性ひずみとして評価される。以上の一次元弾粘塑性モデルをここでは簡潔に「履歴変数モデル」と呼んでいる。

3. 自然堆積粘土と履歴変数 自然堆積粘土の時間-負荷履歴を詳細に知ることが一般にできないので、履歴変数は着目時点以降の自然堆積粘土の挙動にもとづいて求められる。ここでは圧密試験結果に履歴変数モデルを適用して、履歴変数とモデル挙動の関係について考察する。

①赤木らによる定ひずみ速度圧密試験 実験に使用された試料は東京都大田区京浜島の現場からブロックサンプリングにより採取された不攪乱沖積粘土である。供試体を圧密圧力 0.05 kgf/cm^2 で1~2時間予圧密した後、ひずみ速度を0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 %/minとして鉛直有効応力が12.8 kgf/cm²に達するまで定ひずみ速度圧密試験が行われている。履歴変数モデルでは7つの材料パラメータと履歴変数が必要であるが、材料パラメータについては文献及び関連文献から決定あるいは推定した。履歴変数は実際の圧密降伏挙動から決定される。すなわち、定ひずみ速度圧密試験の応力-ひずみ関係に計算結果をフィッティングすることにより求める。図-1はひずみ速度0.1%/minのケースでのフィッティング結果を示したものである。履歴変数を大きくすると曲線は右に移動し、圧密降伏応力が大きくなるが、この場合は $h=0.27$ でよい一致が得られた。図-2は鉛直ひずみ、鉛直有効応力、供試体底面での過剰間隙水圧の経時変化について解析結果と実験結果を比較したものであるが、実験時のひずみ速度が若干大きいことを考慮すれば、両者は極めて良好な一致を示している。この実験では鉛直有効応力とその速度の関係が求められている



が、図-3は5つのひずみ速度について両者を比較したものである。解析結果は実験挙動の傾向を良く説明しているが、圧密降伏応力のひずみ速度依存性が少し大きくなっている。適用例からも明らかなように履歴変数は圧密降伏挙動の支配パラメータであり、定ひずみ速度圧密試験の応力～ひずみ関係から適切に決定されることがわかる。

②網干の定応力載荷長期圧密試験 実験に使用された試料は自然堆積粘土ではなく、砂質土を30～40cm載せて、6年以上放置した広島粘土（初期厚さ1.5 m）である。層厚の異なる供試体を圧密圧力 0.1, 0.2 kgf/cm²でそれぞれ 100%圧密に達するまで予圧密した後、圧密荷重0.6kgf/cm²を載荷して長期圧密試験（両面排水条件）を行っている。解析では、履歴変数モデルの材料パラメータを推定するためのデータが少ないことおよび圧密圧力0.2kgf/cm²での100 %圧密終了時の履歴状態が不明であることから、材料パラメータの一部と履歴変数は初期厚さ $H_0 = 2\text{cm}$ の沈下曲線に対する解析結果のフィッティングにより求められている。この場合は $h = 0.049$ でよい一致が得られた。図-4(a) は履歴変数 h を一定として層厚の異なる供試体の沈下曲線を求めて実験結果と比較したものである。isotacheが成立しているが、実験結果を説明できない。図-4(b) は層厚の異なる供試体の載荷直前の履歴変数を求めるためのフィッティング結果である。求められた履歴変数を図-5に示している。これらの結果から履歴変数の違いが沈下挙動に与える影響を理解することができる。また、実験については、層厚の異なる供試体の時間－負荷履歴に違いがあり、このため沈下挙動に差が生じたのではないかと推測される。

4. あとがき 履歴変数モデルにおける履歴変数とモデル特性の関係を実験結果への適用例にもとづいて検討した。弾粘塑性モデルは圧密降伏応力のひずみ速度依存性を表現するので、圧密降伏を規定する基本パラメータとして応力量（圧密降伏応力）をとることはできない。このモデルでは履歴変数としてひずみ量を用いているが、これは定ひずみ速度圧密試験に基づいて適切に評価することができる。

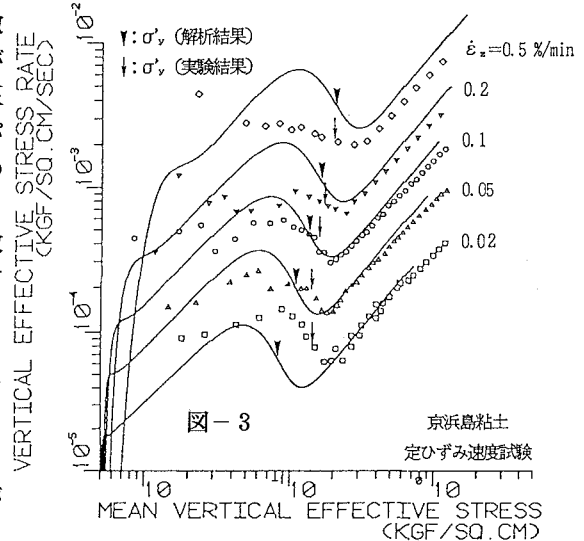


図-3

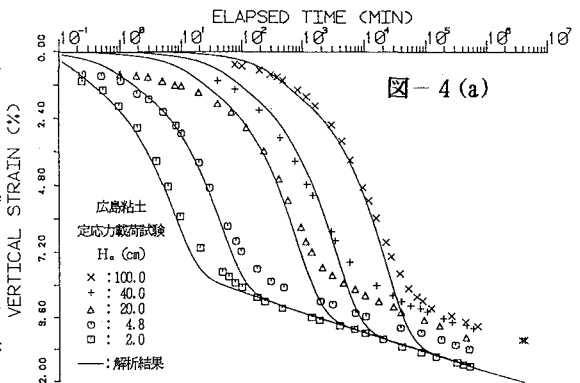
 京浜島粘土
定ひずみ速度試験


図-4(a)

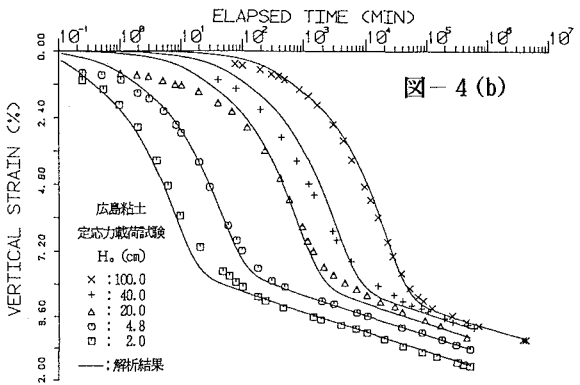


図-4(b)

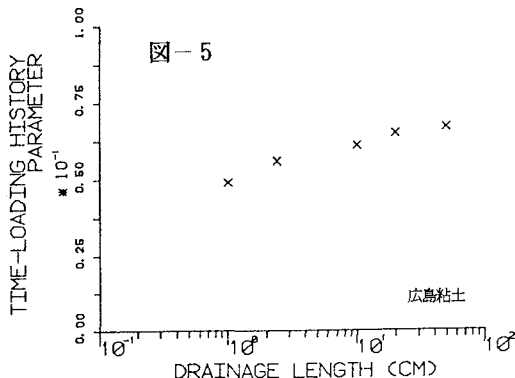


図-5