

沈降過程を考慮した自重圧密解析(その2)

九州大学大学院 学○坊垣内 真 正 山田 正太郎
九州大学大学院 F 落合 英俊 正 安福 規之

1. はじめに

本報告では、沈降を伴う自重圧密現象の諸特徴について触れた上で、(その1)¹⁾に示される高含水比粘土の大圧縮を考慮した一次元弾塑性構成式と透水係数を用いて、水～土連成有限変形解析を行った結果について示す。沈降現象と自重圧密現象を一貫した手法で解析した例はあまりない。

2. 高含水比粘土の沈降試験および既往の実験的研究

図-1 は初期含水比 200%～2500%に調整したカオリン粘土の自重圧密試験(沈降試験)時の界面の沈下を表した図である。初期含水比がある特定の値(限界含水比)を超えたものに関しては、沈下曲線は大きくその傾きを変えることが分かる。このような傾向に対する一般的な理解を模式図(図-2)に示す。前半部分では主に泥水が沈降し堆積土化する過程であることから、通常沈降堆積過程と呼ばれ、後半部分は自重圧密過程と呼ばれる。

Sills と Been はこのことを、 X 線を用いた実験により確認している²⁾。図-3、4 は Sills らが初期密度 10.7 kN/m^3 (含水比でおよそ 650%) に調整した泥水について測定を行った結果であり、図-3 は時間変化に対する密度変化のコンター図を、図-4 は沈降過程(測定開始から4時間45分経過時)における密度と過剰間隙水圧の分布を示している。図-3 からは、界面が時間に対して比例的に低下する時間帯において、密度変化がほとんど生じていない沈降領域が存在することを確認できる。また、同図には沈降領域と自重圧密領域の境界付近で急激な密度増加、すなわち大圧縮が生じていることも記されている。このことは、図-4 の密度分布からも読み取れる。過剰間隙水圧分布については、沈降領域から自重圧密領域へ移行する辺りで大きく傾きが変化している。これは、通常の圧密現象では見られない特徴的な傾向である。

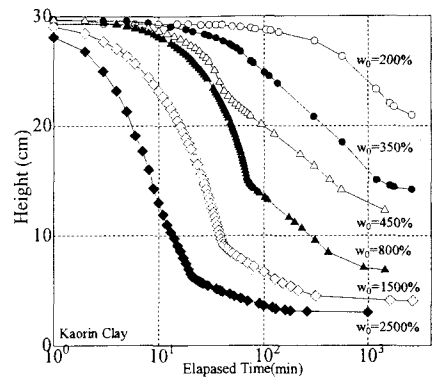


図-1 時間-沈下関係(実験値)

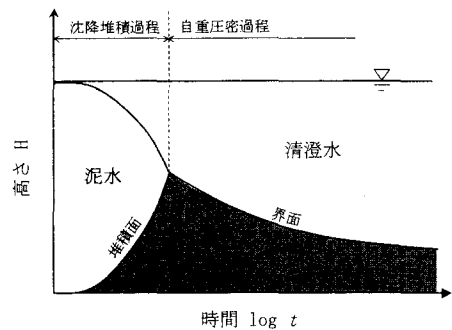


図-2 沈降圧密過程と自重圧密過程

3. 沈降過程を考慮した自重圧密解析

3.1 解析方法

(その1)に示される高含水比粘土の大圧縮を考慮した一次元弾塑性構成式および透水係数を用いて、水～土連成有限変形解析を行った。用いたパラメータおよび初期値は(その1)に示されている値に等しい。

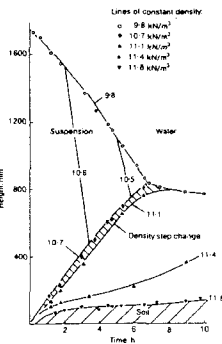


図-3 密度コンター

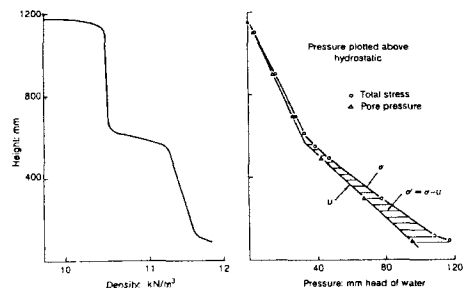


図-4 密度、過剰間隙水圧分布(実験値)

3.2 時間－沈下関係

種々の初期含水比に対する時間－沈下関係を図-5 に示す。初期含水比が大きい場合には、特徴的な沈下曲線を描いている。土骨格が $\ln v - \ln \sigma$ 直線よりも上側において剛性の低い挙動を示す場合に（その1、図-5 参照）、そのような傾向を示すことがわかる。

3.3 密度、過剰間隙水圧分布

沈降を生じている初期含水比 800%の時間変化に対する密度変化のコンター図を図-6 に、図-5 の A, B, C, D, E, F 点における密度および過剰間隙水圧分布を図-7 に示す。解析結果からも、Sills らが示した実験結果と同様に、密度変化のほとんど生じていない沈降領域が存在することを確認できる。また、沈降領域の土が順次堆積する過程においても、底面より自重圧密による高密度化が進行していることも確認できる。過剰間隙水圧もまた、実験結果に見られるような特徴的な分布を示している。堆積部分のみ過剰間隙水圧の勾配が急になることは、沈降・堆積という過程を経ても各土要素では過剰水圧がほとんど消散していないことを意味する。このようなことが起こるのは、僅かな有効応力の変化の下での大圧縮が可能なおと、一度堆積すると圧縮に伴い透水係数が小さくなることに起因する。

4. 結論

土骨格の剛性および圧縮と透水係数の関係を大きく変化させることで、通常行われる自重圧密解析の枠組みの中で、沈降現象の諸特徴を再現できることを示した。

【参考文献】

- 1) 山田ら：沈降過程を考慮した自重圧密解析（その1）、本稿掲載
- 2) K.BEEN, G.C.SILLS : Self-weight consolidation of soft soils : an experimental and theoretical study, Geotechnique 31, No.4, 519-535, 1981.

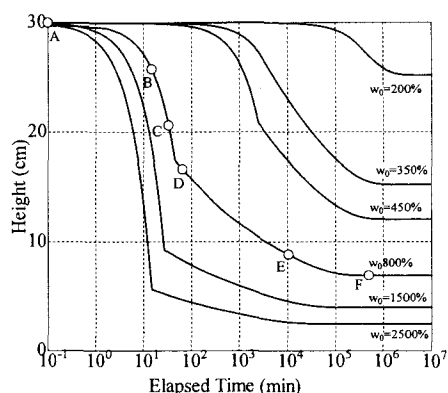


図-5 時間－沈下関係（解析値）

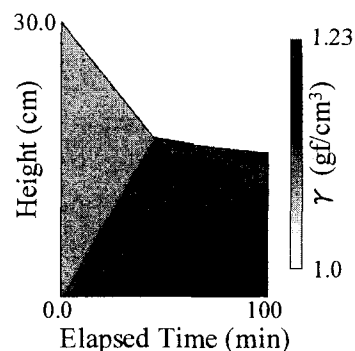


図-6 密度コンター（解析値）

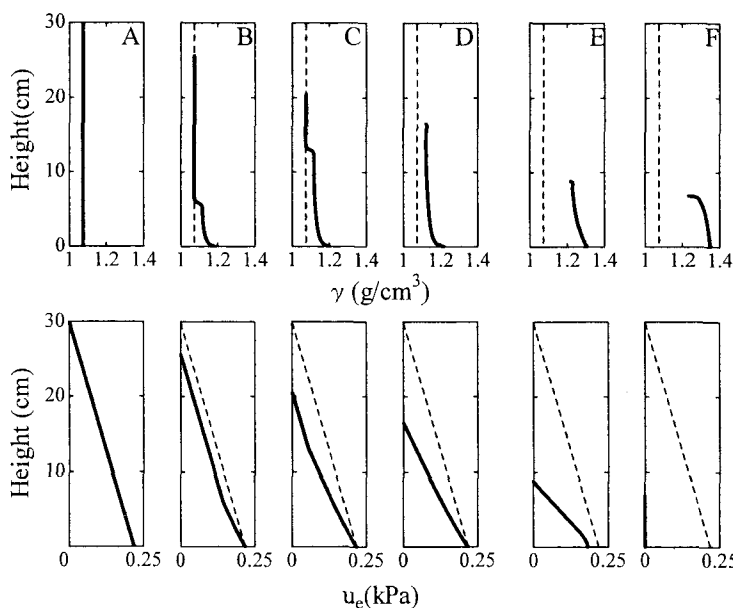


図-7 密度・過剰間隙水圧分布の推移（解析値）