

うめきた帯水層の地下水位低下による粘土層の沈下量予測

大阪市立大学大学院

同上

基礎地盤コンサルタンツ(株)

○学 末吉拳一 正 大島昭彦

学 小坂慎一

正 久保田耕司 笹尾憲一

1. まえがき

JR 大阪駅北側の貨物駅跡地である「うめきた2期地区」で、帯水層を低価格・大容量の蓄熱槽として活用するために、揚水・注水を可能とする熱源井の構築の実証実験を行っている。ただし、揚水・注水によって帯水層の地下水位が変動するため、地盤沈下リスクの回避が必要である。そこで、うめきた2期地区で深度110mまで実施したパイロットボーリング¹⁾時に、沖積粘土(Ma13)層、洪積粘土(Ma12, Ma11, Ma10)層の乱れの少ない試料を連続サンプリングして土質特性(物理, 力学特性)を詳しく調べた²⁾。

本稿では、段階載荷圧密試験の圧密特性から、各帯水層の地下水位低下による粘土層の沈下量の予測を報告する。

2. 沈下量の算定方法

本研究では、帯水層として沖積砂(As)層、第1洪積砂礫(Dg1)層、第2洪積砂礫(Dg2)層、第3洪積砂礫(Dg3)層、沈下対象層として上記帯水層直下のそれぞれ沖積粘土(Ma13)層、洪積粘土(Ma12, Ma11, Ma10)層を対象とした。なお、各帯水層、粘土層の地盤性状、土質特性は文献1), 2)を参照されたい。

帯水層の地下水位低下による粘土層の有効応力増加は、図-1に示すように、粘土層から見て上面、下面、上・下面の3ケースを想定した。ただし、Ma11層は、3層(上, 中, 下層)に分かれて間に砂層を挟み²⁾, この中間砂層はDg2, Dg3層の地下水位低下の影響を受けないと見なしたので、上面の帯水層(Dg2)が水位低下した場合はMa11上層を、下面の帯水層(Dg3)が水位低下した場合はMa11下層を沈下対象層とした(Ma11中層の沈下は考えない)。

図-2に段階載荷圧密試験から得られたMa13~Ma10層の圧縮曲線(f - $\log p$ 曲線)を示す。沈下量の算定は、まず粘土層を各層の中央深度が圧密試験を行った深度に合致するように n 分割した(分割層の層厚 ΔH_i は約50cm程度になった)。次に、各分割層を代表する図-2の圧縮曲線を用いて、地下水位を0.5mピッチで低下させた場合の有効応力増加(図-1参照)を与えた(f_i, p_i)と初期値(f_{0i}, p_{0i})から各分割層のひずみ ε_i を求め、各層の沈下量 $\Delta S_i = \Delta H_i \times \varepsilon_i$ から、粘土層全体の沈下量 $S_f = \sum \Delta S_i$ を求めた。

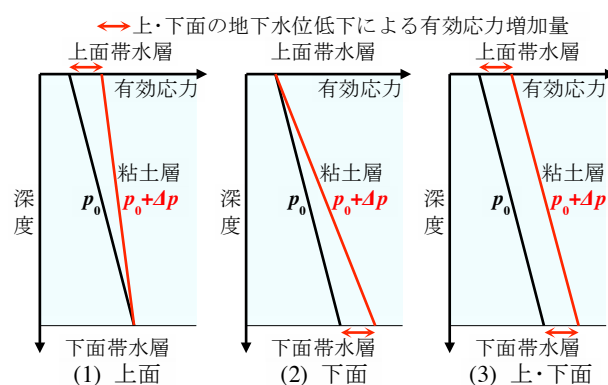
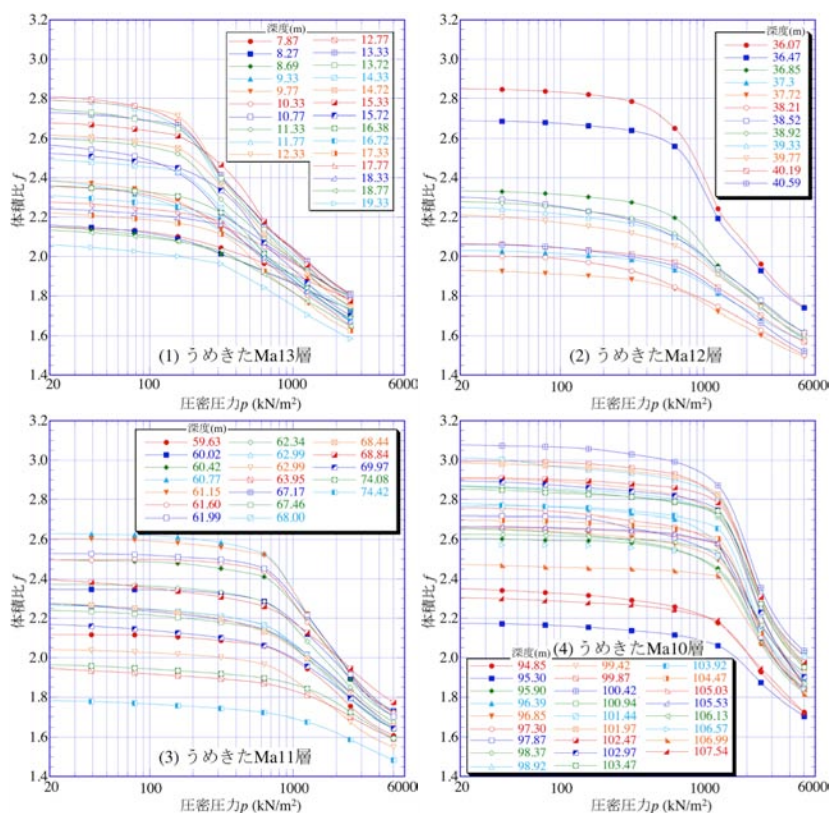


図-1 地下水位低下による粘土層の有効応力増加

図-2 Ma13~Ma10層の圧縮曲線(f - $\log p$ 曲線)

Key Words: 帯水層, 地下水位低下, 沈下量, 沖積粘土, 洪積粘土

〒558-5855 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

ただし、この際に図-3 に示すように圧密試験で得られた圧縮曲線上の有効土被り圧 p_0 に対する f_{p0} は、粘土試料のサンプリング時の応力解放や成形時の乱れ等の影響によって、自然体積比 f_0 よりも必ず下方に位置するため、原位置の状態と整合しない。そこで、 $\Delta f(=f_0-f_{p0})$ だけ実験圧縮曲線を上方に平行移動する補正法 (Δf 補正) を用いた³⁾。

3. 各粘土層の上・下面の帯水層の地下水位低下による沈下量

図-4 に各粘土層の上・下面の帯水層の地下水位低下による沈下量を示す。Ma12 層を除いて、上面の地下水位低下による沈下量は下面の沈下量よりも大きくなっている。これは粘土層下部の方が過圧密性が高いためである。当然ながら、有効応力増加が最も大きい上・下面の地下水位低下による沈下量が最も大きい。やはり最も軟弱な Ma13 層の沈下量が最も大きく、Ma11 層の沈下量が最も小さい。沈下量の大小には粘土層厚の大きさ (図内に表示) の影響が大きく、Ma10 層は最も過圧密性が高いが、層厚が大きいため、沈下量が大きくなる。

4. 各帯水層の水位低下による沈下量

図-3 の結果を用いて、帯水層 (As, Dg1, Dg2, Dg3 層) ごとの地下水位低下による沈下量を図-5 に示す。Dg1, Dg2, Dg3 層では上下の粘土層の合計沈下量となる。Dg1 層に比べて、Dg2, Dg3 層の沈下量は小さい。地下水位が 10m 低下した時の沈下量は As 層で 19.9cm, Dg1 層で 16.5cm, Dg2 層で 3.9cm, Dg3 層で 4.3cm となった。なお、この沈下量は所定の地下水位低下量を持続した場合のものであり、いわゆる静的な沈下量を表す。

なお、揚水・注水を考慮した繰返し圧密挙動とそれを考慮した沈下量予測は、文献 4), 5) を参照されたい。

参考文献

- 1) 久保田・他：うめきた 2 期地区での 110m ボーリングと各種物理検層による地盤性状，第 52 回地盤工学研究発表会 (投稿中)，2017。
- 2) 大島・他：うめきた 2 期地区の沖積，洪積粘土層の土質特性，第 52 回地盤工学研究発表会 (投稿中)，2017。
- 3) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，p.491，2009。
- 4) 末吉・他：うめきた 2 期地区の沖積，洪積粘土層の繰返し圧密挙動，第 52 回地盤工学研究発表会 (投稿中)，2017。
- 5) 大島・他：うめきた粘土層の地下水位変動による繰返し圧密挙動を考慮した沈下量予測，土木学会第 72 回年次学術講演会 (投稿中)，2017。

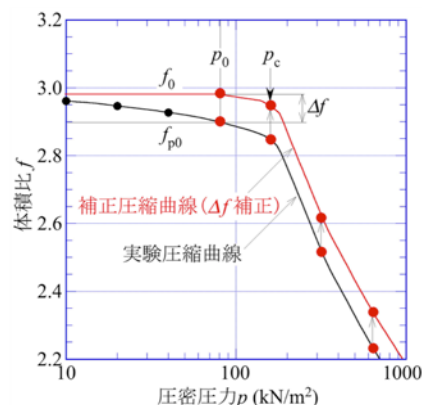


図-3 圧縮曲線の補正方法

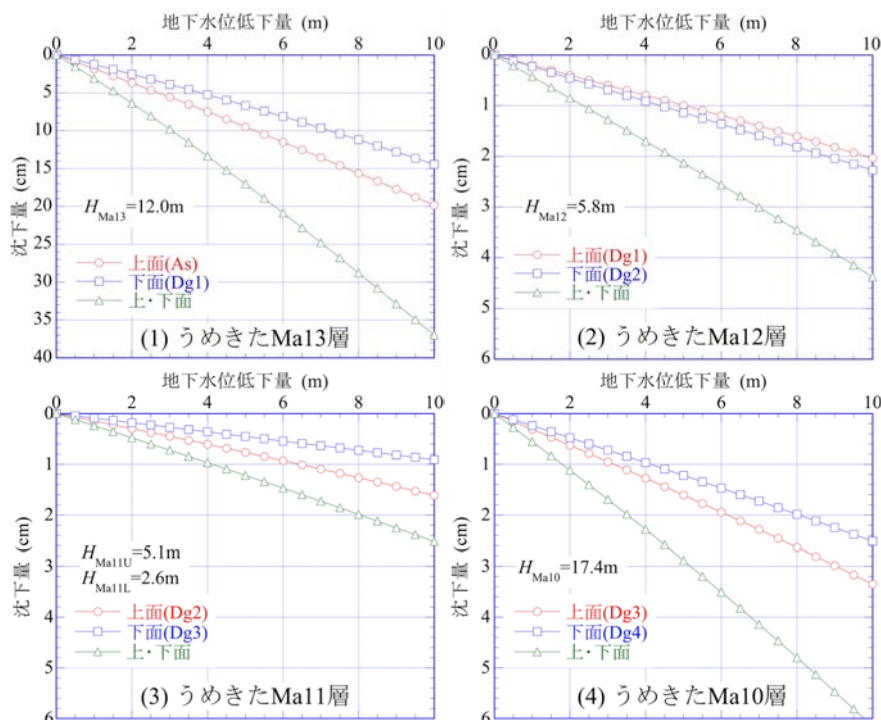


図-4 各粘土層の上・下面の帯水層の地下水位低下による沈下量

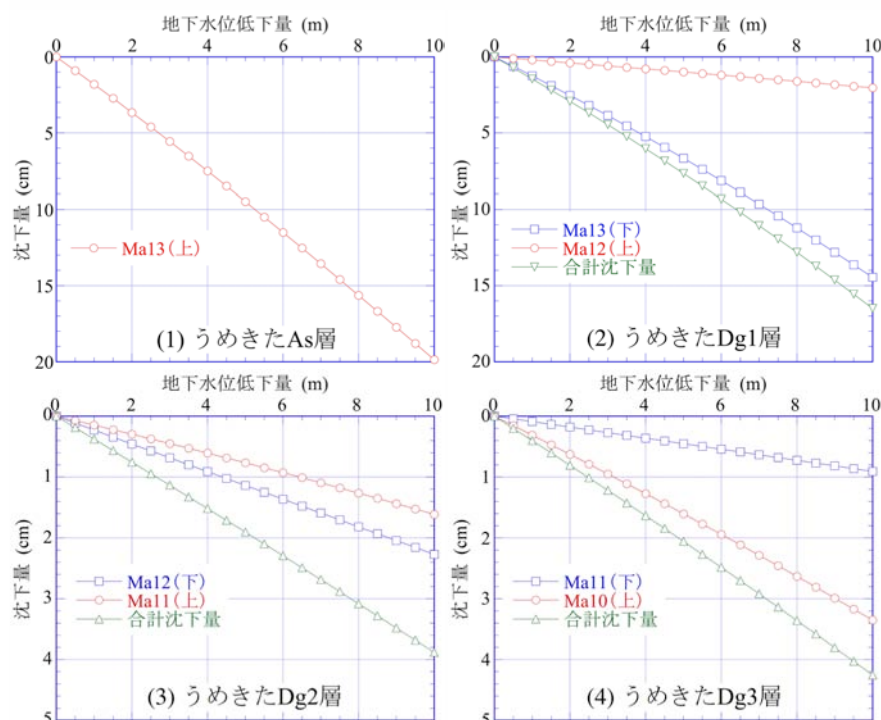


図-5 各帯水層の地下水位低下による沈下量