

地下水位回復後の地盤沈下現象のFEMによる考察

鳥取大学工学部(学) ○梅谷 彰

鳥取大学工学部(正) 清水正喜

1. はじめに

鳥取平野では、1960年代から地下水位の低下によると思われる地盤沈下が起こり、近年水位が回復しているにも拘らず、沈下が量は小さいが継続している。本研究は、水位が低下し、一定期間を経て回復するという変動モデルを想定し、FEM解析によって、鳥取平野でみられる状況が起こる可能性を検討している。

2. 解析方法

(1) 地盤モデル：厚さ14mの均質な粘土地盤を、14要素(各要素厚1m)に分割した。材料定数は、鳥取平野の地盤モデル⁽¹⁾の値を用いた。

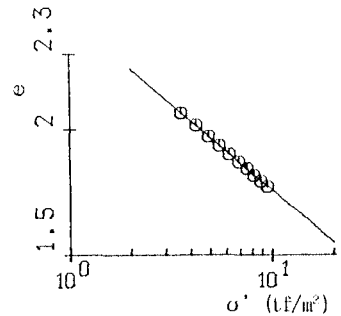
(2) 構成モデル

初期間隙比：正規圧密状態を仮定し、式(1)を満足する初期間隙比を反復により求めた。初期間隙比 e_0 を仮定し、初期有効応力を求める。求めた初期有効応力に対応した初期間隙比 e_0 を式(1)より求める。 e_0 と e_c の比較を行ない十分一致したとき e_0 を自重に適合する初期間隙比として採用した。図1に式(1)による $e-\log \sigma'$ 関係を実線で示し反復による結果をプロットで示した。各プロットは一つの要素に対応している。

$$e_0 = e_r - \lambda \log (\sigma'_0 / \sigma'_r) \cdots \cdots (1)$$

ここに、 e_0 は初期間隙比、 σ'_0 は初期有効応力、 σ'_r は基準有効応力、 e_r は σ'_r のときの基準間隙比、 λ は処女圧縮指数である。

透水係数：有効応力依存性を考慮して、 $\log k-\log \sigma'$ 関係の直線性に基づいて評価した。

図1: $e-\log \sigma'$ 関係図

$$k = k_0 \left(\frac{\sigma'_r}{\sigma'_0} \right)^\xi \cdots \cdots (2)$$

k_0 、 σ'_r は、基準透水係数及び基準有効応力である。 ξ は $\log k-\log \sigma'$ 曲線の傾きで、正規圧領域では $\xi = \xi_{NC}$ 、過圧密領域では $\xi = \xi_{OC}$ を用いる。

(3) 地下水位変動モデル：粘土層下部の砂層の水位を変動させた。変動モデルは、水位低下量、低下後の水位一定の期間(Δt_0)及び回復量を変化させることによって与える。ここでは2種類の解析例の結果を示す。

解析例1：地下水位を2カ月で5m低下させ、期間 Δt_0 後、一ヶ月で2.5m回復させる。 Δt_0 を0, 10, 20, 50カ月とする

解析例2：地下水位を1カ月で2.5m低下させてから Δt_0 をおいて2カ月で5m上昇させる。 Δt_0 を0, 10, 20カ月とする

3. 結果と考察

図2, 3に、与えた地下水位の変動と結果として生じた沈下量の変動を示す。この結果から水位が低下すると必ず地盤沈下が生じるが、回復までの期間が短く、かつ回復量が小さいときには、水位が回復しても沈下が引続き生じる可能性があることがわかる。

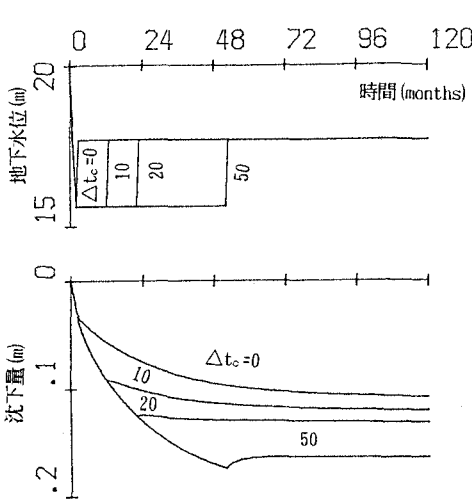


図2：時間－沈下量曲線、

時間－地下水位曲線（解析例1）

図4, 5はそれぞれ解析例1の $\Delta t_c = 0$, 50の場合の間隙水圧の深さ方向の分布と有効応力の深さ方向の分布を示す。水位回復後も沈下が起こる場合には、初めに与えた低下による過剰間隙水圧が十分消散していない（図4）。一方、負の過剰間隙水圧が十分消散した後に水位が回復すると、沈下はおさまり隆起に転じる（図5）。

鳥取平野で地下水位が回復してきているのに沈下が続いているという現象を考える。この要因としては2つのことが考えられる。まず1つは、地下水位の低下が始まってから回復に向かうまでの間に、粘土層内部の間隙水圧変動が下部砂層の水位変動に十分追い付いていない。もう1つは、過去の水位の低下量が現在までの観測された回復量に比べて十分大きなものであったと考えられる。

4. おわりに

実際の沈下現象を解析によって再現するためには、沈下現象の現われた以前の地下水位をより正しく推定する必要がある。

参考文献

- (1) 清水正喜(1990)；地下水位の変動による地盤沈下挙動のFEM解析、第35回土質工学シンポジウム発表論文集（土質工学会）

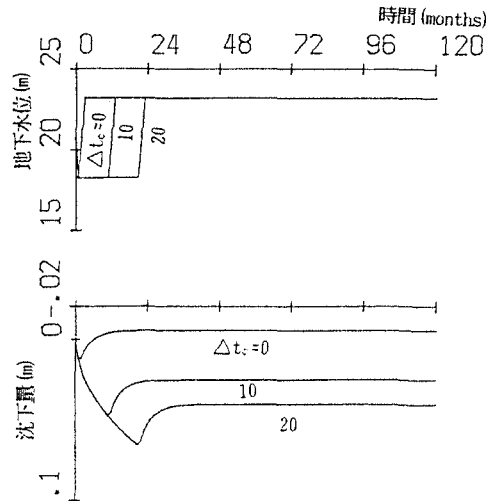


図3：時間－沈下量曲線、

時間地下水位曲線（解析例2）

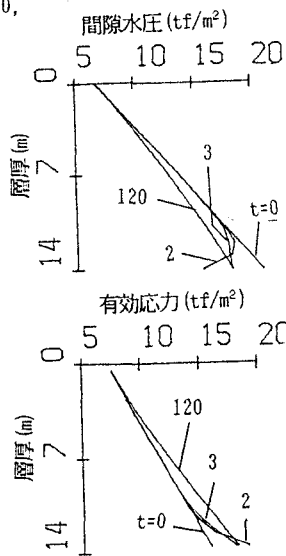


図4：解析例1 $\Delta t_c = 0$

有効応力分布図、間隙水圧分布図

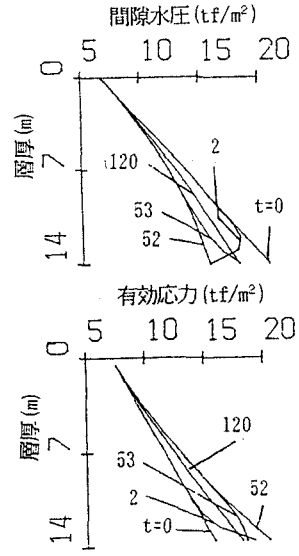


図5：解析例1 $\Delta t_c = 50$

(tの単位はmonths)