

大成建設 縄田義祐  
大成建設 正員 ○鳥居 勇

### 1. はじめに

地下水位変動の解法には、時間を考慮する非定常状態でのものと考慮しない定常状態でのものとがある。従来の解析は定常状態として取扱われるものが多く、非定常状態での理論解析はTheisの非平衡理論等に見られるようにごく理想化された条件のもとでのみ可能で、現実の複雑な条件に即応した汎用性のある解析法はほとんどみられなかったといつてよいであろう。

最近、浸透流の分野にも有限要素法が適用されるようになり、地盤の透水係数、貯留係数(有効間げキ率を含む)等の不均質性、異方性など各種の複雑な境界条件を考慮した解析が可能になってきた。本文では現実の沖積層や洪積層に多くみられる層状に堆積した地盤に注目し、有限要素法を適用した解析法によって非定常状態の地下水位変動の2,3の数値計算を実施し、若干の考察を加えた。

### 2. 自由地下水面・浸出点の算出方法<sup>1)</sup>

#### (1) 自由地下水面の位置の決定について

まず、自由地下水面上の節点(node)の水頭 $h$ を既知として、その節点の水収支量を計算する。その水収支量からその節点の変動速度を求め、time step  $\Delta t$  後の当該節点の位置、すなわち自由地下水面の位置を求める。

#### (2) 浸出点の決定について(図-1参照)

浸出面に近接する自由地下水面上の2つの節点 $T_2-T_3$ のゴウ配と浸出面 $A-B$ のゴウ配の平均値が $T_2-C(T_1)$ のゴウ配であると仮定して浸出点 $C$ の位置を求める。

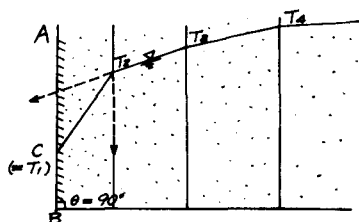


図-1 浸出点の決定法

### 3. 滞水層モデル

滞水層モデルは図-2に示すような三層構造

造を考え、以下の計算条件を設定する。(1)各地層内で透水係数、貯留係数(有効間げキ率)、層厚は一定である。(2)透水係数については表-1のような組合せを考える。(3)各層の貯留係数については、層厚の伸縮が無視できる程度に小さいとし、自由地下水面の変動に伴う有効間げキ率の影響のみを考慮する。

有効間げキ率は $\beta=0.2$ とする。(4)第一層の初期( $t=0.0\text{sec}$ )の層厚は $D_1=3.5\text{m}$ 、第二、三層の層厚は $D_2=D_3=2.0\text{m}$ とする。(5)初期

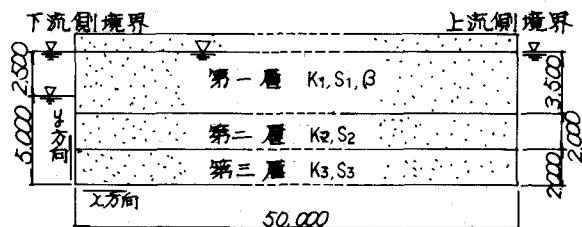


図-2 滞水層モデル

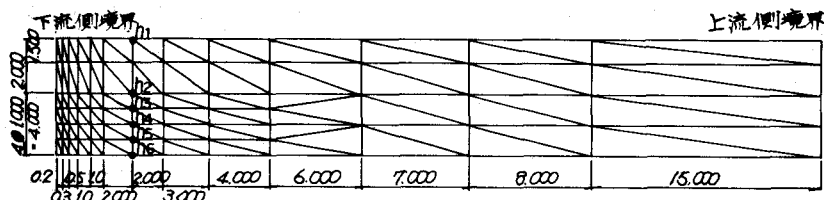


図-3 有限要素分割(初期状態)

条件, 境界条件は下流側( $x = 0.0^m$ )で,  
 $t = 0.0^{sec}$ の時,  $h = 7.5^m$ ;  $t > 0.0^{sec}$ の時,  
 $h = 5.0^m$ とする。また上流側( $x = 50.0^m$ )では常  
に $h = 7.5^m$ とする。すなわち初期地下水面は  
水平である。(6) 滞水層の有限要素分割図は  
図-3の通りで, 自由地下水面の低下に伴な  
って第一層内の節点を, 第二層との境界面を基準  
にして垂直方向に水位低下量の座標に対する  
比例配分量だけ刻々移動させる。

#### 4. 計算結果

TYPE-A, B, Cの3種類の土質条件について地  
下水位の時間的変化を解析し,  $x = 70^m$ 地点  
での各節点について図示したのが, 図-4, 5, 6である。  
ここで $h_1 \sim h_6$ は図-3に示すように $x = 70^m$ 地点  
における地層の中心, 各層の境界及び自由地下  
水面の位置を示している。

#### 5. 考察

TYPE-A, B, Cのいずれの場合も, 地下水位変  
動は座標が高いところほど遅く, 低くなるにつ  
れて速くなる傾向にある。これは地下水補給が  
上流側境界からだけでなく, 自由地下水面の  
低下に伴って生ずるためである。TYPE-Bのよ  
うに第二層が他層より透水性が大きい場合は,  
自由地下水面と第二, 三層内の地下水位変動  
は大きな差を生じているのに対し, 第二層と第三  
層における変動曲線はほぼ一致している。これ  
は地下水面の低下によって補給された地下水が第  
一層と透水能力のすぐれている第二層で大部分排出  
され, 第三層にはほとんど影響を与えないことを意味  
している。一方TYPE-Cのように第三層が他層より透  
水性が大きい場合は, 補給された地下水が第一層と第二層だけでなく, 第二層を通過して第三層からもかなり  
排出されることを示している。

#### 6. おわりに

以上のように複層地盤内の地下水位変動は地層構成の影響を顕著に受けることを, 有限要素法を  
適用した解析法を用いることによって考察することができた。このことは地下水位低下工法の設計に適用  
する透水係数値を, 観測井による地下水位測定から推定する場合, 観測井の設置の仕方によ  
ってはかなり異なった結果を得る危険性があることを示していると考えてよいであろう。

最後に, 今回の報告に際し岡山大学河野伊一郎助教授の御助言に深謝する次第である。

#### 参考文献

1) 河野伊一郎: 有限要素法による堤体の非定常浸透流の解析, 第八回土質工学研究発表会論文集, 1973

表-1 モデル(TYPE-A, B, C)と透水係数

| モデル    | 第一層の透水<br>係数 $k_1$ (cm/sec) | 第二層の透水<br>係数 $k_2$ (cm/sec) | 第三層の透水<br>係数 $k_3$ (cm/sec) | 透水係数の<br>関係                  |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| TYPE-A | $1.0 \times 10^{-3}$        | $1.0 \times 10^{-3}$        | $1.0 \times 10^{-3}$        | $k_1 = k_2 = k_3$            |
| TYPE-B | $1.0 \times 10^{-3}$        | $1.0 \times 10^{-2}$        | $1.0 \times 10^{-3}$        | $k_2 = 10k_1$<br>$k_3 = k_1$ |
| TYPE-C | $1.0 \times 10^{-3}$        | $1.0 \times 10^{-3}$        | $1.0 \times 10^{-2}$        | $k_3 = k_1$<br>$k_2 = 10k_1$ |

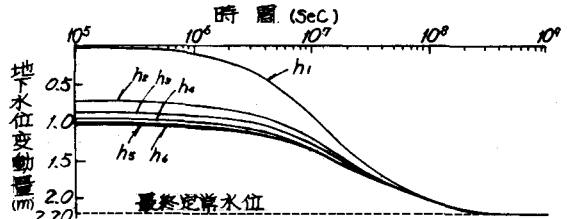


図-4  $x = 70^m$ 地点における地下水位変動 (TYPE-A)

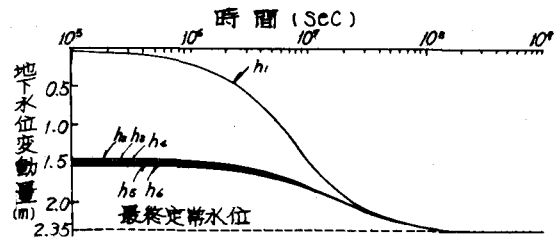


図-5  $x = 70^m$ 地点における地下水位変動 (TYPE-B)

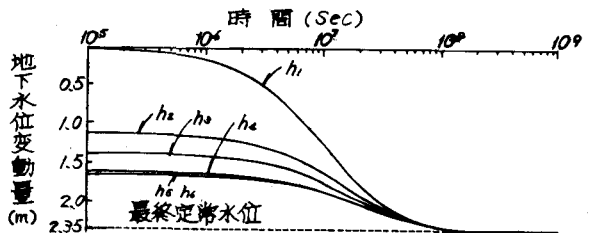


図-6  $x = 70^m$ 地点における地下水位変動 (TYPE-C)