

II-86 小流域における不圧地下水変動の数値シミュレーション

建設省土木研究所 正員 細谷信夫  
 建設省土木研究所 正員 吉野文雄  
 建設省土木研究所 正員 吉谷純一  
 建設省能代工事事務所 正員 田子秀徳

1. まえがき

降雨が地表面から浸透し地下水帯に到達する機構は、現在、水文学の主要な研究テーマのひとつになっている。筆者らも雨水の浸透現象を把握するため、昭和57年以降流量及び数ヶ所の地下水位現地観測を実施している。本研究では、これら観測データを用いて行った平面二次元モデルによる地下水変動の数値シミュレーションの解析結果について報告する。

2. 試験地の概要

本研究の対象域である谷田部試験地は、昭和60年に科学万博が開催され、現在工業団地の造成工事が進められている101.6haの区域である。地形は標高23~25mの台地及び試験地中央部を流れる水堀川による沖積低地を形成しており、水堀川の流域界(75ha)は試験地界の74%をカバーしている。試験地の不圧地下水は、低地の沖積層、台地上の関東ローム層及び竜ヶ崎層 ( $K=10^{-4} \sim 10^{-2}$  cm/S)、成田層 ( $K=10^{-4} \sim 10^{-2}$  cm/S) に賦存するものから成る。観測井の配置は図-1に示す。井戸の深度は5m及び10mであり不圧地下水位を捉えている。造成前の土地利用は畑と樹林地が80%以上を占め、その浸透能は約20~1,000mm/hrと透水性が良いが、科学博の土地造成に伴って浸透性は著しく低下している。

3. 不圧地下水の変動特性

地下水の変動は、5m井でTP.17~24mの間であり、涵養域である台地部の井戸では変動幅は大きく、谷部では排水域となり変動幅は小さい。経年的変化は、粗造成の完了した昭和58年1月以降に一部の井戸で短期間、地下水位変動パターンに乱れが生じている。また昭和59年末の地下水位は昭和57年末の地下水位と比べ約1~1.5m低下しており、この原因として土地造成の影響と昭和59年湯水が挙げられる。

4. シミュレーションモデル

2層の不圧地下水帯水層を対象とし、各層に水平二次元モデルを適用した。(図-2参照)

《上部層》

$$\frac{\partial}{\partial x} K_1 (h_1 - Z_1) \frac{\partial h_1}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_1 (h_1 - Z_1) \frac{\partial h_1}{\partial y} = S_1 \frac{\partial h_1}{\partial t} - R + L_1 \quad \dots (1)$$

《下部層》

$$\frac{\partial}{\partial x} K_2 (h_2 - Z_3) \frac{\partial h_2}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_2 (h_2 - Z_3) \frac{\partial h_2}{\partial y} = S_2 \frac{\partial h_2}{\partial t} - L_1 + L_2 \quad \dots (2)$$

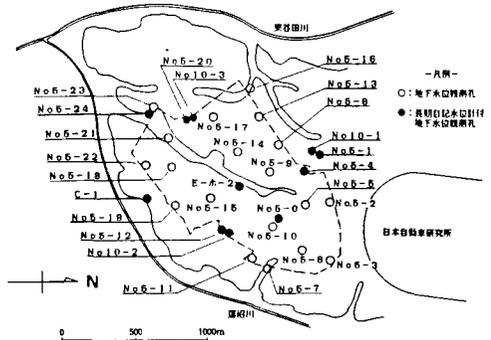


図-1 観測井配置図

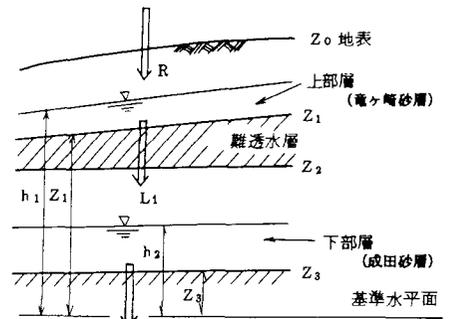


図-2 記号説明図

ここに,  $h_1, h_2$ : 上部層及び下部層水位,  $Z_1, Z_3$ : 同 下限高度,  $K_1, K_2$ : 同 透水係数,  
 $S_1, S_2$ : 同 有効空隙率,  $R$ : 地表から上部層への涵養量,  $L_1$ : 上部層から下部層への浸透量,  
 $L_2$ : 下部層と深層地下水層間の移動水量。

(1), (2)式を有限要素法により離散化して計算を行った。  
 モデルの領域(97.5ha, 図-3参照)は地下水流域より若干大きめに設定した。境界条件として, 地表からの涵養量はタンクモデルの第一段タンク(図-4)の浸透量で与え, 周囲は, 地下水特性等を考慮してそれぞれ上下層別々に, 水位一定境界, 不透水境界, 勾配一定境界を設定した。また, 解析対象期間は造成前の昭和57年4月12日から造成後の昭和59年12月31日までの約2年9ヶ月とした。なお, 内挿検定によって決定したパラメータを以下に示す。

$$K_1 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ cm/S}, \quad K_2 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ cm/S},$$

$$S_1 = 0.08 \sim 0.25, \quad S_2 = 0.01$$

### 5. 解析結果及び考察

造成前を対象に構成した地下水再現モデルによる計算水位と実測水位とを時系列図によって比較すると図-5のようである。これによると, 昭和58年末までは計算水位と実測水位とはほぼ整合している。昭和59年には地下水位の変動に差異がみられる。一箇所は昭和59年2月末における実測水位の上昇で, もう一箇所は昭和59年8月以降の実測水位の下降である。前者は降雨融雪機構をモデル中に取り入れていないため, 後者は科学博の工事建設による地表面よりの浸透量の現象の影響が現れたため及び, 表層からの蒸発機構がモデルに反映されていないために7月以降の異常湧水による影響を表現できなかったものと考えられる。

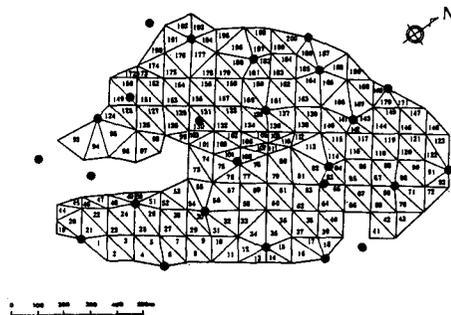


図-3 メッシュ分割図

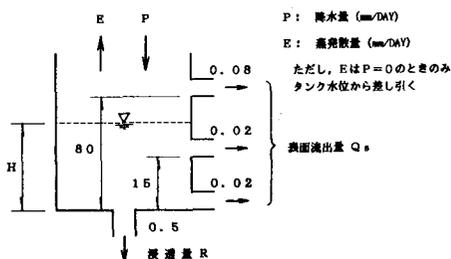


図-4 タンクによる涵養モデル

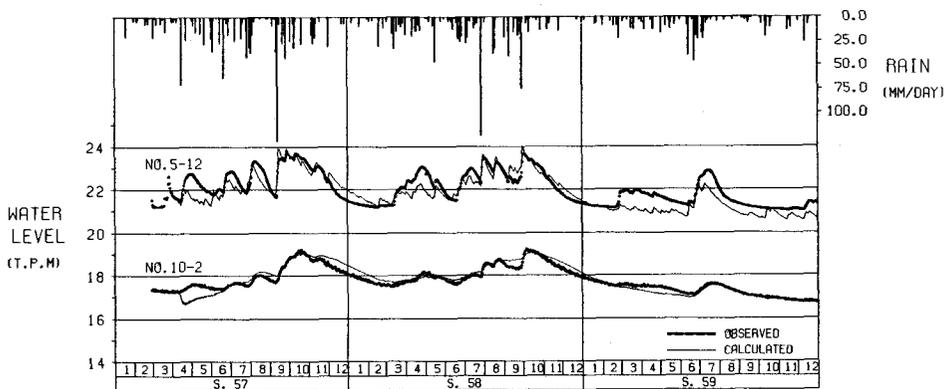


図-5 解析結果

### 6. あとがき

降雨による不圧地下水の変動を平面二次元モデルによってある程度良好に再現できることを示した。今後は涵養量を与えるタンクモデルに改良を加えることでモデルの精度向上を図り, 開発後の観測データを追加し, 開発に伴う地下水変動特性の変化を調査してゆく予定である。

(参考文献) 1) 建設産業調査会; 地下水ハンドブック, 1979.