

## 第Ⅲ部門

## 京都府城陽市域における3次元揚水シミュレーション解析

関西大学大学院 学生員 ○日下 郁恵  
 オルガノ (株) 宮本 尚人  
 関西大学工学部 フェロー 楠見 晴重

## 1. はじめに

城陽市の位置する京都府南山城地方は、京都盆地の南部に位置し、桂川、木津川、そして琵琶湖を水源とする宇治川の3河川が京都～大阪府境である男山と天王山の間で合流している。この地方は、周囲を基盤岩類の山地で囲まれ、その基盤岩類の上に沖積層や洪積層が厚く堆積しており、典型的な地下水盆構造を呈している。よって、古くから上水道用だけでなく、農業用、産業用にも利用されてきた。本研究では、地下水への依存度が高い城陽市に着目し、当地域における地下水シミュレーションモデルの作成を行い、本モデルの有効性に関して検討したものである。

## 2. 解析モデル

## 2.1 解析手法

本研究における解析では、有限要素法による飽和・不飽和浸透流解析コード UNSAF3D<sup>1)</sup>を用い、境界条件や、地盤の透水性係数などの各パラメータで、同定計算を行っている。その結果上水道用揚水井で得られた水位を、実際の水位と整合させることによりモデルの確立を図った。

## 2.2 モデル化範囲

図-1に本研究の解析対象範囲を示す。西側を木津川、北側を宇治川、東側は地下水域境界<sup>2)</sup>をもとに境界条件を設定した。また、南側は簡易的なモデルを作成し、揚水による水位降下から求めた影響範囲を設定する。ここでは、最も南にある井戸から3 kmとした。本研究の解析対象地域は、基盤岩上の堆積層をモデル化の対象とし、その堆積層を対象地域におけるボーリングデータ、井戸のストレーナーの設定位置、地層特性を下に、8層に単純化して設定した。上から順にNO.1層、NO.2層、NO.3層・・・としている。基盤岩形状については反射法・重力探査法のデータ<sup>3)</sup>をもとに作成した。図-2は作成した地層モデルで、鉛直方向と水平方向の長さの比は、7:1となっている。



図-1 解析対象範囲

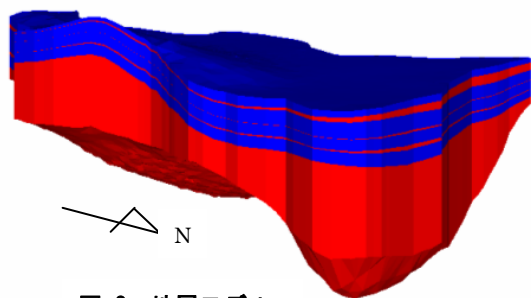


図-2 地層モデル

## 2.3 解析メッシュ

平面的なメッシュの分割は、基本密度半径を370mに設定した。ただし民間の井戸の節点では最小密度半径を70m、上水道用井戸では0.7mと設定した。鉛直方向においては地層の境界と要素の境界を一致させている。解析メッシュの節点数は51255、要素数は93648となっている。

## 2.4 入力条件

境界条件は木津川、宇治川において河川水位で水頭一定、地下水域境界、基盤岩では不透水境界、地表面では降雨浸透境界を与えている。民間の井戸については各資料に記載されている揚水量を既知流量境界として与え、上水道用井戸では各月ごとの流量の平均値を同じく既知流量境界として与えている。

初期条件は、これらの境界条件により定常解析を行った結果を使用した。

## 3. 水理地質特性

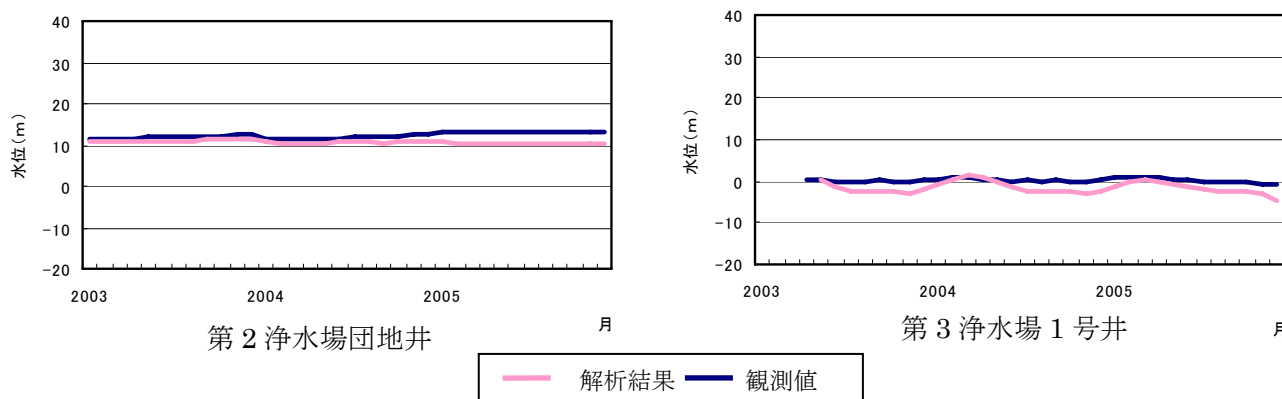
**表-3** は、各地層の水理地質に関する物性値を示している。これらについては、流量を変化させている上水道用の節点で得られた水位を、実際の水位と整合させることにより決定した。各地層の奇数番号を帯水層、偶数番号を難透水層としているが、砂、礫、粘土層の互層を含んだ層となっている。

**表-3 各層の水理地質特性**

| 地層   | 透水係数<br>(水平)[m/s]    | 透水係数<br>(鉛直)[m/s]    | 比貯留係数<br>[1/m]       | 有効<br>間隙率 |
|------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| No.1 | $2.0 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-6}$ | $6.0 \times 10^{-3}$ | 0.40      |
| No.2 | $8.0 \times 10^{-6}$ | $8.0 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-3}$ | 0.60      |
| No.3 | $3.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-3}$ | 0.38      |
| No.4 | $6.0 \times 10^{-6}$ | $6.0 \times 10^{-7}$ | $8.0 \times 10^{-3}$ | 0.58      |
| No.5 | $2.0 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-6}$ | $4.0 \times 10^{-3}$ | 0.36      |
| No.6 | $8.0 \times 10^{-6}$ | $8.0 \times 10^{-7}$ | $6.0 \times 10^{-3}$ | 0.56      |
| No.7 | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-3}$ | 0.34      |
| No.8 | $2.0 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ | $4.0 \times 10^{-3}$ | 0.54      |

## 4. 上水道用揚水井

2003年～2005年の3年で、計算で得られた水位と実際の水位を比較した結果の一部を**図-4**に示す。第2浄水場では、他と違い解析値が実際の水位を下回ったものが多くなっている。第3浄水場では比較的水位挙動に整合性が見られる結果となっている。ここには載せていないが、第1浄水場では水位の絶対値に10mほどの差異がみられる。全体的にみると、水位の絶対値に多少の差異はみられるものの、水位変動には整合性が確認できる結果となっている。



**図-4 解析結果**

## 5. まとめ

京都府城陽市域において地層モデルを構築し、地下水揚水シミュレーションを行った。実際の上水道用揚水井での地下水位を解析結果から得られる水位と比べることによって、水理地質特性、入力条件を決定した。今後はこのモデルに改良を加え、最適揚水計画の提案や汚染の問題に利用することを予定している。

### 【参考文献】

- 1) 西垣誠、進士喜英：有限要素法による飽和不飽和浸透流解析-AC-UNSAF3D-プログラム解説およびユーザーマニュアル、2001
- 2) 地下水要覧編集委員会：地下水要覧、pp.711-720、山海堂、1988
- 3) 横倉隆伸、他：京都盆地南部・境界周辺における反射法探査・重力探査に基づく地下構造、日本地震学会 年次講演会、2003