

## 第 部門 上水道用揚水井群における3次元揚水シミュレーション

関西大学大学院 学生員 ○宮本 尚人

関西大学工学部 フェロー 楠見 晴重

## 1. はじめに

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河川が流入して京都～大阪府境で合流している。本研究は、南山城地方の中でも上水道での地下水への依存度が高い八幡市に着目し、当地域における地下水モデルの作成を行い、揚水シミュレーションを行うことにより、上水道用井戸の維持管理を行っていくことを目的としている<sup>1)</sup>。

## 2. 地下水利用状況

当地域には8本の上水道用井戸が存在している。八幡市では年間上水道取水量の約50%を地下水に依存しており、これら8本の井戸で年間約400万 $\text{m}^3$ 揚水している。それらの井戸とは別に、京都盆地深井戸資料、全国地下水資料台帳を整理した結果、109本の民間の井戸が確認された。合計117本の井戸の所在を図-1に示す。これらの資料より井戸の利用状況は、73本の井戸が生活用水として利用されており、地下水が市民の生活に非常に密着したものであることがわかる。さく井年次別では、1980年代、1990年代とさく井本数は増加しており、今後も当地域における地下水利用がますます盛んになるのではないかと考えられる。

## 3. 解析モデル

## 3.1 解析手法

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 を用い、境界条件や地盤の透水係数等のパラメータを変更しながら、流量を変化させている上水道用井戸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モデルの確立を試みた。

## 3.2 モデル化範囲

図-1に示す太線の範囲が平面的な解析対象範囲である。東側の境界を木津川、南側の境界を手原川、西側の境界は地下水要覧に記載されている地下水域境界<sup>2)</sup>をもとに設定した。鉛直方向のモデル化範囲は基盤岩上の堆積層とした。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設置位置、地質特性をもとに、14の層に単純化してモデル化範囲の地層を再現した。上から順に NO.1、NO.2、NO.3・・・としている。図-2に地層ごとに色分けし、鉛直方向を5倍表示したモデルの鳥瞰図を示す。

## 3.3 解析メッシュ

平面的なメッシュの分割は二次元自動要素分割プログラムを使用し、基本密度半径を200mに設定し作成した。ただし民間の井戸の

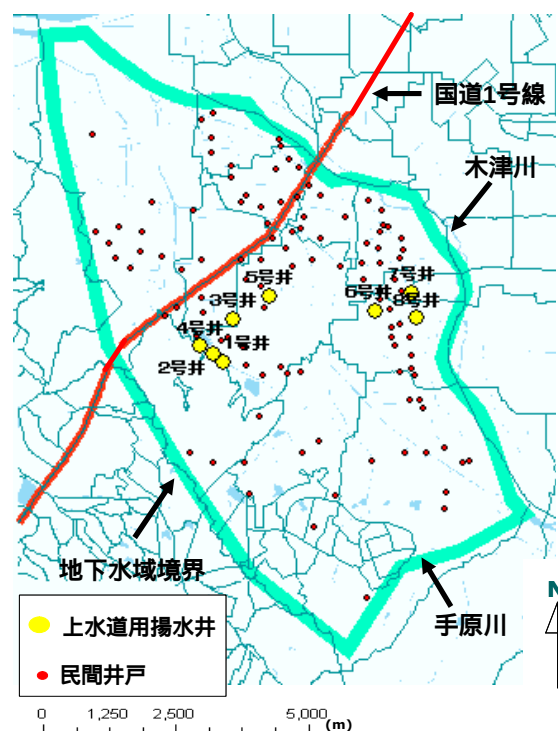


図-1 解析対象範囲

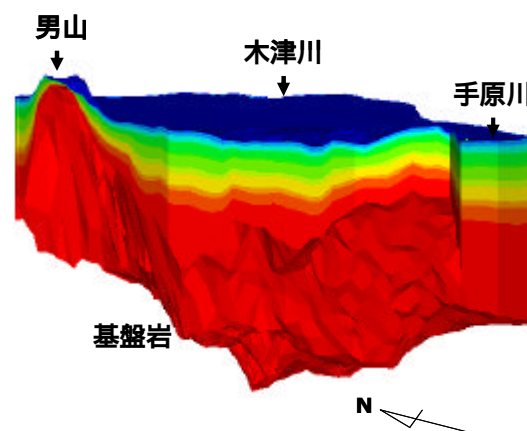


図-2 作成した地層モデル

節点では最小密度半径を 1m、上水道用井戸では 0.5m 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分割を行い、それぞれの層の真ん中でさらに分割を行っている。解析メッシュの節点数は 48923、要素数は 90552 となっている。

### 3.4 入力条件

境界条件は木津川、手原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として月毎に降雨量を流量境界条件として与えている。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各節点での標高の値を全水頭として初期条件を与え、定常解析を行い、それを初期条件として 93 年～94 年で非定常解析を行った結果を使用した。

### 3.5 解析結果

表-1 に各種パラメーターを変更しながら上水道用井戸の節点で水位を整合させ、最終的に決定した地盤物性値を示す。図-3、4、5 に 4 号井、7 号井、浅井戸観測井での実際に観測された水位と、計算で得られた水位を比較した結果を示す。

全体的に揚水が与える短期的な影響はかなり高い精度で表現されていることがわかる。しかし若干、6 号井、7 号井において観測値と計算値で違いが見られた。長期的な影響においては経年的に低下する水位を的確に再現するにいたらなかった。4 号井においてこれはもっとも顕著に現れている。水位の絶対値に関しては、全体的に観測値より高い値をとる結果となった。これらの比較より得られた結果を踏まえて、境界条件、初期条件といった入力条件の見直しが必要である。浅井戸観測井では降雨量、蒸発散量に依存する水位の変動をかなり高い精度で表現することができた。

### 4. おわりに

京都府八幡市において地下水利用状況の整理を行い、その井戸情報も考慮した地下水モデルを構築した。モデルを整合する作業において上水道用井戸の揚水による水位の変動を、長期的に見ると的確に再現しているとは言えないが、短期的には高い精度で再現することができた。しかし、上水道用井戸の水位・傾向をさらに高い精度で再現するために、各種条件において改良を加えていく必要がある。今後はこのモデルを用い、当地域の地下水を維持管理していくための最適な揚水計画を提案したいと考えている。

### <参考文献>

- 1) 楠見晴重・宮本尚人：京都府南山城地方における 3 次元浸透流

解析による地下水揚水シミュレーション、地下水地盤環境に関するシンポジウム 2004 発表論文集、pp.103-108、2004

- 2) 地下水要覧編集委員会：地下水要覧、山海堂、pp.711-720、1988。

表-1 地盤物性値

| 地層 NO | 透水係数 $\times y$<br>$m/s$ | 透水係数 $z$<br>$m/s$   | 比貯留係数<br>(1/m)      |
|-------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| NO.1  | $80 \times 10^{-1}$      | $80 \times 10^{-2}$ | $60 \times 10^{-5}$ |
| NO.2  | $50 \times 10^{-4}$      | $50 \times 10^{-5}$ | $10 \times 10^{-5}$ |
| NO.3  | $50 \times 10^{-1}$      | $50 \times 10^{-2}$ | $80 \times 10^{-5}$ |
| NO.4  | $40 \times 10^{-4}$      | $40 \times 10^{-5}$ | $50 \times 10^{-5}$ |
| NO.5  | $10 \times 10^{-1}$      | $10 \times 10^{-2}$ | $40 \times 10^{-5}$ |
| NO.6  | $30 \times 10^{-4}$      | $30 \times 10^{-5}$ | $60 \times 10^{-5}$ |
| NO.7  | $50 \times 10^{-2}$      | $50 \times 10^{-3}$ | $40 \times 10^{-5}$ |
| NO.8  | $20 \times 10^{-4}$      | $20 \times 10^{-5}$ | $40 \times 10^{-5}$ |
| NO.9  | $10 \times 10^{-3}$      | $10 \times 10^{-4}$ | $10 \times 10^{-5}$ |
| NO.10 | $10 \times 10^{-4}$      | $10 \times 10^{-3}$ | $26 \times 10^{-5}$ |
| NO.11 | $50 \times 10^{-3}$      | $50 \times 10^{-4}$ | $70 \times 10^{-6}$ |
| NO.12 | $10 \times 10^{-4}$      | $10 \times 10^{-5}$ | $16 \times 10^{-5}$ |
| NO.13 | $20 \times 10^{-3}$      | $20 \times 10^{-4}$ | $60 \times 10^{-6}$ |
| NO.14 | $10 \times 10^{-4}$      | $10 \times 10^{-5}$ | $13 \times 10^{-5}$ |

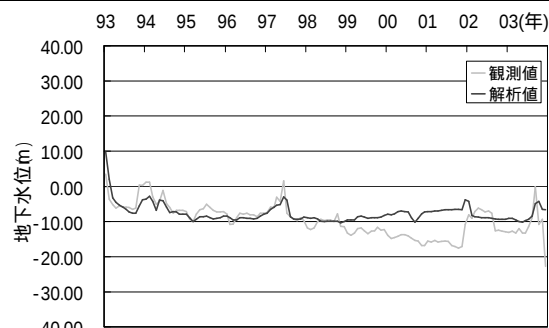


図-3 4号井の観測値と解析値の比較

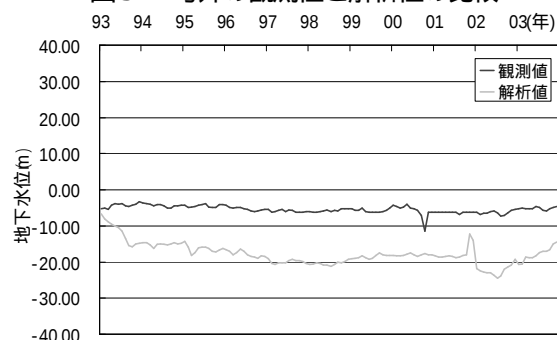


図-4 7号井の観測値と解析値の比較

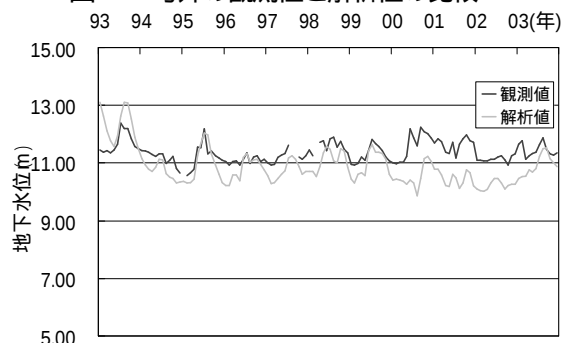


図-5 浅井戸観測井の観測値と解析値の比較