

Ⅱ-26 松山平野における地下水流動解析

愛媛大学大学院 学生員 ○野村隆行
愛媛大学工学部 正会員 門田章宏
愛媛大学工学部 フェロー 鈴木幸一

1. はじめに

松山平野を流れる重信川は標高 1,233m の東三方ヶ森に源流を持ち山間部を南流し重信町横河原で平野部に出て扇状地を形成し表川と合流した後、東流し松山平野を貫流して伊予灘に注いでいる。松山市では都市化に伴い、水需要の増加、雨水浸透領域の減少、河川流量の減少の影響によって地下水位低下傾向の要因となっていると考えられる。また最近では石手川ダムで毎年のように取水制限が行われており、重信川水系では水量が少ないことから流域内での新たな水資源開発は困難な状況にある。そこで、本研究ではこの地域での都市化に伴う地下水位特性を把握するため有限要素法を用いてシミュレーションを行った。

2. 解析領域と境界条件

地下水流動の解析領域は図-1 に示す重信川と石手川及び北東部山脈で囲まれた面積約 80km² の範囲である。この領域には小野川、内川、悪社川、堀越川および川付川がある。河川が地下水の流入、流出の境界であると考え、低水時には便宜的に各河川の河床高がその場所での自由地下水面とする必要がある。山地境界では、便宜的に石手川、川付川、堀越川、小野川、内川および重信川本川の上流境界での河床高を考慮して仮定することにする。また、図-2 では現在の市街化状況、取水井戸地点および仮定して設置した取水井戸地点を示し、市街化地域からの浸透水は全くないものとし、各取水井戸からの揚水は 2000m³/日とした。

3. 基礎方程式

この解析で用いる地下モデルは帯水層と難帯水層が交互に存在する多層帯水層である。この場合、基礎式は次のようになる。

$$\text{帯水層: } \frac{\partial}{\partial x} \left(T \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T \frac{\partial h}{\partial y} \right) - q_s - q_L = S_y \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

q_s : 単位時間、単位面積の漏水流出量, q_L : 単位時間、単位面積の揚水流出量, T : 透水量係数, S_y :

有効空隙率, h : ピエゾ水頭



図-1 解析領域

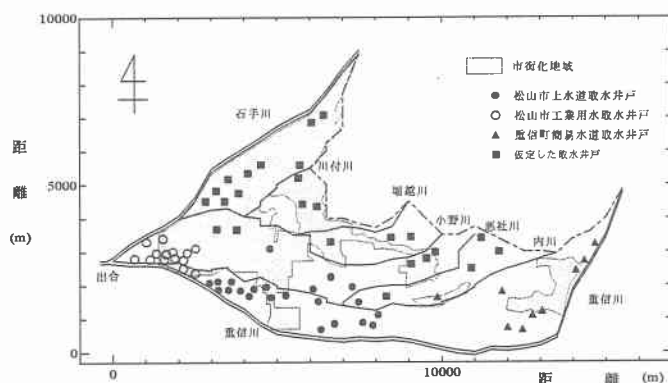


図-2 市街化地域と取水井戸地点

(不圧帯水層) $T = K(h - h_0)$, K : 透水係数, h_0 : 不圧帯水層の底面標高

(被圧帯水層) $T = Kb$, K : 透水係数, b : 被圧帯水層厚

$$\text{難帯水層: } \frac{\partial}{\partial z} \left(K' \frac{\partial h}{\partial z} \right) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (2)$$

(K' : 透水係数, S_s : 比貯留係数)

なお, 第1帯水層と第2帯水層の間に, 0.5mの難帯水層があると仮定して解析を行う. 計算条件は帯水層の透水係数は $1.0 \times 10^{-3}(\text{m/s})$, 難帯水層の透水係数は $1.0 \times 10^{-8}(\text{m/s})$ と仮定している.

4. 地下水位変動の解析結果および考察

図-3は図-2に示した浸透条件, 揚水条件を与えた場合の地下水位等高線図を表している. 上流部に比べて下流部は等高線の間隔は広く, 地下水の流れは緩やかであることが認められる. この結果から, 浸透水, 揚水量をそれぞれ変化させることによって地下水位の変化を比較していく.

a. 市街化による地下水位の変化

まず, 浸透量を変化させることによって地下水が受ける影響について解析を行った. 図-4は解析領域すべて市街化されたと想定し領域内の浸透水は全く考慮しない場合の水位差を表している. 浸透領域から市街化地域へと変化させた部分では広い範囲にわたって地下水位の低下が見られる. 特に, 重信川上流部および下流部付近において局所的に3cm程度の水位低下がみられた.

b. 揚水による地下水位の変化

図-5は, 解析領域内の取水井戸からの揚水量を $2000\text{m}^3/\text{日}$ から $4000\text{m}^3/\text{日}$ に増加させた場合の地下水の水位差を表した図である. 取水井戸からの揚水量を2倍にすることによって重信川中流から下流と石手川に挟まれた取水井戸の密集する地域において最大約20cmの水位低下が見られた.

以上のシミュレーションから浸透水の減少, 取水井戸からの揚水量の増加といった都市化の進行に伴い, 地下水位はそれに対して低下する状態を示すことができたと考えられる. しかし, 地下水位を推定するには不明な要素も多く, 透水係数や地層構造などは局所的に異なっており今回のような平均的な取り扱いではすべて適応できるとは言い難い. また, 市街化地域, 取水井戸からの揚水量についても非常に極端な仮定の下で解析を行ったため, 不明な要素のデータを入手し, より現実に近づけた解析から観測値との比較, 検討を行う必要がある.

参考文献

1) 多層帯水層地下水位の準三次元解析: 愛媛大学工学部紀要, 第12巻 第1号, pp.205~pp.212, 1990.

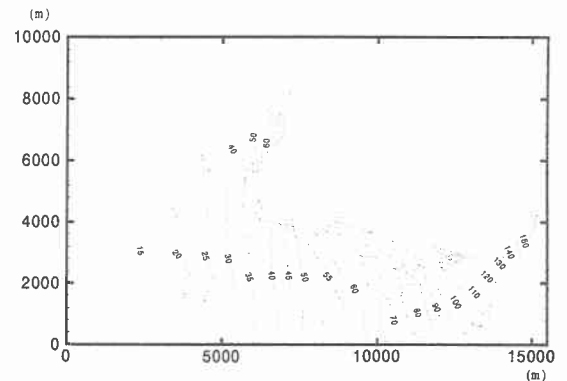


図-3 地下水位等高線図

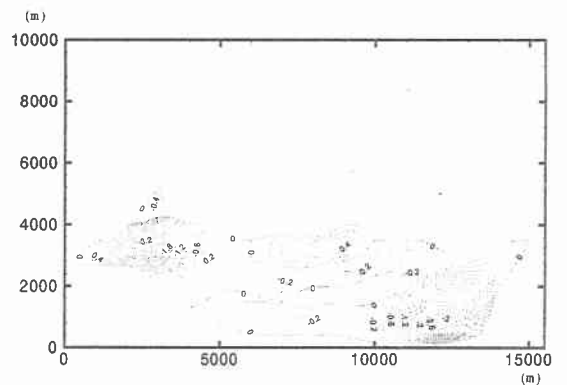


図-4 浸透量を考慮しない場合の水位差

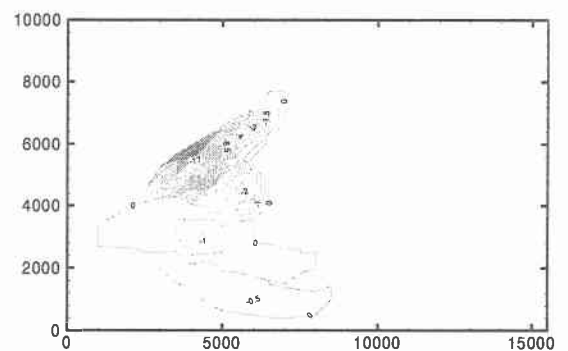


図-5 揚水量を2倍にした場合の水位差