

II-78

不圧地下水のかん養域について

芝浦工業大学工学部

正員 守田 優

パシフィックコンサルタンツ（株）

正員 柴崎 宏一郎

1. 研究目的

近年人々の間では自然環境への関心が高まりつつあり、水辺にも生活の豊かさや心の潤いが求められるようになってきた。すなわち、自然環境としての河川に接する場合、そこには豊かで清らかな流水が望まれているのである。河川への湧水量を増やすには不圧地下水位の上昇が必要であり、そのためには不圧地下水位に強く影響を及ぼすかん養量と河川への流出量との関係を詳しく知る必要がある。

本研究では、妙正寺川流域と善福寺川流域にはさまれた東部武蔵野台地をケーススタディの対象として選び、有限要素法を用いた不圧地下水流動解析を通して、かん養が不圧地下水の河川への流出にどのような影響を及ぼすかについて、特にかん養域に焦点をあてて検討を行った。

2. 解析方法

2-1 有限要素法による定式化

不圧地下水収支の基礎方程式を解くために有限要素法への離散化を行い、時間に関しては陰解法の差分近似を用いて非定常の計算を行った。

2-2 計算の条件

①対象地域を図-1の様に節点数 117個、要素数 187個からなるメッシュに区分し、モデル化を行った。

②表面浸透面積率は、表面流出、蒸発等の条件を考慮して、直接かん養量の20%とし、これを対象地域全域に対応させた。

③初期水位は、不圧地下水の地下水面図¹⁾をもとにして 117個の節点に対して設定した水位と、'ならし計算'によって平衡状態に落ち着いた不圧地下水位の2通りの初期水位で計算を行った。

④不圧地下水下部境界面の標高は、多くのボーリング調査による様々な地質柱状図や地盤断面図²⁾をもとに決定した。

⑤境界条件は、東京都建設局資料による善福寺川と妙正寺川の河床標高をもとに決定した。

⑥透水係数と貯留係数は、既存の調査を参考に様々な組み合わせによる20通りの計算を行った。

⑦降水量は東京管区気象台観測のデータを使い、計算時間単位については、降雨データの集計と解の安定性を考慮して、基本的に1日単位で計算を行った。

2-3 解析内容

1) 実績降水量を入力した場合の不圧地下水流動解析
昭和43年3月から昭和43年8月までの降水量をかん養した場合の流動解析を行った。この計算結果を観測井における実測水位（東京都土木技術研究所観測³⁾）と比較し、モデルの適合性を検証した。

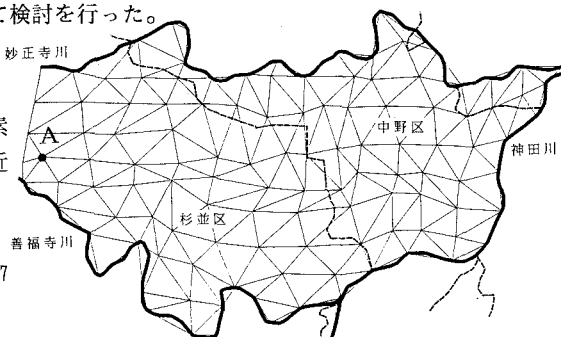


図-1 対象地域のメッシュ区分

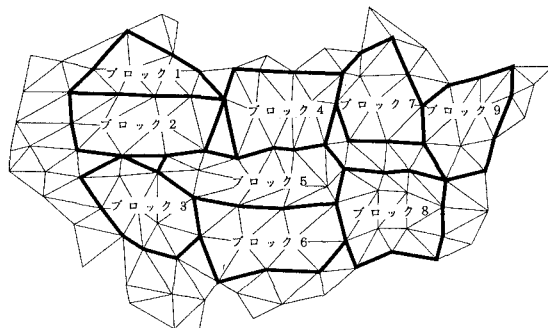


図-2 対象地域のブロック区分

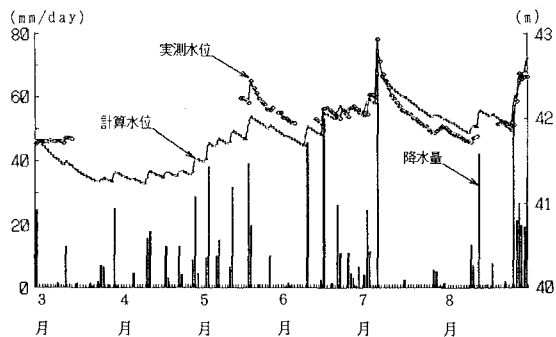


図-3 実測水位と計算水位（T.P.）

2) 人工かん養による河川への不圧地下水流出解析

メッシュ区分された対象地域内を、図-2のようにいくつかの要素からなる9つのブロックに分け、それぞれのブロックごとに予め設定した量を人工かん養した。その計算結果をもとに、河川への不圧地下水の流出を明らかにし、不圧地下水のかん養域についての検討を行った。

3. 解析結果および考察

1) 実績降水量をかん養した場合の流動解析結果

昭和43年 3月から昭和43年 8月までの降水量をかん養した場合のA節点（図-1）における実測水位と計算水位を示しているのが図-3である。解析では、透水係数と貯留係数の20通りの組み合わせによる計算を行った。適合性の良いパラメーターの値として、

$$\text{透水係数} = 10\text{m/day} = 1.2 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$$

$$\text{貯留係数} = 0.10$$

が得られた。また図-4は、実測水位と計算水位を表した不圧地下水の地下水面図である。

図-3、図-4から分かるように、計算水位は実測水位を良好に再現することができた。

2) 人工かん養による河川への流出解析結果

不圧地下水の人工かん養が河川の低水流量の増加にどの程度寄与するかを調べる場合、その地下水の河川へのかん養域（河川では流域に相当する）を求め、そこへ人工かん養すれば良い。例えば、妙正寺川の低水流量を増加させるためには、妙正寺川に近いかん養域に人工かん養を実施する。しかし、不圧地下水は河川と異なり、その流域界が明確に区分されるわけではない。

本研究では、不圧地下水の流域界をファジー集合としてとらえ、クリスプ集合である河川流域とは別のアプローチをとった。図-1の対象地域のどの点も、一部は妙正寺川のかん養域であり、また同時に善福寺川のかん養域である。このような不圧地下水のあいまいなかん養域の特性を表現するため、図-5のようなかん養域のメンバーシップ関数を設定し、この関数値（ $-1 \leq X \leq 1$ ）によってかん養域を表示することにした。そして、そのかん養地点の関数値が $X = 1$ のとき、そのかん養量は全て妙正寺川の流量を増加させ、 $X = -1$ のとき、全て善福寺川の流量増加となり、 $X = 0$ のとき両者半分ずつとなる。

こうして、図-2に示したように、9つのブロックそれぞれに人工かん養を実施し、そのときの妙正寺川と善福寺川への流出割合を不圧地下水の水位変化より算出した。そして、その結果を X の関数値に換算し、対象地域においてかん養域として表示した（図-6）。これによって、人工かん養量がどのくらいの割合で、それぞれの河川の流量増加に寄与するかを定量的に表示することができた。

参考文献

- 1) 東京都公害局(1980)『地下水収支調査報告書』
- 2) 東京都土木技術研究所(1990)『東京都総合地盤図Ⅱ』
- 3) 東京都土木技術研究所(1991)『浅層地下水位年表-東京都地質図集5-』

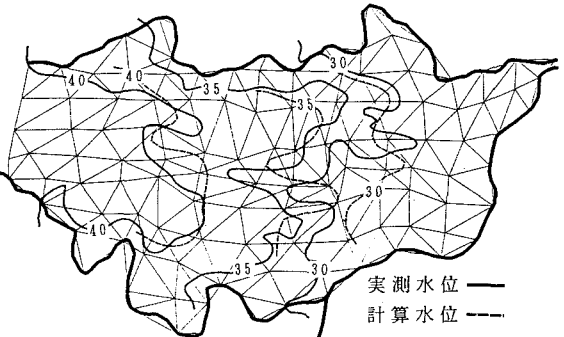


図-4 不圧地下水面図 (m.T.P.)

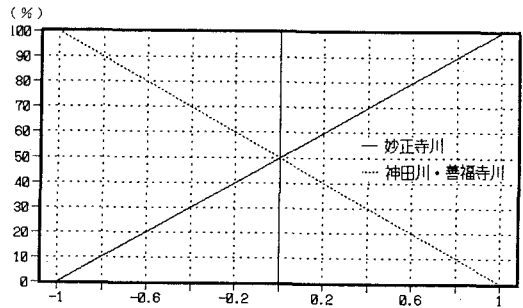


図-5 不圧地下水かん養域のメンバーシップ関数

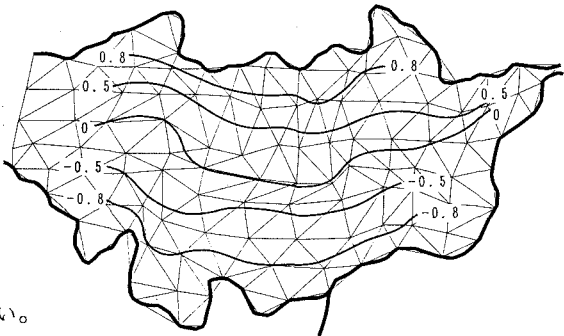


図-6 妙正寺川及び善福寺川への不圧地下水かん養域