

II-36

表面流解析と3次元地下水解析を組み合わせた、降雨の地下注入による都市流出のピーク低減効果の評価の試み - 埼玉県富士見市権平川流域を例にして -

埼玉大学 工学部 正会員 渡辺 邦夫
大豊建設（株） 佐藤 洋一

はじめに

都市流出ピークの低減を目的とした、降雨の地下注水について、最近多くの実験が行なわれている。しかし、一つの流域に対して、どのように注水井を配置すれば最も効果的であるか、また注水によって、地下水流出がどの程度変わるか、河川維持流量はどの程度増えるかなどについては、その評価手法を含めて、まだ良くわかっていない点も多いと思われる。本研究は、都市化の著しい実際の流域を対象として、表面流解析と3次元地下水解析を組み合わせた評価法を考え、その方法の有効性を検討したものである。

1 対象流域の地形と地質

本研究では、最近急速に都市化が進んでいる、埼玉県富士見市を流れる権平川の上流域（面積約0.4km²）を対象とした。権平川は、新河岸川の支流であり、流域は、洪積台地（標高、2.0-3.0m）・沖積低地（標高、7-1.0m）より成る。上流域は、ほとんど台地であり、河道は谷地部を流れている。まず、流域の台地地下地質を60本のボーリング柱状図を基に調べた。その結果、台地部の地質は、地表から、ローム層（層厚5-10m）、上位レキ層（5-7m）、砂・シルト層（3-5m）、下位レキ層（7-10m）に区分されることが明らかとなった。図-1に、2枚のレキ層の分布の想定と流域付近の地形の概略を示す。

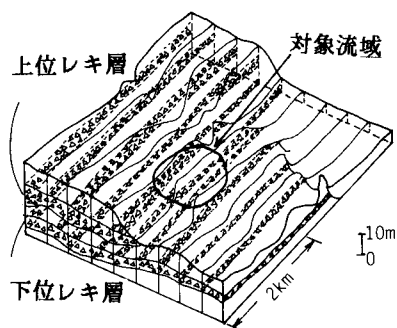


図-1 地質・地形概略図と流域

ボーリング孔内水位や台地崖面での湧水観察から、降雨は、主にローム・上位レキ層を流下し、砂・シルト層は、事実上不透水層を形成すると思われる。

2 ハイドログラフの測定と表面及び地下水流出解析

流域最下端の測定点付近の河道断面は、深さ90cm、幅2mの矩形であり、縦断勾配は約1/400である。流速は、浮子により測定した。河道の粗度係数は、平水位（水深10-20cm）で約0.015であった。今回はとくに、1985年8月30-31日の台風14号に伴う流出について報告する。なお、降雨データは、対象流域より約5km離れたアメダス測定点（大久保浄水場）の10分間雨量記録をもちいることとした。

表面流解析は、嶋¹⁾の方法を用い、流域を幅の広い長方形断面水路の組み合わせと仮定し、横流入のある不定流の計算により行なう。このため、流域および河道を図-2のように単純化し、分割した。なお、計算にあたっては、各分割流域は平面的に見て等面積を持つ長方形とした。各流域の粗度係数は、実測ハイドログラフを最も良く再現するように定めた（0.02-0.05）。

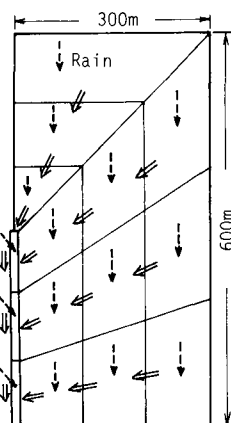


図-2 流域の分割と流れの仮定

計算と実測ハイドログラフとの比較を図-3に示す。前述したように、降雨計測点と流域がやや離れているため、ピーク位置や低減が必ずしも一致してい

ないがほぼ満足しうる結果となっており、今回これを表面流の解析モデルとすることとした。

一方、地下水解析は、渡辺・山中²⁾の報告した流域地形が容易に近似しうる3次元飽和-不飽和解析プログラムにより行なった。これによれば、流域や河道の勾配を入力するだけで、自動的に要素分割が行なわれる。しかしながら、流域が大きくなると、各要素の寸法が大きくなり、計算精度が落ちることが考えられる。この点を考察することの

主眼点である。

図-4は、要素分割の概略図である。注水は図-5に示すA、B領域の最下面

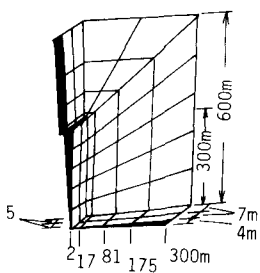


図-4 要素分割図

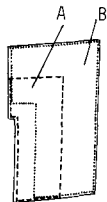


図-5 注入位置図

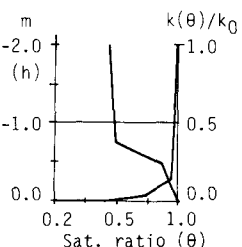


図-6 不飽和特性

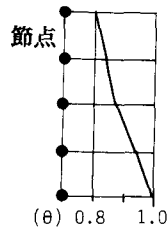


図-7 初期飽和度

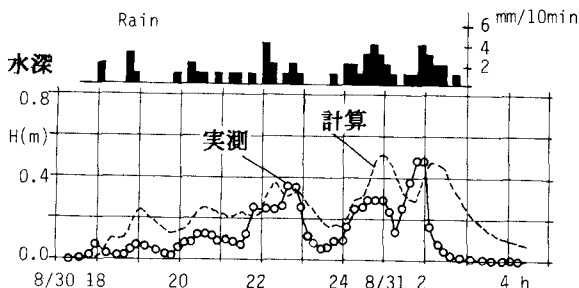


図-3 実測ハイドログラフと計算値

上節点に与える。AはBに比べてより河道に近い。地盤の不飽和特性・初期飽和度については、実測データがなく、図-6、図-7のように与えてみた。また、飽和透水係数 (k_0) は、 10^{-3} cm/s程度とした。

3 解析例

前述した2つの解析法を組み合わせ、モデル的な降雨に対する注入効果を調べた。降雨は3時間50mmとし、そのうちの半分をカットして、24時間かけ図-5のA、B領域に注入する。なお、降雨のカットは本来、図-2の流域中に貯水池などのシステムを組み

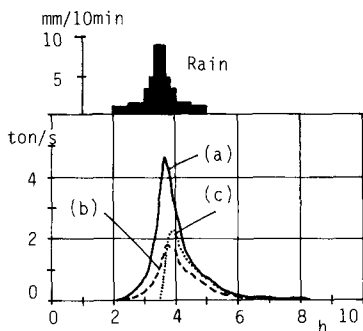


図-8 降雨と表面流出解析

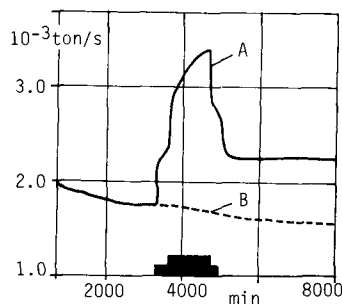


図-9 注入と地下水流出

入れて行なうべきであるが、今回は降雨そのものをカットすると単純化して考えた。表面流出解析結果例を図-8に示す。(a)は、全降雨(図上部のグラフ)が流出する場合、(b)は雨量が全体に半分になる場合、(c)は前半をカットする場合である。注入に伴う地下水流出解析例を図-9に示す。図中のA、Bは、注入領域を表す。この図から、河道に近いAの場合にピークが見られるが、その量は、図-8のカット量に比べて小さく、注入効果が高いことがわかる。今回の解析法は、精度などの点でまだ問題があり、今後さらに改良を加えて行く必要があるが、ある程度降雨注入効果が評価しうるものとする。

参考文献：1) 嶋祐之、第7回災害科学総合シンポジウム、pp. 203-206、1970。

2) 渡辺邦夫、山中和雄、第30回水理講演会論文集、pp. 391-395、1986。