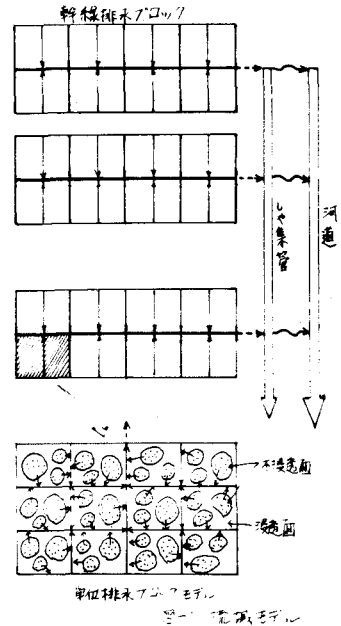


1. まえがき 都市域の雨水流動は山地河川のそれに比べてその挙動をかなり明確に表現できることから、従来多くの研究が行われてきた。わが国にも多くの手法が紹介され、なかでもR.R.L法は若干の修正を加えたものを含めて都市の流出予測の問題にしばしば用いられている。また山地河川に対して用いられてきたKinematic wave法も都市流出に対して用いられている。また近年都市中小河川における内水災害が大きな社会問題となっている。これは都市域に設けられた人工の雨水排除施設の疎通能力の不足に起因するものであり、このような内水災害を生じるような場合には前述の方法は必ずしも十分とはいえない現状である。本文では、流域に氾濫やたん水の起こる場合も同時にとり扱える都市流出モデルについて述べる。

2. 流域のモデル化 一般に市街地の雨水流出現象は、種々の工種からなる流出面での雨水の損失・貯留・流下現象と、そこから雨水を受ける末端排水路、幹支線排水路での貯留・流下現象からなると考えられる。流域のモデリングについてはKinematic wave法に関連した豊田らの研究があるが、ここでは後述するように流出モデルとして分布貯留型モデルを用いるので、いさ少しマクロなモデル化を行なう。すなわち、図-1に示すように、流出面、側溝、末端排水路、支線排水路および支線排水路が接続する幹線排水路を含めて単位排水ブロックとし、単位排水ブロック群により幹線排水ブロックが構成されるものとする。したがって、流域は幹線排水ブロック群として集管渠および河道により表わされるが、単位流出ブロックにおける流出面は、混在する複数の工種より形成され、これを単純化して浸透域と不浸透域に大別し、不浸透域は単位排水ブロック内の排水路網に直結していると考えられることとする。なお、図-1はし集



型の合流式下水道の場合をモデル化したもので、ポンプ排水場のある場合は、幹線排水ブロック群からの雨水はそこに集められることになる。図中へは雨水余水吐きから河道への放流を表わす。

3. 分布貯留型モデル 前述の流域モデルに従って雨水流追跡を行なうが、都市河川の内水災害において下水管での雨水貯留が支配的な因子となることを考え合わせ、雨水流追跡には貯留法を用い各ブロックごとに複数のタンク群で表わすこととし、単位排水ブロックでの雨水流追跡は浸透タンク、不浸透タンクおよび幹線タンクで表わす。浸透域の雨水は凹地貯留を満たし、さらに浸透能を越える降雨があったとき、そこから流出水は不浸透タンクへの入力となるものとする。不浸透タンクは不浸透域と末端排水路、支線排水路での貯留・流出現象を表わすタンクであるとする。したがって単位排水ブロックにおける雨水流追跡の基礎式は次のように表わされる。

$$g_p = \alpha_p S_p^{f_p} \quad (1), \quad g_i = \alpha_i S_i^{f_i} \quad (2), \quad g_m = \alpha_m S_m^{f_m} \quad (3)$$

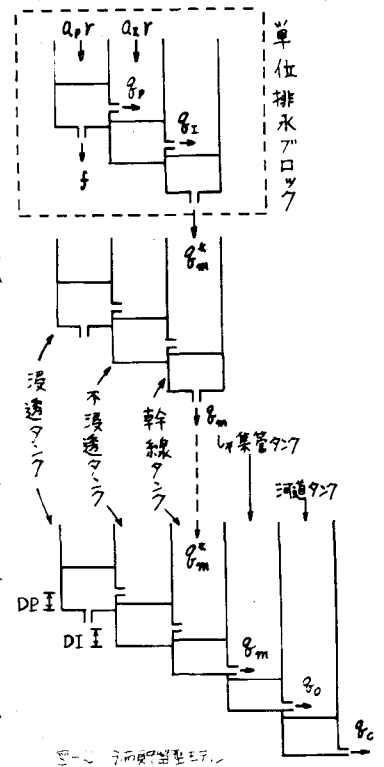
$$\frac{dS_p}{dt} = \alpha_p r - f - g_p \quad (4), \quad \frac{dS_i}{dt} = \alpha_i r + g_p - g_i \quad (5), \quad dS_m/dt = g_i + g_m^* - g_m \quad (6)$$

ここに、 g は流出量、 S は貯留量、 α ・ p は定数で添字 P ・ I ・ m はそれぞれ浸透タンク、不浸透タンクおよび幹線タンクを表わし、 g_m^* は上流ブロックからの流入量である。 α は各タンクの面積、 r は降雨、 f は浸透能である。しゅ集管タンクおよび河道タンクでの基礎式は幹線排水ブロックの場合と全く同様に表わされる。

$$g_o = \alpha_o S_o^{f_o} \quad (7), \quad g_c = \alpha_c S_c^{f_c} \quad (8)$$

$$dS_o/dt = g_m + g_o^* - g_o \quad (9), \quad dS_c/dt = g_o + g_o^* - g_c \quad (10)$$

各記号は前と同様であり、添字 O ・ C はそれぞれしゅ集管タンク河道タンクを表わす。これらの関係をタンク群によって表現したのが図2である。次に流域における雨水の一時的滞留および流域での氾濫を表わすために、雨水流追跡計算の過程において以下に述べる制約を設ける。すなわち、1)幹線タンクおよびしゅ集管タンクの最大貯留量 $S_{m,max}$ ・ $S_{o,max}$ とし、タンクの貯留量がこの最大値に達した場合、不浸透タンクから幹線タンクおよび幹線タンクからしゅ集管タンクへの流入量は0になるとする。2)不浸透タンクを除く他のタンクにおいて、貯留量が増加し貯留水深が隣接するタンクからの流出水の流入孔の高さより高くなったとき、隣接するタンク間の貯留水深の差を求め、それに相当する貯留量を有効貯留量 Se とし、式(1)~(10)において S を Se と用いる。 Se が負になったときは隣接するタンクからの流入量はゼロになるとする。以上の2つの制約を設けることにより、流域での氾濫を自動的に組み入れられる。



4. パラメータの決定法 モデルに含まれるパラメータは、モデルの構成を見れば分かるようにその数は多く、試算で求めることは容易ではない。しかし市街地での排水路網における流れがKinematic wave的な流れであるをみなせるならば、単位排水ブロックにおける浸透タンクおよび不浸透タンク以外のパラメータは下水配管図をもとにして決定できる。河道タンクの定数も河道をKinematic channelとみなせばその定数は容易に定められる。幹線タンク、しゅ集管タンクにおける最大貯留量 S_{max} は管径、勾配・粗度等が分かれば求める。次に単位排水ブロックの定数であるが、 DP ・ DI はそれぞれ浸透域、不浸透域における凹地貯留に相当するものであるからこれを求めることは可能であり、 A_p ・ A_i はそれぞれ浸透面積、不浸透面積であるから航空写真、土地利用図等を利用して求められる。また浸透能 f についても洪水データがあれば求めるものである。結局このモデルにおいて試算で求めなければならないパラメータは浸透タンク、不浸透タンクにおける貯留方程式の定数 α ・ p だけでありこの値は各単位排水ブロックに共通であると仮定すれば、試算でこれを定めるのにそれ程労力を必要としない。