土木学会第46回年次学術講演会（平成３年９月）

II-54　流出・氾濫ハイブリッドモデルの検討

名古屋大学大学院　学生員○平野　貴康
名古屋大学工学部　正　員　松林宇一郎　　高木　不折

1．まえがき

近年、都市における内水氾濫・浸水が大きな問題となっている。この現象は面的であり、その解析には一般に２次元平面流れの基礎式、(1)(2)式に基づいた数値解析が行われる。その解析対象範囲は通常、流水の出入の無い流域界が取られるが都市のような平坦地ではその範囲は広くなり、さらに細かいメッシュを用いると計算量が膨大となる。また一方では、実際には浸水の生ずる場所が定性的に分かっている場合が多く、流域全体を解析するのではなく、着目すべき限られた範囲のみを対象とした解析法を構築することが、工学的にはより重要と考えられる。しかし、この問題は、初期値・境界値問題であり、厳密には任意地点で境界条件を与えることはできない。そこで、本研究ではこの境界条件の取り扱いについて検討した。

具体的な対象流域として過去に浸水の経験がある名古屋市東北部の山崎川上流をとりあげた。（図-１）図中陰の部分が浸水域、実線の枠が解析領域である。なお、部分流域での境界を議論するためには実測データが必要になるが、それは困難なのでここでは全流域を対象とした計算を行いその結果を実測値と見なした。

2．部分域の初期条件・境界条件

まず、初期条件について、初期状態は浸水のない状態をとるので、通常の場の解析と同様、フラックスは $M=N=0$ とし、水深ｈは前降雨を考慮して若干の水深を与える。

つぎに、境界条件は対象地域の特性によって以下の、いくつかの場合が想定される。

(A) 盛土形式の鉄道、道路、堤防、等が境界の場合：境界に垂直な方向の流量フラックスがゼロとする。

(B) 無堤の河川が境界の場合：河川の容量が大きく、河川水位が地盤より低い状態では段落ち式により $M=h\sqrt{2gh}$ によって流量フラックスを計算する。

(C) 前２者のような明瞭な境界でない地点で流量フラックスの境界条件を与える場合：流れがKinematicな境界では、上流部からの流出量を流出解析により計算し、それを境界に振り分け流量フラックスを設定することができる。この場合、境界水深を与えるときには境界での流量フラックスから流入形態を等流近似するとして流量フラックスから水深を(3)式により算定することもできる。ただし、本解析で用いた　Staggered Scheme では境界で水深を与える必要はない。一方、流れがDynamic な場合には境界の設定は困難である。

3．修正ＲＲＬ法による境界流量フラックスの算定

(C)の境界の場合には外部からの流入フラックスを算定する必要がある。ここでは都市域でよく用いられる修正ＲＲＬ法を採用した。この方法は、流域に降った雨を一定の移流速度で下流端に集め（Ｉ：流入ハイドログラフ）、これを(4)(5)式で表される貯留型モデルによって流出ハイドログラフＱに変換するものである。(5)式のＳ－Ｑ関係は実測値によって同定され図-２を得た。通常の関係とは異なり線形という興味深い結果となっている。図-３は流出計算例であり、実測をよく再現していることが分かる。

4．解析結果と考察

以上を用いて図－１に示す浸水域の計算を行った。境界に付した記号は、適用した境界条件の種類を表している。なお、西側の(B)では境界を通しての流量が非常に小さいので地盤高を高く設定した。

図－４は、計算結果として氾濫域内の或る点における水深の時間的変化の例を示す。○は、実測値（流域全体での計算結果）を、●は、部分域の計算結果である。解析結果より次の特徴が認められた。(1)大きな誤差が１ヶ所で認められたものの、全般に計算と実測は比較的よく一致している。(2)立ち上がり部の水深は部分域のみの結果の方が常に大きい。これは、境界流入量が初期に大きいことと関連している。また(3)ピーク時刻近辺での水深は実測値の方がやや大きめである。

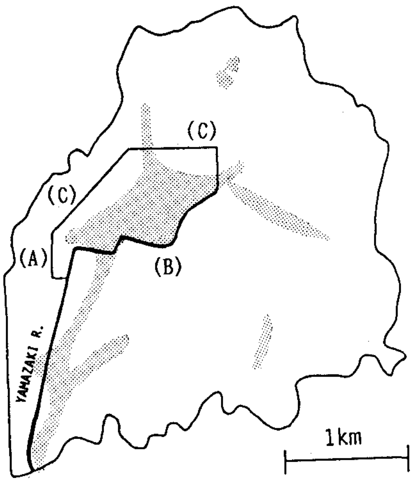
運動方程式： $\frac{\partial M}{\partial t}+\frac{\partial uM}{\partial x}+\frac{\partial vM}{\partial y}=-gh\frac{\partial H}{\partial x}-g\frac{n^2u\sqrt{u^2+v^2}}{h^{1/3}}$　（ｘ方向）･･･(1)

連続式　： $\lambda a\frac{\partial h}{\partial t}+\lambda x\frac{\partial M}{\partial x}+\lambda y\frac{\partial N}{\partial y}=r_e$　････(2)

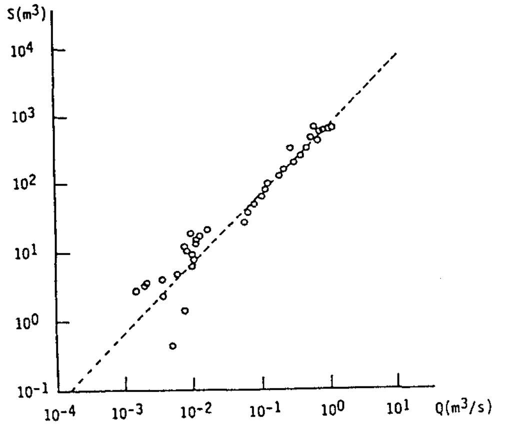
Ｍ（＝u・h），Ｎ（＝v・h）；ｘ，ｙ方向の流量フラックス、ｈ；水深、Ｈ＝ｈ＋ｚ；水位（ｚ；地盤標高）r_e；流出に有効な降雨、ｎ；マニングの粗度係数、λ_a；平面的に見た浸水体積率、$\lambda_x \lambda_y$；ｘ，ｙ方向に垂直な鉛直面で見た浸水面積率

$$h=(q\cdot n/\sqrt{I})^{3/5}\quad\cdots\cdot(3)$$

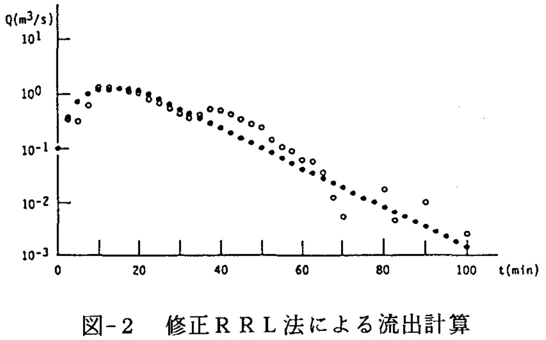
$$\frac{dS}{dt}=I-Q\quad\cdots\cdot(4)\qquad S=KQ^p\quad\cdots\cdot(5)$$



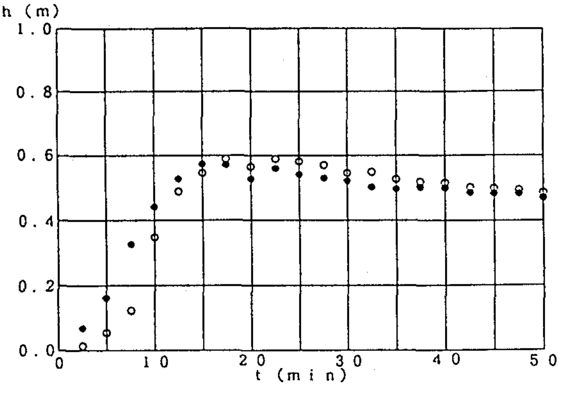
図－１　山崎川上流部の概要



図－３　修正ＲＲＬ法のＳ－Ｑ関係



図－２　修正ＲＲＬ法による流出計算結果●と実測値○の比較



図－４　計算浸水深●と実測値○の比較

（参考文献）
1)青島，松林，高木：都市における内水氾濫シミュレーション、平成２年度土木学会中部支部研究発表会
2)平野，松林，古田，高木：流出・氾濫ﾊｲﾌﾞﾘｯﾄﾞﾓﾃﾞﾙについて、平成３年度土木学会中部支部研究発表会
3)白石；Ｒ．Ｒ．Ｌ法の都市・自然流域への適用性について、昭和60年名古屋大学卒業論文