

長良川氾濫の数値シミュレーション

岐阜大学 学生員 ○棚瀬 和重
岐阜大学 正員 田中 祐一朗

1. 研究目的 河川で最も大規模な被害が発生するのは、何といても洪水氾濫である。近年、都市化の波が非常に低平地や河川中流部の扇状地、さらには山麓付近にまで押し寄せ、従来洪水氾濫による危険性が比較的高いとみられてきた地域に居住する人口や資産が増えて来ている。

そのため、従来の洪水氾濫に対する対策は、氾濫自体の発生を未然に防ぐという点に主眼が置かれ、治水事業などがその主体であったが、最近はそれとともに、氾濫危険区域の設定、避難システムの確立等、万一氾濫が起こったとしてもその被害を最小限に食い止める為の対策や手段が重要視されるようになった。よって、それらを解明するにはまず、洪水氾濫水の挙動を明らかにする必要があり、また今まで、あまり研究されなかった洪水時における輪中堤の効果を調べる為、これについて研究する。

2. 方法 洪水の解析については、流体の連続式と運動方程式を差分化することによって氾濫水の挙動を明らかにする方法が既に示されており、¹⁾ 本研究もそれを踏襲するものであるが、具体的には二次元平面流れの不定流に関する方程式系を差分化し、対象とする地形条件と河川状況も考慮しつつ、直接数値解析するという水理、水文学的手法により、氾濫水の挙動を評価するものである。

まず、図-1のような $x-y$ 平面を水平面にとり、鉛直上方に z 軸をとる座標系とControl volumeを考える。ここに、 i, j はそれぞれ x 方向、 y 方向の座標の値を示す。水平粘性を無視し、鉛直方向に関して重力と圧力項が卓越すると考えた場合の運動方程式と連続式を、 z 軸方向に底面から水面まで積分すると、基本となる基礎方程式は次のようになる。

x 方向の運動量式

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_0 M) + \frac{\partial}{\partial y}(v_0 M) = -g h \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho}$$

y 方向の運動量式

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_0 N) + \frac{\partial}{\partial y}(v_0 N) = -g h \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho}$$

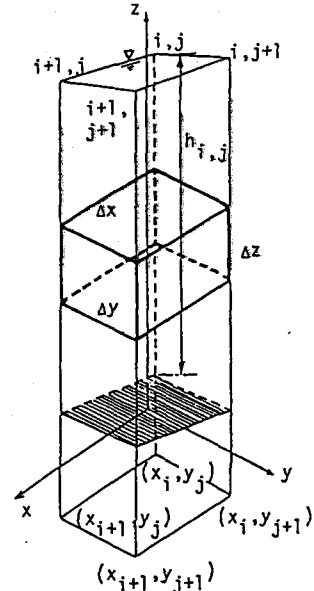
連続式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

せん断応力

$$\tau_{bx}/\rho = \frac{g n^2 u_0 \sqrt{u_0^2 + v_0^2}}{h^{1/3}}, \quad \tau_{by}/\rho = \frac{g n^2 v_0 \sqrt{u_0^2 + v_0^2}}{h^{1/3}}$$

図-1. 座標系およびControl volume



ここに、 M, N はそれぞれ x 方向、 y 方向の単位幅流量、 u_0, v_0 ; x 方向、 y 方向の断面平均流速、 H ; z 地盤高+水深、 h ; z 水深、 τ_{bx}, τ_{by} ; x 方向、 y 方向の底面におけるせん断抵抗、 g ; z 重力加速度である。

この基礎方程式を差分化し、氾濫水の挙動を数値解析にて行なう。それには多量の計算を必要とするので、コンピュータプログラムを作成し、大学内の大型計算機で解析を行なう。

3. 比較、検討 作成したプログラムの実行結果と実際の氾濫水の挙動への適合性を検討するために、昭和51年9月12日に起こった長良川安八水害のデータを用い、比較、修正していく。対象とする堤内地に用いる格子の大きさを、 $\Delta x = 250(m)$ 、 $\Delta y = 250(m)$ とし、計算時間間隔 $\Delta t = 10(秒)$ として解析を行なう。手順としては、最初の段階として破堤後、最初に湛水した森部輪中地区において考察を行ない、その後湛水域全体について数値解析を行なう。

この際に考慮すべき点としては、先にも述べた輪中堤内の氾濫水の動きであり、ただ単に平坦な地面の上を水が広がっていくのではなく、輪中堤をいくつもオーバーフローしつつ湛水域を拡大させていくような氾濫がこの解析法により、どれだけ実際の氾濫に追従しているかを見極めるのが本研究の目的である。

なお、図-2は作成したプログラムにより、先の森部輪中について30分間のシミュレーションを行なった結果である。図の細い線は輪中堤を表わし、太い線は各時間における氾濫水の拡りを表わす。決潰口からの流入水は、時間と共に北東方向に徐々に拡大していく様子が判る。

しかし、図-3に示すように、実際の氾濫水は30分後の11時には輪中堤内全体に拡っており、計算は実際の氾濫水の拡りを十分再現し得ていない。この原因については現在検討中である。

湛水域全体についての比較と考察については、講演時に発表する。

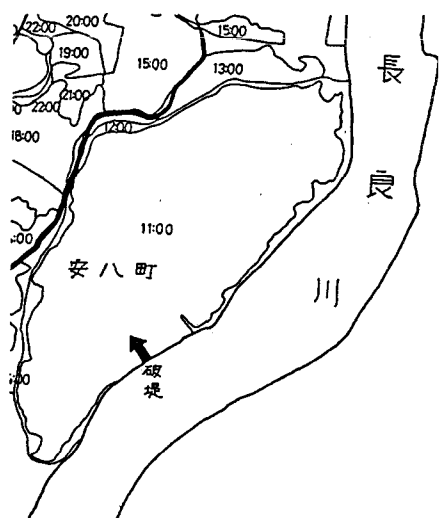


図-3. 実際の氾濫状況

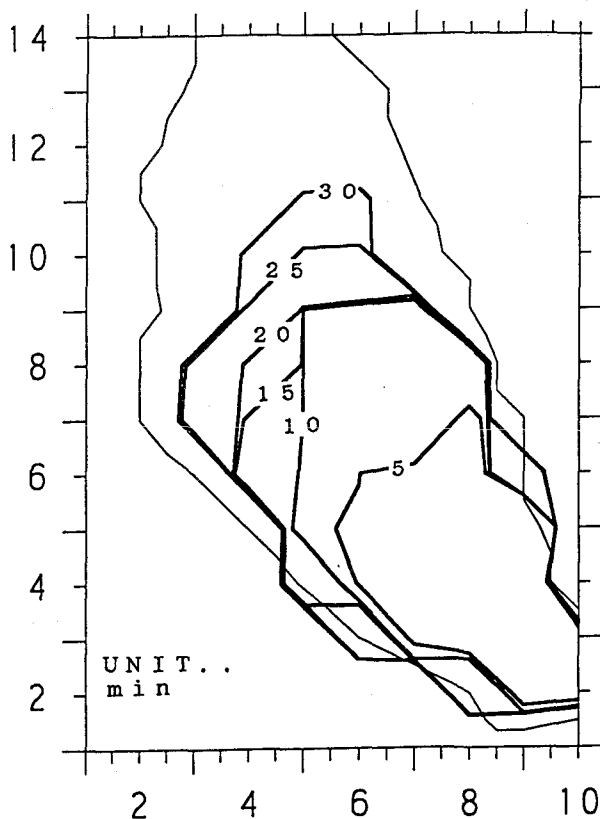


図-2. 森部地区についてのシミュレーションの結果

【参考文献】中川 一、洪水および土砂氾濫災害の危険度評価に関する研究、1989、6