

II-56

益田川下流域の洪水氾濫解析

京都大学防災研究所 正会員 岡 太郎

1. まえがき 洪水氾濫解析は差分モデル及びFEMモデルを用いて行われている。これらの適用性は認められているが、実用上の問題点は少なくない。ここでは、不定流(1次元)-貯留モデル(FDM)とFEMに基づく2次元流モデルを組合わせて益田川下流域の洪水氾濫解析を行った結果を報告する。

2. 基礎方程式 2次元氾濫流の基礎方程式は(1)～(3)式で表される。

$$\text{連続方程式: } \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad \text{----- (1)}$$

$$\text{運動方程式: } \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial(h+z)}{\partial x} + u \frac{g\sqrt{u^2+v^2}}{c^2 h} = 0 \quad \text{----- (2)}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial(h+z)}{\partial y} + v \frac{g\sqrt{u^2+v^2}}{c^2 h} = 0 \quad \text{----- (3)}$$

ここで、 h : 氾濫水深、 u, v : x, y 方向の流速、

g : 重力の加速度、 C : Chezyの抵抗係数。

不定流-貯留モデル¹⁾では、河道流については横流入量の項を追加した(1)式と(2)式が、また氾濫域については貯水池とみなして(4)式が用いられている。

$$\frac{dh}{dt} = r_e + \frac{1}{A} \sum_i Q_i \quad \text{----- (4)}$$

r_e : 降雨強度、 $A \cdot H$: 氾濫区域の面積と水位、 Q_i : 河道もしくは他の氾濫区域 i からの流入量であり、堰公式を用いて計算される。

3. 益田川下流域の氾濫解析 益田川(二級河川、流域面積: 124km²)の下流域(図1)は、昭和58年7月集中豪雨により、激甚な洪水災害を被った。その時の八坂橋地点の流量 Q_1 、多田川よりの流入量 Q_3 、及び支流 $M_2, M_4 \sim M_9$ よりの流入量 $Q_2, Q_4 \sim Q_9$ を図2に示してある。なお、 Q_1 のピーク流量は1300m³/sであり、八坂橋地点の疎通能力400m³/s、計画洪水流量900m³/sを大幅に越えている。

(1) 不定流-貯留モデルによる解析 益田川と主要排水路を $\Delta x=100m$ で区分するとともに氾濫域を図3のように分割して解析を行った。 $\Delta t=5sec$ として得られた解析結果より主要地点の氾濫水位を図4に示す。計算結果は観測結果をかなり良く再現しているが、氾濫域内の流速・流向については不明である。

(2) FEMによる二次元解析 解析領域を図5に示すように三角形を用いて分割した後、(1)～(3)式をGalerkin法を用いて、また時間項を陽的に離散化して解析を進めた²⁾。境界条件として、益田川の下流端には潮位を、また流入河川については図2の流量を水位変換して用いた。初期条件には前段の不定流-貯留モデルで得られている7月23日7時の

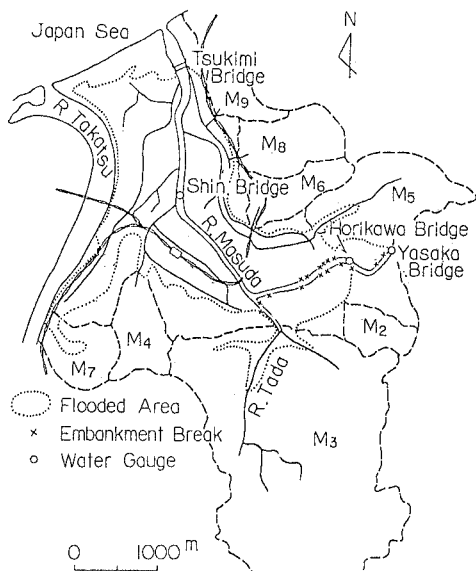


図1 益田川下流域

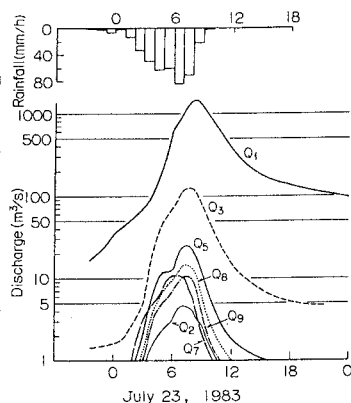


図2 流量ハイドログラフ

河川・氾濫水位を用いた。なお、7時には、益田川は氾濫直前の状態にあり、低地部は内水により30～40cm程度浸水している。また、益田川は7時～8時に破堤したと言われている。C=30、 $\Delta t=1\text{sec}$ のもとに得られた7月23日8時30分の流速ベクトルを図6に示す。図6より氾濫状況をまとめるとおおむね次のようである。(1)堀川橋付近の狭窄部で流れがしばめられ、上流側で水深増をもたらし、下流側では流速が大きくなる

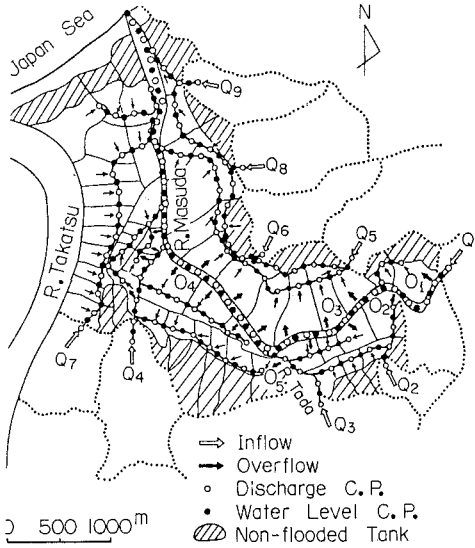


図3 氾濫域分割図

とともに流向を左岸よりに変えている。これが左岸側で堤防を破壊し家屋の全壊などの大被害を引き起こした原因であるとも考えられる。(2)その後、氾濫水は左岸の市街地を流下し、多田川の流れと合流して益田川に戻ろうとするが戻りきれずに多田川の下流部を横断するようにして、益田駅の方向に進む。(3)右岸側では、上流部の氾濫水は、そのまま低地部を流下し、下流部の排水路を経て本川に戻る。(4)左岸・右岸とも低地部の流速はあまり大きくない。

4. まとめ 本川及び支流（排水路）の河道流が主体の洪水初期と終期には不定流・野留モデルを用い、氾濫水の2次元流動が卓越する期間はFEMを適用して益田川下流域の洪水氾濫解析を行った。計算結果は氾濫状況をかなり良く再現しており、ここで提示した手法は内水・外水が共存する氾濫現象の解明に有用であることが明らかになった。とくに、この手法を用いると2次元解析の期間が短縮され、計算コストの節減が可能になる。

参考文献 1)増本・岡・角屋：浜田・益田川の氾濫過程、自然災害科学、4-1、pp21-22(1985)。2)例えば、梅津・川原：洪水氾濫流の有限要素解析、第1回数値流体力学シンポジウム講演論文集、pp231-234(1987)。

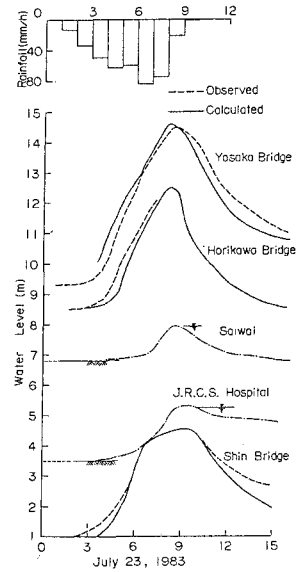


図4 氾濫水位

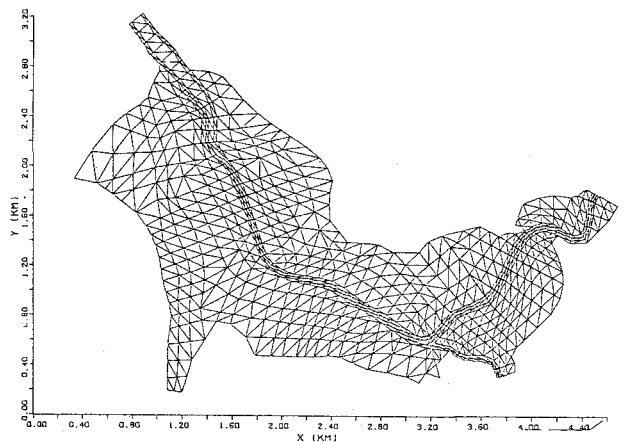


図5 要素分割

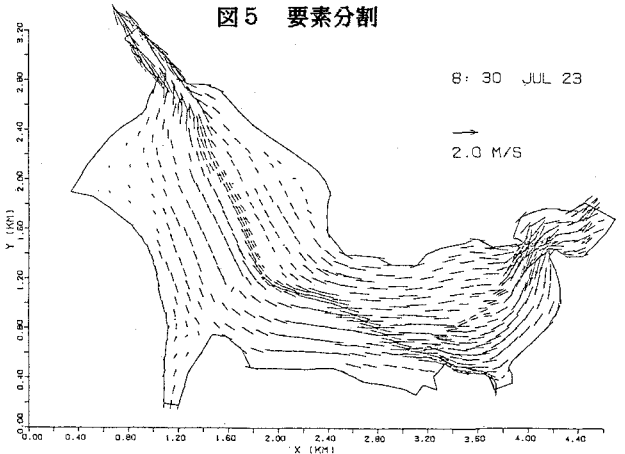


図6 流速ベクトル