

京都大学工学部 正員 岩佐 義朗
 “ “ 井上 和也
 京都大学大学院 学生員 〇片山 猛

はじめに、これまでは、単純な一様水路を対象として、洪水流の数値シミュレーション手法を考察してきた。ここで述べるのは、これらを河道が不規則な東河川へ適用したもので、特性曲線法によって、淀川および利根川の洪水追跡を行な、その結果である。

1. 基礎式とその差分式、解法

洪水流は漸変な非定常流であって、次式の一次元エネルギー解法が適用されるとする。

$$\text{連続式: } \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad \dots(1), \quad \text{エネルギー式: } \frac{\beta}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial H_t}{\partial x} = -S_f \quad \dots(2)$$

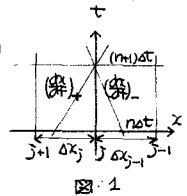
ただし、 $H_t = H + \alpha v^2/2g$ (全水頭), H : 水位, $S_f = n^2 v^2/R^4$ である。上の2式を特性曲線に沿う表式に改めた後、流れを常流としてそれぞれの特性曲線の方に応じた差分をとることにより次式が得られる(図1参照)。

上流から下流へ向う特性曲線 $(dx/dt)_+ = (\alpha + \beta)v/2\beta + C_0$ に沿う関係:

$$\frac{1}{B_j^n} \left(\frac{A_j^{n+1} - A_j^n}{\Delta t} + \frac{Q_j^n - Q_{j-1}^n}{\Delta x_j} \right) + \left(\frac{\alpha - \beta}{2\beta} v + C_0 \right) \left(\frac{\beta}{g} \frac{V_j^{n+1} - V_j^n}{\Delta t} + \frac{H_{t,j}^n - H_{t,j-1}^n}{\Delta x_j} + \frac{S_{f,j}^n + S_{f,j-1}^n}{2} \right) = 0 \quad \dots(3)$$

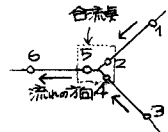
下流から上流へ向う特性曲線 $(dx/dt)_- = (\alpha + \beta)v/2\beta - C_0$ に沿う関係:

$$\frac{1}{B_j^n} \left(\frac{A_j^{n+1} - A_j^n}{\Delta t} + \frac{Q_j^n - Q_{j-1}^n}{\Delta x_{j-1}} \right) + \left(\frac{\alpha - \beta}{2\beta} v - C_0 \right) \left(\frac{\beta}{g} \frac{V_j^{n+1} - V_j^n}{\Delta t} + \frac{H_{t,j}^n - H_{t,j-1}^n}{\Delta x_{j-1}} + \frac{S_{f,j}^n + S_{f,j-1}^n}{2} \right) = 0 \quad \dots(4)$$



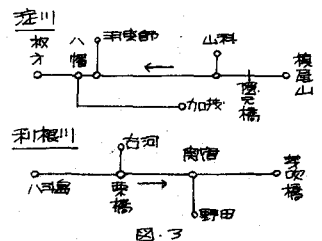
$t = n\Delta t$ ではすべての量は既知であるから、(3), (4)式に含まれる未知数は A_j^{n+1} , V_j^{n+1} の2つで、中間点では(3), (4)式が連立して解かれる。河道の上流端では(4)式と境界条件、下流端では(3)式と境界条件とから解が求められる。明らかに境界条件は、 $H(t)$, $Q(t)$, $H \sim Q$ 曲線のうちのいずれか1つである。合流点では最も単純なつぎの方法によることにする。合流点の近くの断面番号を図2のようにとり、断面2, 4, 5が合流点とする。

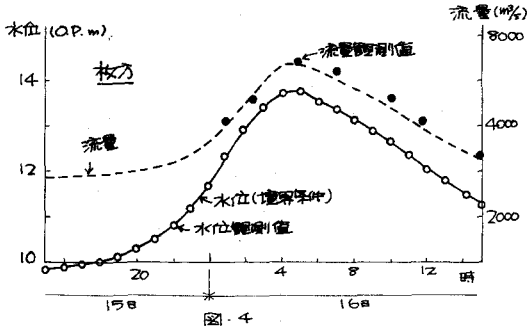
このとき (i) $H_2 = H_4 = H_5$, (ii) $Q_2 + Q_4 = Q_5$ が成立するとする。これらの3式と、断面1~2, 3~4間で成立する(3)式、断面4~5間で成立(4)式の計6個の式から、断面2, 4, 5における水位、流量がくり返し計算法により求められる。分流点の場合も同様にして計算するものとする。



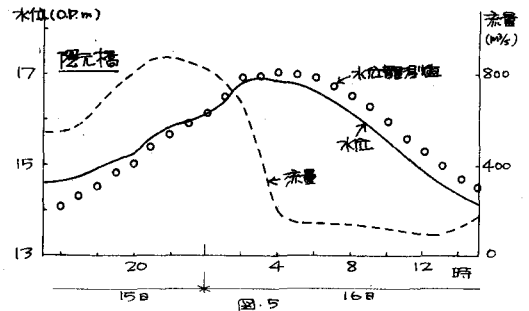
2. 淀川、利根川の洪水追跡

計算の対象とした出水は淀川については6524出水の9月15日15時から16日15時までの24時間、利根川については昭和47年9月出水²⁾の9月16日18時から17日24時までの30時間である。計算区間はそれぞれ図3に示される。境界条件: 淀川については枚方、加茂、羽曳師において観測された $H(t)$ 、山科において



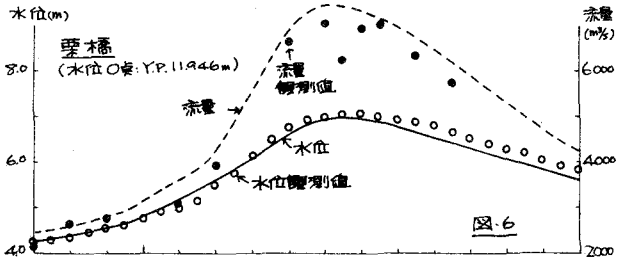


図・4

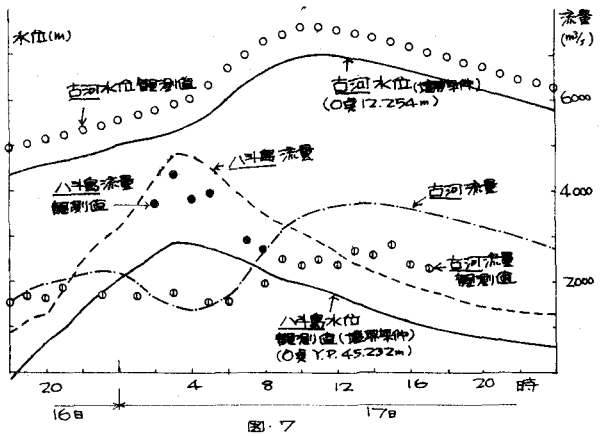


図・5

流出解算より得られた $Q(t)$ 、旗尾山に於いて天ヶ瀬ダム放流量 $Q(t)$ を与えた。利根川については、八斗島、古河、野田、芽吹橋において観測された $H(t)$ を与えた。初期条件：初期条件はすべて不等流であるとして標準逐次計算法により求めた。淀川については、枚方、加茂、羽東師の3地点の水位より、本川、不津川、桂川の流量を推定し、不等流計算を行なった。利根川については、栗橋、芽吹橋、野田の水位より、これらの地点間の流量を推定し(栗橋地点流量 $Q=2440\text{m}^3/\text{s}$)、渡良瀬川については古河の観測流量 $Q=1540\text{m}^3/\text{s}$ を用いて、また栗橋、八斗島間は $Q=900\text{m}^3/\text{s}$ を用いて不等流計算を行なった。その結果、古河において、観測水位と計算水位に



図・6



図・7

0.58mの差が生じたため、やむをえず観測水位からこの値を差し引き、その $H(t)$ を古河の境界条件とした。浸水流の追跡：計算では $\Delta t=60$ 秒、 $\Delta x=1\sim 2$ km とした。図4、5は淀川の計算結果である。計算結果を観測値と比較すれば全体としてよく一致しており、各種のピーク値およびその出現時刻についてもほぼ満足すべき結果であるといえる。図4において流量が激減しているのは天ヶ瀬ダムによる流量制御の結果であり、水位の高いのは、不津川、桂川からの背水の影響である。利根川に関する結果は図6、7に示される。栗橋において水位、流量ともほぼ観測値と一致するが、古河における $Q(t)$ は観測値とかなり異なっている。このことは栗橋および古河の水位から計算される流量が観測値に比し過大であることを表わしており、合流部の計算方式を含めて今後検討しなければならない点である。古河の流量が一時低減する傾向にあるのは図7の八斗島の $Q(t)$ と比較してみれば、本川の背水によるものとみることができ。最後に浸水資料の収集に便宜を図っていただいた建設省の各位に感謝致します。

1) 6524出水, 建設省近畿地建 2) 高水速報, 建設省関東地建 昭和47年9月