

〃 〃 〇井上 和也

前林 裕文

1. Kinematic shockを含む kinematic waves の 1 次近似解

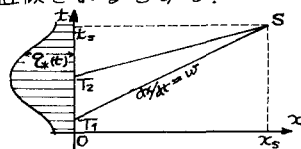
$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0 \quad (1), \quad h = f(q) \quad \dots (2)$$


图 1

$$w \equiv dq/dh = 1/f'(q) \quad \dots (3)$$
$$t_s = \chi_s f'(z_1) + T_1 = \chi_s f'(z_2) + T_2 \quad \dots (4), \quad \int_{T_1}^{T_2} z_* dt = -[q f'(z) - f(z)]_{z_1}^{z_2} \chi_s \quad \dots (5)$$

2. 拡散項を含む kinematic waves

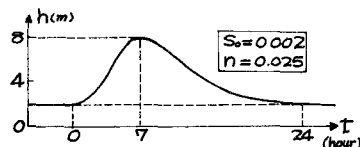
II - 1 - 1

突を改めるため、拡散項を含む kinematic waves を導く。拡散項はたとえば、(2)式に洪水の上昇期と下降期の差を含める ($h=f(q, q_c)$, $q_c = \frac{\partial q}{\partial t}$) ことによっても導入されますが、ここでは洪水と同様に運動方程式中の水面こう配の項を考慮した双式を用いる。

$$q = \frac{1}{n} S_0^{1/2} h^{5/3} \left(1 - \frac{1}{2S_0} \frac{\partial h}{\partial x}\right)^{1/2} \quad \dots (4)$$

(6)式' と(4)式から高次の項を省略して次式が得られる。

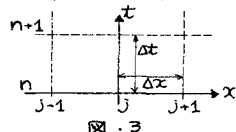
$$\frac{\partial h}{\partial t} + W \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{q}{2S_0} \frac{\partial h}{\partial x^2} \quad \dots (7)$$



図・2

(7)式を線型化して解いたのが速水の解である。この解ではWの相違による shock の発生がはじめから除外されており、いまの場合には不適当である。しかし、(7)式を解析的に解くことは困難なので、つぎの差分式によって数値的に解くことにする。

$$h_j^{n+1} = h_j^n - \frac{\Delta t}{\Delta x} \frac{W_{j-1}^n + W_j^n}{2} (h_j^n - h_{j-1}^n) + \frac{\Delta t}{2(\Delta x)^2} \frac{q_{j,n}^n + 2q_{j-1}^n + q_{j-2}^n}{4S_0} (h_{j,n}^n - 2h_{j-1}^n + h_{j-2}^n) \quad \dots (8)$$



図・3

ただし、(7)、(8)式の q は(6)式の $\frac{\partial h}{\partial x}$ の項を無視して計算され、W も(3)式から求められるとする。 (7)式の左辺には上述の shock の発生機構が含まれており、また右辺の拡散項によって不連続な shock は緩和される。さらに、(8)式は右方向に前方差分、左方向に後方差分で安定性の面から好しく、また機械計算に適している。

数値シミュレーション

本路 ($n=0.025$, $S_0=0.002$) は十分長く、初期条件は $h=2m$ の等流とし、上流端に図2の水深変化を与えた。Dynamic waves の計算は Lax-Wendroff 法と固定格子表を用いた特性曲線法¹⁾によった。図3・4は計算結果で、図中の洪水の解では q, W として図2の波頂での値をとった。Lax-Wendroff 法および上述の1,2の取扱いの結果は互いによく一致しており、また上流端の水深変化が緩やかで kinematic waves のための仮定が満たされているとみられるから、これらの結果は洪水流の解を与えると考えられ、特性曲線法では shock などの変化の急激な部分で減衰が大きくなり計算されることが分る。以上から、shock が生ずるような洪水流の解析は、dynamic waves による行なわれることが知られる。最後に計算にあたって援助いただいた片山猛君に感謝します。

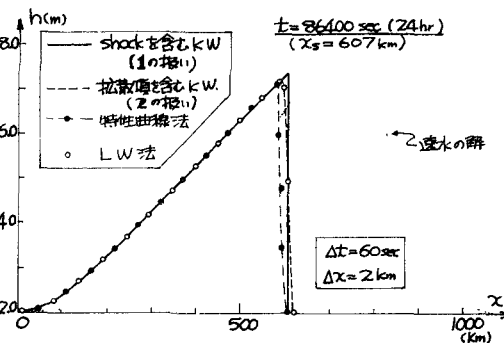
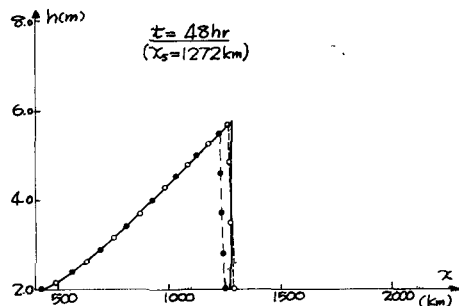


図 4



図・5 (記号・計算条件は図4に同じ)

文献 1) 岩佐井 良雄, 49 年度土木年報, II-2/2) Lighthill, Whitlam, Proc Roy Soc London, Vol 229, 1955/3) Hayami, Bulletin of DPR I, Kyoto Univ, No 1, 1951/4) 木下武雄, 22 年度土木年報, II-23, 1969