II－52　　洪水波の追跡方法の研究

○中央大学理工学部　正員　工博　林　泰造
同　　　　　　　　正員　　　今井　孝

§1　前報で求めた計算式

前報[1)] においては，不定流の基本式 $-i+\frac{\partial h}{\partial x}+\alpha\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{v^2}{2g}\right)+\frac{n^2v^2}{R^{4/3}}+\frac{1}{g}\frac{\partial v}{\partial t}=0$ ‥(1)

および連続の方程式 $\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial(Av)}{\partial x}=0$ ‥(2)

を $h$ と $v$ とについて解くに当り，式(1)の中の項 $\frac{\partial h}{\partial x}+\alpha\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{v^2}{2g}\right)+\frac{1}{g}\frac{\partial v}{\partial t}$ （$\equiv I_{add}$ とおく）を小さいとして，$I_{add}$ についての逐次近似を行ってその第2近似までを求めた。しかし，洪水の実用追跡上には，その第1近似でも十分であろうと考えられるので，その第1近似の結果のみをこゝに示すとつぎのようである：

$$\frac{dx}{dt}=\frac{1}{n}\left(\frac{A}{B}\right)^{2/3}i^{1/2}\cdot\left(\frac{5}{3}-\frac{2}{3}\frac{A}{B^2}\frac{\partial B}{\partial y}\right) \quad \cdots(3)$$

$$\frac{dh}{dx}=-\frac{\frac{5}{3}\frac{1}{A}\left\{\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)_y-Bi\right\}-\frac{n'}{n}-\frac{2}{3}\frac{1}{B}\left\{\left(\frac{\partial B}{\partial x}\right)_y-\frac{\partial B}{\partial y}i\right\}+\frac{1}{2}\frac{i'}{i}}{\frac{5}{3}-\frac{2}{3}\frac{A}{B^2}\frac{\partial B}{\partial y}} \quad \cdots(4)$$

たゞし，上式の誘導の過程において，つねに $R=A/B$ ‥(5)

なる関係を使用した。

§2　修正計算式

本報においては式(5)の近似を排して，一般には $R\neq A/B$ として取扱い，また，$h$ と $v$ とについてゞなく，$h$ と $Q$ とについて式(1)および(2)を前報と同様の逐次近似法により解く。式(1)において $I_{add}$ を無視すると，$Q=(1/n)R^{2/3}i^{1/2}A$ ‥(1′)

これを式(2)に代入して $h$ を消去すると，

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{Q}{A}\left[1+\frac{A}{B}\frac{2}{3}\frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial y}\right]\frac{\partial h}{\partial x}+\frac{Q}{B}\left[-\frac{n'}{n}+\frac{2}{3}\frac{1}{R}\left\{\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)_y-\frac{\partial R}{\partial y}i\right\}+\frac{1}{2}\frac{i'}{i}+\frac{1}{A}\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)_y-\frac{B}{A}i\right]=0 \quad \cdots(6)$$

をうる。したがって，この特性曲線の方程式およびその上での水位の変化を与える式は，それぞれ

$$\frac{dx}{dt}=\frac{Q}{A}\left[1+\frac{2}{3}\frac{A}{B}\frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial y}\right] \quad \cdots(7)$$

$$\frac{dh}{dx}=\frac{-\frac{n'}{n}+\frac{2}{3}\frac{1}{R}\left\{\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)_y-\frac{\partial R}{\partial y}i\right\}+\frac{1}{2}\frac{i'}{i}+\frac{1}{A}\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)_y-\frac{B}{A}i}{1+\frac{2}{3}\frac{A}{B}\frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial y}}\cdot\frac{A}{B} \quad \cdots(8)$$

となる。同様にして，式(1′)と(2)とから，今度は逆に $h$ を消去すると，

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{Q}{A}\left(1+\frac{2}{3}\frac{A}{B}\frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial y}\right)\frac{\partial Q}{\partial x}=0 \quad \cdots(9)$$

したがって，特性曲線の方程式および流量の変化はそれぞれ

$$\frac{dx}{dt} = \frac{Q}{A}\left(1+\frac{2}{3}\frac{A}{B}\frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial y}\right) = \frac{1}{n}R^{2/3}i^{1/2}\left(1+\frac{2}{3}\frac{A}{B}\frac{1}{R}\frac{\partial R}{\partial y}\right) \quad \cdots\cdots (10)$$

および $\quad \frac{dQ}{dx} = 0$ （すなわち 特性曲線の上では $Q = 一定$） ……(11)

となる。この2式は 式(10) で与えられる速度で移動する観測者に対しては，第1近似理論の精度の範囲では，流量が一定であることを示している。

このことに基ずいて 新しく考えられる洪水追跡の方法を示すとつぎの通りである。

## §3 新しい洪水追跡の方法（特性曲線法）

a) ある断面で洪水位のハイドログラフが与えられているものとし，これを $x=0$ の断面とする。

b) $x=0$ の断面で，このハイドログラフに対する流量の曲線（$Q = \frac{1}{n}R^{2/3}i^{1/2}A$ で計算する）を予め画いておく。

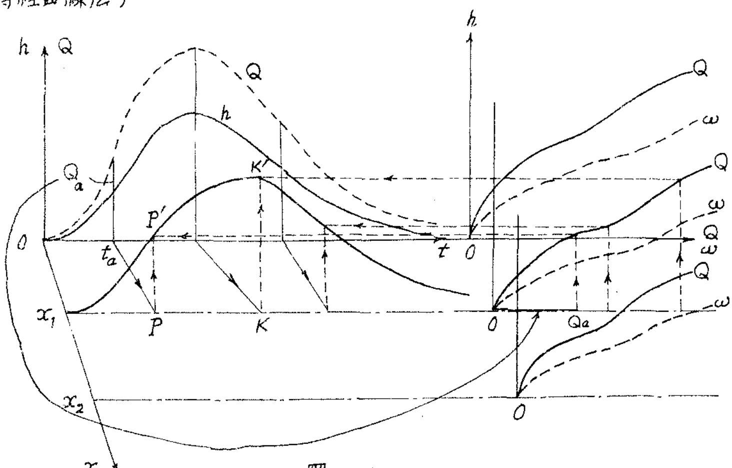


図 - 1

c) 各断面（$x=0$, $x=x_1$, $x=x_2$, ‥‥）で 各水位に対する $(1/n)R^{2/3}i^{1/2}\{1+(2/3)(A/B)(1/R)(\partial R/\partial y)\}$ （$\equiv \omega$ とおく）の値を予め計算して図示しておく。

d) 各断面の 定流時の水位-流量曲線を予め図示しておく。

e) $x=0$, $t=t_a$ のときの $h$（そのときの $Q$ を $Q_a$ とする）に対する $\omega$ の値をよみ $\omega_{0a}$ とする。同じく $x=x_1$ の断面において流量 $Q_a$ に対する $\omega$ の値 $\omega_{1a}$ をよむ。

f) $(\omega_{0a}+\omega_{1a})/2$ の勾配の特性曲線を $(0, t_a)$ の点からひき，$x=x_1$ との交点を $P$ とする。

g) $x=x_1$ の断面の $h$-$Q$ 曲線において $Q=Q_a$ に対する $h$ をよみ，$P$ から立ち上る鉛直線上にこの $h$ の値を移す（図-1 の点 $P'$）。

h) 同様にして $K$, $K'$ 点を定める。

i) $P'$, $K'$, ‥‥ を連ねたものが $x=x_1$ 断面において求められた洪水位のハイドログラフとなる。

j) 同様にして 断面 $x=x_2$, $x=x_3$, ‥‥ に進む。


引用文献　T. Hayashi : Propagation and deformation of flood waves in natural channels, Proceedings of the XIth Congress of the International Assoc. for Hydraulic Research, Sep. 1965 (Leningrad)