

1) まえがき：本研究は、ダムによる洪水調節の効果、あるいは、支川のダム放流による本川洪水への影響度の基本的な特性を知ることを目的として、上流端における流入洪水濃形と変えに場合の下流への伝播、変形特性について、特性曲線法を適用して、数値解析的に検討しにものとする。

2) 基礎式（断面は長方形とし、横からの流入は無いものとする）

$$\text{連続式} \quad B \partial R / \partial t + A \partial V / \partial x + V B \partial R / \partial x = 0$$

$$\text{運動量式} \quad \partial V / \partial t + V \partial V / \partial x + g \partial R / \partial x = g (S_0 - S_f)$$

ここで、各記号の意味は次のとおりである。B：河川幅、A：流水断面積、R：水深、V：平均流速、g：重力加速度、 S_0 ：河床勾配、 S_f ：摩擦勾配、 $S_f = n^2 V |V| R^{-4/3}$ と表わされる（n：マンニングの粗度係数、R：径深）

3) 特性曲線表示。

連続式より、運動量式と特性曲線表示する式以下のようになる。

$$\text{特性曲線 } dx/dt = V + \sqrt{gR} \quad \text{の上側}$$

$$d/dt (V + 2\sqrt{gR}) = g(S_0 - S_f)$$

$$\text{特性曲線 } dx/dt = V - \sqrt{gR} \quad \text{の下側}$$

$$d/dt (V - 2\sqrt{gR}) = g(S_0 - S_f)$$

4) 初期条件および境界条件。

(a) 初期条件：初期流量 $Q_0 = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ 、マンニングの粗度係数 $n = 0.03 \text{ ms}$ 、河床勾配 $S_0 = 1/500$ 、河川幅 $B = 100 \text{ m}$ なる条件のもとで等流状態で流下しているものとする。

(b) 境界条件：上流端：図-1に示すように、基本となる流量-時間曲線 No.1 に対し、そのピーク流量を二割、二割および、三割カットしにものとそれより、No.2、No.3 および、No.4 とし、ピーク流量が No.1 のそれの一割、二割および、三割であるものをピーク発生時刻を No.1 のそれより早めて、一致させて、遅らせて、上載する場合、上載ピーク流量が No.1 のそれの一割であるものとそれより No.5、No.6、No.7 とし、二割であるものとそれより No.8、No.9、No.10 とし、三割であるものとそれより No.11、No.12、No.13 とする各流量-時間曲線と上流端境界条件として与える。下流端：第 L 断面が最下流とするとき、水路と第 L 断面の形状の異なる断面下流へ延長しその下流端においてマンニング式を用いる。

5) 解析結果および検討。

V_0 、 H_0 は流量 Q_0 なる等流状態で流下する場合における流速および水深の意味とし、 $S_0 = 1/500$ 、 $H_0/L = 1.52 \times 10^{-4}$ 、 $B/H_0 = 13.13$ 、 $T\sqrt{g/H_0} = 2.04 \times 10^4$ 、 $n\sqrt{g/H_0} = 6.70 \times 10^{-2}$ とする。

d) 洪水の時間的変形特性、場所の変形特性はそれぞれ図-2 および図-3 に示すところにある。ピーク発生時刻は、流速、流量、水深の順に現われ、下流へ向うと各ピーク量は減少し、各量のピークまでの時間的変化は大きくなり、ピーク後の時間的変化は小さくなるということが認められる。

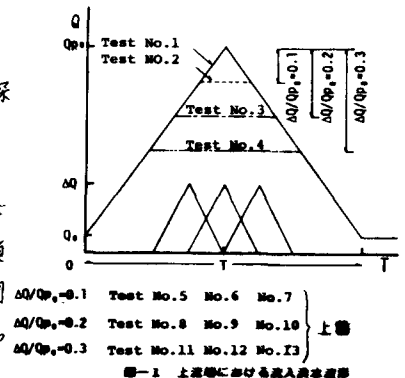


図-1 上流端における流入洪水濃形

(2) 洪水のピーフカットおよび上載による場所的ピーフ量の減特性は図-4に示すとおりである。上流端流量-時間曲線のとがたものなれば、平担なものの方がピーフ量の場所的減がかなり小さくなる。また、上流端ピーフ流量の増分に比べ、水深、流速の増分は小さく、約5割および3割である。

(3) $\Delta Q/Q_p = 0.1$, $\Delta Q/Q_p = 0.3$ 上載による場所的ピーフ量の減特性は図-5および図-6に示すとおりである。ピーフ生起時刻を一致させて上載した場合とそうでない場合とを比べると、一致させて上載した方がピーフ量の減は急であり、収束傾向が見られる。また、 $\Delta Q/Q_p = 0.1$ の場合は上載流量-時間曲線のピーフ生起時刻の早い方が遅い方よりピーフ量は大きい、 $\Delta Q/Q_p = 0.3$ の場合はその逆転が見られる。

(4) 勾配の変化による場所的ピーフ量の減特性は図-7に示すとおりである。図-7では勾配が $1/500$ と $1/1000$ の場所的ピーフ量の減特性を示すものであるが、勾配の小さい方がピーフ量の減が急激であり、流速のピーフ量の減は、流量、水深に比べて小さいことが認められる。

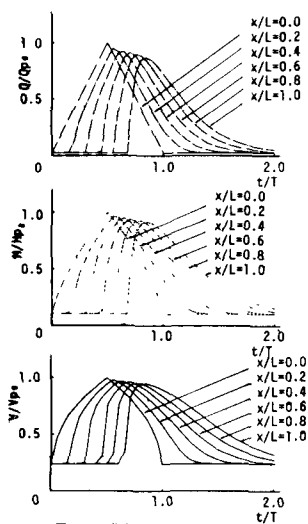


図-2 洪水の時間的減特性

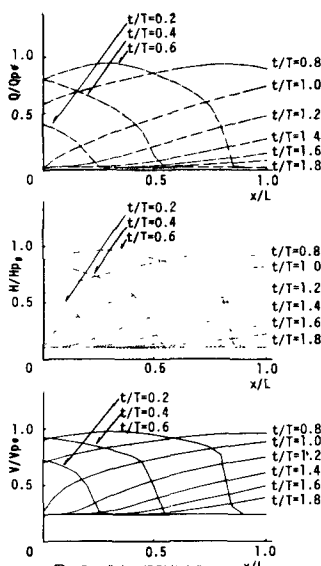


図-3 洪水の場所的減特性

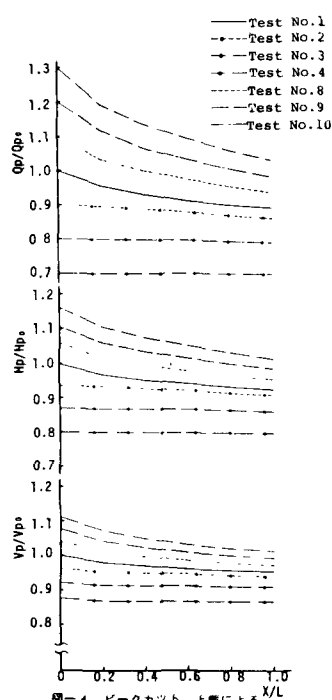


図-4 ピークカット、上載による場所的ピーク量の減特性

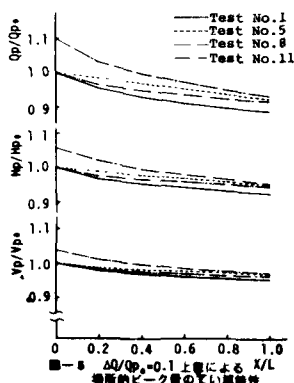


図-5 $\Delta Q/Q_p = 0.1$ 上載による場所的ピーク量の減特性

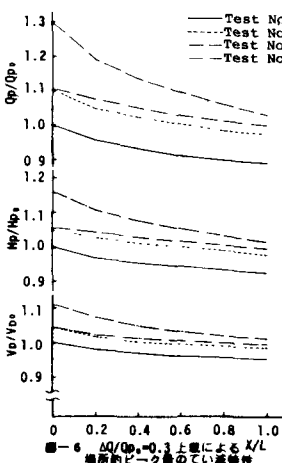


図-6 $\Delta Q/Q_p = 0.3$ 上載による場所的ピーク量の減特性

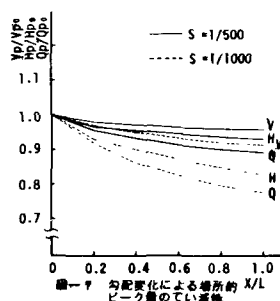


図-7 勾配変化による場所的ピーク量の減特性

参考文献

- 1) A. Bott, M. B. ; An introduction to the method of the characteristics, 1966.
- 2) K. Mahmood and V. Yevjevich ; Unsteady flow in open channels. Volume 1 1975.