

本報告は、開水路における流量あるいは水位の制御法を確立するための基礎として、一様水路の上流端に流入量の変動がある場合、下流端において底流型ゲートによって水位一定制御あるいは、流出流量一定制御した場合に発生する水路内の非定常流の特性について数値的に検討をおこなったものである。

1 計算対象条件

水路長 $L=1000\text{ m}$ 、水路幅 $B=10\text{ m}$ 、水路形状：長方形断面水路、水路こう配 $1/1000$ 、マニングの粗度係数 $n=0.02\text{ (m-sec)}$ 、流入流量の平均値 $Q_0=15\text{ m}^3/\text{s}$ とする。流入流量は $Q=Q_0+\frac{1}{2}\sin(2\pi t/T)$ のように変動するものとするが、変動周期 T 、変動流量 $\frac{1}{2}$ 、および制御水深 H は

表-1 に示される値を対象とした。ここに H_0 は等流水深である。また、流量一定制御の場合の一定流量は Q_0 とした。

2 計算方法

特性曲線法によって計算をおこなったが、その基礎式はつぎのようである。

$$\text{連続式} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + h \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial x} = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{運動量式} \quad \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} = g(S_0 - S_f) \quad \text{--- (2)}$$

式(1)および式(2)を特性曲線表示すればつぎのようである。

$$\text{特性曲線} \quad \left. \begin{aligned} \omega_+ : \frac{dx}{dt} &= v + \sqrt{gh} \text{ の上で} \\ \frac{d}{dx}(v + 2\sqrt{gh}) &= g(S_0 - S_f) \end{aligned} \right\} \quad \text{--- (3)}$$

$$\text{特性曲線} \quad \left. \begin{aligned} \omega_- : \frac{dx}{dt} &= v - \sqrt{gh} \text{ の上で} \\ \frac{d}{dt}(v - 2\sqrt{gh}) &= g(S_0 - S_f) \end{aligned} \right\} \quad \text{--- (4)}$$

式(3)および式(4)の2つの特性曲線 ω_+ 、 ω_- によって差分化 (図-1 参照) して数値解析をおこなった。また、計算の安定条件としては、線型方程式の安定条件 (Courant-Friedrichs-Lewy)

$$\frac{\Delta t}{\Delta x} \leq \left| \left(\frac{dt}{dx} \right)_{\pm} \right|$$

を採用した。

3 計算結果と考察

図-2~5 は、下流端にゲートで水位を一定に制御した場合の流入流量、流出流量およびゲートの開き高を示したものである。図-2, 3, 5 をみればわかるように、 $T\sqrt{gh_0}/L$ が小さいほど、流出流量の変動幅が大きくなり、また、 H/H_0 を 1.2 とすると、 H/H_0 が 1.0 の場合と比較して、流入条件が同じである。でも流出流量の変動幅が大きくなることか示されている。図-6~9 は、流入条件を水位一定制御の場合と同様にし、また、初期水深を H_0 として、下流端の流出流量を一定に制御した場合に発生する、下流端における水位変化とゲート開き高が示されている。この場合も水位一定制御の場合と同様に流入流量の変動周期が大きければ下流端水位の変動が大きくなることかわかる。図-8 は図-7 で数値計算した条件のうち、 $\frac{1}{2}/Q_0$ を $1/15$ から $1/30$ に変えて他の条件を同様にした例であるが、この場合には流出流量の変動幅が小さくなるだけで、他の傾向はほとんど変化しないことが示された。このことは、紙面の都合上省略するが、水位一定制御の場合も同様であった。

表-1

	水位一定制御	流量一定制御
$T\sqrt{gh_0}/L$	0.2, 1.0, 5.0	0.2, 1.0, 5.0
$\frac{1}{2}/Q_0$	1/15, 1/30	1/15, 1/30
H/H_0	1.0, 1.2	

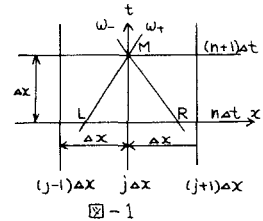


図-1

図-2 ~ 図-5 下流端水位一定制御

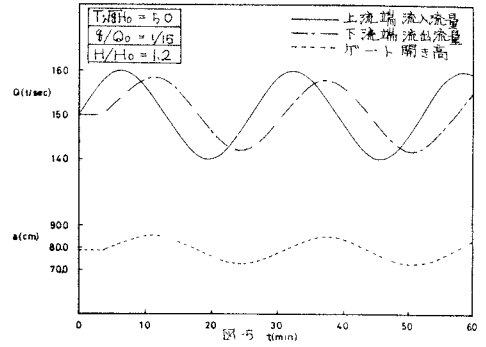
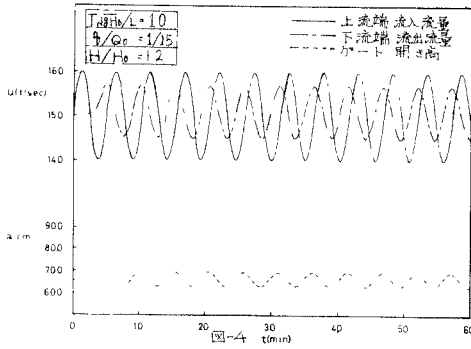
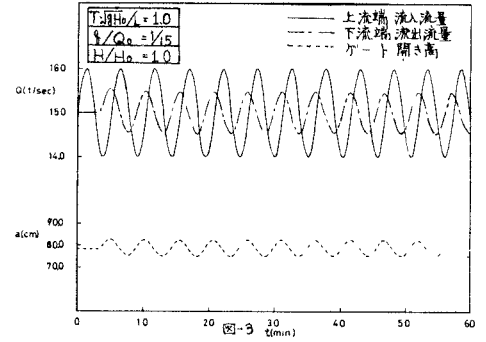
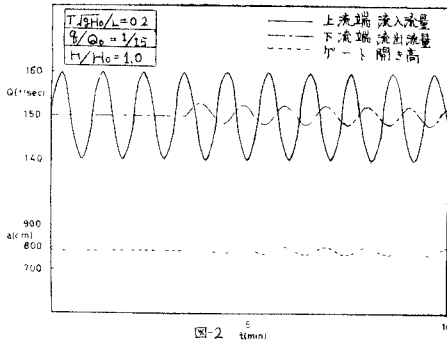


図-6 ~ 図-9 下流端流量一定制御

