

早稲田大学 正員 魚生川 登
" 学員 清水 隆夫

1. まえがき 河道計画, 洪水予測等をする場合, 洪水の流下する様子を知らることが, 一つの重要な課題となる。これについては, 従来, 種々の研究がなされているが, 今回, 差分法による非定常流の数値解析を行ない, 洪水流の逓減に及ぼす, 粗度係数, 河床勾配等の影響について考察した。

2. 基礎方程式 開水路の非定常流の基礎方程式としては, 次の二式を用いた。河道は, 一様な勾配と粗度係数を持った長方形断面水路とし, 横流入量は無いものとした。

$$\begin{aligned} \text{運動方程式} \cdots \frac{1}{gA} \frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{2QB}{gA^2} \frac{\partial H}{\partial t} - \frac{Q^2}{gA^3} \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{Q^2}{K^2} &= 0 \\ \text{連続方程式} \cdots \frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial H}{\partial t} &= 0 \end{aligned} \quad \text{ただし, } \frac{1}{K^2} = \frac{n^2}{A^2 R^{4/3}}$$

これらの方程式を, 水理公式集に掲載された leap-frog 法に準じた差分法によって, 数値的に解いた。

3. 計算結果と考察 図-1 は, 流量ハイドログラフの変形に対する水路勾配の影響を示したものである。これによると, 水路勾配が小さい程, ピーク流量の逓減が大きく, ピーク流量の到達時刻が遅くなり, 洪水波の扁平化が著しくなることがわかる。図-2 は, ピーク流量に着目して, 洪水の流下に伴う逓減の様子を示したものである。

図-3 は, 流量ハイドログラフの変形に対する粗度係数の影響を示したものである。これによると, 粗度係数が高い程, ピーク流量の逓減が大きく, 洪水の到達時刻が遅くなり, 洪水波の扁平化が著しくなることがわかる。図-4 は, ピーク流量の逓減の様子を示したものである。

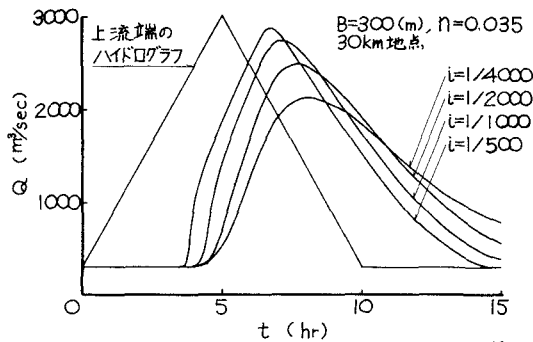


図-1 ハイドログラフの変化に対する水路勾配の影響

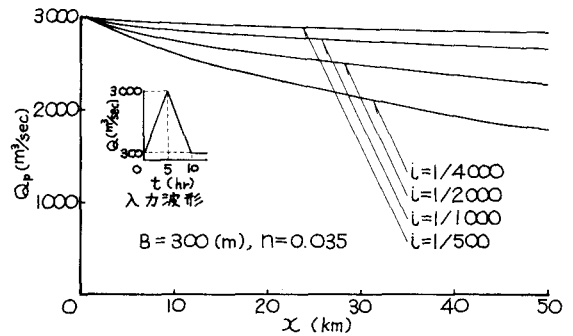


図-2 ピーク流量の逓減に対する水路勾配の影響

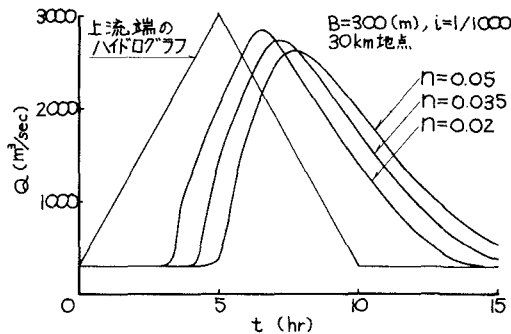


図-3 ハイドログラフの変化に対する粗度係数の影響

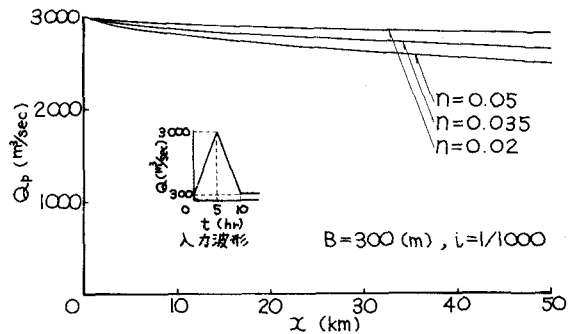


図-4 ピーク流量の逓減に対する粗度係数の影響

図-5は、流量ハイドログラフの変形に対する水路幅の影響を示したものである。これによると、水路幅が大きくなる程洪水の到達時刻が遅くなるが、ピーク流量の逓減と洪水ハイドログラフの形状にはほとんど差が無いことがわかる。

図-6は、ピーク流量の逓減に対する洪水波形とピーク流量の影響を示したものである。これによると、波形勾配が大きくなる程、ピーク流量が小さい程、ピーク流量の逓減率が大きいたことがわかる。①と②のグラフが接近しているのは、波形勾配の効果とピーク流量の効果が相殺しているためと思われる。

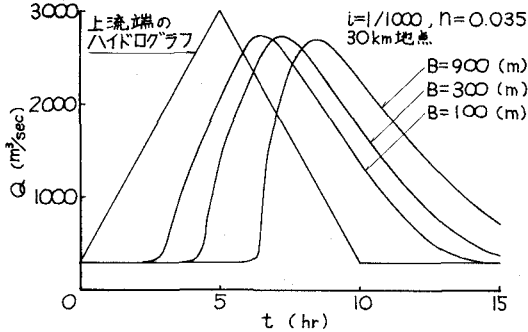


図-5 ハイドログラフの変化に対する水路幅の影響

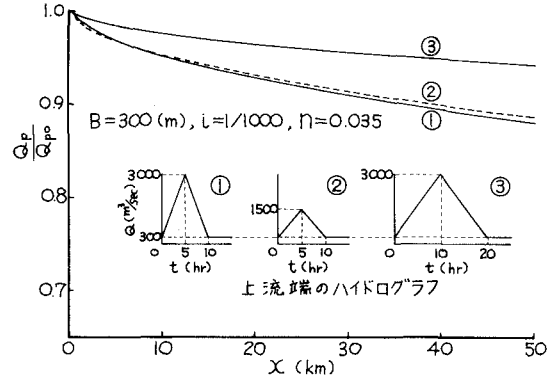


図-6 ピーク流量の逓減に対する洪水波形及びピーク流量の影響

図-7 a及びbは、水路の途中で水路幅を変化させた場合の、ピーク流量の逓減とピーク水位に対する影響を示したものである。これによると、漸縮部を設けた場合、この区間でピーク流量にかなりの逓減が見られることがわかる。

図-8は、漸縮部を設けた水路について、ピーク流量の逓減に対する水路勾配の影響を示したものである。これによると、水路勾配が小さい程、漸縮部付近のピーク流量の逓減が激しく、その影響範囲が上流側に伸びていることがわかる。水路幅を狭くすることによるピーク流量の逓減量は、 $i = 1/1000, 1/2000, 1/4000$ の場合で、それぞれ約 $70 \text{ m}^3/\text{sec}, 250 \text{ m}^3/\text{sec}, 450 \text{ m}^3/\text{sec}$ となっている。

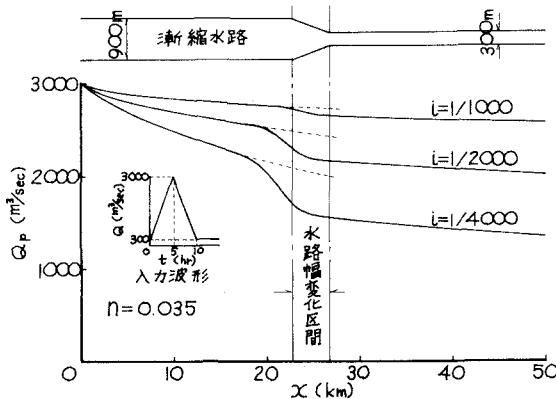


図-8 漸縮水路におけるピーク流量に対する水路勾配の影響

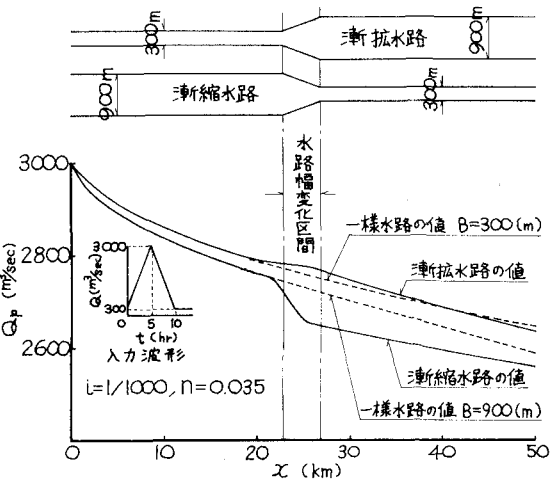


図-7 a ピーク流量の逓減に対する水路幅変化の影響

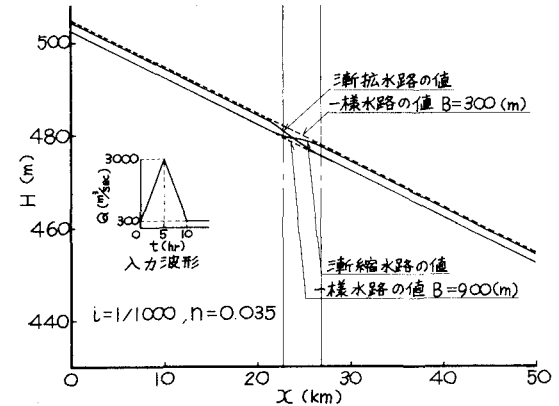


図-7 b ピーク水位に対する水路幅変化の影響