

京都大学工学部	正員	岩佐	義朗
京都大学工学部	正員	○常松	芳昭
運輸省	正員	橋間	元徳
奥村組	正員	有山	進

1. まえがき

実河道の洪水追跡をする場合、河道をどのようにモデル表示するかは重要な問題である。実用上は簡単なモデルが望ましいが、長方形断面一様河道のごとき簡単なモデルで実河道の不規則性の効果を表わすことはむづかしい。そこで、より合理的な河道モデルを設定するためには、実河道の流れの水理学的研究とともに、数値計算によって各種河道モデルの特性の検討、およびモデル相互の比較検討が進められねばならない。本文は、これらの問題の基礎的研究の一つとして、河道モデルに複断面水路を想定し、二、三の数値計算によってモデルの洪水伝達特性を調べ、長方形断面一様河道と比較しようとしたものである。

2. 複断面河道モデルとその計算法

河道モデルは図-1に示すような複断面一様水路とし、低水路と高水路でそれぞれ独自の幅と粗度係数を持つものとする。計算法はつぎのようにする。すなわち、図-1のa-b, およびd-cで水路を分割し、低水路と高水路をそれぞれ幅 B_1 , B_2 , 粗度係数 n_1 , n_2 を持つ独立な水路と見なす。そして、この二つの水路の水位が等しくなるように相互に横流出入流量土量を与え、各水路について独立に非定常流の追跡計算を行なう。

このようなモデルの特性を長方形断面一様水路と比較するのに、モデルの等価粗度をもって長方形断面一様水路におきかえる方法がある。等流に対する等価粗度の計算法にはつぎの三つの方法がある。¹⁾

- 1). 各分断面の速度を等しいとおく。この場合、 $ne_1 = (\sum P_N n_N^{1.5} / P)^{2/3}$
- 2). 各分断面の流れに対する抵抗力を等しいとおく。この場合 $ne_2 = (\sum P_N n_N^2 / P)^{1/2}$
- 3). 各分断面の流量 Q_N の和が全体の流量となる。この場合、 $ne_3 = PR^{2/3} / \sum (P_N R_N^{2/3} / n_N)$

ここに、 ne_i : 等価粗度, P_N, R_N, n_N : 各 N 断面の潤辺、径深および粗度係数, $P = \sum P_N$
 R : 全断面に対する径深

3. 計算結果とその考察

まず、長方形断面一様河道の洪水伝達特性について計算を行なつた。計算にあたって用いた河道モデルは、幅 $B=100$ m 水路こう配 $i=3/100$, $1/1000$, $5/10000$, および $1/10000$, 粗度係数 $n=0.015, 0.025, 0.040$, および 0.060 の計16種の長方形断面水路である。図-2に示されるハイドログラフ(Q_{in})を上流端での境界条件として、特性曲線法によって非定常流の計算を行なつた($\Delta t=50$ 秒, $\Delta x=400$ m, 計算区間長 $L=8$ km,

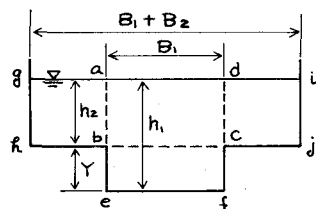


図-1 河道モデル

下流端の境界条件は付与されていないが、外挿法によって計算断面数が減少しないようにした。この計算では、計算対象区間に対する連続条件はほぼ満たされていた。なお、($i=1/1000$, $n=0.015$)のケースは基底流量で流れが射流になり、($i=1/10000$, $n=0.060$)のケースは特性曲線のこう配が非常に小さくなり、ともに上の条件では計算不能となった。

つぎに、複断面河道モデルについて計算を行なった。ここでは、長方形断面一様水路と比較するため水路こう配 $i=1/1000$, 幅 $B_1+B_2=B=100\text{m}$, 高水敷高 $Y=0$ とした。そこで幅と粗度係数の組み合わせとして

① $n_1=0.02$, $n_2=0.04$, $B_1=B_2=50\text{m}$, ② $n_1=0.02$, $n_2=0.06$, $B_1=B_2=50\text{m}$, ③ $n_1=0.02$, $n_2=0.06$, $B_1=75\text{m}$, $B_2=25\text{m}$, および, ④ $n_1=0.02$, $n_2=0.04$, $B_1=75\text{m}$, $B_2=25\text{m}$ の4ケースについて、長方形断面水路と同じ流量条件で計算を行なった(ただし、 $\Delta t=30$ 秒)。

図-2は $i=1/1000$ の長方形断面一様水路の上流端ハイドログラフと $n=0.015$, $n=0.060$ の場合の下流端ハイドログラフを示したものであるが、上の4ケースの下流端ハイドログラフはこれら二つのハイドログラフの中間的性格を持つものとなった。これら4ケースのピーク流量の減衰率と伝播時間を、長方形断面水路と比較するため、基底流量 $300\text{ m}^3/\text{sec}$ に対する等価粗度 ne_1 および、 ne_3 を使って長方形断面水路($i=1/1000$)での結果とともに示したのが図-3, 4である。これより、 ne_3 で表わした複断面水路の特性は長方形一様断面水路の特性とほぼ類似しているが、しかし ne_1 で表わした複断面水路の特性は、特に粗度係数が大きくなるにつれて長方形断面水路の特性と若干異なることが知られる。つまり、長方形断面水路に比べて、ピーク流量の低減率は小さく、伝播時間は早くなっていることが知られる。

本文で取扱った複断面水路の計算法を定常流に適用した場合、その計算方法は等価粗度算定法3)と同等である。このことは、上記の河道モデルの洪水伝達特性はそのモデルにおける定常等流の性質から、おおむね推測されうることを示唆している。この点については、さらに計算を行ない検討する必要がある。

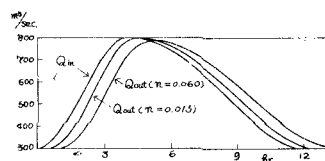


図-2

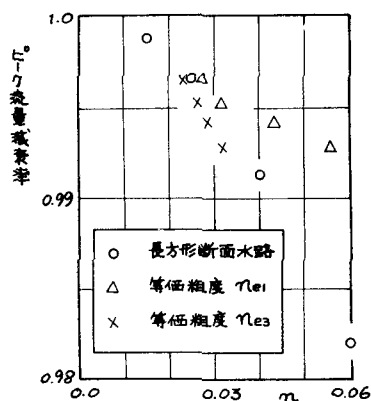


図-3

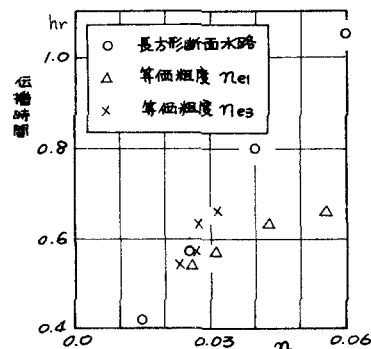


図-4

参考文献

- 1) VEN TE CHOW ; OPEN-CHANNEL HYDRAULICS, McGRAW HILL, PP.136~137, 1959