

河川網の非定常流計算法について

広島大学工学部 正 員 常松 芳昭
 コンサルタント(株) 正 員 金本 満
 広島大学大学院 学生員 台信 達観
 復建調査設計(株) 正 員 ○ 橋本 佳典

1. はじめに：開水路非定常流における基礎方程式の数値解析は、通常、陰形式差分法が用いられ、分岐点での水位、流量の連続条件を満足するように、Newton-Raphson法による反復計算によって行われることが多い。しかし、この方法では行列式が巨大化し、またアルゴリズムも煩雑になってしまうため、数値計算上、不利であり複雑な開水路網に対しては実用性に乏しい。そこで本研究では開水路網非定常流に対する基礎方程式系を離散化し、陽形式の連立差分方程式を行列解法により解析した。本文では、この手法を洪水時における広島市内の河川網の流況シミュレーションに適用した結果について、ネットワーク・モデルの作成方法との関連において述べる。

2. 河川網ネットワーク・モデルの行列表示：開水路における漸変非定常流の基礎式は分布型モデルの偏微分方程式で表わされる。その特性方程式をガラーキン法によって離散化し差分方程式が得られる。¹⁾ 開水路網は単一路が連結したものと考えると、 n 個の節点と e 本の枝から成るネットワークに対する枝方程式と節点方程式は (1) 式のように行列表示することができる。²⁾

3. 計算例：図-1は太田川放水路を除いた、上流端を大芝水門とする広島市内の河川網の模式図である。これに対して図-2と図-3に示すような2つのネットワーク・モデルを考えることにする。計算に用いた節点1のソースでの境界条件は、図-4に示すように4 km上流の矢口第一観測地点の流量の3分の1が大芝水門を経て市内河川に流入するものと仮定した。またシンクでの境界条件として図-5に示す昭和55年8月31日の潮位記録を用いた。次に計算条件について述べる。いずれのネットワーク・モデルも最大潮位に対応する断面特性を使用し、水路床高や水面幅については、ばらつきの程度の大きい区間は流下距離に関して一次式で近似したり、ばらつきの程度の少ない区間では平均値を用いて水路の平滑化を行なった。また、いずれのモデルもマンニングの粗度係数は0.03を用いた。

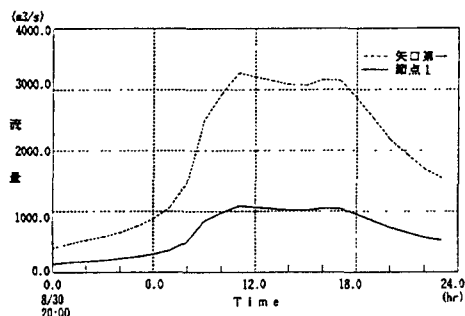


図-4 ソースの境界条件

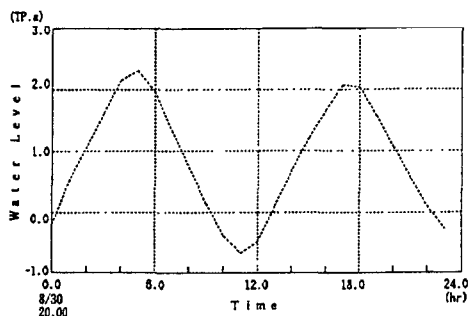


図-5 シンクの境界条件

また図-6は、各ケースのネットワーク・モデルを用い、 $\Delta t = 10$ 秒で計算した結果を、工兵橋における水位ハイドログラフで示したものである。Case 1はネットワーク1で、Case 2はネットワーク2で計算したものである。これらより広島市内河川網における水位変動はかなりよく再現されていることが分かる。またCase 1とCase 2の比較については、上流端からの流入流量が多い時刻において、わずかに差異が見られるが、ネットワークの細分割の影響は顕著に現れていない。従って対象とする河道断面特性によって一概には言えないが広島市内河川網程度の規模では、河川の分、合流点に節点をおく最も単純なモデルで充分に対応できるように思われる。

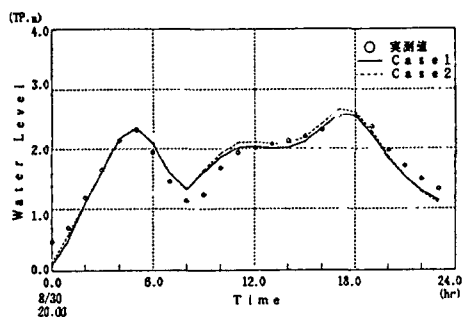


図-6 工兵橋の水位ハイドログラフ

4. おわりに：以上、河川網における非定常流の数値シミュレーション法を示したが、ネットワーク・モデルの作成のための明確な指針を得るには、さらに検討すべき課題も多い。

<参考文献>

- 1) Gunaratnam, D. and F. E. Perkins : Numerical Solutions of Unsteady Flows in Open Channels, Tech. Rep. 127, M. I. T., 1970.
- 2) 台信・常松・金本：開水路網不定流の行列解法について、土木学会第44回年講。