

## 河川狭窄部における洪水氾濫・流出特性

|         |        |                 |
|---------|--------|-----------------|
| 中央大学工学部 | 学生員    | 一木 慎太郎          |
| 中央大学大学院 | 学生員    | 北田 悟            |
| 中央大学大学院 | 学生員    | 呉 修一            |
| 中央大学大学院 | 学生員    | Quimpo Maritess |
| 中央大学工学部 | フェロー会員 | 山田 正            |

### 1. はじめに

我が国では、国土面積の10%を占める想定氾濫区域に総人口の50%、資産の75%が集中している。このような現状から、洪水を安全に流下させることにより洪水氾濫を防ぐことは重要な課題である。

河川行政における治水上の問題の一つに、河道の狭窄・拡幅に伴う水面形の縦断変化が挙げられる。狭窄部上流側におけるせき上げ背水により河川上流部まで水位が高くなる現象は洪水が流下する際、堤防越水の要因となり河川計画・洪水対策上、非常に重要である。よって、河川狭窄部が水面形や洪水氾濫・流出特性などに与える影響を解明することが非常に重要である。

本論文では、河川狭窄部に着目し、1次元不定流計算による河道特性が洪水流出・氾濫特性や水面形などに与える影響の解明、準2次元解析による越流現象の解析を水理学的観点から行った。

### 2. 狭窄部を有する水路における水理実験

#### 2-1. 実験概要

著者らは、狭窄部を有する水路(写真-1)を用いて水理実験を行い、低水路内における水深、流速を2次元電磁流速計(KENEK)によって計測した。実験水路の諸元は、水路延長15.0m、水路幅1.8mの勾配可変式水路で水路勾配は1/1000とした。また、幅1.8mの水路内に低水路幅が0.9mになるように幅0.45mの高水敷を両岸側に設けた。



写真-1 狭窄部の有する実験水路

2次元電磁流速計は、水路の壁面間を跨ぐように取り付けた可動式の台車の上に横断方向に可動式の小型台車を載せ、それに固定した。水深および流速の計測は、水路縦断方向に0.25m~0.5m間隔で行った。狭窄部は、木材で作成した部材の中に砂利を詰め、その自重と重りのブロック、水路との接触面に塗った粘土によって低水路内に固定した。

狭窄部の中心点が上流端から8.5mの位置になるように狭窄部を設置して、定常状態における水深および流速を計測した。このとき流入量は $0.015 \text{ m}^3/\text{s}$ で一定とした。

#### 2-2. 1次元不定流解析の概要

水理実験における水路内流れを再現するために、運動量保存式および連続式を用いるサン・ヴナンの方程式を用いて1次元不定流計算を行った。数値計算は、水位及びx方向の流量フラックスについて差分し、陰解法4点プライスマン法、陰解法6点アボット法、線の方法の3種類を個別に用いた。計算条件は、時間差分間隔 $\Delta t = 0.01 \text{ s}$ 、空間差分間隔 $\Delta x = 10 \text{ cm}$ とした。

水路に関する設定条件は、実験水路と同様に水路延長15.0m、低水路幅0.9m、狭窄部幅0.45m、狭窄部延長3.0m、河床勾配1/1000とし、低水路に芝を張付ける事によりManningの粗度係数は $0.025 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$ とした。

初期条件は、定常状態における水深を与えた。上流端境界条件は流量で $0.015 \text{ m}^3/\text{s}$ を一定で与え、下流端境界条件は、実験水路下流端で計測した水深10cmを与えた。

#### 2-3. 結果の比較

実験および数値計算の結果から得られた水深および断面平均流速の縦断分布を図-1、図-2に示す。

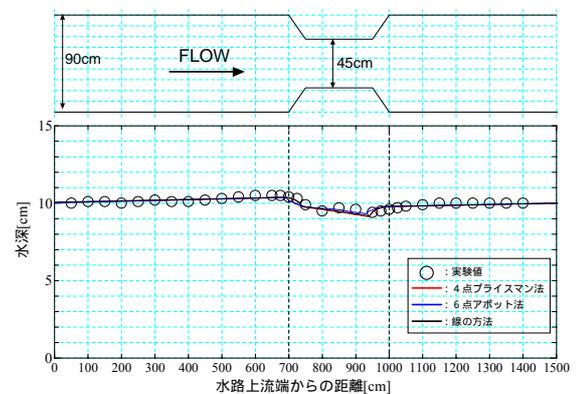


図-1 水深縦断分布図

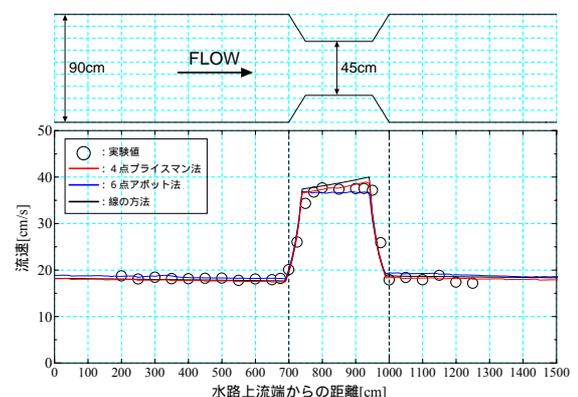


図-2 流速縦断分布図

キーワード：狭窄部, 洪水氾濫, 数値計算

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻 河川・水文研究室 TEL:03-3817-1805 E-mail:cc-shin@civil.chuo-u.ac.jp

水深に関して、4点プライスマン法、6点アボット法および線の方法いずれも、どの計測点においても実験値をよく再現できている。

流速に関して、4点プライスマン法、6点アボット法および線の方法いずれも、どの計測点においても実験値をよく再現できている。

次章以降の準2次元解析による越流の水理学的特性の解析は、4点プライスマン法のみを用いて行う。

### 3. 越流に関する水理学的特性

#### 3-1. 数値計算における条件

本論文では、準2次元計算を行うために河道部を1次元不定流計算、堤防を越える計算を越流公式を用いて計算を行った。また、2次元不定流計算を河道部、氾濫原部において行った。準2次元計算は河道形状を河道長(水平方向)20km、一様川幅100m、河床勾配1/1000、堤防高5mとした。また河道の上流端から5kmの位置に図-3のような狭窄部を設定した。計算条件は、Manningの粗度係数 $n=0.03s/m^{1/3}$ 、時間差分間隔 $\Delta t=0.1s$ 、空間差分間隔 $\Delta x=5m$ で差分し、4点プライスマン法により計算した。2次元不定流計算の計算領域は20km×1kmの長方形とし、河道形状は河道長(水平方向)20km、一様川幅100m、河床勾配1/1000、堤防高5m、堤防天端幅5m、堤敷幅55m、堤防裏のり勾配1/20とした。計算条件は、渦動粘性係数 $\epsilon=0.5m^2/s$ 、Manningの粗度係数は河道内で $n=0.03s/m^{1/3}$ 、堤防天端及び裏のりで $n=0.05s/m^{1/3}$ 、堤内地で $n=0.07s/m^{1/3}$ 、時間差分間隔 $\Delta t=0.1s$ 、空間差分間隔 $\Delta x=\Delta y=5m$ の矩形メッシュを用いて差分法により計算した。ここで狭窄部形状の変更は堤防の急縮・急拡角度及び狭窄部直線部分の長さを固定して行った。

初期条件は、定常状態における水深と流速を与え、上流端境界条件は流量を時系列で、下流端境界条件は一定の水位で与えた。

#### 3-2. 越流距離・累積越流量に関する考察

準2次元解析および2次元不定流解析の堤防上の越流距離の時間変化を図-3に示し、累積越流量の時系列を図-4に示す。堤防上の越流距離に関して、最大で1000mの差があり、差率は最大で37%である。越流時間に関しては、13分の差がある。しかし累積越流量に関して、最大で $2 \times 10^5 m^3$ の差があり差率は最大で17%となっている。越流公式が簡易的な式であることを考えると準2次元解析および2次元不定流解析は、累積越流量に関してよく一致しているといえる。

### 4. まとめ

本論文では、水理実験を行うことにより用いた数値計算モデルの再現性を示した。また、1次元不定流計算をすることによって狭窄部形状が流出特性や水面形などに与える影響の解明をあきらかにした。最後に、累積越流量に関して準2次元解析および2次元不定流解析の比較を行った。

本論文で得られた知見を以下に示す。

- (1) 河川狭窄部を対象とした数値計算スキームの異なる1次元不定流計算に基づいた流出特性の解析により、本論文の水理実験の条件においては、計算スキームによる影響は少ないことを示した。
- (2) 準2次元解析および2次元不定流解析に基づいた堤防越流・外水氾濫の水理学的特性の解明を行うことによって、累積越流量に関して差率は最大で17%となり、越流公式が簡易的な式であることを考えるとよく一致していることを示した。

#### 参考文献

1) 福岡捷二:洪水の水理と河道の設計法, 森北出版, 2005

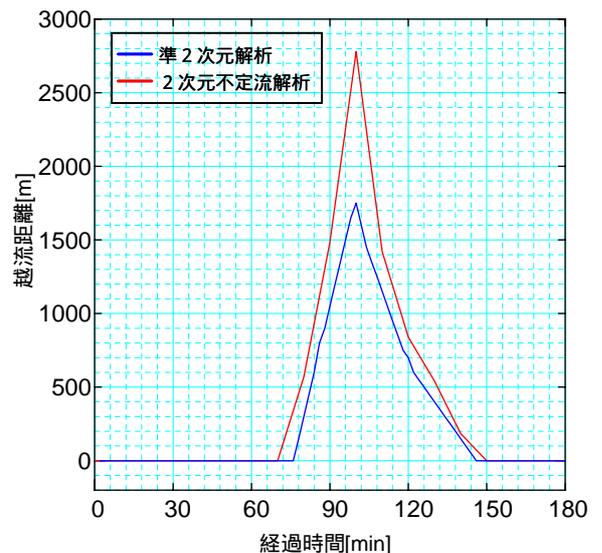


図-3 堤防上の越流距離の時間変化

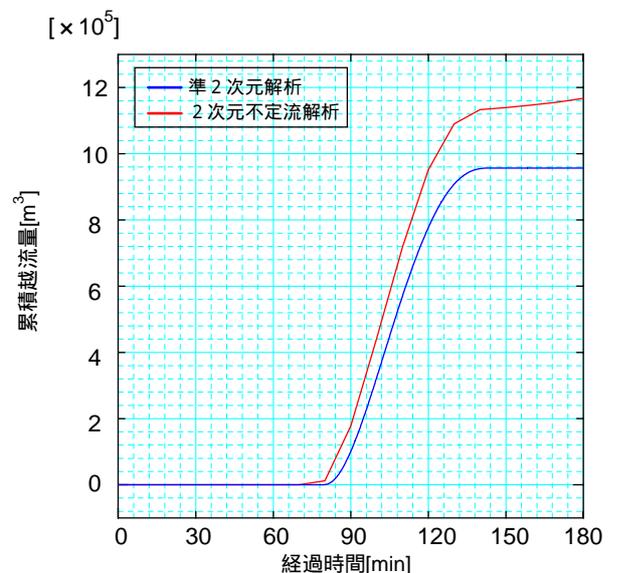


図-4 累積越流量の時系列