

## 香東川を対象とした数値計算による洪水再現

香川高等専門学校 学生会員 ○野村 一至  
香川高等専門学校 正会員 渡辺 一也

## 1. はじめに

香川県では2級河川以下の中小河川が多くを占め、流路長が短く、勾配が急であるといった特徴がある。そのため、台風や集中豪雨の際には洪水が一気に流下するため氾濫の危険性が高くなる。近年では2004年の台風において実際に氾濫し浸水被害をもたらした事例も報告されている<sup>1)</sup>。

今後このような被害を起こさないために、中小河川を対象とした河川維持管理を行うことが重要である。しかし、中小河川の多くは都道府県や市区町村が管理を行っているため、管理のための測量データ等が乏しく、財政的にも厳しいといった状況にある。そのため、効率的に維持管理を行うための河川管理手法を確立することが課題となっている。

そこで、本研究では河川管理手法について検討するために、香東川を対象として、2004年の台風のうち流量が最も大きくなった台風0423号による洪水を例に一次元及び二次元モデルを用いた数値計算を行い、洪水の再現性を検証した。

## 2. 研究概要

## 2.1 一次元モデル

本研究では、一次元モデルを用いて2004年10月に発生した台風0423号による洪水再現を行った。一次元計算にはKinematic Wave<sup>2)</sup>を用いた。このときの基礎方程式を式(1)、(2)に示す。式(1)は連続の式、式(2)は流下方向の運動方程式を表している。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial vQ}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{S\tau_b}{\rho} = 0 \quad (2)$$

ここで、 $x$ ：流下方向の座標、 $A$ ：断面積、 $Q$ ：流量、 $t$ ：時間、 $v$ ：流下方向の流速、 $H$ ：水位、 $S$ ：潤辺、 $\tau_b$ ：河床せん断力である。

また、一次元計算に用いた計算条件を表-1に示した。河川幅及び河床勾配は河口から上流端（岩崎水位局）までの平均値を使用し、断面は矩形であると仮定し計算を行った。計算時間は一次元・二次元モデル共に降雨前後の48時間、粗度係数は岩崎水位局にて実測より定められた0.026を河床に一律に与えた。

表-1 一次元モデルの計算条件

| パラメータ                     | 意味     | 値     |
|---------------------------|--------|-------|
| B (m)                     | 水路幅    | 145   |
| L (km)                    | 水路長    | 14.6  |
| $i_0$                     | 水路勾配   | 1/180 |
| $\Delta x$ (m)            | 距離差分間隔 | 100   |
| $\Delta t$ (s)            | 時間差分間隔 | 10    |
| $Q_b$ (m <sup>3</sup> /s) | 基底流量   | 16.6  |
| $Q_p$ (m <sup>3</sup> /s) | ピーク流量  | 560   |
| $t_p$ (h)                 | ピーク時間  | 17    |
| C                         | ピーク指数  | 30    |

## 2.2 二次元モデル

二次元計算では、二次元非定常の流れの解析を行う数値計算モデル<sup>3)</sup>を使用した。このときの基礎方程式を式(3)~(5)に示す。式(3)は連続式、式(4)は $x$ 方向の運動方程式、式(5)は $y$ 方向の運動方程式を表している。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} D_x \quad (4)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} D_y \quad (5)$$

ここで、 $u$ 、 $v$ ： $x$ 、 $y$ -方向の流速、 $h$ ：水深、 $\tau_x$ 、 $\tau_y$ ： $x$ 、 $y$ -方向の河床剪断力、 $D_x$ 、 $D_y$ ： $x$ 、 $y$ -方向の拡散係数である。

次に、二次元計算での計算条件を表-2に示す。1995年の測量データより河川形状を作成し、台風0423号の降雨による流量データを境界条件として与えた。

表-2 二次元モデルの計算条件

| パラメータ          | 意味         | 値    |
|----------------|------------|------|
| $\Delta x$ (m) | $x$ 方向差分間隔 | 50   |
| $\Delta y$     | $y$ 方向差分間隔 | 1/12 |
| $\Delta t$ (s) | 時間差分間隔     | 0.1  |

## 3. 計算結果

図-1に対象とした計算領域及び各出力点の位置を示す。本研究では香東川のおよそ中間に位置している、勾配が大きく変化し、基準点とされている岩崎水位局を入力点として、そこから河口までの範囲を対象領域とした。

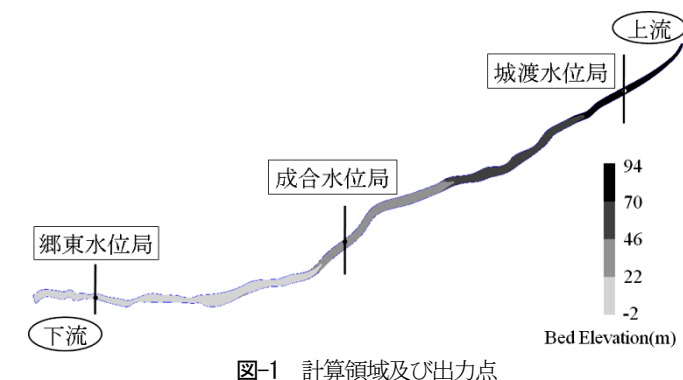
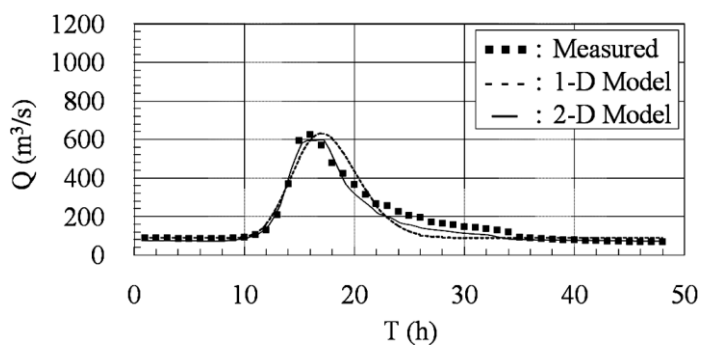
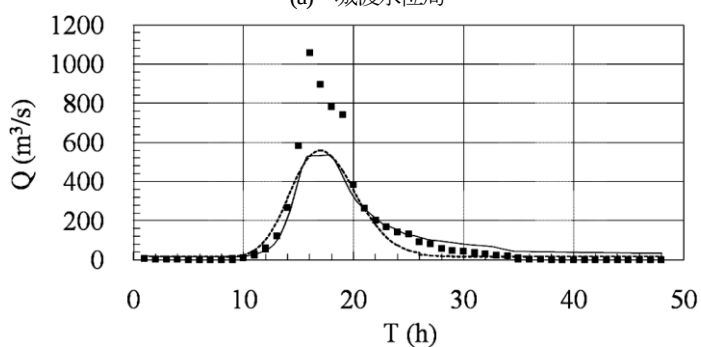


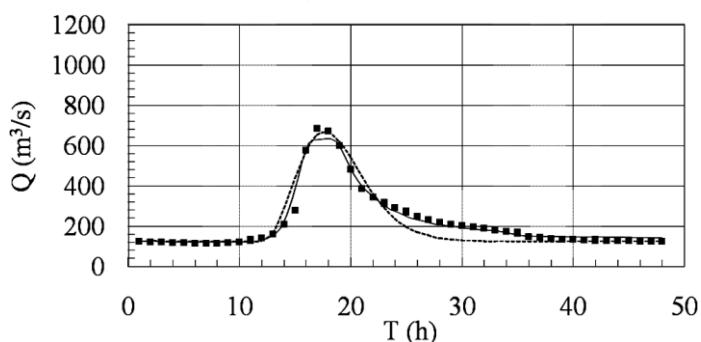
図-1 計算領域及び出力点



(a) 城渡水位局



(b) 成合水位局



(c) 郷東水位局

図-2 計算結果

また、河口に最も近い郷東水位局は潮止堰の上流側にあるため本計算では潮位の影響を考慮していない。

図-2 に各観測点における一次元・二次元モデルの計算結果及び実測値のハイドログラフを示す。実測値との比較を行うため、図-1 で示した水位計が設置されている3地点について出力した。ただし、河床データは

直近のものを使用していないため二次元の計算結果は参考として使用している。

図-2 より、城渡水位局ではピーク時間に1時間の位相差が見られるものの、洪水の立ち上がり、ピーク流量は概ね良好な結果となった。成合水位局については、洪水の立ち上がりは一致しているが、計算結果のピーク流量が実測値を大幅に下回った。郷東水位局は、洪水の立ち上がり、ピーク時間、ピーク流量等が再現できており、良好な結果になった。

また、全観測点共通の傾向として、一次元計算では流量が減少する時に実測値が計算値に対して遅れることが明らかとなった。

#### 4. 考察

図-2(a), (c)より、城渡水位局及び郷東水位局においてピーク付近の計算結果は実測値と近く、良好な結果となったため一次元計算で洪水は概ね再現可能であることが確認された。

ここで、成合水位局のピーク流量に差が生じた理由としては、上流端～河口までの平均の河川幅を用いて計算したため、河川幅が広く複断面形状となっている成合水位局では断面形状が再現出来ていないことが原因であると考えられる。そのため、今後は複断面などの地形の局所の影響について細かく検討する必要がある。

また、地形データと水位の取得期間が一致せず、参考として計算した二次元の結果をみると流量の低減が一次元よりも再現できている。

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では一次元・二次元モデルによる洪水の再現性について検討を行った。その結果、一次元モデルにおいて概ね良好な結果が得られた。しかし、成合水位局で計算結果に差異が見られるなどいくつかの問題点も残っている。

今後は取得期間の一致したデータを使用して二次元の数値計算による洪水再現について検証するとともに、成合水局において実測値及び計算値が一致しなかった原因についても詳細な検討を行っていく。

#### 参考文献

- 1)香川県：平成16年 災害記録誌，<<http://www.pref.kagawa.jp/bosai/h16taifu/pdf/05.pdf>>(2011年2月26日アクセス)
- 2)小林康和，吉野文雄：KINEMATIC WAVE 法による流出解析，土木学会関東支部年次研究発表会講演概要集，第3巻，pp.151-154，1976.
- 3)清水康行：Equations of two-dimensional flow and bed deformation in general coordinate system，(財)北海道河川防災研究センター資料，pp.1-4，2006.