

1993年8月鹿児島豪雨により発生した甲突川の洪水氾濫解析について

九州大学工学部	学生員 生田 浩一
九州大学大学院工学研究院	正 員 橋本 晴行
鹿児島工業高等専門学校	正 員 正田 誠
九州大学大学院工学研究院	正 員 朴 崎彦

1. はじめに

最近、1999年福岡水害、2000年東海豪雨災害など都市水害が頻発している。1993年8月に発生した鹿児島豪雨による甲突川の洪水氾濫もまさにその代表的な先駆的事例である。しかし、この洪水氾濫については正田・平野<sup>1)</sup>、浅野・佐藤<sup>2)</sup>、横田ら<sup>3)</sup>による調査報告が断片的にあるだけで、洪水越流量や洪水氾濫の経過などの詳細については今なお不明のままである。本研究は1993年8月6日甲突川で発生した洪水氾濫をとりあげ、その洪水流の挙動について数値解析を行い、洪水の氾濫の経緯について考察したものである。

2. 水害の概要

甲突川は鹿児島県の西方に位置する八重山(標高677m)に源を發し、シラス台地を南下して鹿児島市内の中心部を貫流して錦江湾に注ぐ流路延長24.6km、流域面積106.25km<sup>2</sup>の2級河川である(図-1)。

図-2は鹿児島市内にある鹿児島気象台の観測結果である。図では8月5日22時頃から雨が降り始め、6日22時まで降雨が続いた。雨量総量は268mmに達した。また、18時から19時にかけて時間雨量のピークが56mm、上流の郡山町では99.5mmにもなった。この豪雨により鹿児島市内の甲突川に架かる岩崎橋では水位が16時頃から急増し18時を過ぎるころには計測不能に陥った。歴史的な石橋として有名な甲突川五石橋のうち新上橋と武之橋が流失し、市民4,000人余りが58箇所の避難所に避難した。また、11,000棟余りが浸水被害を受けた。

最初の氾濫は、17時30分頃玉江橋、新上橋付近で発生している。その後、18時10分頃岩崎橋から西田橋の区間の至る所で氾濫が発生した。玉江橋地点では右岸側、新上橋地点では左岸側が急峻な山となっている(図-1)。洪水流は岩崎橋～玉江橋間では左岸堤防を越流し、隣接する国道3号を流れ下った。

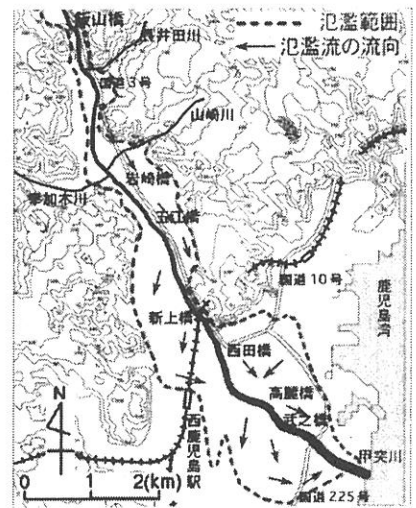


図-1 甲突川計算対象区間の地形と氾濫流の挙動

3. 再現計算

計算は、まず1次元不定流解析を行い、各地点での越流流量を算出する。その後、各地点での越流流量を境界条件として2次元氾濫解析を行う。1次元不定流解析の計算対象区間は飯山橋(河口から8.9km上流)から河口までの8.9kmの区間である(図-1)。途中飯山橋から1.1km下流の左岸側からは長井田川が、2.4km下流の左岸側から山崎川が、2.5km下流の右岸側から幸加木川がそれぞれ合流する。

3.1 1次元不定流計算<sup>4)</sup>

流れを長方形断面の1次元漸変流として取り扱い、越流を考慮すると運動方程式と連続式は次式となる。

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(vQ)}{\partial x} = -gBh \frac{\partial(h+z)}{\partial x} - \frac{(B+2h)}{\phi^2} |v| v - \beta q_{out} v \quad (1)$$

$$B \frac{\partial(h+z)}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_{in} - q_{out} \quad (2)$$

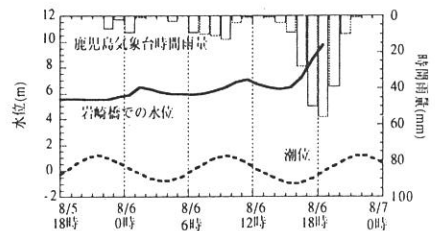


図-2 甲突川岩崎橋での観測水位、降雨および潮位記録

ここに、 $t$ : 時間,  $x$ : 飯山橋 (河口から8,900m上流の位置) を原点として水平に取られた流れ方向の座標,  $Q$ : 流量,  $h$ : 水深,  $z$ : 河口を基準にして鉛直上向きに取られた河床高さ,  $B$ : 河道幅,  $v$ : 断面平均流速,  $\phi$ : 流速係数,  $\beta$ : 越流による運動量輸送に関する補正係数で, ここでは1.5とした. また $q_{in}$ : 側岸単位長さ当たりの横流入量,  $q_{out}$ : 側岸単位長さ当たりの越流量で

$$q_{out} = 0.35 h_{out} \sqrt{2gh_{out}} \quad (3)$$

と表される.  $h_{out}$ : 越流水深である. 流速係数 $\phi$ はマンニングの式を用いると次式となる. マニングの粗度係数 $n$ は0.03とした.

$$\phi = \frac{1}{n\sqrt{g}} R^{1/6} \quad (4)$$

### 3.2 2次元氾濫計算

$x$ と $y$ 方向の運動方程式, 連続式はそれぞれ以下の通りである.

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial(UM)}{\partial x} + \frac{\partial(VM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial(h+z)}{\partial x} - \frac{gn^2 U \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{1/3}} \quad (5)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial(UN)}{\partial x} + \frac{\partial(VN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial(h+z)}{\partial y} - \frac{gn^2 V \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{1/3}} \quad (6)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (7)$$

ここに、 $M$ :  $x$ 方向の単位幅当りの流量,  $N$ :  $y$ 方向の単位幅当りの流量,  $h$ : 水深,  $U$ :  $x$ 方向の断面平均流速,  $V$ :  $y$ 方向の断面平均流速,  $z$ : 地盤高である. マニングの粗度係数は, 氾濫場を市街地と仮定し,  $n=0.067$ とした.

### 4. 計算結果と考察

図-3は1次元不定流計算から得られた主な区間での越流量の計算結果である. 右岸からは, 上流の区間と新上橋付近で越流が発生している. 一方, 左岸からは, 岩崎橋付近から新上橋にかけて広い区間で越流が発生している. しかし新上橋から下流では越流していない結果となった. これらの計算結果は従来の調査結果とはほぼ一致している.

図-4は2次元氾濫計算から得られた8月6日19時30分での浸水深の計算結果である. 19時30分には甲突川からの越流量がピークに達した. 計算では岩崎橋～玉江橋の左岸付近でもっとも大きい浸水深が発生した.

### 5. おわりに

以上, 本研究においては1993年8月6日甲突川で発生した洪水氾濫流をとりあげ, その洪水流の挙動について1次元不定流計算と2次元氾濫計算を行い, 洪水による越流時の経緯と氾濫状況を明らかにした. その結果, 越流の大部分は左岸側から生じ, 最大浸水深は計算では岩崎橋～玉江橋の左岸付近で発生した.

### 参考文献

- 1) 疋田・平野, 文部省科学研究費突発災害調査研究成果 (研究代表者 岩松 暉), 1994.
- 2) 浅野・佐藤, 1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会 (編), 1994.
- 3) 横田他5名, 1993年豪雨災害鹿児島大学調査研究会 (編), 1994.
- 4) 橋本・疋田・朴・蒲原, 1993年8月鹿児島豪雨により発生した甲突川の洪水流について, 2002.

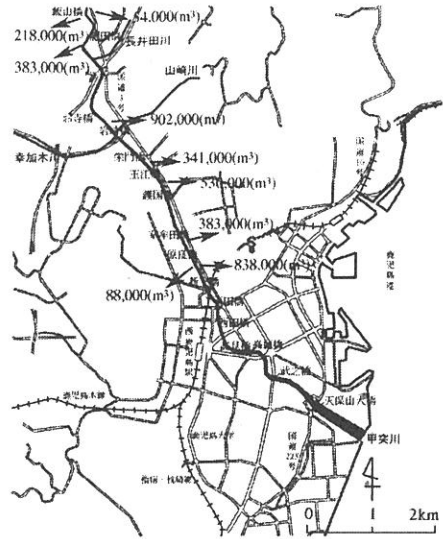


図-3 越流量の計算結果

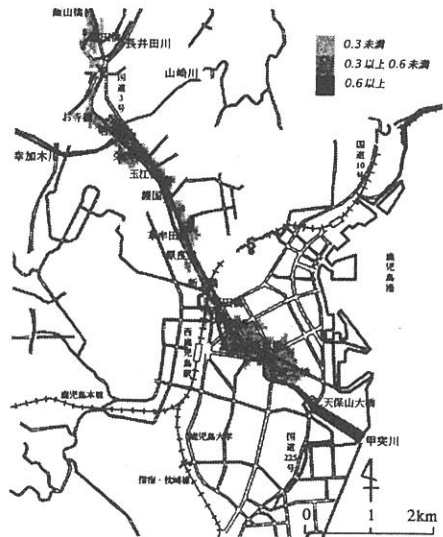


図-4 水深の計算結果 (8月6日19時30分)