

1999年6月福岡水害における洪水氾濫の数値計算

九州大学工学部	学生員 加藤 修二
九州大学大学院工学研究院	正 員 橋本 晴行
九州大学大学院工学研究院	正 員 朴 崎 瑛
八千代エンジニアリング (株)	山崎 一彦
八千代エンジニアリング (株)	天方 匡純

1. はじめに

九州北部に停滞し、活動の活発化した梅雨前線は、6月28日夜から29日にかけて九州北部に豪雨をもたらし、各地で土砂崩れや浸水などの被害を発生させた。特に福岡市では29日午前6月の1時間雨量としては観測史上最大の降雨を記録した。このため、都市機能の集中した博多駅周辺において、2級河川御笠川およびこれに合流する山王放水路が氾濫し、ビルの地下、地下街、地下鉄駅構内などに多量の氾濫水が進入し、都市機能を麻痺させた(図-1)。著者らは、水害発生直後よりこの水害の調査を行ってきたが^{1),2)}、本研究では、博多駅周辺の氾濫の経緯について、平面2次元氾濫モデルを用いた再現計算を行ない、考察を行なったものである。

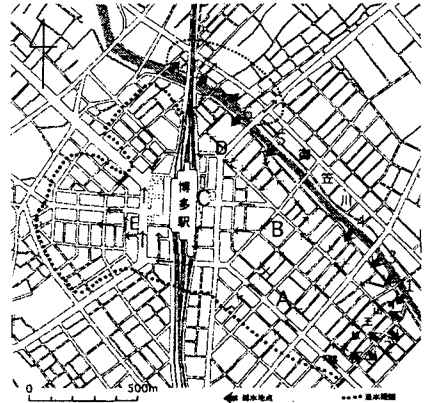


図-1 博多駅周辺における氾濫状況

2. 氾濫計算

2.1 基礎式

計算に用いた運動方程式と連続式は次のようになる。

・x方向運動方程式

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

・y方向運動方程式

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

・連続式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = r - q_{sink} \quad (3)$$

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、n：Manningの粗度係数、r：単位時間当たりの降雨量、 q_{sink} ：単位面積当りの排水量である。

2.2 境界条件

境界条件として、御笠川左岸と山王放水路左岸の越流量と越流水深の不定流計算結果²⁾を越流地点と与える(図-2)。博多駅を南北に縦断するJR鹿兒島本線の地盤高は周囲より高く、本計算では鉄道線を壁として処理した。しかしながら途中に有る高架下の道路を氾濫水が鉄道の東側から西側に通過できるようにモデルを作成した。

2.3 計算条件

本計算に用いた博多駅周辺の氾濫場の対象区間面積は2300m×2500mであり、計算対象時間は1999年6月29日6時～1999年6月29日13時である。差分化にはスタガードスキームを採用した。空間刻みは $\Delta x = \Delta y = 100m$ 、時間刻み $\Delta t = 5sec$ である。計算に用いた地盤高は福岡市作成の1/2500の地形図から得た。また、Manningの粗度係数は市街地の氾濫解析に通常用いられている $n = 0.067$ を全ての氾濫場に一律に与えた³⁾。降雨資料としては1999年6月29日福岡管区気象台で観測された10分間降雨量を用いた(図-2)。氾濫場の初期条件としてdry bedを想定し、閾値の水深を0.001mと設定した。計算では水深が閾値より小さい場合メッシュ上での流入流量は認めるが流出流量は存在しないことにした。

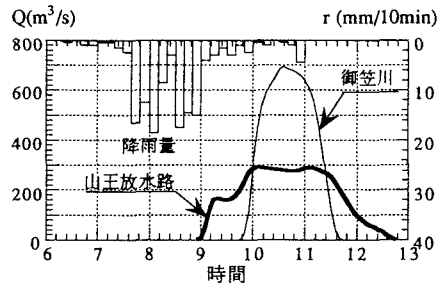


図-2 越流量と降雨量

3. 計算結果と考察

図-3は平面2次元汎濫計算結果であり、図-1中のA～E地点での水深の時間変化を示す。各地点での水深は8時～9時に増加し、その後さらに10時30分頃から増加を始める。8時～9時での水深の増加は御笠川と山王放水路からの越流量が存在しなかったことから、この時間帯に降った豪雨が起因して発生したと考えられ、10時30分頃からの水深の増加は降雨量が少なく御笠川と山王放水路からの越流量がピークであったことから、主に御笠川と山王放水路からの越流量に起因したと考えられる(図-2)。

A地点での水深の時間変化を見ると、10時半から他の場所(B～E)に比べて、水深が急増することがわかる。ピーク水深は11時頃0.57mであり、証言のピーク水深である11時頃0.50m～0.70mとよく一致する。C地点の博多駅筑紫口でのピーク水深は11時半頃0.48m～0.59mであった。D地点でのピーク水深は11時半頃0.65mであった。博多駅西側の博多口側にあるE地点でのピーク水深は12時頃に0.4mであり、博多駅より東側にある他の地点と比較してピーク水深の時間が遅くなった。B地点でのピーク水深は11時半に0.15mであり、証言のピーク水深である10時過ぎに0.6mとは違う結果になった。これは地盤高の精度に起因したものと考えられる。

図-4は各地点での流量の汎濫計算結果を示す。女性が水死したA地点での流量は他の場所と比べ、大きい値となった。

図-5,6は11時30分の浸水深と流速ベクトルを示す。計算では博多駅周辺の最大浸水深はほぼこの時間で発生した。流速ベクトル図を見ると御笠川と山王放水路での越流が北西方向に流下し、博多駅北にある高架下の道路を通過して鉄道の西側に流れる。図-1中の聞き取り調査とよく一致することが分かる。

4. おわりに

平面2次元汎濫モデルを用いて1999年6月29日博多駅周辺で発生した洪水汎濫流の再現計算を行ない、現地調査の結果と比較した。その結果、博多駅周辺で発生した洪水汎濫流の挙動が汎濫計算で概ね再現できた。しかし、道路・建物の影響を考慮せず、また、排水量の精度に議論の余地がある。これらの問題点は今後検討が必要である。

参考文献

- 1) 橋本晴行・松永勝也・南里康久：1999年6月福岡水害における汎濫水の挙動と水害体験者の対応・意識，自然災害科学，J.JSND 20-1 43-58，2001。
- 2) 橋本晴行・朴 崎瑛・南里康久・渡辺政弘：1999年6月福岡水害に発生した御笠川および山王放水路の洪水流について，河川技術論文集，第7巻，2001。
- 3) 井上和也・戸田圭一・林秀樹・川池健司・坂井広正：市街地における汎濫解析モデルの考察，京大大学防災研究所年報，第41号，B-2，1998。

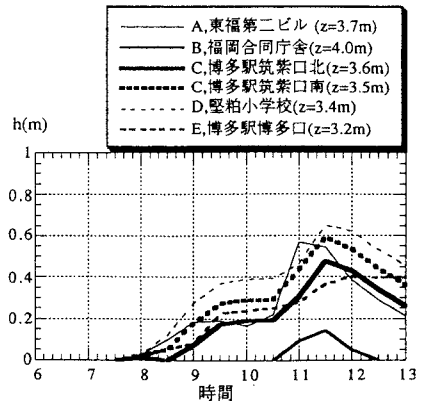


図-3 各地点での水深

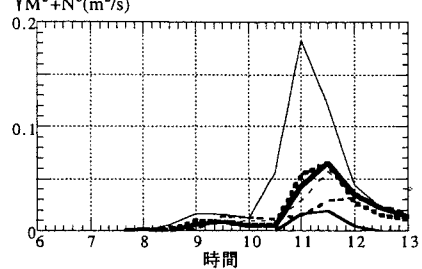


図-4 各地点での流量

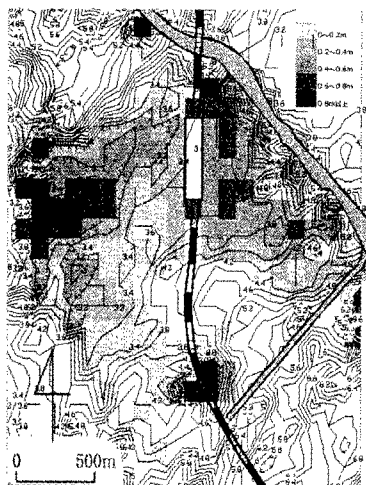


図-5 博多駅周辺における浸水深の計算結果(11時30分)

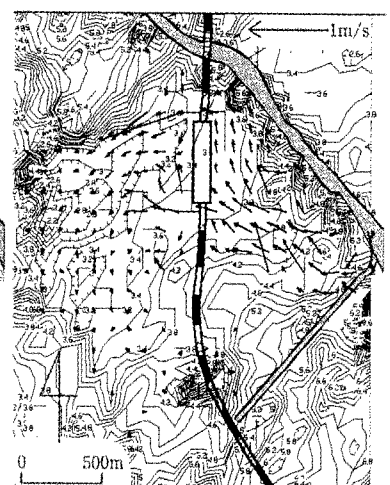


図-6 博多駅周辺における流速ベクトルの計算結果(11時30分)