

都市域における氾濫統合解析手法の開発

広島大学大学院
広島大学大学院

学生会員 ○木梨行宏
正会員 内田龍彦

広島大学大学院 フェロー会員 河原能久

1. 序論

我が国の都市域には高潮氾濫のみならず内水氾濫に対する対策も早急に進めるべきものが多い。氾濫による水害の発生防止から被害の軽減、迅速な復旧までを検討するためには、道路や家屋といった地表面上の構造物や下水道網等を直接表現した解析手法の開発が必要である。本研究では、高潮氾濫と内水氾濫を同時に解析できる統合解析手法の開発を目的としている。特に、地表面氾濫流の解析の高精度化と地表面と下水道の流れの連成解析に焦点を当てている。そして、2004年の台風16号による高松市の高潮氾濫に本解析手法を適用し、本解析法の検証を行う。

2. 解析方法

主要な解析部は、地表面流モデル、下水道管内流モデル、降雨流出モデルの3つから成る。

(地表面流モデル)

本研究ではデータ整備が比較的容易であるデカルト座標系で都市構造を表現するため、CIP法を応用し、ひとつの計算格子に対して複数の評価点で定義された浅水流方程式を連立して解く。図-1に従来のデカルト座標系の格子とスタッガード系の変数配置と本研究で用いる格子と変数位置を示す。本モデルでは水深、流速および各種パラメータの全てを点値、線平均値、面平均値を考慮し、デカルト座標系において都市構造を表現できるようにしている。

(下水道管内流モデル)

下水道管路網はマンホール(ノード)と直線の下水道管(リンク)で表現する。図-2に高松市の下水道管路網を示す。なお、①～⑥の番号はポンプ場の位置を示す。管内流は下水道管内の圧力伝播を、管頂に取り付けた微小幅の仮想のスロット内の自由表面を伝播する重力波のそれに置き換えるスロットモデルを用いて計算する。地表面と下水道の連結(流水の交換)は、ノードを含む格子において行う。

(降雨流出モデル)

降雨流出モデルには、メッシュ法と呼ばれる分布型の流出解析法を改良し、用いる。蒸発散や浸透等を除いた雨水は各格子から一番近いノードに流入するものとして、流下方向を求め、キネマティックウェーブ法により流量を計算する。地表面流モデルで取り扱う最小水深を0.05mと設定し、0.05m以下の水は流出モデルによりノードに流入させる。

3. 高松市街地高潮氾濫解析

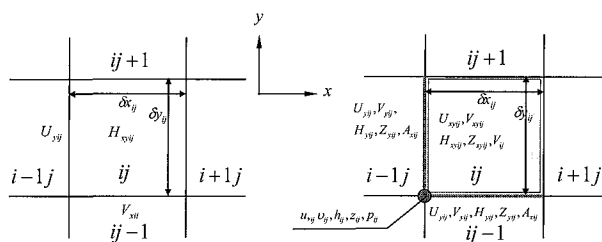
以上までに述べた解析手法を用いて、2004年の台風16号による高松市高潮氾濫の再現計算を行う。図-3に台風16号接近時の8月30日午後12時から8月31日午後12時までの高松市の降雨量、風速、潮位及び潮位偏差を示す。台風16号接近時に潮位は台風による吸い上げと夏の大潮時が重なったことで高くなり、既往最高潮位を超えるT.P.2.46mを記録した。高松市では死者2名、浸水家屋15,561戸に及ぶ甚大な被害となった。図-4に高松市街地の地盤高さを示す。高松市街地は沿岸部から内陸部にかけて地盤が低く、T.P.2mの低地が分布している。計算格子の大きさは、計算地区の主要道路幅を参考に、 $\Delta x = \Delta y = 12.5\text{m}$ と設定した。

4. 計算条件

地表面氾濫解析に用いる各種データは土地利用から求める。また、地表面氾濫解析に用いる粗度係数は、合成粗度係数算出式をもとに求める。海域の解析については、解析領域が数km範囲であり、また解析時間内の風速が小さいことから、高松港で観測された潮位を全域に与えるものとする。また河川域においても、対象領域の河川が二級河川以下の小河川であり河床高さ、上流流量データが無い場合、高松港での潮位を全域に与える。海域、河川域から市街地へ流入する氾濫水流量は本間の越流公式を用いて算出する。また、一般に高潮や河川洪水による破堤による外水氾濫の再現計算では、地表面氾濫流の流速が早く、氾濫時間が短いことから地下施設を考慮せず、地表面のみの解析が行われる事が多い。そこで、本研究では下水道網を考慮した場合と考慮しない場合の2つの解析を行い、高潮氾濫における下水道網の効果を評価する。

5. 解析結果と考察

図-5に地表面流解析のみの最大水深分布、図-6に下水道網を考慮した解析の最大水深分布、図-7に実績調査による浸水深分布を示す。図-5、6の解析結果をみると市街地東部では同様の浸水深分布であるが、中心部と西部において差が出ている。解析結果と実績結果の西部を比較すると下水道を考慮した解析結果の方が実績により近い値であり、下水道網を考慮する必要性ある事が分かった。解析結果と実績結果の異なる点として、御坊川と詰田川に囲まれた領域において解析結果の方が浸水深が深くなっている。この原因として実際の高潮発生時に護岸に土嚢積みなどの対策が行われたことが考えられる。その他の領域では解析結果は実績に近い浸水深分布を表現されている。



(従来法の変数配置) (本研究の変数配置)

図-1 デカルト座標系における変数配置



図-2 モデル化した下水道管路網

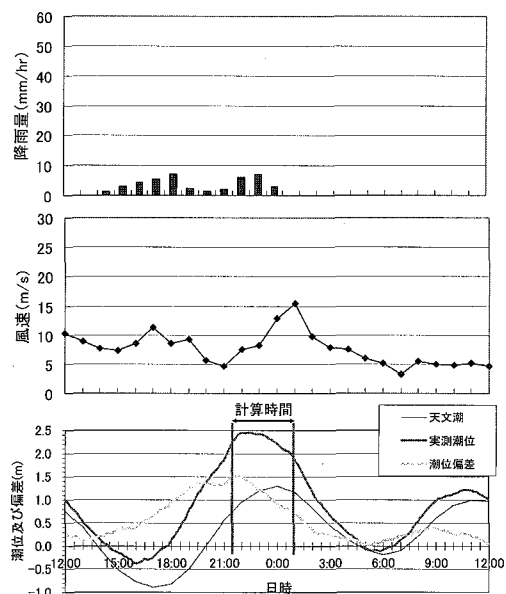


図-3 降雨量、風速、潮位及び潮位偏差

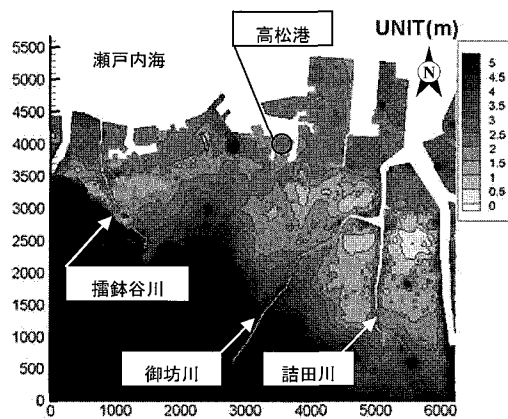


図-4 高松市街地の地盤高さ

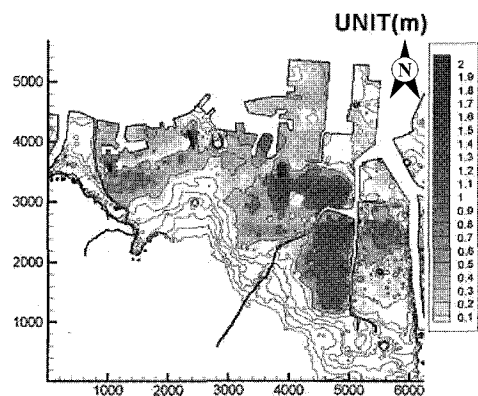


図-5 地表面流解析のみの最大浸水深分布

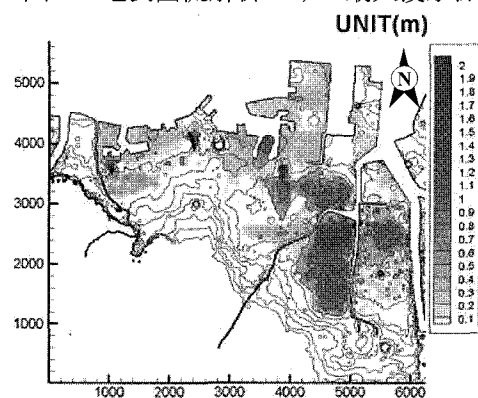


図-6 下水道網を考慮した解析の最大浸水深分布

■:調査範囲外

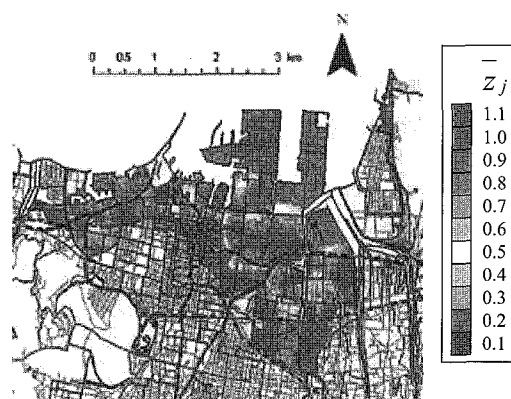


図-7 実績調査による浸水深分布

6. 結論

- (1)地表面流、下水道流、地表流出に対する解析手法を示し、地表面と下水道を連結した統合解析手法を提案した。
- (2)本解析手法を2004年台風16号による高松市高潮氾濫に適用し、モデルの検証を行った。その結果、高潮氾濫解析における下水道網を考慮する必要性を示した。