

平成 16 年台風 16 号による高松市の高潮災害の氾濫流解析

広島大学大学院 学生会員 ○木梨行宏
 広島大学大学院 正会員 内田龍彦

広島大学大学院 正会員 河原能久
 広島大学大学院 学生会員 伊藤康

1. 序論

近年，全国各地で異常気象による浸水被害が増加している．香川県では，平成 16 年 8 月から 10 月にかけて度重なる豪雨と高潮災害が発生し，大きな被害を受けた．特に 8 月 30 日から 31 日にかけて香川県に上陸した台風 16 号により，香川県では高潮浸水被害を受け，高松市では既往最高潮位を超える高潮により床下・床上浸水の被害が発生した．このような浸水被害の対策として護岸改修などのハード面とハザードマップの作成などのソフト面での対策が挙げられる．両者の対策を重点的かつ効率的に行うために，信頼性の高い氾濫流シミュレーションが望まれている．

そこで本研究では，高精度の氾濫解析手法である CIP 法を用いた高松市の高潮氾濫シミュレータを構築する事を目的とする．そして，平成 16 年台風 16 号による高松市の高潮氾濫流の挙動を検証する．

2. 数値解析法

2.1 高潮の解析法

本研究では，高松港の潮位を基準とし，高松港で計測された潮位を全海域・河川域に与えている．

2.2 氾濫流の解析法

市街地で用いる氾濫流解析モデルは内田¹⁾らが提案した CIP 法を改良した保存型 CIP 陽解法に基づく．CIP 法は，高精度かつ安定な移流解法として知られているが，特に本モデルでは，保存形で表現される点，圧力解法が陽解法である点と流れに与える様々な条件をデカルト座標系で表現出来る点に特長を持つ．また，氾濫水の先端部の取り扱いについては，フロントの移動限界水深（今回は，0.01m）を用いる．以下に連続式(式(1))と運動方程式(式(2))を示す．ここに， h ：水深， u ， v ： x ， y 方向の流速， ζ ：水位， A_x ， A_y ： x ， y 方向断面の流体占有率， V ：計算格子内の流体占有率， τ_{0x} ， τ_{0y} ： x ， y 方向の底面せん断応力， ν_t ：渦動粘性係数である．

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{1}{V} \left(\frac{\partial A_x u h}{\partial x} + \frac{\partial A_y v h}{\partial y} \right) = 0 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{Vh} \left(V \frac{\partial uh}{\partial t} + \frac{\partial A_x u h}{\partial x} + \frac{\partial A_y v h}{\partial y} \right) \\ &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{1}{Vh} \frac{\tau_{0x}}{\rho} + \frac{1}{Vh} \left(\frac{\partial}{\partial x} (A_x \nu_t h \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (A_y \nu_t h \frac{\partial u}{\partial y}) \right) \\ & \frac{1}{Vh} \left(V \frac{\partial vh}{\partial t} + \frac{\partial A_x u h}{\partial x} + \frac{\partial A_y v h}{\partial y} \right) \\ &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{1}{Vh} \frac{\tau_{0y}}{\rho} + \frac{1}{Vh} \left(\frac{\partial}{\partial x} (A_x \nu_t h \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (A_y \nu_t h \frac{\partial v}{\partial y}) \right) \end{aligned} \quad (2)$$

3. 解析条件

3.1 計算領域

計算領域は図-1 に示す高松市を対象に行う．図-1 は高松市の地盤高さ（T.P.）を表しており，台風 16 号接近時の高松港の最高潮位 T.P.2.46m 以下の護岸を太線で示す．計算格子は経度方向に $x=12.5m$ ，緯度方向に $y=12.5m$ としとする．また，建物群の影響は流体占有率で与えられるべきであるが，今回は，末次²⁾らの合成粗度係数を用い，底面粗度係数に組み込んでいる．

3.2 計算条件

高潮氾濫の再現計算時間は，図-2 に示すように，高松港での既往最高潮位を超えた 8 月 30 日午後 9 時（T.P.1.59m）から 31 日午前 1 時（T.P.2.13m）まで行う．計算時間内の満潮時には台風 16 号の接近に伴い，潮位偏差が最大 1.24m になり，実測潮位は既往最大の 2.46m を記録した．

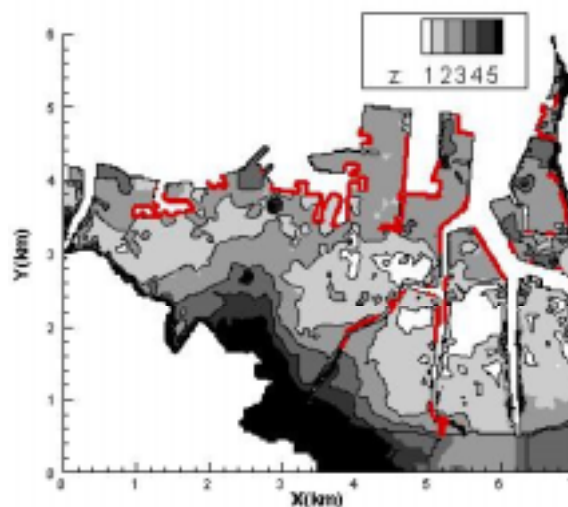


図-1 高松市の標高図

キーワード：高潮，氾濫流解析，CIP 法，浸水面積

連絡先：広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 Tel./Fax.:082-424-7847

4. 計算結果と考察

図-3 に高松市での浸水面積の分布の数値計算結果を示しており、濃淡図で浸水面積の分布を、等高線で地盤高を表している。図-3(a)は観測潮位が T.P.2.0m を越え、氾濫流量が増加していった 30 日午後 11 時の浸水面積と主な浸水拡大方向の流線を示しており、図-3(b)は計算時間内で最も浸水範囲が拡大した 31 日午前 1 時の浸水面積を示している。図-4 はヒアリング・痕跡調査による高松市の台風 16 号の浸水面積を示している。

まず、図-3(a)をみると、図-1 で示した既往最高潮位 T.P.2.46m より低い護岸、特に、地点 A～F より浸水し、地盤の低い箇所と広がっている。図-3(b)をみると、氾濫流が市街地広域に広がっており湛水深が約 2.0m となる地域も見られる。また、図-3(b)と図-4 と比較すると、浸水面積の範囲は概ね一致しており、台風 16 号による高松市街地の浸水状況は本モデルにより表現できている。

次に、特に湛水深が高い X,Y,Z の地域において氾濫流の流入経路を考える。図-3(a)と図-3(b)を比較して考えると、地域 X は地点 A、地域 Y は地点 C,D、地域 Z は地点 E,F から氾濫流が流入している。台風 16 号による高潮氾濫では、越水地域が多く、地盤の低い地域では様々な方向から氾濫水が集中しており、局所的な対策により被害を抑えることは難しいと考えられる。

5. 結論

本研究では、平成 16 年 8 月 30 日から 31 日にかけて香川県に上陸した台風 16 号による高松市の高潮氾濫の再現計算を行った。以下に本研究の主要な結論を述べる。

氾濫流の計算とヒアリング・痕跡調査の浸水面積を比較した結果、浸水面積の分布が概ね一致しており、高松市の高潮氾濫における浸水域を再現できた。更に浸水域の拡大方向から氾濫流の流出経路を特定し、高潮氾濫における危険地域の把握を行った。

また、今回は氾濫後の排水状況まで計算出来ておらず、今後は下水道の流れの計算も含めた総合的な氾濫解析を行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 内田龍彦，河原能久：任意の境界形状を有する二次元浅水流の高精度解析手法の開発，水工学論文集，第 50 巻，2005 年 2 月
- 2) 末次忠司，栗城稔：改良した氾濫モデルによる氾濫流の再現と防災の応用に関する研究，土木学会論文集，No.593/-43,41-50,1998.5

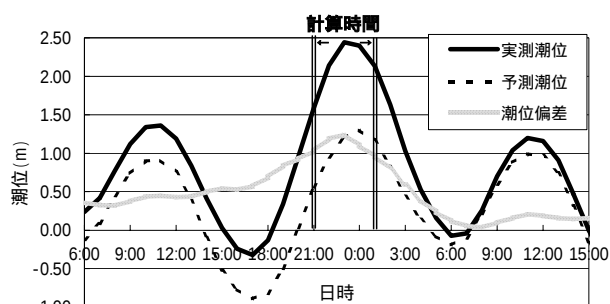


図-2 高松港の潮位変化（2004/8/30～31）

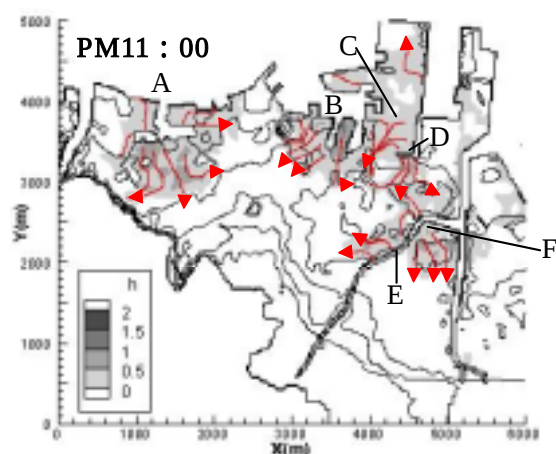


図-3(a) 高松市の浸水面積の分布(潮位 T.P.2.14m)

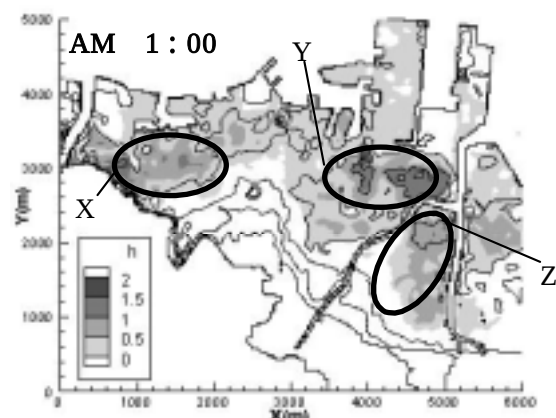


図-3(b) 高松市の浸水面積の分布(潮位 T.P.2.13m)



図-4 高松市の浸水面積の分布
(高松市ホームページより)