

保存型 CIP 法による竹原地区の高潮氾濫流の解析

広島大学大学院 学生会員 ○伊藤康 広島大学大学院 正会員 渡邊明英
 広島大学大学院 正会員 内田龍彦

1. 序論

広島県は、平成16年8月30日に台風16号、翌9月7日には台風18号の高潮被害を連続して被った。両台風により県内随所の海岸保全施設が越波や波浪により破損するとともに、瀬戸内沿岸及び島諸群の各地で浸水被害を受けた。氾濫災害に対しては、大きく施設設備によるハード面からの対策と、ハザードマップを用いた情報提供によるソフト面からの対策に分けられる。前者は、多大な費用と時間を要する上に、計画を上回る高潮や洪水も発生しうる。そこで、ハード対策と併せてソフト対策を行うことで、被害の最小化を図ることが重要となる。このためには、信頼性の高い氾濫シミュレータの構築が求められる。

本研究では、台風16号時に県内最大の浸水被害を受けた竹原地区を対象として、保存型 CIP 法を用いた氾濫解析手法を用いた、高潮氾濫流シミュレータを構築し、氾濫状況の再現性と同地区の高潮対策の検討を行う。

2. 竹原地区概要

竹原地区の解析対象区域の面積は約 3,77km² で同区域内に約10,400人が居住し、総資産額は約2,227億円が存在し、二級河川賀茂川の堤防と山地に囲まれた地区で、竹原市の中心市街地となっており、地区を二級河川本川、江戸堀が貫流している。図-1 に竹原地区の地盤高コンターを示す。地盤特性としては標高 3m 以下（竹原港既往最高潮位 2.97T.P.m）の低地部が地区面積の約 76%を占め、市街地は沿岸部に比べ地盤が低く、氾濫水が広がりやすい。また同地区内の人口・資産の約 8 割が標高 3m 以下の低地部に集中しており、高潮氾濫による被害ポテンシャルが非常に高い。また、竹原地区には、大人数が避難する地盤の高い場所が確保できない事、江戸堀の堤防の老朽化などが、高潮氾濫に対する問題点として挙げられる。平成16年台風16号時に床上浸水は256戸、床下浸水1280戸であった。

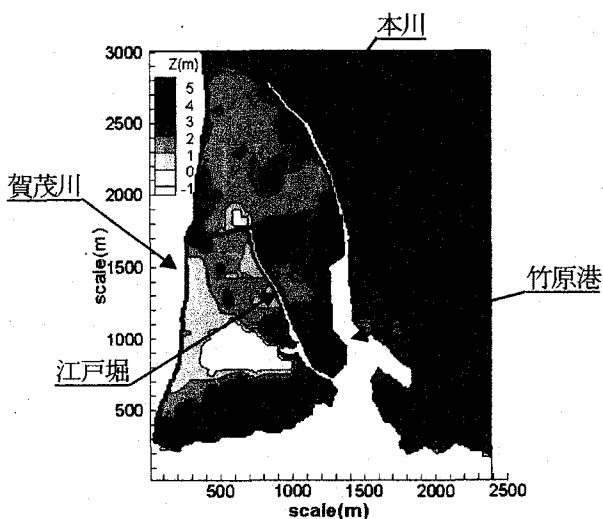


図-1 地盤高コンタ

3. 氾濫解析手法

3.1. 基礎方程式

支配方程式は内田²⁾らが提案した流体占有率を考慮した連続式(1)と運動方程式(2)である。

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

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

ここに、 h : 水深、 u, v : x, y 方向の流速、 ξ : 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、 v_t : 渦動粘性係数である。

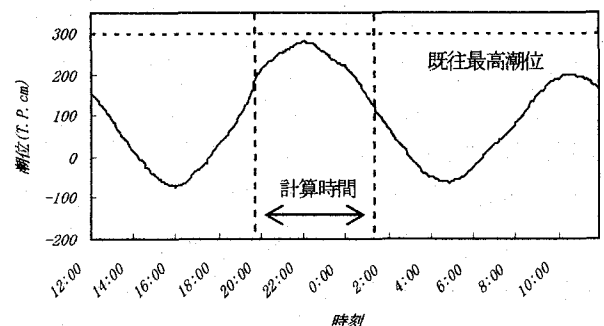


図-2 平成16年台風16号時竹原港潮位

3.2. 計算条件

計算条件は、計算格子数 46,899 個 (193×243)、計算格子間隔 $\Delta x = \Delta y = 12.5\text{m}$ である。堤防高、盛土高は、地盤高に上乘せし、両データを地盤高として扱った。底面粗度係数は合成粗度係数式³⁾を用いて算出した。建物群による氾濫水の排除は、基礎方程式において流体占有率で表現されるが、今回は建物群の氾濫流への影響は、底面粗度係数によって与えており、すべての計算格子において流体占有率は1とした。図-2に平成16年8月30日台風16号時の竹原港潮位を示す。台風16号時の竹原港最高潮位は2.80TPmであり、既往最高潮位2.97TPmは越えなかった。竹原港の潮位変動を海全体に与え、河川流は解析せずに静水として扱い、賀茂川・本川・江戸堀の水位は、竹原港潮位と等しくした。計算時間は、最低堤防高が2.10mであることから、30日19:50時2.02m～31日1:35時1.01mとした。また考慮する浸水形態は、越流のみの浸水とし、越波、排水管からの海水逆流、内水氾濫は考慮しない。

4. 平成16年台風16号による竹原地区高潮氾濫解析

平成16年台風16号による竹原地区高潮氾濫の解析結果である最大浸水深を図4に示す。図4中の竹原地区中心部A小地区、沿岸部B小地区における最高潮位2.80TPm後の流速ベクトル図を図6、図7に示す。A小地区は越流流速も小さく、この時間以降は海水の越流量は減少し、陸に上がった海水がゆっくり広がる。B小地区は、A小地区に比べて越流流速は大きく、この時間以降も海水は越流し、浸水域は拡大している。越流箇所についてはA小地区は堤防全体から、B小地区はC地点一箇所からであり、A小地区は堤防全体を、B小地区はC地点の堤防を上げれば、浸水被害は軽減されると予想される。

平成16年台風16号の氾濫実績図を図5に示す。図5の網掛けの部分浸水域である。浸水形態には、越波越流による浸水、排水管からの海水の逆流による浸水が多かった。沿岸部や市街地の一部で解析結果と実績はやや異なる。これは越波や排水管による海水の逆流を本解析モデルで評価できていないためと考えている。しかし、氾濫面積は概ね再現できている。

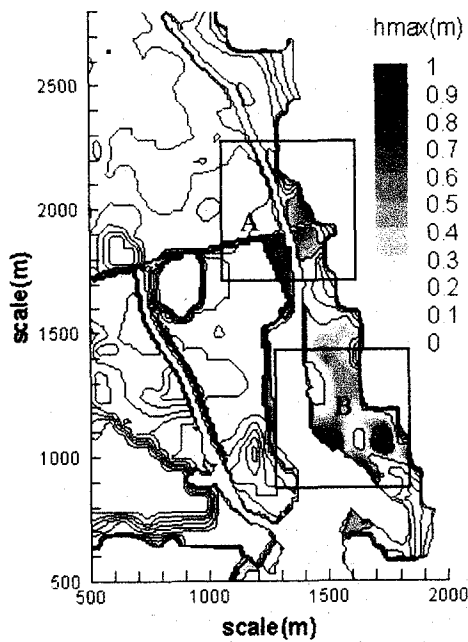


図4 最大浸水深コンター



図5 台風16号氾濫実績図

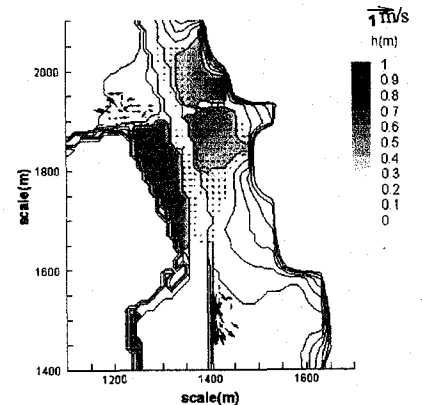


図6 A地点の流速ベクトル図

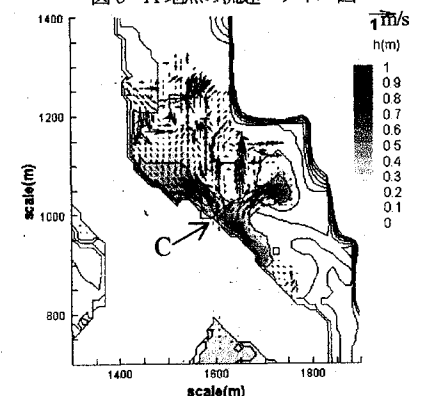


図7 B地点の流速ベクトル図

5. 結論

平成16年台風16号時の竹原地区の高潮氾濫解析を行い氾濫実績と比較して、氾濫面積に関して概ね一致した。竹原地区の地盤特性や、堤防の老朽化から、ポンプなどによる排水施設よりも、堤防高の底上げが最も効果のある高潮対策だと考えられる。今後は氾濫域データをさらに整えるとともに、これらの対策について検討する予定である。

参考文献 1)高潮浸水被害防止緊急調査検討委員会：検討委員会資料、平成17年 2)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 3)建設省土木研究所河川部総合治水研究室：土木研究所資料第3400号