

保存型 CIP 法による竹原地区の氾濫解析

広島大学大学院 学生会員 伊藤康 広島大学大学院 正会員 河原能久 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、翌月 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し、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、大きく施設設備によるハード対策と、ハザードマップを用いた情報提供によるソフト対策に分けられる。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は、被害最小化において重要となる。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 人が居住している。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、高潮氾濫時の大人数避難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。また、平成 16 年台風 16 号時には 1536 棟浸水した。

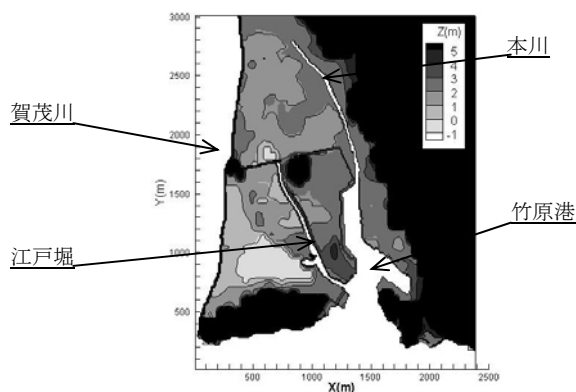


図-1 地盤高コンター

3. 解析手法

支配方程式は内田ら²⁾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。

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

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

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

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。

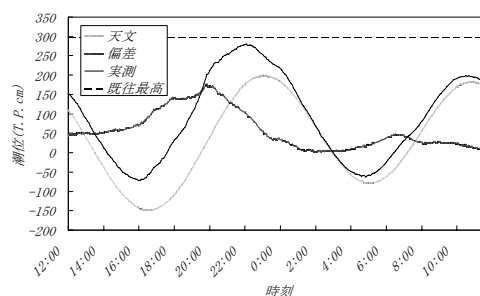


図-2 平成 16 年台風 16 号竹原港潮位

キーワード 氾濫解析, CIP 法, 高潮

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 広島県東広島市鏡山 1-4-1 Tel/Fax 082-(424)-7821

計算条件は、計算格子数 46,899 個 (193×243)、計算格子間隔 $dx=dy=12.5m$ 、時間刻み $dt=0.1s$ である。堤防高、盛土高は、地盤高に上乗せし、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考慮し、全ての計算格子において流体占有率を 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 2.80T.P.m であり、既往最高潮位 2.97T.P.m を越えなかった。竹原港の潮位変動を海全体に与え、賀茂川・本川・江戸堀は解析せず静水として扱い、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 2.80T.P.m 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 の網掛けの部分が浸水域である。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。

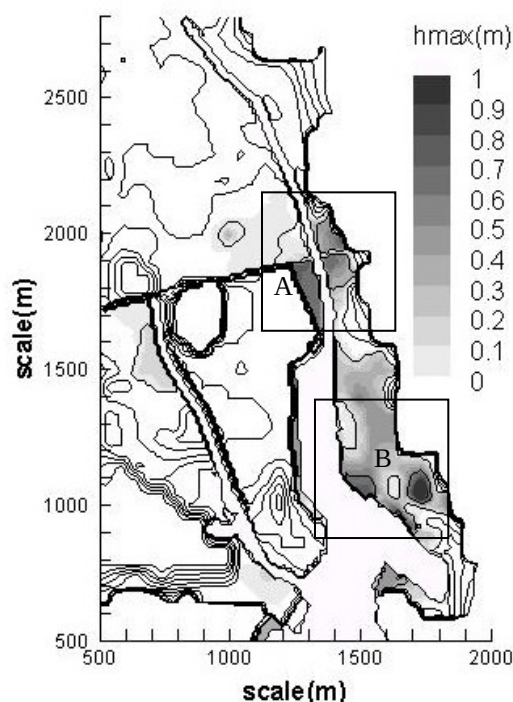


図-4 最大浸水深コンター



図-5 台風 16 号氾濫実績図

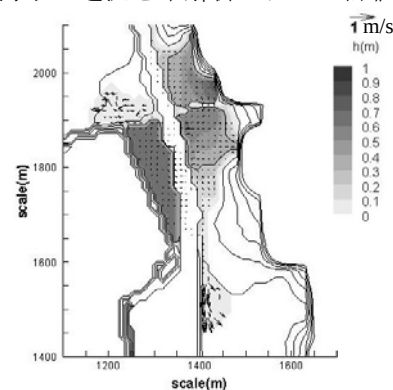


図-6 A 地点の流速ベクト

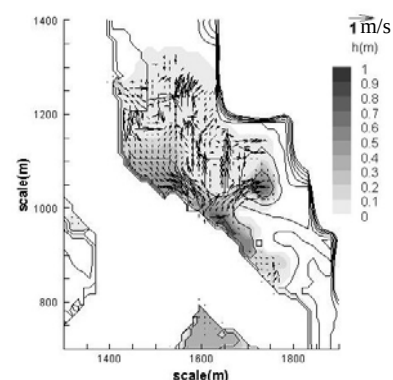


図-7 B 地点の流速ベクト

4. 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備し、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