

2011 年東北地方太平洋沖地震津波の東京湾内への浸入特性

千葉工業大学生命環境科学科
 千葉工業大学生命環境科学科研究生
 千葉工業大学院生命環境科学専攻
 千葉工業大学生命環境科学科

学生員 ○内山 智香子
 学生員 藤原 誠司
 学生員 深谷 雄司
 フェロー 矢内 栄二

1. はじめに

2011年3月11日14時46分に東北地方太平洋沖地震が起きた。この地震により津波が発生し、東京湾内への浸入が確認された。観測された津波波高は、葛南港で2.40m、吾妻排水機場で2.83mとされ、これまで津波対策が取られていなかった東京湾内でも対策が検討されることとなった。

本研究では、観測された津波の波形解析から東京湾千葉県側において波形が高くなったメカニズムについて解析することを目的とした。

2. 数値計算手法

計算には MEC モデル¹⁾を使用した。本モデルは静水圧近似により、解析領域を平面二次元的に計算できる。支配方程式は Navier-Stokes の式に基づき、浮力項でのみ密度変化を考えるブシネスク近似と静水圧近似を適用した式(1)~(3)と、連続の式(4)で表される。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = f v - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + A_M \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_M \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -f u - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + A_M \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_M \frac{\partial v}{\partial z} \right) \quad (2)$$

$$0 = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial z} - g \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

ここに、 u, v, w : x, y, z 方向流速、 ρ : 海水密度、 ρ_0 : 海水の代表密度、 p : 圧力、 A_M, K_M : 水平および鉛直渦動粘性係数、 f : コリオリパラメータ、 g : 重力加速度である。

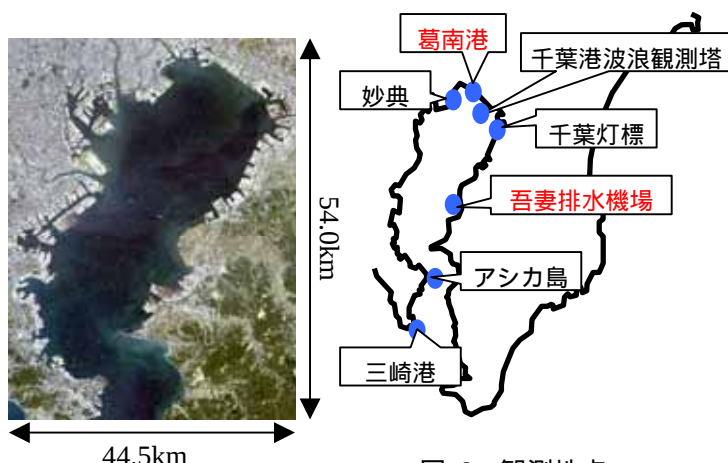


図-1 計算領域

図-2 観測地点

表-1 計算条件

計算格子数	89 × 108 × 20	
時間刻み Δt [sec]	60	
計算時間 [hour]	264	
渦動粘性係数 [m^2/s]	水平	50 ($\Delta x = 10^3 m$ の時)
	鉛直	1×10^{-3}

3. 計算条件

計算領域は図-1 に示すように、東京湾を中心とし 44.5km × 54.0km とした。観測データとして、図-2 に示すように、アシカ島、妙典、葛南港、千葉灯標、千葉波浪観測塔、吾妻排水機場を使用した。計算条件を表-1 に示す。水平渦動粘性係数は、 $\Delta x = 10^3 m$ の時の値を与え、リチャードソンの 4/3 乗則にしたがって計算された値を使用した。水位は東京湾の湾口から最も近い三崎港の 2011 年 3 月 1 日 ~ 2011 年 3 月 11 日のデータを使用した。河川流量は鶴見川 23.0 m^3/sec 、多摩川 37.0 m^3/sec 、荒川 81.6 m^3/sec 、旧江戸川 76.0 m^3/sec 、養老川 6.6 m^3/sec 、小櫃川 7.2 m^3/sec とした。

4. 結果および考察

葛南港の最大水位を図-3、吾妻排水機場の最大水位を図-4 に示す。また、3 月 11 日 15 時 ~ 21 時の各地点における計算結果と実測値を図-5 ~ 図-10 に示す。

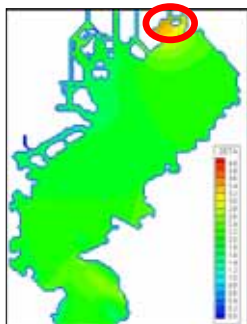


図-3 葛南港(18:20)

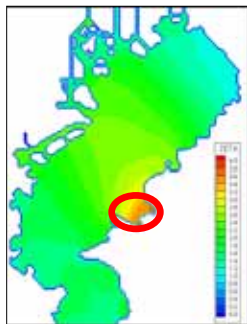


図-4 吾妻排水機場(17:50)

(1) 東京湾内への浸入特性

津波は、アシカ島から吾妻排水機場、千葉灯標、千葉波浪観測塔の順に通過した後、妙典に到達する。湾口にあたるアシカ島に第1波が到達したのは15:50、第2波が到達したのは17:00である。また、アシカ島から湾奥である妙典に、第1波は1時間40分で到達し、第2波は1時間半で到達した。このことから、第1波よりも第2波の方が高流速で浸入していたことがわかる。また、全地点で第1波より第2波の方が高い水位を示した。

各地点第2波の実測値は、アシカ島 2.40m、妙典 2.98m、葛南港 4.36m、千葉波浪観測塔 2.93m、千葉灯標 2.75m、吾妻排水機場 4.02m と葛南港と吾妻排水機場が 4m を越える水位である。計算結果では差が生じたものの、葛南港と吾妻排水機場は 3m を越え、他の4地点と比べて高い水位を示した。しかし、吾妻排水機場手前のアシカ島や葛南港手前の千葉波浪観測塔、千葉灯標ではこのような高い水位が見られないことから、地形の影響による現象と考えられる。

(2) 実測値と計算結果の比較

アシカ島、妙典、千葉波浪観測塔、千葉灯標の4地点において、津波による水位変動を適切に再現したが、葛南港、吾妻排水機場ではピーク時の水位で差が生じる結果となった。

5. まとめ

本研究では、2011年東北地方太平洋沖地震による東京湾千葉県側における津波の浸入メカニズムについて解析を行った。その結果、葛南港と吾妻排水機場で実測値と同様に高い水位が見られた。

参考文献

- 1) MECOceanMod : <http://mee.k.u-tokyo.ac.jp/mec/model>
- 2) 海上保安庁 : <http://www.kaiho.mlit.go.jp>
- 3) 気象庁 : <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

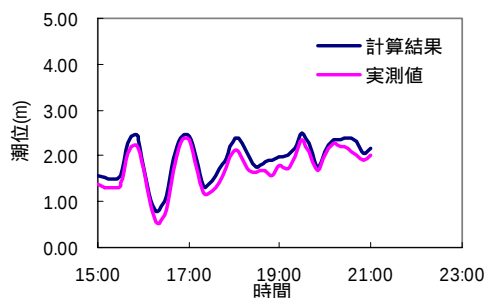


図-5 アシカ島の水位変動

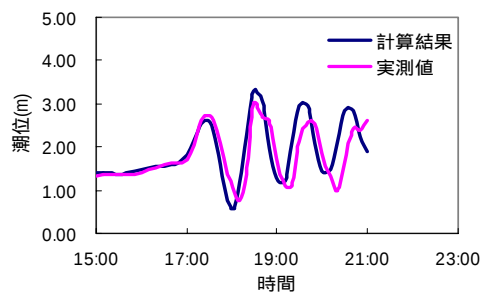


図-6 妙典の水位変動

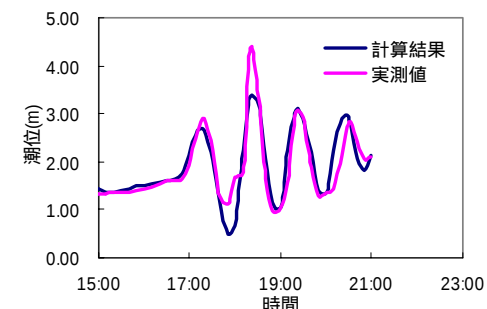


図-7 葛南港の水位変動

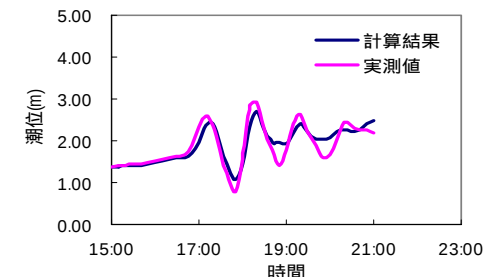


図-8 千葉波浪観測塔の水位変動

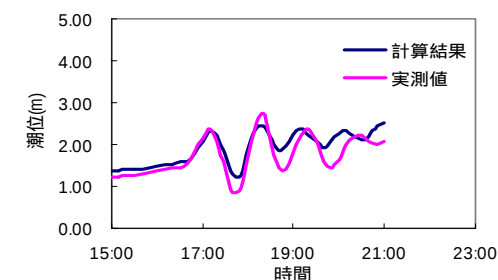


図-9 千葉灯標の水位変動

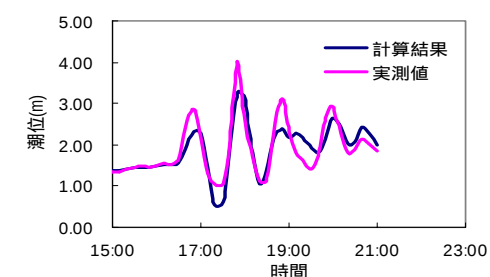


図-10 吾妻排水機場の水位変動