

## 地盤嵩上げによる津波リスク低減効果の検討

茨城大学 学生会員 ○中野敬太  
茨城大学 正会員 信岡尚道

### 1. 背景と目的

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による津波では、東北、関東を中心に甚大な被害をもたらした。このような甚大な被害をもたらした原因は、これまでの想定をはるかに超える規模の津波であったことが挙げられる。今後の津波対策においては、地震や津波は自然現象であることから、東北地方太平洋沖地震のさらに想定を超える規模のものが来襲することは否定できないということを踏まえた上で、不確実性を考慮し被害が大きくなる可能性についても十分に視野に入れて想定地震・津波を検討することが重要視される。

これまでハザードマップは過去最高規模の津波の場合で記載されていたため、津波被害のイメージが固定化されてしまい、想定以上の津波が来襲した場合に対応できなくなってしまう。この問題点を改善するために、比較的発生確率の高い小規模な津波から、発生確率が極めて低い大規模な津波までを対象として、確率的津波ハザードマップを整備することが必要であると考えられる。

本研究では、鍋谷(2012)<sup>1)</sup>による再現期間ごとの津波高(以下再現確率津波高)を基準とし、複数の規模の津波を対象として被害量の算定を行う。その後、海岸堤防と地盤のかさ上げの組み合わせによる津波減災効果を算出し、東日本大震災の浸水記録と津波数値計算結果を比較した上で、最適な津波防災対策の組み合わせを検討する。

### 2. 計算手法

#### 2.1 計算手法・条件

本研究では津波計算プログラムとして、東北大学(後藤ら, 1982)が開発した Leap-frog 法<sup>2)</sup>を用いて近似的に計算する手法を用いた。支配方程式は以下の通りである。本研究の津波数値計算の主な条件は表 1 に従って行った。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (3)$$

$x, y$  : 水平座標  $t$  : 時間座標  $D$  : 全水深

$\eta$  : 静水面からの水位上昇量  $M, N$  : 流量 flux

$g$  : 重力加速度  $n$  : Manning の粗度係数

表 1 計算条件

対象領域	阿字ヶ浦海岸
計算格子間隔	2592m~12mメッシュの計6種類
波源モデル	藤井・佐竹モデル(ver.4.2)
潮位	茨城県の期望平均満潮位(T.P.+0.7m)
計算時間	地震発生後150分
計算時間間隔	$\Delta t=0.1$ 秒
境界条件	沖合:自由透過境界 陸上:岩崎・真野(1979)の遡上境界条件
海岸構造物	12mメッシュの領域のみ堤防を考慮 県道6号、高さ(T.P.+3m, T.P.+6m)の堤防は破壊しないものとした
土地利用区分	考慮しない

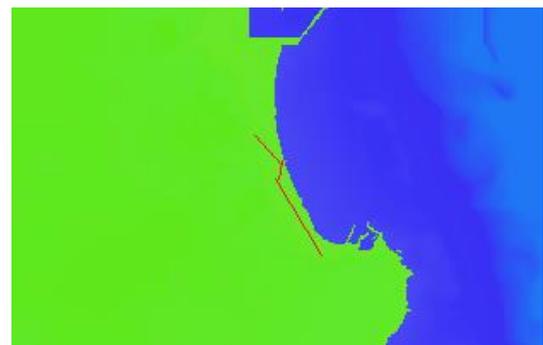


図 1 嵩上げの位置

### 3. 津波浸水域予測計算

#### 3.1 再現性手法

津波浸水域予測計算の結果が実際の現象と近いものであるかを確認するために、本研究では以下の相田(1977)による幾何平均  $K$  値および幾何標準偏差  $\kappa$  値を用いて、再現性の評価を行った。これらの指標は  $0.95 \leq K \leq 1.05$ ,  $\kappa \leq 1.45$  の条件を満たせば十分な再現性を満たしていると評価できる。

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i \quad (4)$$

$$\log \kappa = \left[ \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - n(\log K)^2 \right\} \right]^{1/2} \quad (5)$$

$n$  : 地点数,  $K_i = R_i/H_i$ ,  $R_i$  :  $i$  番目の地点での痕跡値,

$H_i$  :  $i$  番目の地点での計算値

キーワード 津波 ハザードマップ 嵩上げ 津波計算プログラム 幾何標準偏差

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学 日立キャンパス TEL0294-38-5004

3.2 再現性評価結果

本研究では、鍋谷(2012)<sup>1)</sup>による再現期間ごとの津波高(以下再現確率津波高)を基に再現性確認を行った。痕跡値は東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ<sup>3)</sup>の調査結果を用いた。表2に表すように地盤すべり量0.96でK値, k値ともに間の指標の条件を満たした。

表2 再現性評価結果

地点数	地盤すべり量 0.96倍	
	K	k
24	0.98	1.19

3.3 浸水予測結果

図2は再現期間と浸水面積の関係を示しており、図3は再現期間ごとの浸水域を示している。これらの結果より、発生確率が低い、つまり津波の規模が大きいほど、浸水域が広がることがわかった。再現期間100年の津波では浸水域はあまり広がらないのに対し、再現期間1000年の津波では、漁港への浸水が始まり、浸水域が広がり始める。再現期間10000年の津波では背後地にまで氾濫し始め、急速に浸水域が広がっていく。再現期間400~800年とされている東北地方太平洋沖地震よりも規模の大きい、再現期間1000年以上の津波が来襲した際には、非常に広い範囲で浸水が起こることがわかった。

図2からわかるように嵩上げをすることで津波の浸水範囲を抑えることができることが分かった。再現期間100年の津波は、嵩上げた地点まで届いていないと考えられるために変化が小さかったと考えられる。再現期間10000年の津波は、津波の規模が大きいため嵩上げを越流してしまったために変化が小さかったと考えられる。

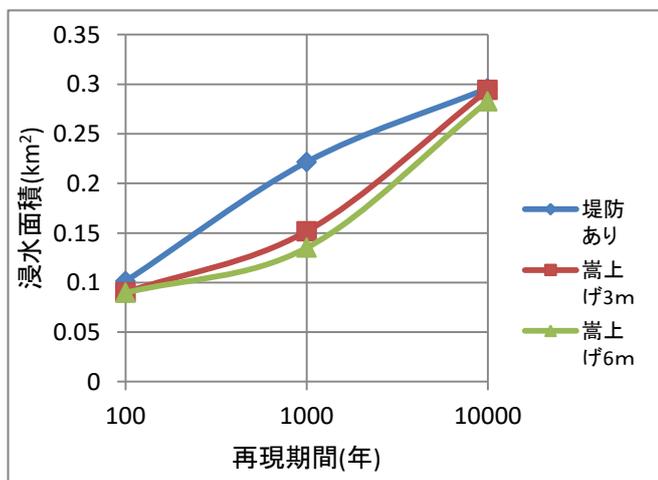


図2 再現期間と浸水面積の関係

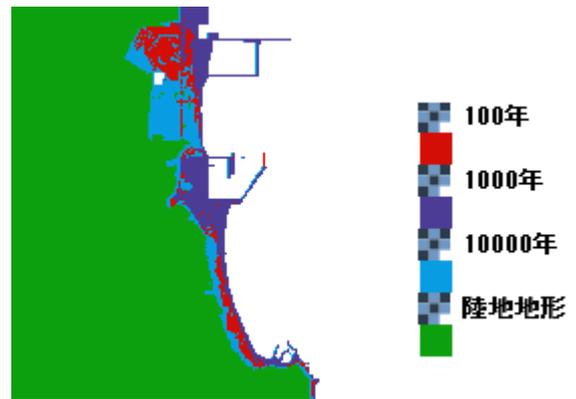


図3 浸水域予測図

4. まとめ

本研究では、再現期間ごとの津波浸水域予測を行う。津波リスク評価手法の検討を行い、以下のことが可能なことを示した。

再現確率津波高ごとに津波浸水面積および津波による被害量を求めることで、津波規模の増大と浸水域の拡大の関係、津波規模の増大と被害量との関係を、定量的に示すことができ、それぞれを地図化することで視覚的に表すことも出来る。

以上より、本研究で検討した津波リスク評価手法で、津波リスクを定量的かつ視覚的に評価することが基本的に可能であると言えた。

今後の課題としては、嵩上げパターンを増やして、嵩上げによる津波防災効果の再検討を行い、そのプログラムに建物情報を組み込み、建物被害リスク評価を検討する。想定外の津波への対応などの問題点の改善にもつながる、新たな防災対策として活用できると考えられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25350503(基盤研究(c)「不確実性を考慮した確率的沿岸浸水リスクの時空間評価手法開発と評価結果の活用方法」)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 鍋谷泰紀(2012):極値統計の不確実性を考慮した確率的津波ハザードマップ, 平成24年度茨城大学修士論文
- 2) 後藤智明,小川由信(1982): Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法,東北大学工学部土木工学科
- 3)東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによる速報値(2016年11月26日参照)

<http://www.coastal.jp/tjt/>