

2011 年東北地方太平洋沖地震津波のいわき市沿岸部における再現計算

茨城大学 学生会員 ○鈴木 拓未

茨城大学 正会員 信岡 尚道

福島工業高等専門学校 客員教授 フェロー会員 霜田 宜久

1. 研究の背景

東北地方太平洋沖地震に伴う津波の被害を受け、中央防災会議では防護レベルと減災レベルに分類する新たな津波対策の方針が示された。また、国土交通省は、ハード・ソフトの施策を総合した「津波防災まちづくり」の考え方を示した。壊滅的な被害を受けた福島県いわき市薄磯地区では、震災復興土地地区画整理事業によりハード・ソフトを複合した多重防御による「津波防災まちづくり」が進められている。地盤高 25m 程の高台や地盤高 10m 程の防災緑地が造成され、定性的には安全性が大幅に向上されていると判断できる。しかし、定量的な評価はされておらず住民の安全性に不安が残る。したがって、様々な規模の津波を想定し、住民の安全性に対する定量的な評価が必要となる。

2. 研究の目的

本研究では、福島県いわき市薄磯地区を対象に、堤防を有する復興後の地形に対して津波数値計算を行い、津波に対する住民の安全性を定量的に評価することを目的とする。

3. 津波数値計算

3.1 計算手法

本研究での津波数値計算は、海底面の摩擦と移流を考慮した非線形長波理論を基礎式とし、leap-frog 法で差分化し、近似的に解くことで計算結果を得た。支配方程式を以下に示す。

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

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

η : 水位, M : 線流量, x : 空間座標, g : 重力加速度, t : 時間座標, D : 全水深, n : マニングの粗度係数

3.2 計算条件

本計算における計算条件の諸元を表 1 に示す。断層モデルについては、東北地方太平洋沖地震の断層を再
キーワード 津波 ハザードマップ いわき市

現した藤井・佐竹モデル ver.4.2¹⁾を参考とし、40 枚のパネルを設定し、パネル毎に断層パラメータを与えた。再現計算における潮位条件に付いては気象庁が公開している潮位表²⁾より 2011 年 3 月 11 日 15 時の予測潮位 TP-0.59m とした。

解析領域	北海道から千葉県総付近までの太平洋
メッシュ構成	大領域1350→中領域450m →小領域150m→詳細領域50m
基礎方程式	非線形長波理論
計算スキーム	スタガード格子, リープ・フロッグ法
初期変位量	Mansinha and Smylieの方法
境界条件	沖側: 自由透過, 陸側: 遡上を考慮
越流条件	防波堤: 本間公式, 護岸: 相田公式
計算時間	津波発生後80分間

表 1 計算条件

4. 再現計算

4.1 再現性の確認⁴⁾

再現性の確認は、東北大学災害科学研究所 IRIDeS が公開している津波痕跡データベースより、東北地方太平洋沖地震後に測定された信頼度 A, TP 基準の痕跡高と計算結果の値とを用いて、相田 (1977) の空間的な適合度を表す指標である幾何平均 K および幾何標準偏差 κ を算出し評価した。算出式を以下に示す。

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log Ki$$

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

広域の K, κ については、津波の初期水位である地盤変位量に補正係数として倍率を与え、代表地点での津波高を調整することで再現性の目安である $0.95 < K < 1.05$, $\kappa < 1.45$ の条件を満たすようにした。

本研究では、薄磯地区および隣接する豊間地区を対象に再現性を評価した。詳細領域におけるメッシュのサイズが 50m と粗く、山の領域に含まれる痕跡地点の

値は、津波の進行方向上の隣りあう座標を読み取ることとした。

4.2 再現計算の結果

相田(1977)の指標を用いて再現性を確認するために、津波痕跡データベースより、薄磯地区および豊間地区の痕跡高を参照した、薄磯地区では10地点、豊間地区では13地点の痕跡地点が確認されている。しかし、豊間地区内の南側に位置する3地点が詳細領域外にあることから除外し、計20地点の痕跡高を用いて指標を適用した。補正係数1.0で幾何平均 $K=1.004$ 、幾何標準偏差 $\kappa=1.083$ となり、条件を満たし再現性が確認された。

薄磯地区(図1上部)と豊間地区(図1下部)の東北地方太平洋沖地震津波の再現計算の結果を図1、図2に示す。図1は、計算時間80分間に来襲した津波から最も高い浸水高のみを抽出したものである。図2は、痕跡地点を北側(左側)から順に並べて痕跡高と計算値を比較したものである。図2より、薄磯地区よりも豊間地区の方で高い痕跡高が見られる。また、図1においても豊間地区の方で浸水高が高くなる傾向が見られる。地点によっては、浸水高に3m程の差が見られるが、全体の傾向としては、概ね一致している。

薄磯地区では、実際の津波で地区のほぼ全域が浸水している、計算結果においてもほぼ全域の浸水が確認できる。一部で山を遡上し、浸水高が高くなっている箇所も見られ、地形の特徴を良好に再現できているものと考えられる。

5. まとめ

東日本大震災以前の地形データを用いた津波再現計算において薄磯地区および豊間地区で良好な再現性を得られた。しかし、メッシュが50mと粗いため、対象地区の詳細な地形を再現できていない。薄磯地区と豊間地区を比較し、震源に近い薄磯地区よりも豊間地区の方で浸水高の高い傾向が見られた。

今後は、復興後の高台、嵩上げ、防災緑地、堤防などを考慮した薄磯地区の地形データを作成し、さらに、詳細領域のメッシュをより細分化して浸水計算を行い、定量的な津波リスクの評価に取り組んでいきたい。

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。

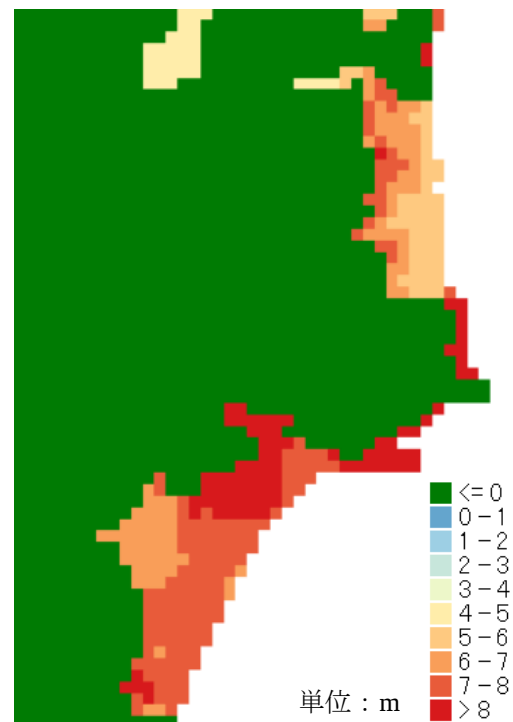


図1 浸水高

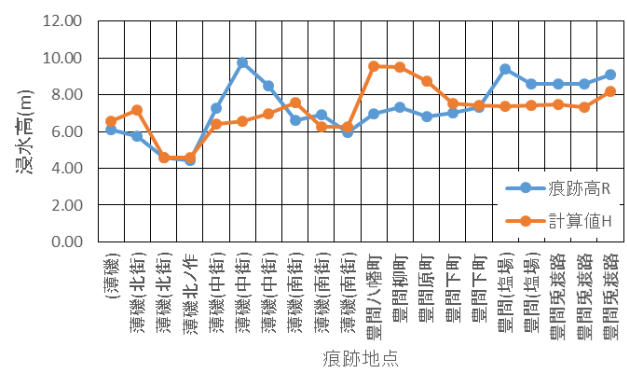


図2 痕跡高と計算値の比較

6. 参考文献

- 1) Yushiro Fujii, Kenji Satake, Shin'ichi Sakai, Masanao Shinohara, and Toshihiko Kanazawa(2011): Tsunami source of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Earth Planets Space, 63, 815-820
- 2) 気象庁 潮汐・海面水位のデータ 潮位表
<http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php> (2017年1月12日参照)
- 3) 中央防災会議において検討された地震動及び津波に係る公開データ(参考資料)
- 4) 尾上義行(2015):原子力発電所の安全基準を用いた広域的な津波浸水・被害想定手法, 平成26年度茨城大学卒業論文