

福島県における復興事業後の残余津波リスク分析

茨城大学 学生会員 ○鈴木 拓末
茨城大学 正会員 信岡 尚道

1. 研究の背景

東日本大震災以後、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。比較的発生頻度の高い津波に対しては堤防などで防御し、それを超えるような最大クラスの津波に対しては避難やまちづくりによる減災で対応することで、最低限人命を守るという考え方である。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。海拔25m程の高台やT.P.+10.2m程の防災緑地、T.P.+7.2mの堤防が造成され、定性的な安全性の向上が見られる。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、復興事業後のリスクを定量的に評価する必要がある。また、その事業の長期的な費用対効果を算出し、津波防災施設として最適な規模であるのか検討する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、福島県沿岸部地域の復興事業後の定量的なリスク評価および長期的な費用対効果の分析を行い、残余リスクを明示し、最適な規模の津波防災施設であるのか検討することを目的とする。

3. 確率論的津波ハザード解析手法

3.1 ロジックツリー手法

Annakaら(2007)¹⁾は、自然災害の様々な不確定性を考慮できる手法としてロジックツリー手法を示した。手法による解析結果は、津波ハザード曲線で表され、確率を考慮した津波ハザード解析²⁾が可能となる。

本研究では、東北地方太平洋沖地震の津波を想定し、ロジックツリー分岐と重みを設定³⁾する。津波数値計算を行い、ロジックツリー分岐経路毎に1本の津波ハザード曲線を作成する。全経路に設定した重みを乗じ足し合わせることで平均津波ハザード曲線を得ることができ、特定地点における津波高の想定を確率論的に

示すことができる。ロジックツリーの分岐設定を図1に示す。

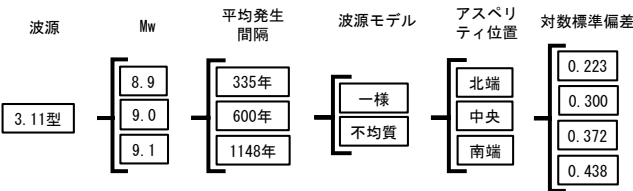


図1 ロジックツリー分岐

3.2 津波数値計算手法

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。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = 0 \tag{1}$$

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

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

3.3 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現した藤井・佐竹モデル ver.4.2⁴⁾を用いる。

表1 計算条件

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aggered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

3.4 対象地区

復興事業の規模を比較する目的で、福島県薄磯地区及び隣接する豊間地区と沼ノ内地区を対象とするが、代表ケースとして薄磯地区について記述する。

キーワード 津波 ハザードマップ いわき市 復興事業

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学大学院都市システム工学専攻 TEL 0294-38-5173

4. 確率論的津波ハザード解析結果

4.1 津波ハザード曲線の作成

図2に薄磯地区の平均津波ハザード曲線を示す。

これより、年超過確率に対応した津波高を求めることができる。評価地点における津波高をすべり量のパラメータを調整し合わせることで、津波の規模を評価することができる。他2地区も同様に行う。

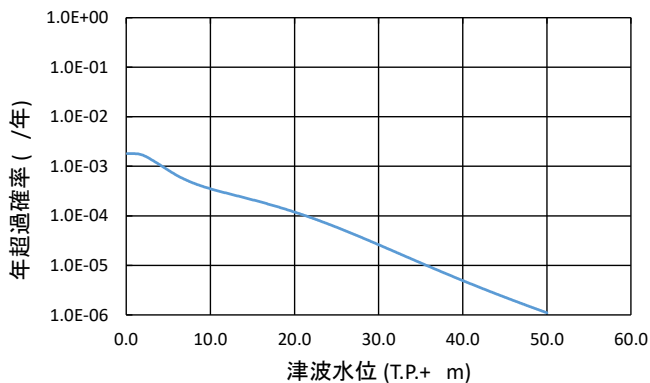


図2 平均津波ハザード曲線

4.2 津波浸水想定

平均津波ハザード曲線を用いて1000年、5000年、10000年、20000年、30000年に一度の規模を想定し、復興後の地形に対する津波数値計算を行った。図3に結果を示す。

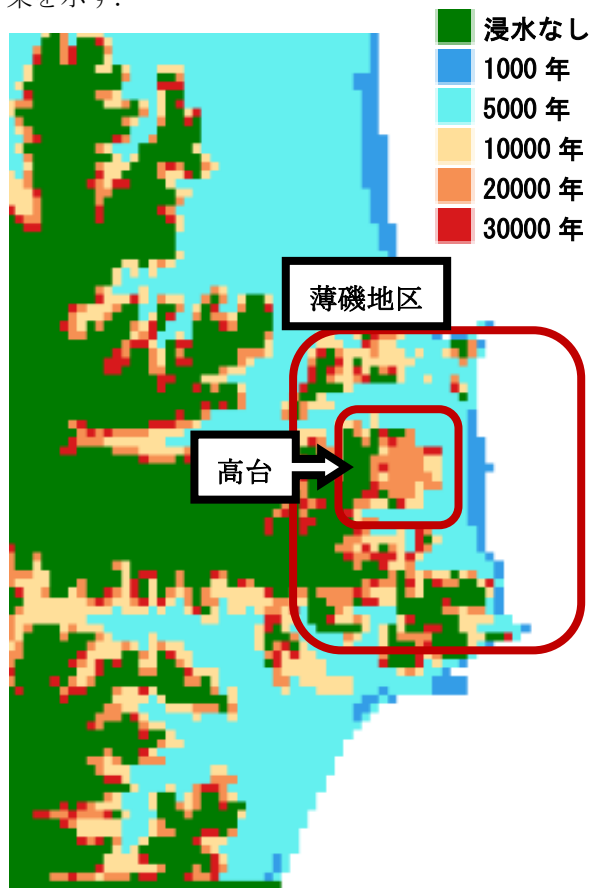


図3 浸水域図

薄磯地区で実施された津波防災施設を含む復興事業の効果を以下にまとめる。

・堤防(T.P.+7.2m)

1000年に一度起こりうる津波に対しては、物理的に防御可能である。津波ハザード曲線より、2000年に一度の規模では堤防を越流すると想定される。

・防災緑地(T.P.+10.2m)

5000年規模の津波では、越流する結果となった。津波ハザード曲線より、3000年規模の津波で越流し、背後の居住地に被害をもたらすことが想定される。

・高台(海拔25m)

20000年規模の津波で高台への浸水が生じる結果となった。津波ハザード曲線より、17000年規模を超えると高台への浸水が生じることが想定される。

有事の際には高台への避難が想定されていることから10000年規模の津波までは、高台避難により人命を守ることができるという結果を得られた。

5. まとめ

薄磯地区の復興事業に係る津波防災施設は、防護レベルを超える安全レベルがあることが定量的に示された。今後の課題として、豊間地区、沼ノ内地区の結果と復興事業に対する費用対効果を検証し、復興事業規模の妥当性評価を検討することが挙げられる。

6. 参考文献

- 1) Annaka T., K. Ssatake, T. Sakakiyama, K. Yanagisawa, and N. Shuto (2007) : Logic-tree Approach for Probabilistic Tsunami Hazard Analysis and its Applications to the Japanese Coasts, Pure and Applied Geophysics, Volume 164, Issue 2, pp 577-592
- 2) 原子力土木委員会(2011): 確率論的津波ハザード解析の方法(2017.1.27 閲覧),
- 3) 尾上義行(2017): 高頻度から極低頻度までの広域的な津波評価におけるロジックツリー手法の適用可能性 平成28年度茨城大学修士学位論文
- 4) 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