

多角的な費用便益に基づく津波減災におけるハード対策の選択に関する検討

茨城大学 学生会員 ○中野 敬太
茨城大学 正会員 信岡 尚道

1. 研究の背景・目的

東北地方太平洋沖地震の被害を受けて、中央防災会議は防災レベル(L1)と減災レベル(L2)に分類する方針が示された。比較的高頻度の津波に対しては、堤防や地盤嵩上げなどによって完全防災をし、それを超える低頻度の津波に対しては、避難やまちづくりによる減災で対応することで被害を縮小し、最低限人命を守るという考え方である。しかし、この指標が示されているにも関わらず、現在の整備されている防災設備の中で、L1津波を超えるものに対して防災を目指した防災施設や、L1津波に対して完全防災を基準とした防災施設など、地域や都道府県によって防災レベルがさまざまであり、格差が存在する。また、このような背景の中、異なる防護レベルに対して、どの程度の防災施設が最適であり、費用便益や残余リスクなどの評価指標による比較研究を行っているものが存在しない。

そこで本研究では、復興程度の違いのある地域を対象とし、対象地点における資産・財産に着目する。そして、低頻度から高頻度の津波を想定し、リスク評価及び長期的な費用対効果の分析を行い、残余リスクを明示する。その上で比較し、最適な規模の津波防災施設の検討を目的とした。

この研究により今後、巨大地震津波災害に対して最適な津波防災施設の建設する上で一つの指標として活用できる。

2. 確率論的津波ハザード解析手法(以下、PTHA)

PTHA手法¹⁾として、Annakaら²⁾はロジックツリーを用いて自然災害の様々な不確定性を考慮する手法(以下、ロジックツリー手法とする)を示している。解析結果は津波ハザード曲線で表される。津波ハザード曲線はロジックツリーの分岐選択により決定される一経路につき一本作成されるものであり、一本の津波ハザード曲線により偶然的ばらつきが考慮され、津波ハザード曲線群の幅により認識論的不確定性が考慮される。この手法を参考とし、5つの波源を想定したロジックツリー分岐を設定し、津波数値計算を実行する。得られた最高津波高の値を中央値に、ロジックツリー分岐で

設定した標準偏差を適用し、対数正規分布化を行うことでロジックツリー経路シナリオにおいて津波ハザード曲線群を作成する。この津波ハザード曲線群をロジックツリー分岐毎に設定した重みを考慮して平均化することで平均津波ハザード曲線を得ることができる。これにより、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。

3. 確率論的津波ハザード解析条件

3.1 対象地区の選定

本研究では、茨城県沿岸地域(大津港、大洗、波崎の3地点)及び鈴木(2017)⁴⁾が算出した福島県いわき市沿岸を対象として比較検討を進める。防災レベルの異なる2地域を比較対象とし、選定した。

3.2 ロジックツリーを用いた津波数値解析手法の設定項目

本研究では、対象波源を除き尾上(2017)⁵⁾のロジックツリー分岐の設定に従う。尾上(2017)が構築したロジックツリーを図1に示す。

対象波源は、以下の5つとする。分岐の設定については原子力土木委員会⁶⁾の手法に従った。

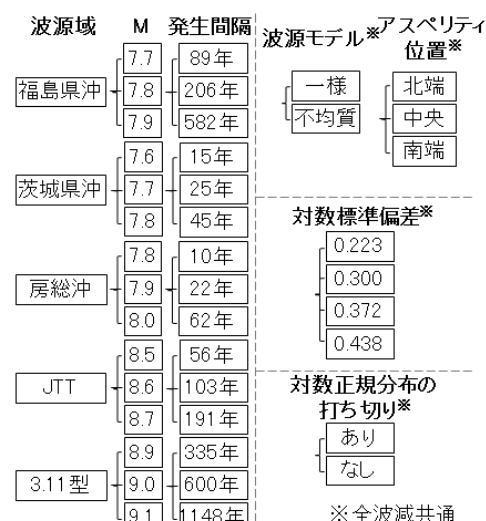


図1 茨城県沿岸を対象のロジックツリー分岐⁵⁾

4.3 津波数値計算手法

本研究での津波数値計算⁵⁾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.

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

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

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

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

4. 確率論的リスク評価

4.1 津波浸水想定

100 年, 200 年, 500 年, 1000 年, 5000 年, 10000 年に一度の規模を想定し, 復興事業後の 津波数値計算を行った. 図 2 に代表地点として茨城県沖波源における大洗地区の浸水域の結果を示す.

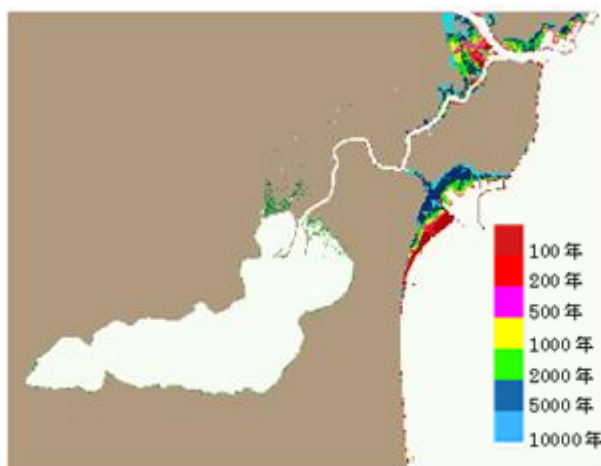


図 2 大洗の浸水域図

大洗地区で実施された津波防災施設を踏む区復興事業後の効果を以下にまとめる.

- ・大洗港の堤防嵩上げ(T.P.+7.0m)

復興前は 1000 年に一度規模以上の津波が堤防背後に越流していたのに対し, 復興後は 2000 年に一度以上の津波が越流すると想定される.

- ・大洗海岸の堤防設置(T.P.+4.0m)

復興前と比べ復興後は津波浸水面積が大幅に減少すると想定される.

4.2 被害家屋推定

津波浸水想定によって得られた結果を用いて, 大洗地点における建物被害推定を行った図 3 に茨城県波

源における大洗地点の建物被害棟数を示す. 大洗地点における建物総棟数は 49361 棟である.

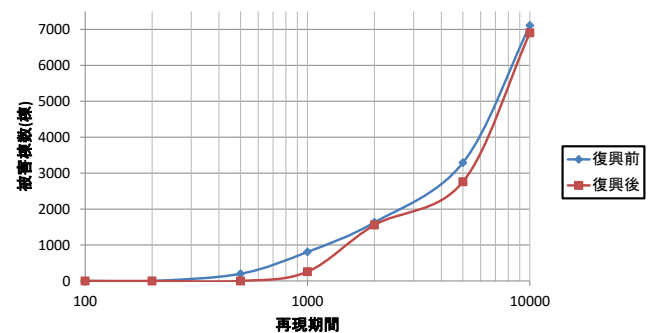


図 3 大洗地点の被害家屋推定結果

復興後の再現期間 10000 年における建物被害棟数は 6903.1 棟であることから全体の 14.0%に相当する. 復興前は再現期間 200 年まで被害を受けていないのに対し, 復興後では, 再現期間 500 年まで被害を受けないと想定される. 全体的に復興事業を行うことで, 建物被害を抑制できると想定される.

5. まとめ

大洗地区における復興前後での被害状況の違いを定量的に示せた. 今後は, 茨城県全域に範囲を広げ, 費用便益を考慮に入れながらさらなる検討を進めていく.

6. 参考文献

- 1) 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),
- 2) 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
- 3) 藤間功司・樋渡康子(2013): 津波防災施設の最適規模と残余リスクを明示する手法の提案, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.69, No.4(地震工学論文集第 32 巻), I_345–I_357
- 4) 鈴木拓己(2018): 福島県における復興事業後の残余リスク分析 平成 29 年度茨城大学修士学位論文
- 5) 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
- 6) 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