

海岸林を活用した津波多重防御の可能性の検討 -宮城県岩沼市を対象として-

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○大平 浩之
東北大学災害科学国際研究所 正会員 林 晃大
東北大学災害科学国際研究所 正会員 山下 啓
東北大学災害科学国際研究所 正会員 今村 文彦

1. はじめに

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震津波は岩手県、宮城県、福島県を中心とした沿岸部の地域に甚大な被害を与えた。震災の教訓を踏まえて、多重防御の考えに基づき、被害軽減のための様々な機能を整備することが望まれている。この中で、海岸林も取りあげられ、多くの被災地域で海岸林を活用した多重防御の津波防災地域づくり整備事業が進められている。例えば、宮城県岩沼市は、海岸林、防潮堤 (T.P.+7.2m)、千年希望の丘 (避難丘 15 基 (T.P.+11m)、園路 (T.P.+3.5m))、貞山堀 (T.P.+3.7m)、嵩上げ道路 (T.P.+4.5m) といった複数の防災施設の整備が進められているが、多重防御の最適な規模や組み合わせについては、詳細な検討が必要であると考えられる。そこで、本研究は、宮城県岩沼市を対象として、多重防御整備事業についていくつかのシナリオを設定して津波数値解析を行い、津波減衰に効果的な多重防御のあり方について検討する。

2. 対象地域

本研究は、図 1 に示す宮城県岩沼市を対象地域として行う。宮城県岩沼市は多重防御整備事業が進められており、現在、沿岸部に 7.2 m の防潮堤が整備され、内陸部には 4.5 m の嵩上げ道路が計画されている。加えて、官民挙げた植林活動や「千年希望の丘」などの整備が行われている。この丘は、松島湾内の島群の存在により津波を減衰させたこと、岩沼海浜緑地内の高さ約 10 m の丘に避難したことで人命を救ったことを教訓として計画された岩沼市特有の防災施設である。

3. 津波数値解析

津波減衰に効果的な多重防御整備のあり方について検討するために、地形特性、施設や防潮林を取り入れて津波遡上の数値解析を行った。

3-1. 東北地方太平洋沖地震津波の再現計算

岩沼市に最適な断層モデルを決定するために、Satake

表 1. 各波源モデルの K - κ 値

	JNES	satake et al. (2013)	東北大モデル ver1.2
幾何平均 K	0.4562	0.6283	0.5602
幾何標準偏差 κ	1.9414	1.9255	1.8910

ら (2013)、東北大モデル Ver1.2、JNES モデル (杉野ら (2013)) の三つのモデルで東北地方太平洋沖地震津波の再現計算を行った。空間格子間隔及び計算時間間隔を、それぞれ、5.0 m 及び 0.1 s とした。

海岸林モデルとして、今井ら (2009) の仙台平野の樹木諸元の平均値を用いた。津波が海岸林域を遡上する際の抗力は、原田・河田 (2005) にて提案されている等価粗度モデルを適用した。本検討は海岸林の倒伏を考慮しており、樹木の倒伏限界モーメントは川口ら (2013) を基に設定した。

東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループの調査点 109 箇所 (岩沼市周辺) における痕跡高と解析結果を用いて、表 1 に示す各モデルの幾何平均 K と幾何標準偏差 κ (相田, 1976) を算出した。その結果、いずれのモデルも、土木学会による推奨値 ($0.95 < K < 1.05$, $\kappa < 1.45$) を満足していないことがわかった。そこで、計算値と痕跡高のばらつきである κ 値が最小となった東北大モデル Ver1.2 をスケーリングした波源を、次節におけるケーススタディーに用いることとした。この浸水深の再現性については、今後の課題でもある。

3-2. ケーススタディー 5 つのシナリオ

再現計算で採用した断層モデルである東北大モデル Ver1.2 を用いて、多重防御の最適な規模や組み合わせを検討するために、以下の五つのケースで津波数値解析を行った。Case 3~5 は、「千年希望の丘」の計画案である松島での事例を参考に設定した。また、避難丘は直径 80 m 程度、高さ 11 m を想定し、千鳥状に設置した。図 1 は Case 5 を上空から俯瞰した図である。



図 1. 岩沼市 (Case 5) Google Earth を引用

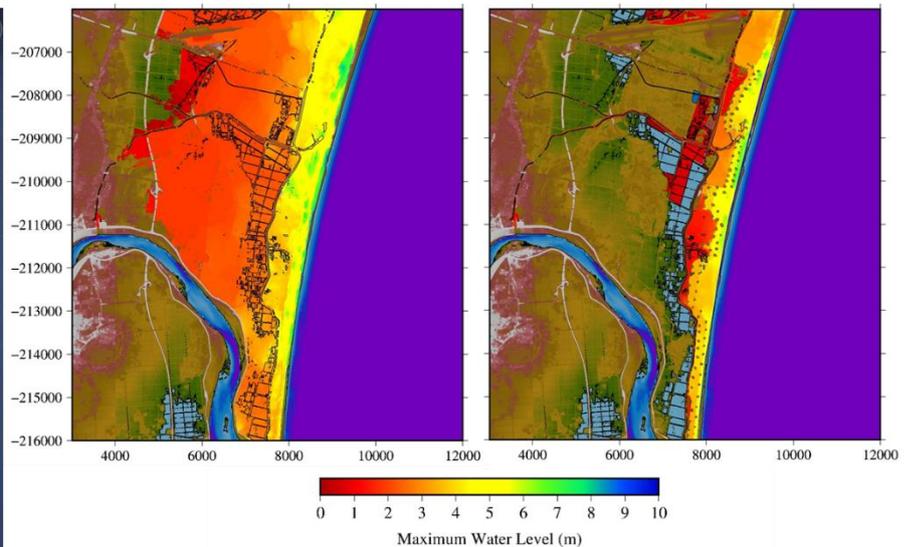


図 2. 浸水範囲比較(左: Case 1, 右 Case 5)

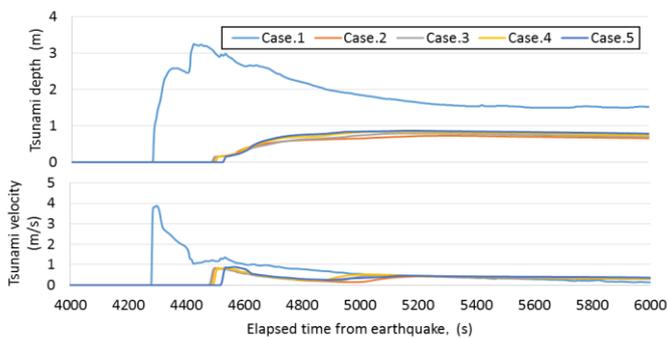


図 3. point 1 での時系列変化(上: 浸水深, 下: 流速)

- Case 1. 震災当時
- Case 2. 現況の計画 (避難丘 19 基) を実施
- Case 3. 現況の計画+避難丘 50 基増設
- Case 4. 現況の計画+避難丘 100 基増設
- Case 5. 現況の計画+避難丘 100 基増設+園路増設

図 2 に Case 1 と Case 5 の浸水範囲の比較を示す。震災当時の状況を示す Case 1 の浸水範囲を見ると、仙台東部道路まで津波の到達していることが確認できる。一方で、Case 5 は河川から若干流出しているものの、貞山堀の河川堤防で津波の流入を防いでいることが確認できる。Case 2 から Case 4 についても Case 5 と同様の傾向を示していた。

図 3 に point 1 での浸水深・流速の時系列変化を示す。ここで、point 1 における工業地帯から抽出した。図より、Case 1 に比べ、Case 2 ~ 5 は津波到達を 200 秒ほど遅延させていることがわかる。また、浸水深・流速ともに Case 2 ~ 5 に大きな変化は見られない。

以上より、現況の計画で、津波浸水域の軽減や到達の遅延の効果が十分あることが分かった。特に、防潮堤や河川堤防や嵩上げ道路などの二線堤の役割が大き

い。標高 11 m ある避難丘は完全に浸水しないため、緊急避難場所としての機能は確認出来た。避難丘や植生については、浸水域の低減については海域の島群ほどの効果は見られないが、流速や波形力の効果について今後検討していきたい。

4. おわりに

本研究では以下に示す結論が得られた。現況の計画で、津波浸水域の軽減や到達の遅延の効果が十分あることが分かった。また、標高 11 m ある避難丘は完全に浸水しないため、緊急避難場所としての機能は確認出来た。今後、浸水分布の再現や様々な津波被害への軽減に対する役割を検討したい。謝辞；整備事業の基本計画やデータについては、岩沼市からご提供を頂いた。ここに記して謝意を示したい。

参考文献

- 1) 杉野英治・呉 長江・是永眞理子・根本信・岩渕洋子, 原子力サイトにおける 2011 東北地震津波の検証, 日本地震工学会論文集, 第 13 巻, 第 2 号, pp.2-21, 2013.
- 2) Satake, K., Fujii, Y., Harada, T. and Namegaya, Y., Time and Space Distribution of Coseismic Slip of the 2011 Tohoku Earthquake as Inferred from Tsunami Waveform Data, Bull. Seism. Soc. Am., 103, 2B, pp.1473-1492, 2013.
- 3) 東北大学, 東北地方太平洋沖地震を対象とした津波シミュレーションの実施 東北大学モデル (version1.2) (オンライン), <http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/>, 2012.
- 4) 今井健太郎・原田賢治・渡辺修・江刺拓司・島貴直樹・八木智義・今村文彦, 実字形における海岸林を利用した津波減勢策-仙台湾岩沼・名取海岸を例として-, 土木学会論文集, Vol.B2-65, pp.326-330, 2009.
- 5) 原田賢治・河田恵昭, 津波減衰効果を目的とした海岸林活用条件の検討, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp.276-280, 2005.
- 6) 川口誠史・甲斐芳郎・今井健太郎・原田賢治・南幸弘・二宮栄一, 海岸林の倒伏耐力評価式の高度化, 日本建築学会 四国支部, 研究報告集, pp.31-32, 2013.