

砂丘による津波防御効果の検討

茨城大学 学生会員 ○椎名 啓

茨城大学 正会員 信岡 尚道

1 背景と目的

近年、日本では東北地方太平洋沖地震によって、多大な被害がもたらされた。特に津波による被害は甚大であり、「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」の現地調査の結果¹⁾によると、東北地域を中心に痕跡高が10mを超える地域が南北に約530kmに渡って記録されている。

津波に対しては、主に堤防などの構造物が減災に効果を発揮する。しかし、これらですべての沿岸を囲うことは、施工に要する時間、費用を鑑みれば現実的とは言いがたい。一方で、津波や高潮に対して砂丘が防御機能を有する可能性があることが知られている。砂丘と堤防を適切に配置できれば、津波対策を講じるうえでコストや景観の面で優位となる。これまで砂丘の防御機能に関して研究がなされている。最近では柳嶋ら²⁾や二瓶ら³⁾などの研究が行われている。しかし、現状では津波に対する砂丘の防御効果は対象範囲を限定した事例研究が主であり、様々な規模の砂丘、津波に対応できる一般化された防御機能評価手法や越流時の背後地の被害については明らかになっていない。

よって、本研究では砂丘に対して津波数値計算を行うことで沿岸部での津波の遡上を再現し、砂丘を含まない自然地形や堤防を有する地形を同条件で計算して比較することで、砂丘と堤防の防御効果を相対的に判断する。

2 計算手法

2.1 基礎方程式

本計算では、茨城県日立市十王町伊師の伊師浜に位置する砂丘地形を対象として津波数値計算を行う。支配方程式には非線形長波方程式を用い、leap-frog法で差分して一次元津波数値計算を行った。

2.2 計算条件

計算条件として、空間格子間隔を12m、時間格子間

隔を0.05秒とし、マンニングの粗度係数は0.025とした。

陸上への遡上は、全水深を基準として0m以下の場合を陸上のメッシュ、0mより高い場合を水没したメッシュとして、メッシュ間の流量の計算を陸上側の地盤高よりも水没側の水位が高い場合に行った。また、堤防で越流が生じる際には本間の公式を用いて処理を行った。

使用する計算手法は、宇多ら⁴⁾の砂丘高12cmの地形モデルを用いた津波遡上数計算の再現計算を行うことで再現性を確認した。

3 砂丘の津波防御効果

3.1 対象領域と条件

対象領域には、茨城県土木部河川課が所有する茨城県津波ハザードマップ作成のための地形データから砂丘を含む日立市沿岸の岸沖断面地形を選択した。図3.1は対象とする岸沖断面地形である。各軸0mの交点を静水時の汀線とした。また、鉛直軸は正が海域、負が陸域を表し、水平軸は汀線を基準として、陸側を正として水平距離を表す。

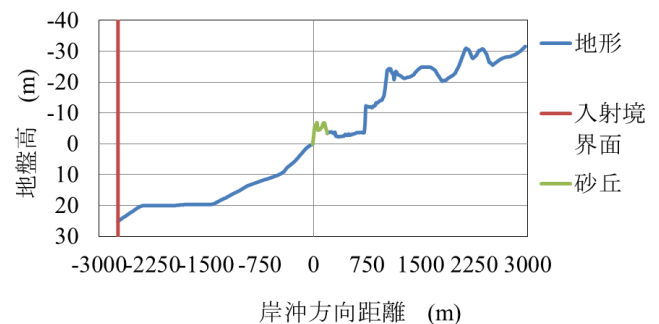


図 3.1 砂丘を含む対象領域

砂丘を持たない自然地形および堤防を有する地形との比較を行うために以下の地形条件に対しても計算を行った。砂丘を持たない自然地形(以下は自然地形)は、図3.1の砂丘地形の砂丘部分にあたる汀線から陸側に180mの範囲をその両端の地盤高を直線で結んだ一様勾

キーワード 砂丘, 津波, 遡上計算, 茨城

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部 E-mail:9iba.hji@gmail.com

配斜面に置き換えて用いた。堤防を有する地形は、自然地形に対して汀線から陸側 48m に砂丘高に合わせて天端高 6.9m を持つ堤防を設定した。

対象とした岸沖断面地形に対して、津波高を変えた孤立波を入射して一次元津波数値計算を行い、砂丘の津波防御効果とその他の地形との比較について考察した。

津波高は、鍋谷⁵⁾が行った津波浸水域計算から大洗での再現期間 100 年、1000 年、10000 年の再現確率津波高を取得し、それぞれを周期 600 秒の孤立波の津波高として図 3.1 の入射境界面から入射した。表 3.1 は各再現期間での波高を表す。

表 3.1 入射波高の諸元⁵⁾

再現期間	津波高(m)
100年	1.53
1000年	5.62
10000年	19.10

3.2 各地形条件での比較

図 3.2 は各再現期間の遡上高と遡上距離の関係である。図中では各地形で共通して左側のプロットした点から順に再現期間 100 年、1000 年、10000 年での遡上高(遡上距離が最大に達した時の水位)と遡上距離の関係を表す。また、遡上距離 48m の位置にある橙線は砂丘頂部および堤防の位置を表す。

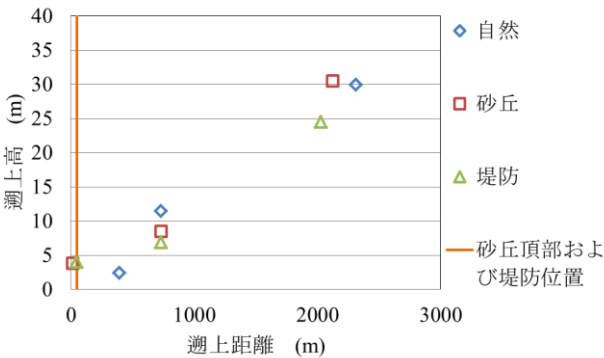


図 3.2 遡上高と遡上距離の関係

再現期間 100 年では、津波の遡上が砂丘および堤防の背後まで及んでいない。また、自然地形より遡上高が高くなるが、これは砂丘および堤防の前面が急斜面であるために津波が急激に遡上し、遡上高が高くなったと考えられる。

再現期間 1000 年では、遡上距離がほぼ等しくなる。これは、3 つの対象地形が共に 750m 付近で急斜面になっているためである。ここでの遡上高を比較すると、

自然地形に対して、砂丘地形が 73%程度、堤防を有する地形では 60%程度の高さとなり、砂丘および堤防による減災効果が発揮されていると考えられる。

再現期間 10000 年では、自然地形の遡上高に対して、砂丘地形が 102%程度、堤防を有する地形では 82%程度の高さとなり、再現期間 1000 年の津波よりも遡上高の差が小さくなった。

4 結論

対象とした茨城県日立市伊師浜では、再現期間 1000 年より小さい規模の津波に対して津波防御効果を有することが明らかになった。また、砂丘や堤防に対して津波高の大きい津波に対しては、減災効果が発揮されにくい傾向にあった。

本計算では砂丘の浸透、侵食および堤防の破壊については考慮されていないため、今後以上の要素を追加できれば、より実現象に即した防御効果の評価をし得ると考える。

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法」)の助成を受けたものです。

参考文献

1)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, <http://www.costal.jp/ttjt/>, (2014.1.20 参照)

2)柳嶋慎一, 中村聡志, 伴野雅之, 山田雅仁: 東北地方太平洋沖地震による波崎海岸における津波の遡上と地形変化, 土木学会論文集 B2(海岸工学)Vol.67, No.2, I_236-I_240, 2011.

3)二瓶泰雄, 前川俊明, 大島李香, 柳沢舞美: 宮城県名取市沿岸部における津波被害関数の推定と海岸砂丘の減災効果, 土木学会論文集 B2(海岸工学)Vol.68, No.2, pp.I_276-I_280, 2012.

4)宇多高明, 小俣篤, 横山揚久: 津波遡上の数値計算と実験の比較, 海岸工学講演会論文集, 第 55 巻, pp.197-201, 1987.

5)鍋谷泰紀: 極値統計の不確実性を考慮した確率的ハザードマップ, 平成 24 年度茨城大学修士学位論文, pp.56-57, 2013.