

津波減衰に及ぼす盛土幅と底面摩擦に関する考察

茨城大学 学生会員 ○張 瑞豊
茨城大学 正会員 信岡 尚道

1 背景と目的

日本では2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震を発生した。この地震による大きな津波を発生し、日本の太平洋側に大規模な被害を与えた。今回の東日本大震災の影響で津波に関する減災が重要になっている。重視すべきは盛土、堤防、海岸林の多重防御で津波の被害を減少させることである。実際に、名取市の閑上漁港では高さ5.6m、天端幅24m、表法勾配1:2.7、延長150m程度の人工的に作った盛土があった。この盛土で東北地方太平洋沖地震による津波を防いだとの報告がある。また、常田ら¹⁾は「盛土は従来の防潮堤を補完する二線堤あるいは代替する本堤としての活用が期待できる。」と言及している。京谷²⁾は盛土の計算のときに、盛土上の底面摩擦が浸水深を減少させる可能性を示した。

本研究の目的としては、津波に関する数値計算を行い、一定な津波高と盛土高で盛土の底面の摩擦がどのような減衰効果があるのか、また、摩擦だけではなく、盛土の幅が変わることによって津波の浸水深の減衰効果を調べることを目的とする。

2 研究手法

2.1 基礎方程式

本研究では、水深積分型の非線形長波方程式の運動方程式に渦動粘性力³⁾と海岸林抵抗力⁴⁾、家屋抵抗力⁵⁾を加えて津波数値計算を行った。以下の式(1)~(3)を示す。

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0 \quad \dots(1)$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q_x^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q_x Q_y}{d} \right) + g d \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\tau_{bx}}{\rho} + \frac{F_{tx} + F_{hx}}{\rho} - E_{vx} = 0 \quad \dots(2)$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q_x Q_y}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q_y^2}{d} \right) + g d \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\tau_{by}}{\rho} + \frac{F_{ty} + F_{hy}}{\rho} - E_{vy} = 0 \quad \dots(3)$$

ここに、 x, y : 平面座標, t : 時間, ζ : 水位, Q_x, Q_y : x, y 方向流量成分, d : 全水深 ($=h+\zeta$, h : 静水深), ρ : 水の密度, g : 重力加速度, τ_{bx}, τ_{by} : 水底摩擦応力, F_{tx}, F_{ty} : 単位面積当たりの樹林による抵抗力, F_{hx}, F_{hy} : 単位面積当たりの家屋による抵抗力, E_{vx}, E_{vy} : 渦粘性項の x, y 方向成分とする。

2.2 計算条件

計算条件として、空間格子間隔は10m、時間格子間隔は0.1秒、マンシングの粗度係数は宮城県岩沼市の土地利用に合わせ、マンシングの粗度係数を設定した。この係数は摩擦力の効果を確かめるため0.0125、0.0250と0.0500と変化させて検討した。また、本研究では、砂川⁶⁾と同じ計算方法で津波の数値計算を行った。

2.3 モデル地形

本研究の対象地形として宮城県岩沼市付近の地形を選定した。盛土幅は50m、200mに設定し、盛土幅50mの位置は3.93kmから3.98kmで、盛土幅200mの位置は3.78kmから3.98kmとした(図2.3)。

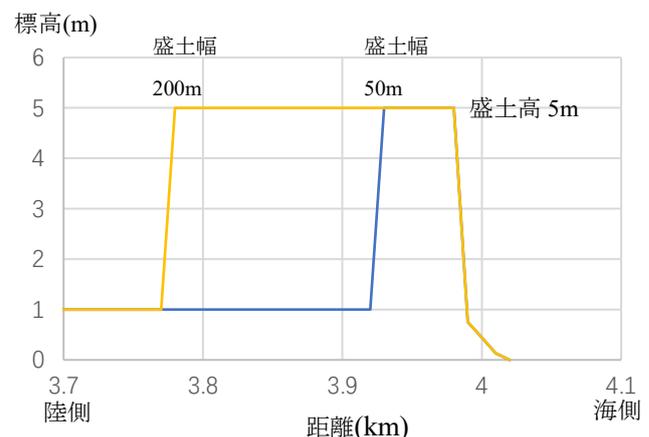


図 2.3 盛土幅の設定図

3 盛土幅と底面摩擦の変化に伴う津波の減衰効果

本研究では、各メッシュ地点における最大浸水深の図を用いて津波の減衰効果を検討した。以下の図3.1.1と図3.1.2は盛土幅、底面摩擦および最大浸水深の関係性の分布を示している。

キーワード：津波、盛土幅、底面摩擦、減衰効果

連絡先：茨城県日立市中成沢町 4-12-1

茨城大学工学部都市システム工学科 TEL：0234-38-5173

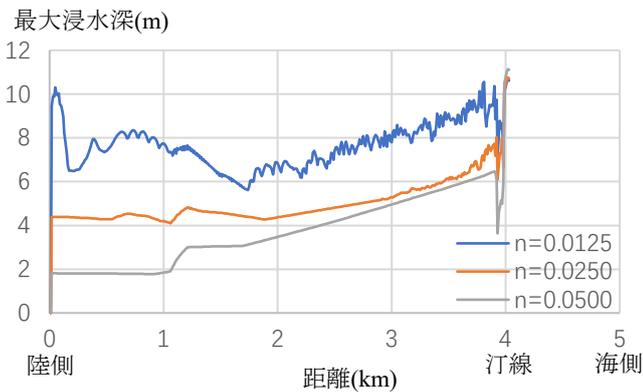


図 3.1.1 最大浸水深の空間分布（盛土幅 50m）

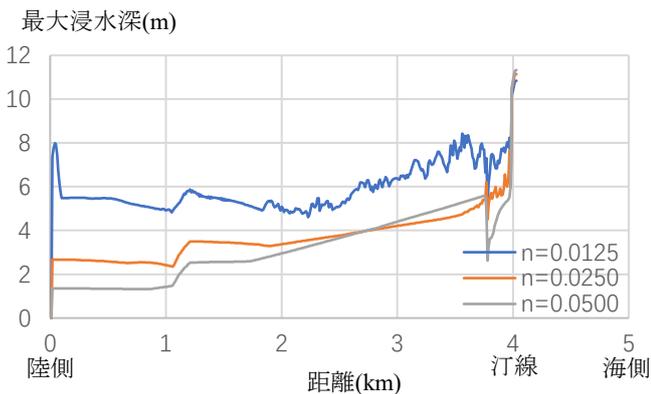


図 3.1.2 最大浸水深の空間分布（盛土幅 200m）

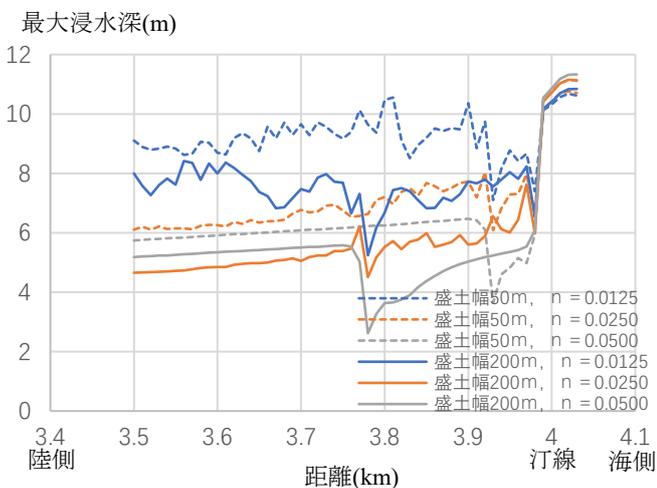


図 3.1.3 最大浸水深の空間分布（盛土付近拡大）

図 3.1.1 と図 3.1.2 にある盛土付近のところが以下の図 3.1.3 にまとめられる。図 3.1.3 から、盛土幅が 50m と 200m の場合で（実線と点線の比較）、底面摩擦が大きくなると、最大浸水深が小さくなる。また、底面摩擦が同じ場合で（同じ色の実線と点線の比較）、盛土幅が大きくなると、最大浸水深が小さくなるのがわかった。したがって、盛土幅と底面摩擦が津波の減衰効果があると考えられる。

また、盛土幅が 200m の場合に、2.72km から 3.76km

までの水平区間において、粗度係数 $n=0.0500$ の場合の最大浸水深が粗度係数 $n=0.0250$ の最大浸水深より大きいという結果が出る。それは盛土の陸側端に津波が急に下がり、計算には非常に不安定なデータが出るという原因と考えられる。

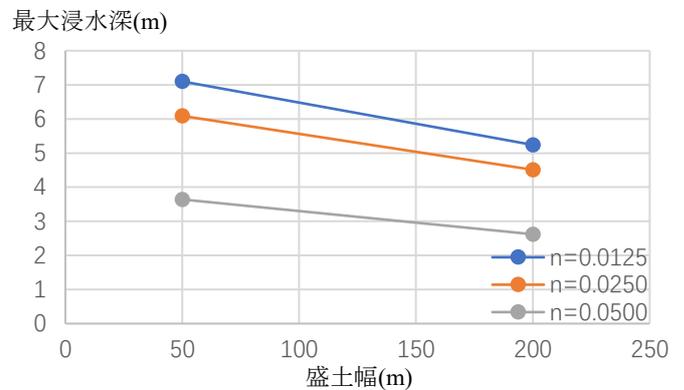


図 3.1.4 盛土の陸側端における最大浸水深の比較

さらに、盛土の陸側端における最大浸水深を整理すると、図 3.1.4 になる。図 3.1.4 から、底面摩擦が同じ場合で、盛土幅が大きくなると、約 1m から 2m まで最大浸水深が減衰する。盛土幅が同じ、底面摩擦が大きくなると、約 2m から 3m までの最大浸水深が減衰する。したがって、盛土幅より、底面摩擦が最大浸水深の減衰に大きく影響が与えられるということが明らかにした。

4 結論

本研究から、明らかになったこととして、以下のことがあげられる。

- ・盛土幅と底面摩擦に対し津波の減衰効果は確認できることの上で、底面摩擦における津波の減衰効果が大きい。

参考文献

- 1) ジオシンセティックス論文集 第 28 巻
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcigsjournal/28/0/28_259/_pdf (2018 年 10 月 20 日閲覧)
- 2) 京谷一貴, 信岡尚道, 「海岸林の津波減衰効果における盛土高と津波高の関係性」 第 45 回土木学会関東支部技術研究発表会, 2018
- 3) 高橋保, 中川一, 加納茂紀, 「洪水氾濫による家屋流失の危険度評価」, 京大防災研究所年報第 28 号-2, pp455-470, 1985.
- 4) 田中規夫, 八木澤順治, 飯村耕介, 近藤康太, 「津波による海岸林および流出家屋が家屋府外に与える影響」, 土木学会論文集 B2(海岸工学), vol.68, No.2, pp301-305, 2013.
- 5) 松富英夫, 首藤伸夫, 「津波の浸水深, 流速と家屋被害」, 海岸工学論文集, 第 41 巻, pp246-250, 1994.
- 6) 砂川 拓巳, 信岡 尚道, 「海岸林密度と盛土高の変化に伴う津波の流速減衰の定量評価」, 第 44 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, II-10, 2017