

数値計算による津波氾濫流速の再現性に関する検証

東北大学大学院

学生会員 ○ 林 里美

東北大学災害科学国際研究所

正 会 員 越村 俊一

1. 序論

津波の遡上速度(津波先端部の移動速度)および流速に関する情報は、その流体力学的特性を把握する上で重要な要素である。特に、陸域を遡上する津波の流速値は、構造物に作用する流体力・衝突力の定量的な評価を可能にするほか、建物被害予測手法の高度化にも有用である。

直接的な測定が困難である陸域の遡上速度・流速を求める方法として、浸水深の水位差から近似的に推定する手法(例えば松富・首藤, 1994)、津波目撃映像を解析して実流速を算定する手法(例えばFritz *et al.*, 2006)、津波数値シミュレーションから計算値を得る手法が挙げられる。しかし、実際の津波遡上速度・流速を測定した例は未だ少なく、津波数値計算から得られた流速値の再現性に関する検討は、少数に留まる(例えば林・越村, 2012)。

そこで本研究では、現行の津波数値シミュレーションにおける流速再現性の向上を目的として、実際の津波イベントにて算定された遡上速度・流速値と、シミュレーションによる計算値を比較・検証する。そして、津波数値計算の再現性とその問題点について論じる。

2. 実測値データと研究対象領域

本研究では、東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日発生, M_w 9.0)によって生じた津波の陸上遡上速度および流速の実測値を用いて、津波数値計算による流速の再現性を検討する。今回は、津波遡上速度・流速の実測値として、林・越村(2012)による仙台平野での解析結果を使用した。これは、仙台平野を遡上する津波を記録した空撮映像に対し、適切に幾何補正(2次元射影変換)を施すことで算定したデータである。

なお、解析対象地域は仙台市若林区藤塚(F)、名取市閑上(Y)、名取市小塚原(K)の3地域とした(図-1)。

3. 津波数値計算の概要

(1) 計算パターンの設定

既往研究では、津波遡上速度に関する再現性を向上さ

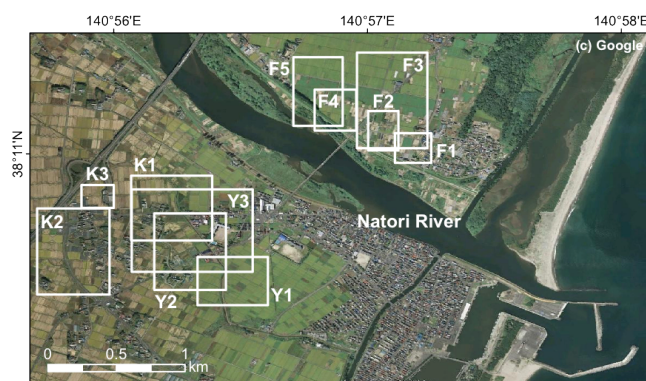


図-1 解析対象地域

表-1 津波数値計算パターン

	Manningの粗度係数		
	松林	田畑	その他
Case A (一定粗度+全建物無)	0.025		
Case B (被災前=松林有+全建物有)	0.03	0.02	0.025
Case C (被災後=松林無+残存建物有)	—	0.02	0.025

せるために、陸域の遡上計算条件を改善する必要があると示されている(林・越村, 2012)。そこで本稿では、3種類の津波数値計算パターンを設定した(表-1)。Case Aは、土地利用状況と建物を考慮しない一定粗度下での計算である。Case Bは、沿岸部の松林・土地利用状況・全ての建物を考慮した条件、即ち被災前条件下での計算である。一方、Case Cでは、津波来襲によって松林と一部の建物が流失した条件下(被災後)における計算を行った。

なお、数値シミュレーションに用いた合成等価粗度は、小谷ら(1998)と油屋・今村(2002)に基づいて設定した。

(2) 使用断層モデル

本研究では、初期条件の違いによる遡上速度・流速の再現性の差異を確認するため、今村ら(2011)の東北大学モデル(ver.1.1)、およびFujii *et al.*(2011)のFujii & Satakeモデル(ver.4.2)に対し、表-1の全てのケースを適用した。

4. 結果と検証

(1) 遡上計算条件の効果

図-2と図-3の(a)(b)から、Manningの粗度係数を一律で与えたCase Aに比べ、合成等価粗度を設定したCase B・

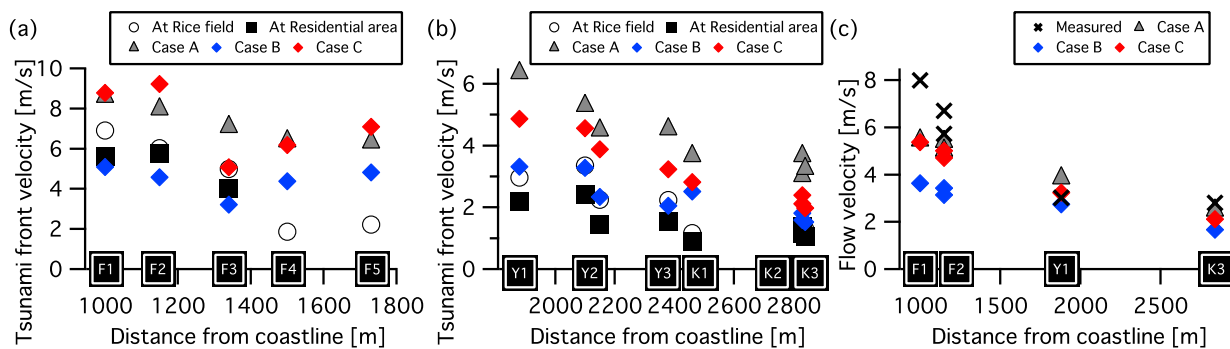


図-2 東北大学モデル(ver.1.1)による計算値と実測値 [(a)(b)遡上速度, (c)流速]

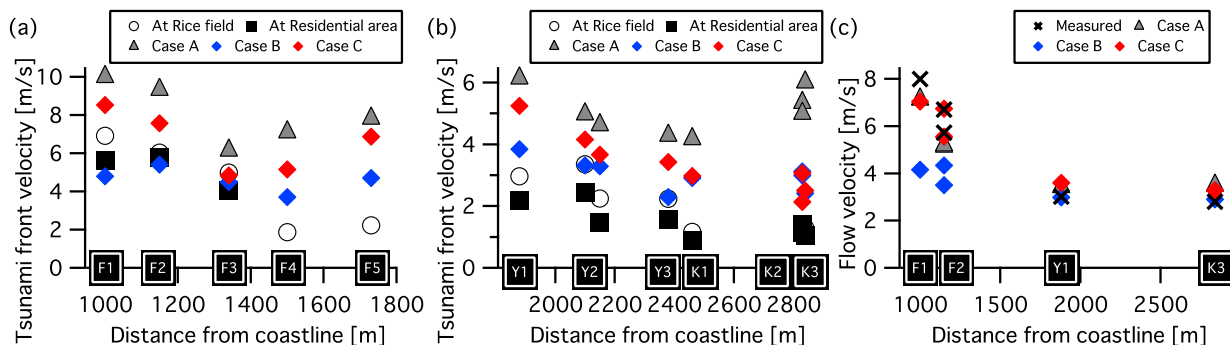


図-3 Fujii & Satakeモデル(ver.4.2)による計算値と実測値 [(a)(b)遡上速度, (c)流速]

Case Cの方が、実現象により近い遡上速度を示すことが確認された。いずれの初期条件においても、Case B(被災前)の再現性が高く、構造物や土地利用状況による減衰効果が表現出来ていることが分かる。

しかし、Case B条件下にもかかわらず、内陸部では未だに2-3倍程度の過大評価になっている地点があり、陸域遡上計算条件のみの変更では実現象を再現しきれないことが明らかになった。これは、内陸に浸入するにつれて津波先端部に巻き込まれる瓦礫漂流物の影響を、従来の津波先端条件では考慮していないためと考えられる。したがって、それらの抵抗を含めた上で、津波先端部の境界条件を適切にモデル化する必要がある。

(2) 断層パラメータの影響

図-2と図-3の(c)を比較すると、両者は共に高い流速再現性を有するが、特にFujii & SatakeモデルのCase C(被災後)が最も実測値に近付いていることが分かる。これは、家屋などの障害物が流失し、かつ瓦礫漂流物の影響が僅少である、津波先端部通過後の流れ場を良好に表現出来たことを示している。東北大学モデルとは違い、Fujii & Satakeモデルが、津波波形インバージョンから構築された波源モデルであることに大きく起因するものと考えられる。

5. 結論

本研究では、陸域の遡上計算条件および断層パラメー

タを変化させて、複数ケースの津波数値シミュレーションを行い、その計算値を遡上速度・流速の実測値と比較した。その結果、陸域遡上計算条件の変更(合成等価粗度の適切な付与)により、遡上速度が大幅に改善された。また、津波波形インバージョンを施した断層モデルを用いることで、流速再現性が高くなることが明らかになった。

参 考 文 献

- 油屋貴子・今村文彦(2002): 合成等価粗度モデルを用いた津波氾濫シミュレーションの提案, 海岸工学論文集, 第49巻, pp.276-280
- 今村文彦・越村俊一・村嶋陽一・秋田善弘・新谷勇樹(2011): 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(version1.1), オンライン www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/hokusai3/J/events/tohoku_2011/model/dsrc_ver1.1_111107.pdf
- 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫(1998): GISを利用した津波遡上計算と被害推定法, 海岸工学論文集, 第45巻, pp.356-360
- 林里美・越村俊一(2012): 映像解析による2011年東北地方太平洋沖地震津波の流速測定, 土木学会論文集B2(海岸工学), vol.68, No.2, pp.366-370
- 松富英夫・首藤伸夫(1994): 津波の浸水深, 流速と家屋被害, 海岸工学論文集, 第41巻, pp.246-250.
- Fritz, H.M., J.C. Borrero, C.E. Synolakis, and J. Yoo (2006): 2004 Indian Ocean tsunami flow velocity measurements from survivor videos, *Geophys. Res. Lett.*, vol.33, L24605
- Fujii, Y., K. Satake, S. Sakai, M. Shinohara, and T. Kanazawa (2011): Tsunami source of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Earth Planets Space*, vol.63, pp.815-820