

岩手県釜石市街地における 2011年東北地方太平洋沖地震津波の氾濫解析

赤穂 良輔¹・石川 忠晴²・島山 峻一³・小島 崇⁴・
都丸 真人⁵・中村 恭志⁶

¹正会員 工博 東京工業大学助教 環境理工学創造専攻 (〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町4259)
E-mail: akoh@depe.titech.ac.jp

²フェロー会員 工博 東京工業大学教授 環境理工学創造専攻
(〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町4259)
E-mail: riversky@depe.titech.ac.jp

³工修(株)大成建設 (〒163-0606 東京都新宿区西新宿1丁目25番1号)
E-mail: htksni00@pub.taisei.co.jp

⁴正会員 工博 (株)東京建設コンサルタント (〒170-0004 東京都豊島区北大塚1丁目15番6号)
E-mail: kojima-t@tokencon.co.jp

⁵正会員 (株)東京建設コンサルタント (〒170-0004 東京都豊島区北大塚1丁目15番6号)
E-mail: tomaru-m@tokencon.co.jp

⁶正会員 工博 東京工業大学准教授 環境理工学創造専攻 (〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町4259)
E-mail: nakamur@depe.titech.ac.jp

三角形非構造格子を用いて建物等の形状を一つ一つ表現することにより、集中発散を伴いながら市街地を遡上する津波のシミュレーションモデルを構成した。建物等は内外水位差により氾濫水が侵入できる半透過壁とした。このモデルを2011年東北地方太平洋沖地震津波による岩手県釜石市街地における氾濫に適用した。災害時のビデオ画像および災害後の現地調査との比較から計算モデルの再現性を検証した。その結果、半透過壁の透過係数を調整することにより、津波の侵入速度、最大水位の空間分布などが概ね再現しうることがわかった。

Key Words : tsunami simulation, urban area, Kamaishi-city, 2011 Tohoku Earthquake, triangle mesh

1. はじめに

日本は地震帯に囲まれた島国であり、また狭小な海岸低地に資産が集中するため、甚大な津波災害が生じやすい¹⁾。2011年東北地方太平洋地震による津波被害は、国家から市町村あるいは町内レベルでの対応の必要性を改めて認識させた²⁾。しかし大規模津波の発生頻度は数十年～数百年に一度であり、また対象とする海岸延長が長大であるため、海岸堤防への公共投資には限界がある。加えて、巨大な海岸堤防は海岸へのアクセスを阻害し、平時の生活および産業活動に支障を生じさせる。そこで、一定規模以上の津波については陸域への侵入を許容した上で、種々の条件下の遡上波の挙動を数値シミュレーション等で想定し、適切な防災・減災策を講じることが現

実的であると考えられる³⁾。その際、大規模災害が特に生じやすい都市部においては、実際の地物の配置を反映した数値シミュレーションが必要とされる。

従来の主要な津波シミュレータは、震源から海岸までの津波の伝播・変形予測を目的としていた。このため広大な水域での高速計算に適した構造格子(矩形などの定型格子)が用いられてきた⁴⁾。また静水圧を仮定した浅水流方程式が用いられている。最近では、陸上への津波遡上計算を目的としたシミュレーションも行われているが、それらの多くは、上述の構造格子モデルにおいて粗度係数の空間分布を調節することにより、氾濫区域や氾濫水位の空間分布を近似的に再現しようとしている。しかし市街地においては、実際の建物や道路の配置が流動状況を左右することは明らかである。

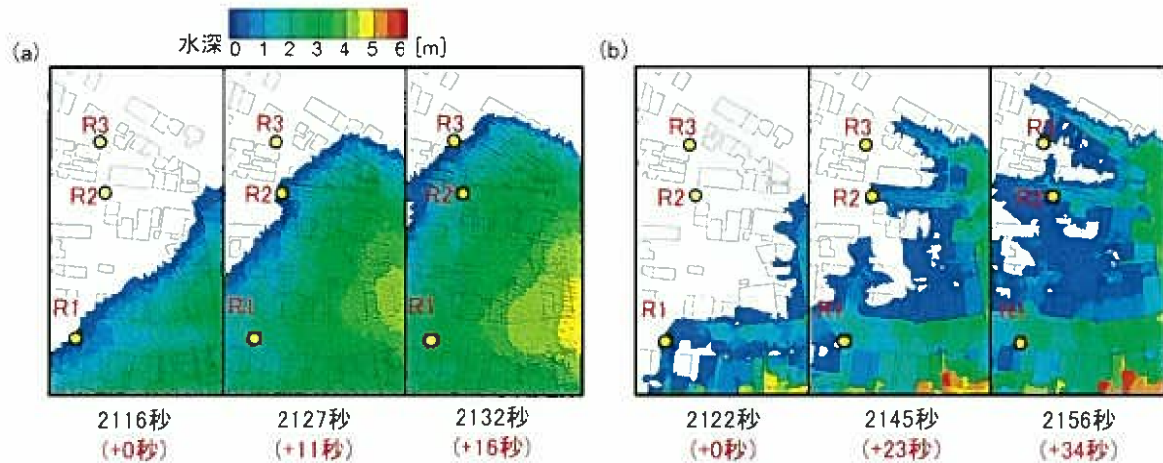


図-20 津波フロント到達時の水深分布および流速ベクトル分布：(a)①粗度モデル，(b)③半透過モデル

通過するまでの時間である。図-19と比較すると、③半透過モデルで得られた時間差は画像から推定された値と概ね一致していることがわかる。また当該街路に現れた氾濫水がR1とR2では北向きに流れR3からは南向きに流れる点も観測結果と一致している。一方、①粗度モデルでは伝播速度が明らかに大きめである。

以上のように、建物形状を解像したモデル(②、③)は市街地における氾濫水の挙動をよく再現していると考えられる。

5. おわりに

本研究では三角形非構造格子を用いて家屋や道路を詳細に改造する津波遡上モデルを開発した。このモデルでは海岸堤防を越流壁、建物外壁を半透過壁とし、該当する格子で流束を与える方式を採用している。同モデルで建物を不透過とした場合(②)と半透過とした場合(③)、および建物形状を与えずに粗度係数を既存資料に基づき与えた場合(①)の3ケースについて、2011年東北地方太平洋沖地震津波での水理条件のもとで釜石市街地の氾濫シミュレーションを行い、現地データと比較して本モデルの適用性を検討した。なお今回の計算では透過パラメータCを0.1とした。また不透過条件の計算とはC=0とした場合である。

本研究の結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 海岸堤防背後の一區画における水位の時間変化を被災時撮影の写真から求め、各ケースの計算結果と比較した。その結果いずれのケースにおいても概ね一致した。このことは市街地の状況あるいは表現方法が海岸線から侵入する津波波形に及ぼす影響が小さいことを示唆している。
- (2) 陸域に侵入してからの津波挙動は、建物を解像したケース(②、③)と粗度のみを与えるケース①では非常に異なった。前者では建物周辺での急激な水位

変化や角点での流速の増大を生じ、その結果は被災時写真に見られる流況と類似していた。

- (3) 市街地内の最高水位分布の計算値はモデルによってかなり異なった。痕跡水位データとの比較から、釜石のように家屋の密集度が極めて高い市街地では粗度モデル(ケース①)の適用性は低いと考えられた。また半透過としたケース②の結果が最も良好であることから、現実の津波遡上を表現する場合に家屋浸水の考慮が必要であると考えられた。
- (4) 市街地内で撮影されたビデオ映像と計算結果との比較から、建物形状を解像して建物壁を半透過としたケースにおいて津波氾濫経路や到達時間の計算精度を向上させることができると考えられた。このことは津波防災を念頭に置いた市街地レイアウトや避難経路の検討に本計算モデルが有用であることを示している。ただし透過パラメータCの設定方法については今後検討する必要がある。

謝辞：本研究で用いた釜石市街地のLPデータは岩手県県土整備部河川課にご提供頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 内閣府：平成22年版 防災白書，2010。
- 2) 社会資本整備審議会・交通政策審議会交通体系分科会計画部会：津波防災まちづくりの考え方，2011。
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局海岸室：津波浸水想定の設定の手引き Ver.200.2012。
- 4) 例えば今村文彦，越村俊一，大家隆行，馬淵幸雄，村嶋陽一：東北地方太平洋沖地震津波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(version1.0)，東北大学大学院工学研究科 附属災害制御研究センター，2011。
- 5) 劉曉東，堺茂樹，小原忠和，三上勉，岩間俊二，今村文彦，首藤信夫：市街地への津波遡上・氾濫に関する数値解析，海岸工学論文集，第48巻，pp.341-