

岩手県釜石湾および市街地における平成 23 年東北地方太平洋沖地震津波の数値計算

東京工業大学大学院	学生会員	○畠山 峻一
東京工業大学大学院	正会員	赤穂 良輔
(株)東京建設コンサルタント	正会員	小島 崇
東京工業大学大学院	フェロー会員	石川 忠晴
(株)東京建設コンサルタント	正会員	都丸 真人

1. はじめに

想定外の規模で発生した平成23年東北地方太平洋沖地震による津波を踏まえ、従来の津波防災対策が再検討されている。津波防災において、氾濫した津波の挙動を事前に予測することは必須の課題であり、数値シミュレーションはその有効な手段である。現在このような津波対策に用いられている津波シミュレーターは、直交構造格子を用いた二次元浅水流モデルであり、一般的に市街地の家屋や道路までは解像せず、土地利用条件に応じた粗度係数を与えて計算が行われている。より精度の高い氾濫計算を行うには、家屋や道路まで解像して行う必要があり²⁾、また、河川・堤防の湾曲部のような複雑な形状をより適切に表現するには、非構造格子を用いることが有効である。曾・赤穂ら(2013)は三角形非構造格子を用い、更にGPGPUを用いた高速化を行うことで、実用的な高精度津波シミュレーターを開発し、その有効性を示している³⁾。本研究では、曾・赤穂らのモデルを用いて、岩手県釜石湾の周辺市街地を対象として、市街地の家屋や道路の形状を考慮した計算を行い、構造物を粗度係数とした場合と不透過物体とした場合について、氾濫流の挙動の違いを検討した。

2. 数値計算

本研究では、Manning の式より底面せん断応力を与えた二次元浅水方程式を基礎方程式とし、三角形格子を用いた有限体積法によって離散化した。計算は、構造物を粗度係数として考慮した場合(Case-1)、不透過境界とした場合(Case-2)の2ケースについて行った。計算領域および標高図を図1に示す。両ケース共に、格子数は約62万個とし、格子サイズは沖合領域で約50m、市街地領域では約3~5mと設定した。図2はCase-2の計算格子の一部を示しており、構造物に沿うように格子を生成した。また、太線は防波堤を示しており、越流 Flux は本間公式より求めている。なお、今回は堤防高を一様に2.0mとした。粗度係数は海域を0.025、陸域をCase-1, Case-2それぞれ0.04, 0.025とした。津波の入力条件は、港湾空港技術研究所がGPS波浪計により計測した釜石沖20km地点での水位変化を参考に、図3に示す水位の時間変化を海側境界に与えた。計算時間間隔は0.025[s]で、時刻1500[s]まで計算を行った。

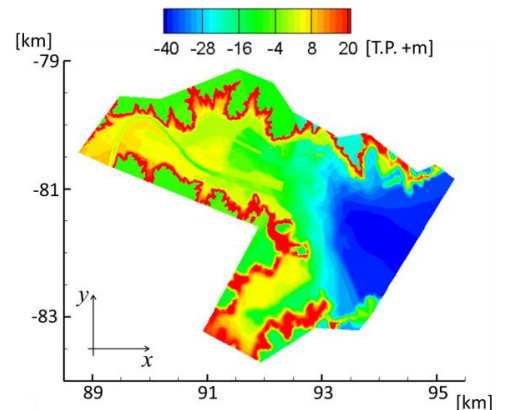


図1 計算領域および地形高コンター (JGD2000 第10系)

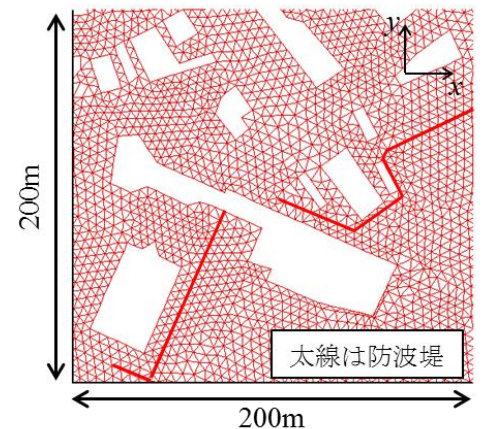


図2 市街地領域の計算格子(Case-2)

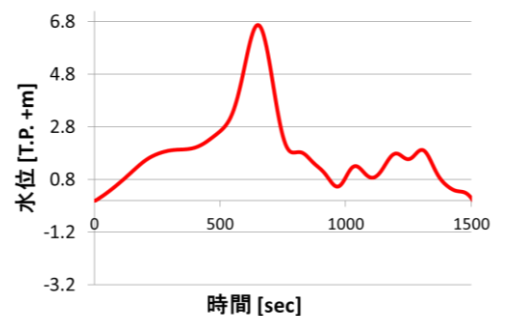


図3 沖合境界に与えた水位変化

3. 結果・考察

図4-a~cに、実際の浸水範囲と各ケースの最大水位分布を示す。図4-a中の数字は津波痕跡値（T.P.）を表している。浸水範囲は、両ケースとも実際の調査結果と概ね一致している。一方、最大水位分布については、Case-1と比べCase-2では湾口部の構造物が遮壁となり、海岸付近および湾奥部において痕跡調査結果とより近

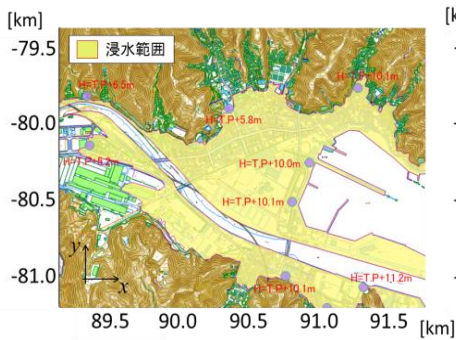


図 4-a 実際の浸水範囲

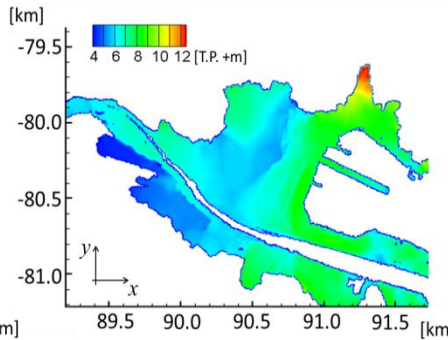


図 4-b 最大水位分布(Case-1)

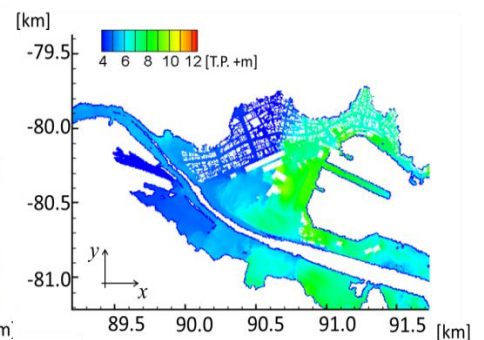


図 4-c 最大水位分布(Case-2)

い値となることが分かる。ただし、図中右上の領域では、実測データよりも低い結果となっている。これは、実際には流出した構造物が多く、今回の計算ではその影響が考慮されていないために津波が過剰に遮蔽されていると考えられる。

両ケースの水位コンターの時間変化を図5に示す。Case-1では氾濫流が一樣に広がるのに対し、Case-2では、構造物によって氾濫流が左右に迂回して流れ込んでおり、また局所的に水位が上昇している箇所があることが分かる。図5中に示した地点Aにおける水位の時間変化を図6に示す。Case-2は、同地点へ氾濫流が到達する時刻がCase-1に比べ約1分間遅く、また、水位が最大となってから一定の値(2.5m)に低下するまで、Case-1の約2.2倍の時間を要した。これは、構造物が障害となって水が引きにくくなったものと考えられる。

4. おわりに

本研究では、釜石の市街地を対象に、構造物まで解像した詳細な津波計算を行った。その結果、港湾付近における最大水位分布について、津波痕跡値との整合性が粗度モデルと比べ高いことが示された。また、構造物の配置によって、局所的な水位上昇や浸水時間に影響があることが分かった。今後は構造物の倒壊モデルを導入する予定である。

参考文献

- 1) 今村文彦, 馬淵幸雄ら(2012): 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)
- 2) 例えば, 劉曉東, 堺茂樹ら(2001): 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
- 3) 曾新翔, 赤穂良輔ら(2013): 非構造三角形格子に基づく津波数値解析のGPGPUによる高速化, 水工学論文集, 第57巻

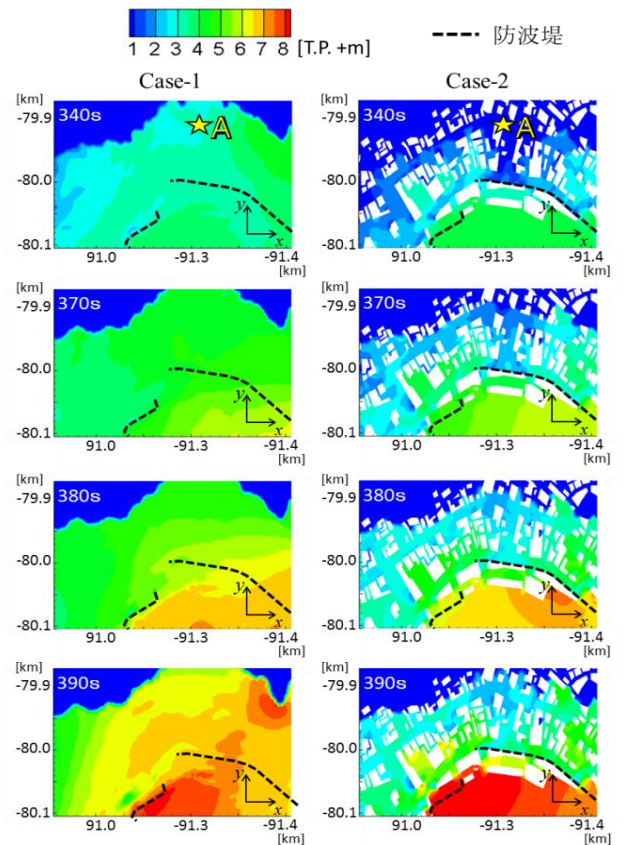


図 5 各時刻ステップの水位コンター図

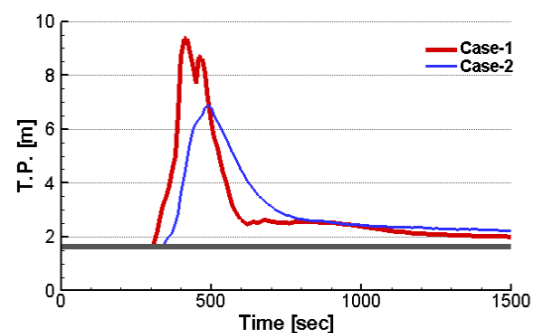


図 6 A点での水位の時間変化