

津波による宮城県名取市関上漁港内の地形変化に関する数値計算

鳥取大学大学院	学生会員	○小南	健太
鳥取大学大学院	正会員	梶川	勇樹
(株)エイト日本技術開発	非会員	中山	仁成
鳥取大学大学院	正会員	黒岩	正光

1. はじめに

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震による津波は宮城県、岩手県を中心に甚大な被害を与え、沿岸域に面する港湾や漁港においても大きな被害を受けた。図-1は、松原ら¹⁾による東北地方太平洋沖地震発生後の宮城県名取市関上漁港における深浅測量結果（地盤高）を示したものである。旧港と新港を繋ぐ水路では護岸の崩落が発生し、新港港口部では局所的な洗掘が見られる。このように巨大津波発生時の地形変化によって港湾施設等の損壊、土砂堆積に伴う船舶の利用制限などの被害が発生した。そのため、津波による土砂移動・地形変化を定量的に予測できる高精度な数値モデルが必要不可欠であり、本研究では、関上漁港を対象とし津波による港湾内の流動と地形変化の数値シミュレーションを行った。

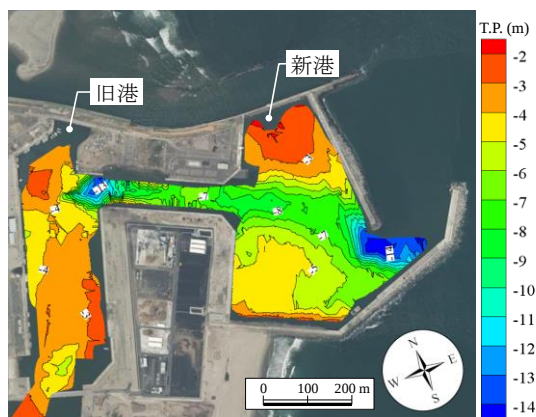


図-1 深浅測量結果

2. 数値計算モデル

本研究では、梶川ら²⁾の WENO 法と FAVOR 法を併用した平面 2 次元浅水流モデルを津波の計算に適用した。流砂について、本研究では均一粒径の一樣砂のみ ($d = 0.55\text{mm}$) を対象とし、掃流状態及び浮

遊状態の双方を考慮して計算を行った。掃流砂量式および浮遊砂浮上量式については、河川流で実績が高い芦田・道上式および Itakura and Kishi 式を使用した。計算領域を図-2に示す。港湾内初期地盤高は旧港を T.P.-3m、新港を T.P.-5m に設定した。

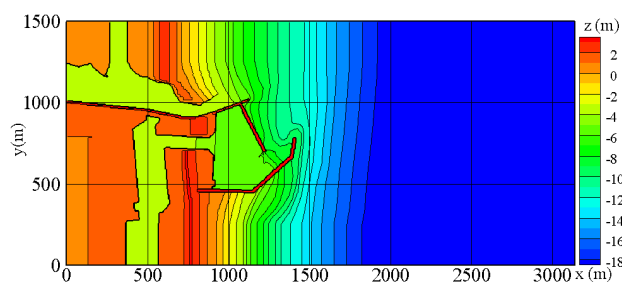


図-2 計算領域と初期地形

3. 東北地方太平洋沖地震津波の入力波形の作成

限られた領域内の津波による流動計算を行うに当たり、領域境界での入力波形（境界条件）が必要になる。本研究では iRIC-ELIMO³⁾を利用し、東北地方太平洋沖地震時の津波波形を求めた。iRIC-ELIMO とは、海底変位情報を入力することで津波の発生から伝達、海岸での発達をシミュレートできるソフトウェアである。本研究では、国土地理院から報告されている東北地方太平洋沖地震津波発生時の矩形断層モデルの断層情報を用いて入力波形を求めた。図-3にその入力波形を示す。

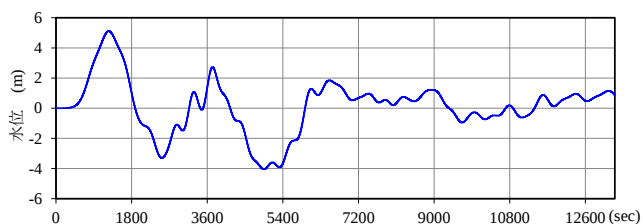


図-3 領域境界への入力波形

キーワード 津波, 地形変化, 数値シミュレーション

連絡先 〒680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学大学院工学研究科

TEL 0857-31-5300

4. 関上漁港内の流況解析結果

津波による港内流況の再現では、循環流と剥離渦の再現が重要とされている。図-4 に示すように、実際に東北地方太平洋沖地震津波が関上漁港に襲来した際の航空写真でも循環流の発生が確認できる⁴⁾。

数値計算によって得られた流況として、図-5 に計算開始から 960 秒後（上図）、および 2640 秒後（下図）の結果を示す。図-4 と図-5 上図との比較より、港内における循環流、港口部における剥離渦が良好に再現できている。また、図-5 下図からは、遡上した津波の引波時に、新港内中央で強い流れが発生している様子が分かる。この流れが、図-1 に示される洗掘現象を発生させたものと考えられる。



図-4 津波襲来時の関上漁港内流況

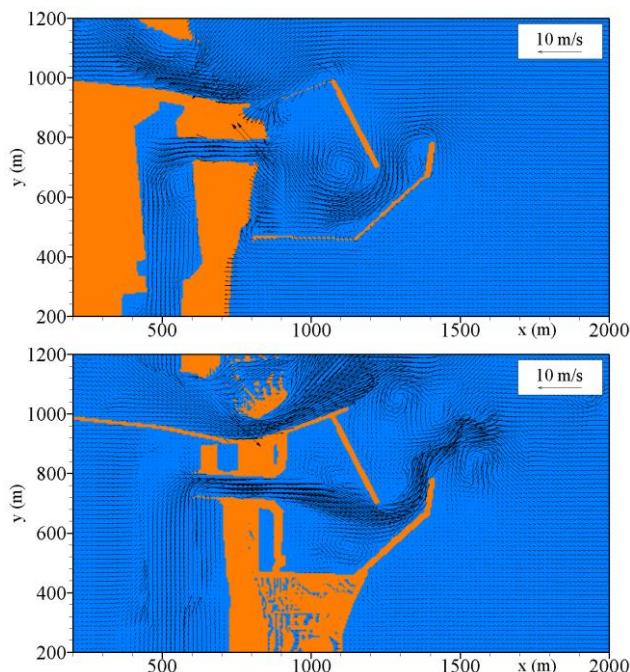


図-5 流速ベクトル図（上:960 秒後、下:2640 秒後）

5. 地形変化の解析結果

図-6 は、計算終了時における関上漁港周辺の地盤高コンターを示したものである。図-1 と比較すると、新港港口部での局所的な洗掘現象は十分再現できて

いない。しかしながら、旧港から新港を繋ぐ狭窄部の洗掘現象は再現できている。また、その地盤高も実測が T.P.-13m、解析が-12m と定量的にほぼ一致している。以上より、梶川ら²⁾の数値モデルにより、津波襲来時の港湾周辺における地形変化をある程度の精度で再現可能であることが分かった。

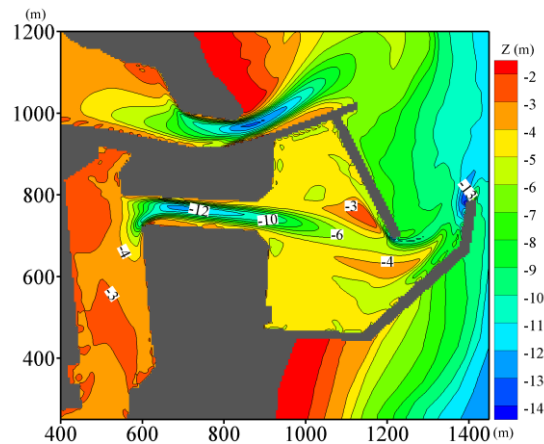


図-6 地形変化の計算結果

6. まとめ

本研究では、2011 年東北地方太平洋沖地震津波に伴う関上漁港内外の地形変化を対象に、平面 2 次元浅水流方程式に基づくモデルを用いて再現計算を行った。流況に関しては、新港における循環流・剥離渦、および狭窄部における引波時の強い流れを定性的に再現できた。また、地形変化に関しては、狭窄部から新港港口部に向かう洗掘現象を再現でき、その地盤高も実測とほぼ一致した。ただし、新港港口部での局所洗掘現象については十分再現できておらず、これは構造物周辺における 3 次元的な流況によって発生したものと考えられる。

参考文献

- 1) 松原ら他 4 名：小型サイドスキャンソナーを用いた宮城県名取市関上漁港の東北地方太平洋沖地震による津波被害調査，土木学会平成 25 年度全国大会第 68 回年次学術講演会 CD-ROM.
- 2) 梶川ら：WENO 法を用いた平面 2 次元浅水流モデルの開発，土木 B1（水工），69，4，2013.
- 3) iRIC Project：http://i-ric.org/，（参照 2016-04-08）.
- 4) 宮城県名取市の関上漁港へ流入する津波（海上保安庁）：http://www.agreenring.com/cgi/ciel/topics.cgi，（参照 2016-04-08）.