

浮遊漂流物の移動を阻止するシステムの検討
 - 津波漂流物の停止柵によるシミュレーション -

正会員
 正会員

阪田 升 1*
 有田 守 2**

正会員 高島 秀雄 2**
 正会員 政岡 沙央理 1*

津波 シミュレーション VOF 法
 浮遊物 停止柵 押し波

1. はじめに

日本大震災では津波火災が発生し被災地が地震 + 津波に加えて火災で壊滅的な被害を発生した。津波により、船舶、石油タンク、工作物、住宅が押波で流され、それらの津波瓦礫が引波で湾周辺に集まり、それに火がつくと火災が発生し、続々と延焼して大火災となり、海上から陸地へと火災が広がり大きな被害となった。津波火災を発生させないためには津波瓦礫が集まらない様に分断することが重要である。

津波により流された工作物等を途中で止めることが必要である。車両等が津波に遭遇すると、津波の進入路である道路を流れて、それが引波となると残留物として道路に置き去りになる。すべての漂流可能な物が道路障害となり、救援、支援の最大の妨げになる。

津波により破壊された津波瓦礫をせき止めることが出来れば津波火災や津波被害は無くなるが、流される瓦礫をせき止めるには、せき止めに用いる構造物を配慮する必要があるが、それは大きな設置面積を要し経費もかかり、津波が来ない日常生活では支障となる。

2. 浮遊物停止柵

これを解決する方法として、ワイヤー（停止柵）を海底に沈めておき、津波発生等の有事の際にワイヤーを引き上げ海面上に張った状態で配置し津波瓦礫を分散して

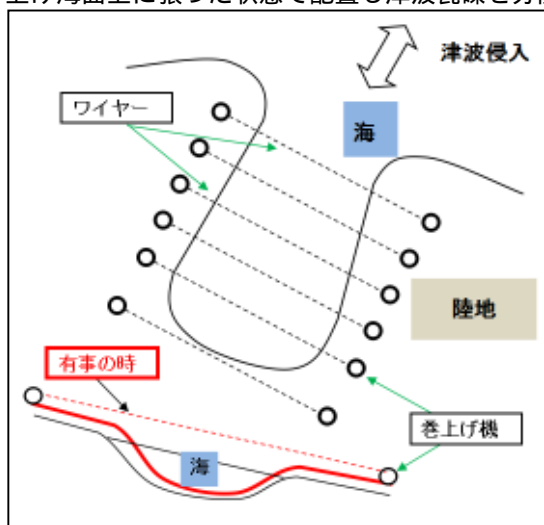


図-1 停止柵の平面配置状況

せき止める方法が考えられる（図-1, 2）。

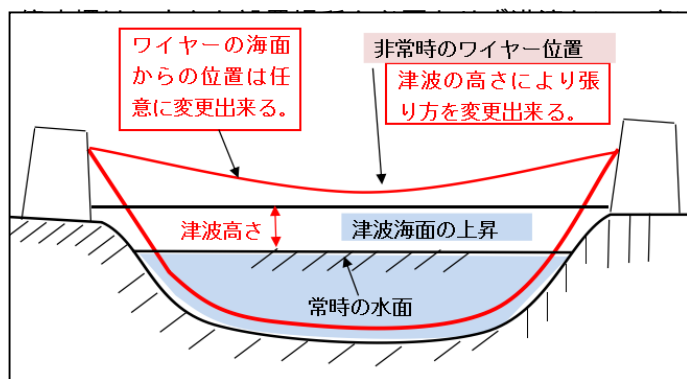


図-2 停止柵の巻き上げ概念図

3. 津波襲来時の停止柵シミュレーション

解析対象として図-3のような小規模な港湾を想定し CAD データをもとに格子を作成した。解析規模は 1350m x 1750m x 500m で格子数 11954592 グリッドである（図-3）。

数値解析には VOF 法による 3次元シミュレーション技法を用い¹⁾、入力波は波高 8m で Fr 数 1.5 とした。

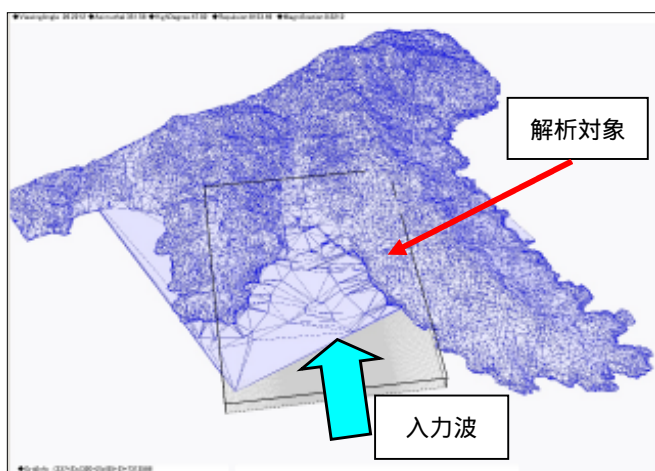


図-3 津波シミュレーションの解析領域 計算手法は次のようである。

基礎方程式：NS 方程式、連続の式、VOF 移流方程式
 空間の離散化：不等間隔構造格子：最小格子間隔 0.5m
 時間の離散化：SMAC 法
 移流項：ハイブリッド中心差分 乱流モデル：DNS
 自由表面トラッキング：VOF 法+密度関数法
 初期条件：浸水深・Fr（フルード）数を仮定し流速設定
 境界条件：流入側 - 規定流速，流出側 - 連続流出，
 底面・構造物 - Non Slip，側面・天空面 - Free Slip

図-4 に示すように、単純な押し波津波シミュレーションでは津波段波の進行により湾内に船舶が配置されていれば、その浮遊と陸地への遡上が容易に想定でき、何らかの対策が必要である。

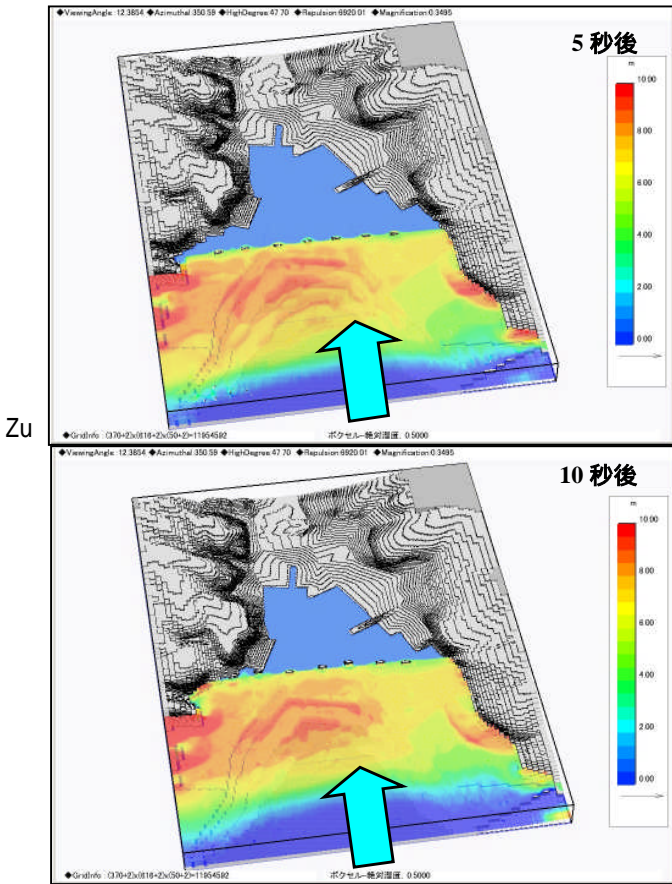


図-4 津波シミュレーション結果 押し波 海面状況
 図-5 には船舶を湾内幅いっぱい複数隻配置した場合の、津波波力による流体-構造連成シミュレーション²⁾の結果を示す。初期の津波段波よりも湾内に位置した船舶群は、押し波により更に湾内奥に浮遊するが、その

浮遊軌跡はまちまちであるが最終的には陸上に訴状する。これに対し、停止柵を所定の位置に設けた場合には、柵の近傍の位置でほとんどの船舶が浮遊が停止していることが分かる（図-5,6）。柵の有効な位置は、こうしたシミュレーションにより予測出来る。

自由落下条件で引き波時の船舶浮遊を扱った。船舶群は徐々に加速し湾内を浮遊する様子が分かる（図-7）。停止柵を設けた場合には、各船舶がどの位置で停止するかなどの挙動が予測できる。

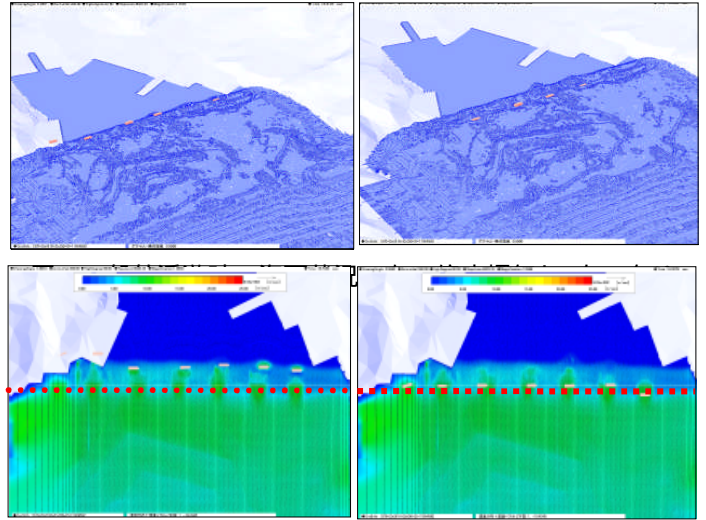


図-6 船舶浮遊時の流速分布 左：停止柵無し 右：有

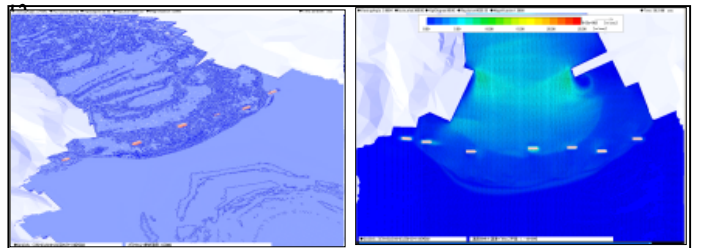


図-7 引波時の結果 左：海面状況 右：流速分布

4. まとめ

津波漂流物の被害系軽減対策として、有事の際に海面に巻き上げる形式の停止柵装置での、船舶等の浮遊停止技術を検討している。基本的な停止に関わる基本設置条件及び運用条件を、今後シミュレーションや実験で検討し実用化を進めたい。

参考文献

1. 奥田泰雄・阪田 升：建築物に作用する津波のシミュレーション、日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1、pp.195-196、2007.8
2. 阪田 升・永吉一朗・長井大介：熱・濃度の移流拡散を伴う移動物体周辺の CFD、日本流体力学会数値流体力学シンポジウム 講演番号 211、2015.12

1* 株式会社環境シミュレーション
 2** 金沢工業大学

1*Environment Simulation Inc.
 2**Kanazawa Institute of Technology