

VOF 法による 3 次元津波シミュレーションの広域解析への応用

環境シミュレーション 正会員 阪田 升

国交省国土技術政策総合研究所 奥田 泰雄

独立行政法人建築研究所 喜々津 仁密

1. 目的

東日本大震災以前から筆者らは建築物・構造物の耐力検討のため VOF 法) によるフル 3 次元自由表面流シミュレーション技法を津波の解析に応用してきた(2-6)。本報告では広域解析への応用について示す。

2. 女川某旅館建物流出に関する津波シミュレーション

震災時、宮城県女川町の某旅館ビルが津波で 70m 流された被害が目撃されたが、波力と合わせて浮力で引き抜かれ転倒した可能性がある。本報告では、某旅館を含む街区の詳細モデルを構築して所定の波高・速度の入波条件を与え、某旅館付近の浸水状況と波力の状態をシミュレーションで検討した。

解析領域は、某旅館を含む 560m × 560m × 130m (水深 10m) の空間とした(図 1)。格子数は 367 × 282 × 89=9536436 メッシュであり、某旅館よりも海側の建物群が倒壊のため流失していないケースと流失したケースの 2 通りのデータを用意した。(図 3) これは、現地の被害状況から、某旅館の海側の建物群が某旅館へ建物の波力を緩和した場合と、これら建物群が某旅館が転倒する前に消失して津波が直接某旅館建物に当たった場合の 2 つを検討するためである。某旅館の周辺建物群と地盤の起伏、及び最寄りの海底地形は GoogleEarth、国土数値情報、海上保安庁のデータからできるだけ正確に CAD データとして再現した。

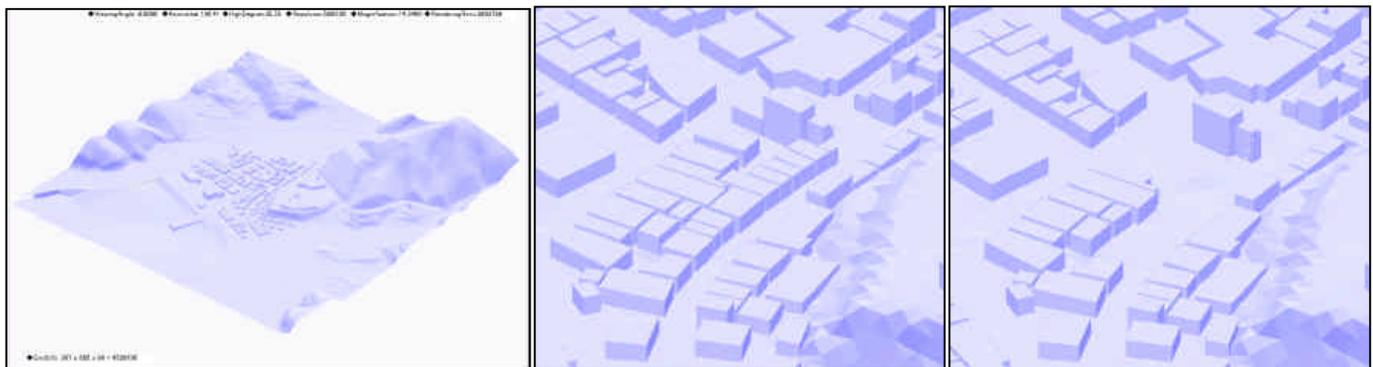


図 1 女川津波解析モデル (CAD)

図 2 当該建物の近隣状況 右：未倒壊時，左：倒壊時

津波の入波条件としては Fr 数と波高で波の速度が決まるので、波高 10m, Fr 数 1.0 と設定し、段波の初期流速として 8.99m/sec を海底から海面まで一様に与えた。段波の初期位置は、岸壁から東側 60m とし、東方向に一様に進行すると仮定した。

津波が某旅館に当たる瞬間の浸水状況が図 3 である。色は波高を示す。図 4 には、海側建物群が有る場合と無い場合の、某旅館建物及び周辺建物・地盤の圧力分布をパースで示した。

某旅館の水没直前の縦断面圧力分布を観察すると、海側建物群が有る場合と無い場合の、某旅館建物への波力水平成分の海側・陸側の差は、それぞれ約 540kN と約 1100kN であり、海側建物群が無い場合の方が波力は約 560kN 大きい。某旅館建物の軒高 12m に対する静水圧分の水平波力が約 432kN なので、水深係数 1.0 とすればこの波力以上で滑動することになる。某旅館建物の海側建物群が有る場合では設計耐力との比は 1.25、無い場合では 2.54 になるので、この建物は水平波力で転倒したと言う推測が成り立つと考えられる。

街並みがある場所に津波が流入する場合、海側で大きな段波・砕波があったとしても、建物群で訴状する勢いを減殺され越流状態になることが分かる。海岸線から遠い建物では越流主体で波力を考慮すれば良いことが分かる。

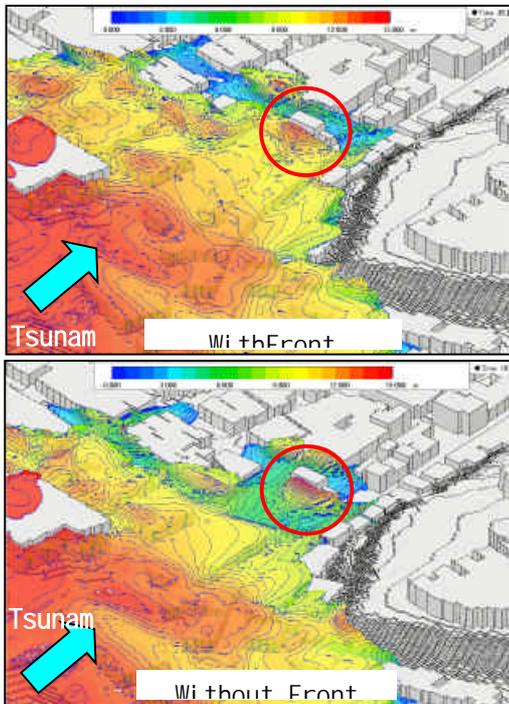


図4 当該建物周辺に津波到達時の浸水状況

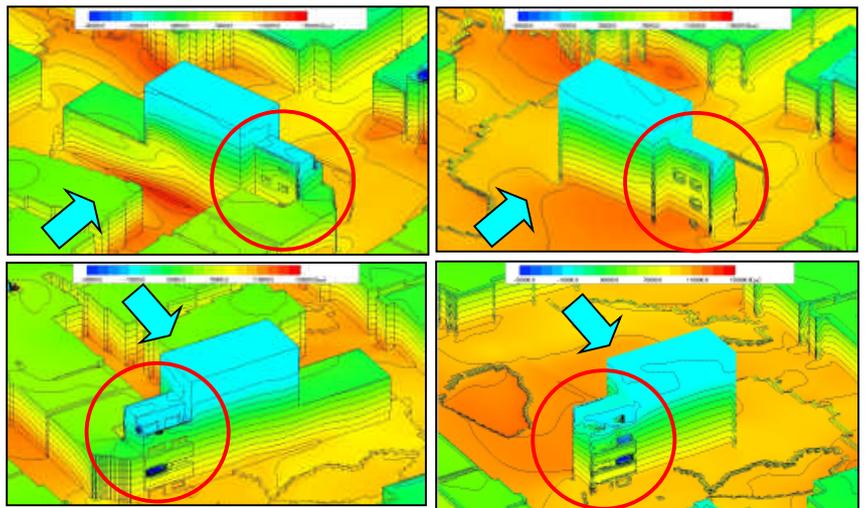


図5 津波到達時の表面波圧状況

3・引き波現象の津波シミュレーション

津波シミュレーションは従来は押し波現象ばかりで引き波現象は扱われたことが無かった。ここでは海岸際の傾斜地盤に位置する構造物周辺に静水塊を置き、静水塊の鉛直方向位置に高低差を持たせて BrokenDam (崩壊する水壁) としての自由表面問題を解いた。引き波時の静水塊落下挙動とそれに対応した建物表面の自由表面状況及び荷重分布がよく再現されているように見受けられる(図6)。

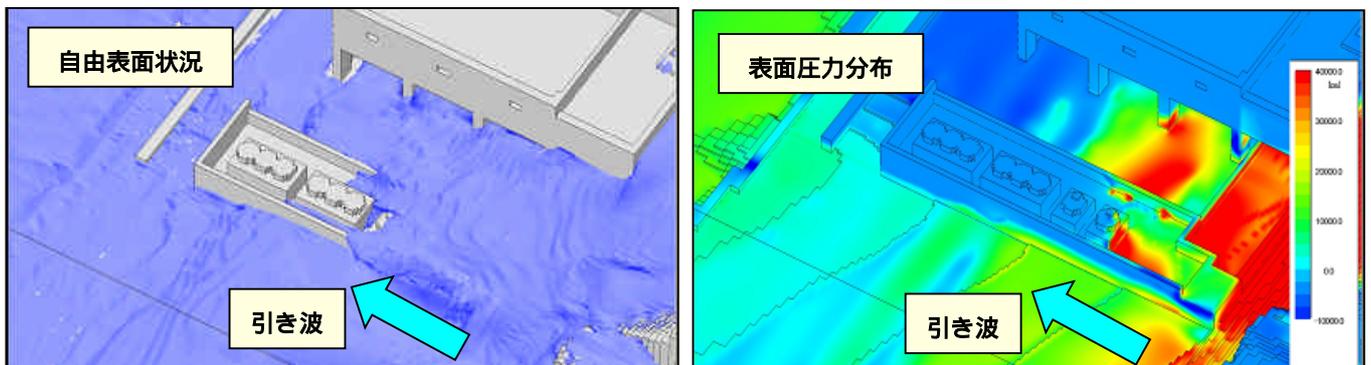


図6 引き波時の自由表面状況と表面圧力分布

4・まとめ

VOF 法による津波荷重解析を震災時女川町某旅館の転倒現象に適用し、当該建物は水平波力により転倒した可能性を示した。但し、建物の海側建物群の倒壊状況により波力は大きく変化するので、今後建物の倒壊・流失状況を予測可能な技法の開発を進める。引き波現象については BrokenDam の条件での解析で基本現象がほぼ定性的に把握できることが分かった。

5・参考文献

1)C.W.Hirt,B.D.Nichols and N.C.Romero,LA-5852,1975 2)奥田泰雄・阪田升:日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1, pp.195-196, 2007.8 3)奥田泰雄・阪田升:開口部の影響,日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1,pp.77-78, 2008.9 4)阪田升・奥田泰雄:波圧分布,日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1, pp.131-132, 2009.9 5)阪田升・奥田泰雄:広域解析への応用,日本建築学会大会学術講演梗概集構造 2pp.33-34,2012.9 6)阪田升・奥田泰雄:津波遡上の基本現象と引き波シミュレーション,日本建築学会大会学術講演梗概集海洋建築 33-34,2013.8