

建築物に作用する津波のシミュレーション

その8 女川地区某建物流出に関連した VOF 津波シミュレーション

正会員	○長井 大祐 1*	正会員	奥田 泰雄 2**
正会員	阪田 升 1*	正会員	喜々津 仁密 3***
正会員	政岡 沙央理 1*		

津波	VOF 法	波圧分布
シミュレーション	荷重	遡上波

1. はじめに

筆者らはVOF 法をベースとしたフル3 次元自由表面流シミュレーション技法を避難ビルなど建築構造物の波力評価や広域モデルでの浸水域予測に応用を行ってきた(1-5)。筆者らは、VOF 法をベースとしたフル3 次元自由表面流シミュレーション技法を、避難ビルなど建築構造物の波力評価に応用を行ってきた(1-5)。震災時、宮城県女川町の某旅館ビルが津波で70m流された被害が注目されたが、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ので報告する。

2. 解析手法と解析条件

本報告では沿岸から陸上への遡上波をフル 3 次元で解き、浸水域と建築構造物に作用する津波力の評価を得る事を目的としている。シミュレーションに使用した技法は次の通りである。

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：構造格子（不等間隔格子：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：なし（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 数を仮定し流速を設定
 境界条件：沖合側・内陸側・海底・地表面-Non Slip、側面・天空面-Free Slip

<女川町某旅館解析モデル>

解析領域は、某旅館を含む560m×560m×130m（水深10m）の空間とした（Fig.1,2）。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。（Fig.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。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。

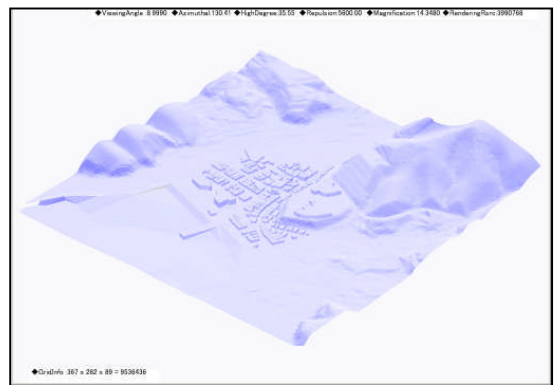


図1. 女川地区解析モデル (CAD データ)

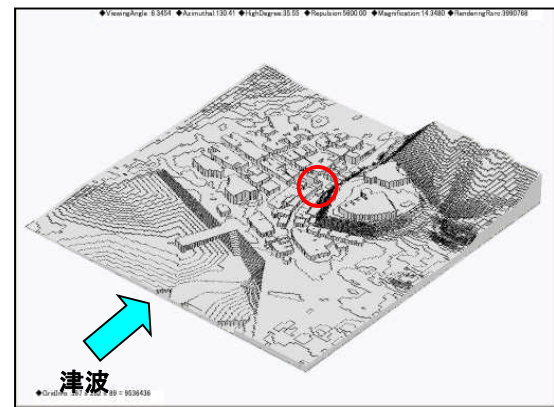


図2. 女川地区解析モデル (CAD データ)



図3. 当該建物周辺状況 右：倒壊前 左：倒壊後

4. シミュレーション結果と検討

津波が某旅館に当たる瞬間の浸水状況が Fig. 4 である。色は波高を示す。Fig5 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。

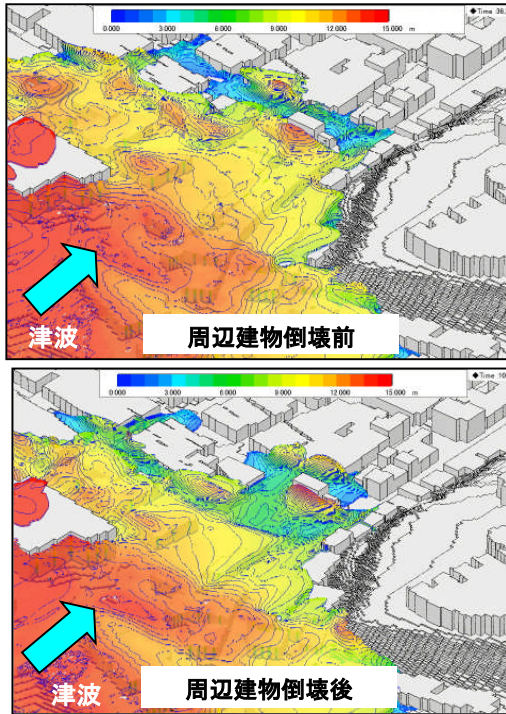


図4. 当該建物に到達時の津波浸水域

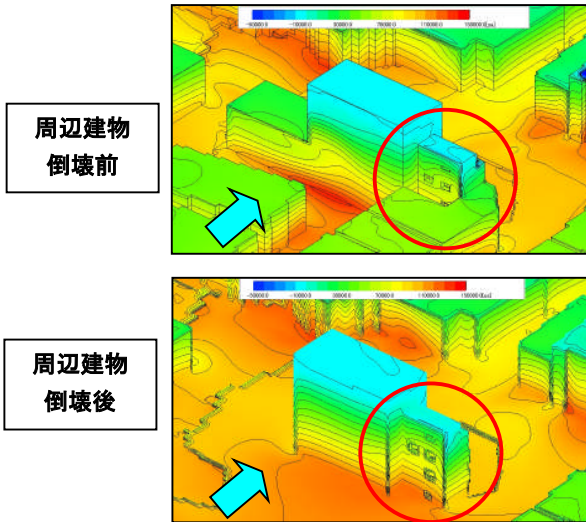


図5. 当該建物に到達時の表面波圧分布

Fig6 には、某旅館の水没直前の縦断面圧力分布を示す。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、水深系数 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のではないかとい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・碎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。

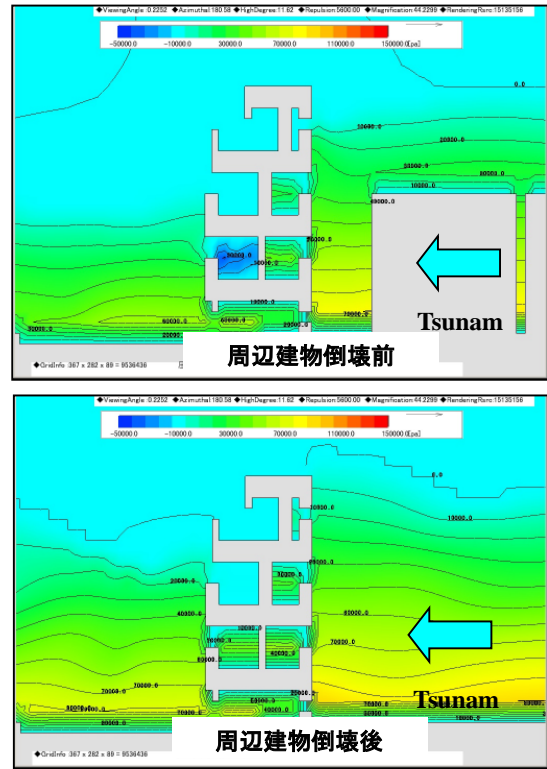


図6. 当該建物に到達時の鉛直方向圧力分布

5. まとめ

VOF 法による津波荷重解析を震災時の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。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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 I 2pp.33-34, 2012.9
- 5) 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

1* 株式会社環境シミュレーション

2** 国土交通省国土技術政策総合研究所

3*** 国立研究開発法人建築研究所

1*Environment Simulation Inc.

2**National Institute for Land and Infrastructure Management

3***Building Research Institute