

建物の有無が浸水に及ぼす影響に関する数値解析的研究

香川大学 賛助会員 ○小田原光希 フェロー 吉田秀典
正会員 松本直通 正会員 野々村敦子

1. はじめに

我が国は地震大国であり、南海トラフ巨大地震が懸念されている。近年の研究では、過去最大クラスの被害をもたらす恐れもある。巨大地震による被害を最小限に抑え、被災した際に即座に対応できるようにするためには、あらかじめ被害の程度を予測しておくことが重要である。災害による被害を増大させる要因として、巨大地震に伴い、発生する津波が挙げられる。津波による浸水は、避難行動にも影響を及ぼす恐れがあるため、数値解析等によりシミュレーションを行う必要がある。それを基に、避難場所・経路選定、震災後の復興・復旧等に用いることが望まれるが、避難行動を行うには、刻々と変化する浸水深や浸水域など詳細な浸水状況を確認する必要がある。それには建物が流体挙動にどのような影響を与えるのか検討する必要がある。

本研究では、建物の有無によりどのような影響を受けるのか、例えば、波が陸に上陸してからの到達時間はどうか、また、浸水深や浸水範囲等の浸水状況にどのような差を生じるのかを確認するため、3次元解析流体力学解析ツール（OpenFOAM）を用いて、高松市の瀬戸内町から幸町のエリアに対して、波の遡上による海岸地域の浸水解析を行った。

2. 基礎理論の概要

本研究では、津波、高潮といったように陸に押し寄せる波が陸地を遡上する様子を再現するため、気液2相流体の混相流解析を行う。また、混相流解析の中でも界面捕獲法を用いた自由表面流解析を行う。流体理論は、VOF（Volume of Fluid）法に基づく界面捕獲法による不混和流体で非圧縮・等温混相流とする。非圧縮性流体の連続式、表面張力を考慮した Navier-Stokes 方程式、自由表面の移流方程式は C.W. Hirt らの論文を参考にした¹⁾。

3. 解析結果

建物を考慮していないケースと建物を考慮したケースを用いて、建物の影響による流体挙動の変化の確認を行うため、津波・高潮といったように陸に押し寄せる波の挙動を表現する。なお、ケース1とケース2の解析範囲は、高松市瀬戸内町から幸町付近（図1）で、ケース1は建物を考慮していない、ケース2は建物を考慮しており、両解析結果より、建物の有無が解析に与える影響を検討する。

解析パラメータは表1に示す通りであり、波の高さ4~5mとなるように設定し解析を行った。波の遡上の結果を時刻 T=1000s まで、浸水深は低い順に白・青・水色・黄緑・黄色・赤・紫とし、浸水深を可視化している。



表1 解析パラメータ

	液相	気層
密度 (kg/m ³)	1000	1
動粘性係数 (m ² /s)	1.0×10 ⁻⁶	1.48×10 ⁻⁵
表面張力 (kg/m ²)	0.07	
重力加速度 (m/s ²)	9.81	

図1 解析範囲（ケース1&2）

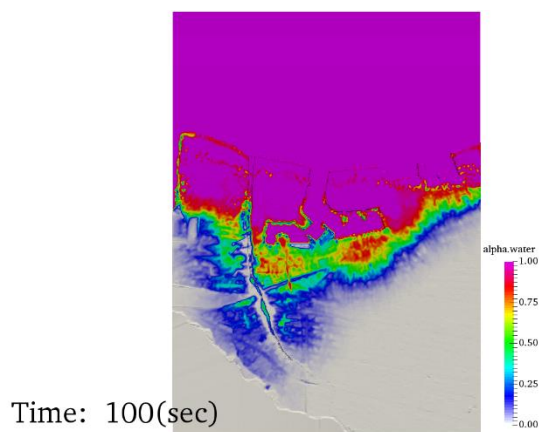


図 2 波の遡上（ケース 1, T=100s）

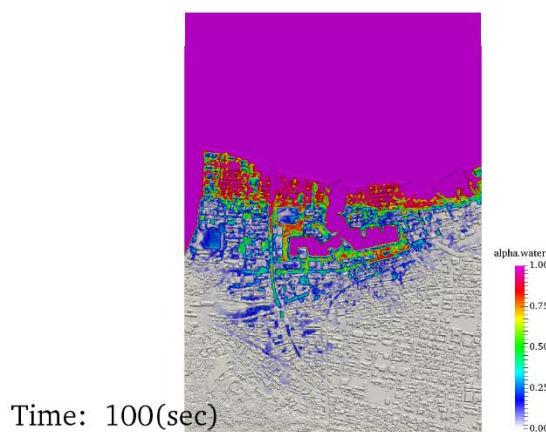


図 3 波の遡上（ケース 2, T=1000s）

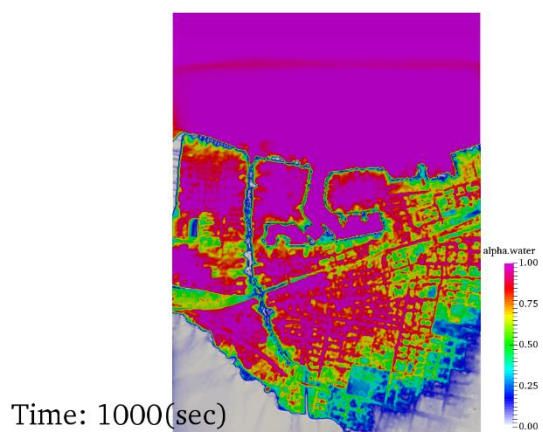


図 4 波の遡上（ケース 1, T=100s）

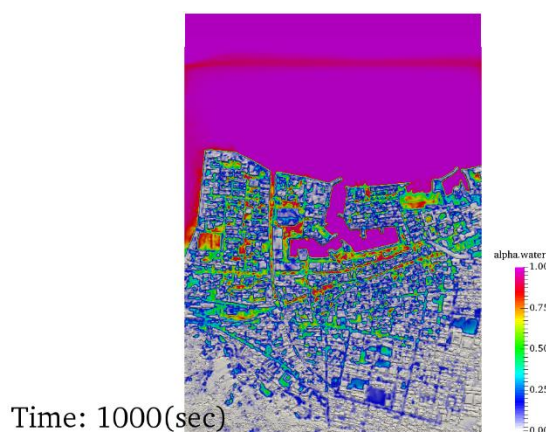


図 4 波の遡上（ケース 2, T=1000s）

ケース 1 とケース 2 の解析結果で、ケース 1 は、500s まで波の勢いは弱まることなく浸水範囲はほぼ全域に広がるが、500s 以降になると波の勢いは弱まり、600s～1000s での浸水範囲にあまり変化はみられない。一方、ケース 2 では建物の影響により波が減衰し、200s 時点で波は勢いを失い、200s 以降も徐々に浸水域が広がるものの、浸水範囲が全域に至るまで 900s 程度の時間を要しており、ケース 1 の倍程度である。また、波の遡上後、建物の影響により、波はすぐに減勢され最大浸水深でも 0.75m であることから、2 階以上の建物に避難することにより、浸水被害から身を守ることができると考えられる。さらに、ケース 1 の浸水深は 0.5m から 1.0m がほとんどであるが、ケース 2 での浸水深は 0.0m から 0.5m がほとんどであるが、0.5m～0.75m の浸水がみられる区域も存在する。これは、海の近傍で比較的標高が低くかつ、道路沿いに建物等がある区域であり、波の遡上後、流入した水がとどまり易いことが原因で浸水深が大きくなっていると考えられる。

4. まとめおよび今後の課題

本研究では、建物を考慮していないケースと建物を考慮したケースにおいて、波の遡上による浸水解析を行った結果、建物の有無が浸水に及ぼす影響は大きいこと確認できた。

しかしながら、今回は過去の津波の再現ではないため津波ハザードとしての信ぴょう性があるとは言えない。そのため、今後の課題として、津波ハザードと比較できるよう実際の津波被害を想定し、数値解析を行う必要がある。また、今回の結果において、局所的に波速が大きくなるあるいは、浸水深が大きくなる箇所もあるため、こうしたことが避難等に影響を及ぼすことがあるためハザードマップを作成する必要がある。

参考文献

- 1) C.W. Hirt, B.D. Nichols : Volume of Fluid (VOF) Method for the Dynamics of Free Boundaries, Journal of Computational Physics 39, pp.201-225, 1981