

物理エンジンによる津波シミュレーション

2年3組 奥川 智史 2年3組 角田 柁友 2年3組 八束 瑠洗
指導者 中村 俊貴

1 課題設定の理由

近年起こるといわれている南海トラフ巨大地震は、宇和島市にも多大な被害をもたらすことが予想されている。特に津波は防ぎようのない脅威である。そこで私たちは、すこしでも被害を抑えるため、物理エンジンを使って波の動きをシミュレーションし、どこがどのように危険であるかの調査をしようと考えた

2 仮説

宇和島市の沿岸部の水深が浅いため波の速さが遅くなるが、波高は高くなるそのため漂流物や破損物などを波によって運ばれ港側に被害が集中する。波が先に九島にぶつかるため波の威力が弱まったり変化したりするのではないかと予想される。

3 実験・研究の方法

(1) 方法

Blender を用いて宇和島市の地形を作成する。さらに流体シミュレーションで波の再現をする。再現した波を宇和島市にぶつける。

(2) 実験条件

- ①宇和島市を 1/30 スケールで再現する。
- ②波の速さは 80 m/s にする。(新幹線とほぼ同速)
- ③波はブロックで押し上げて発生させる。

図1・図2の宇和島市は Blender を用いて国土地理院の地形図を参考に作成した。情報が足りなかったため海底の地形は再現していないそのため水深は一定である。建物は再現が難しいため省略した。

(3) 波の発生方法について

Blender の流体シミュレーションを用いて図3のように水とブロックを用意する。水はあらかじめ決まった範囲内に静止させておくそこにブロックを移動させて水を押し上げる。そうすることによって図4のように徐々に水が持ち上げられる。

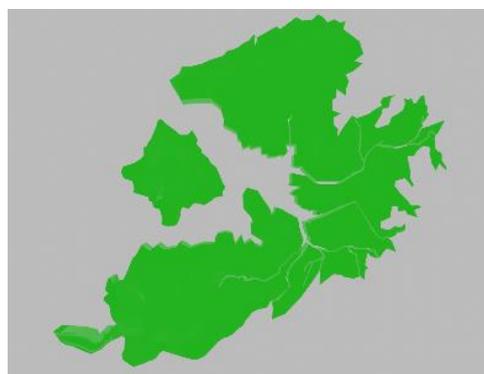


図1 モデリングした宇和島

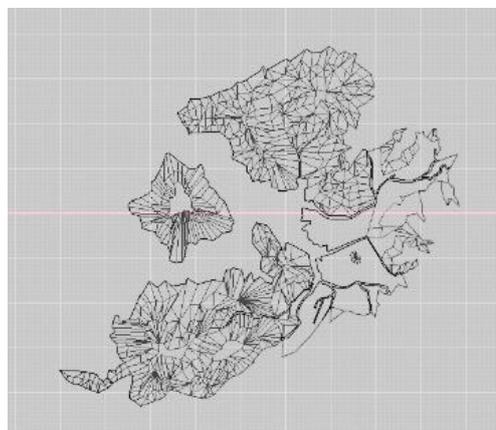


図2 ワイヤフレームにした宇和島

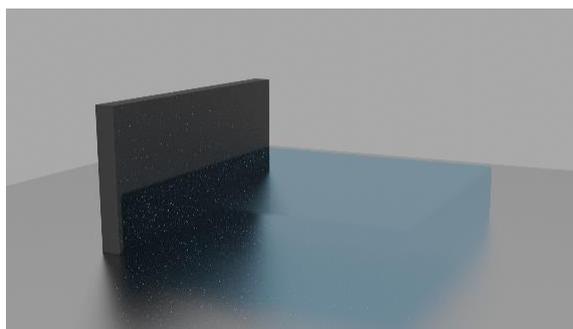


図3 波の発生過程 1

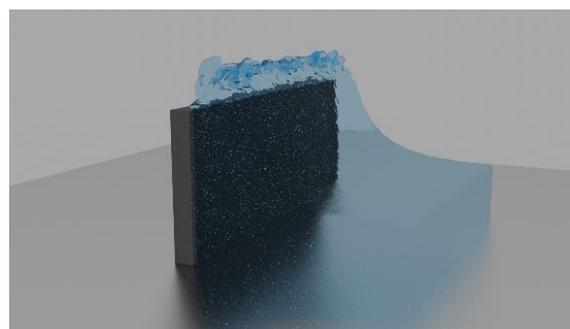


図4 波の発生過程 2

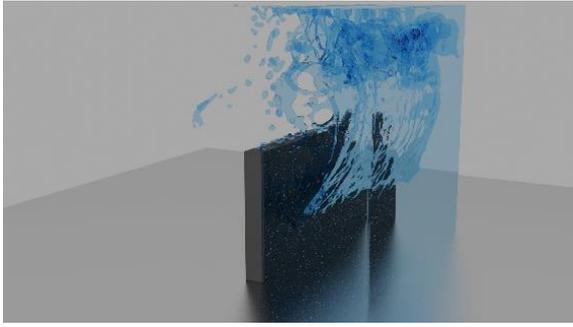


図5 波の発生過程3

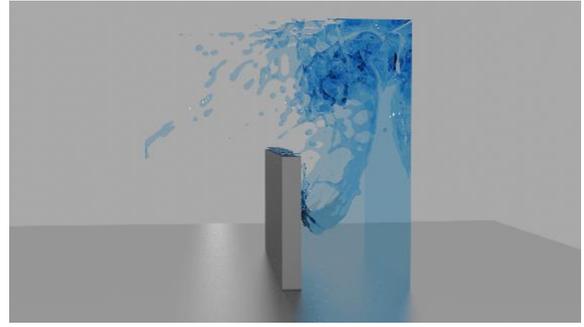


図6 波の発生過程4

この動作を繰り返すことによって波の動きを再現することができる。

図7・図8は実際の実験で使った波の動きを表したものである。このようにして作った波をモデリングした宇和島市へぶつける。

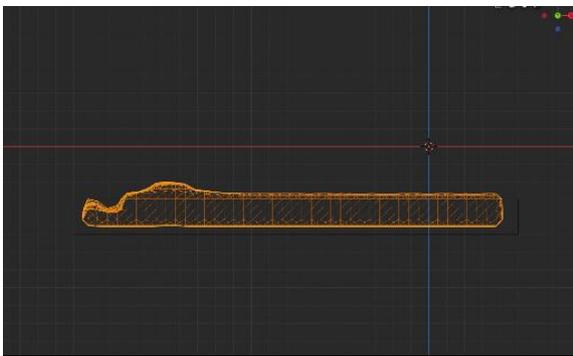


図7 実験で用いた波1



図8 実験で用いた波2

流体と宇和島市を図9のように配置する。図9は波をぶつける前の状態である。波は図9の左端から宇和島市へ向かって発生させる。



図9 波を発生させる前の宇和島

図10は波の速度が速すぎたために津波が高くなりすぎて宇和島市全体を覆いつくしてしまった。また解像度が非常に低いため波の動きが正常ではなかった。図11では流体シミュレーションでのドメイン設定でワールド重力の設定に間違いがあったため、波が宙に浮いたり宇和島市が波と重なったりしてしまった。

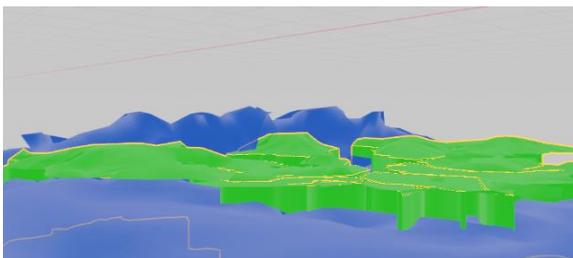


図10 実験失敗例1

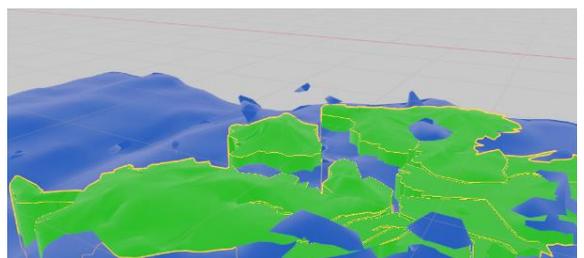


図11 実験失敗例2

4 結果と考察

(1) 結果

図12のように九島が特に多大な被害を受けたが、九島に波が衝突することによって威力が大きく軽減されたため宇和島市は予想していたより多大な被害は見られなかった。宇和島市周辺の海岸部では九島ほど多大な被害を見られなかったものの広範囲に被害が及んでいて危険な状態であった。しかし、私達の予想に反してリアス海岸となっている宇和島市沿岸部には高い波が上陸することはなかった。宇和島市への被害はシミュレーションの精度が低かったためほとんど見られなかった。図13のように九島付近までは波は正常に動作していたことが確認できた。



図12 波を衝突させた様子1

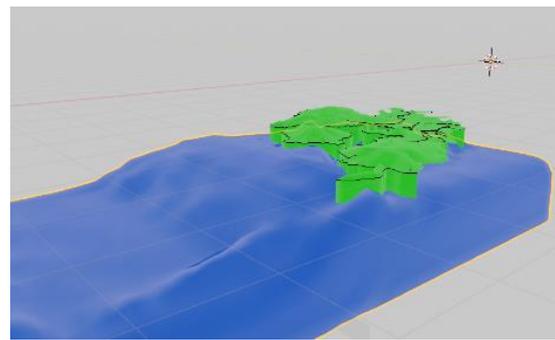


図13 波を衝突させた様子2

(2) 考察

図14のように宇和島市内の河川では特に川幅が狭いため流体にシミュレーションが正常に動作しなかった。また今回のシミュレーションでは流体の解像度が低くなっているため九島に衝突した波が宇和島湾内へ侵入しにくくなっていた。そのため宇和島市への波の威力が抑えられすぎていると考えられる。ただ、九島によって衝突した波の威力が抑えられたことは確認できた。流体シミュレーションでは粘度や漂流物、建築物などを省略しているため実際の津波の被害はより大きなものになると考えられる。



図14 宇和島市の浸水状況

5 まとめと今後の課題

(1) まとめ

宇和島市の地形を簡略化した部分があり、海底の地形は省いていたため波の動きの細かい変化がわかりにくいところがあった。そのため今回のシミュレーションには正確性に欠ける点があると考えられる。波に関しては粘性や波の発生方法など津波の威力にかかわるので微調整が必要だと感じた。

(2) 今後の課題

波の起こし方や、水深を考慮してシミュレーションすることが出来た。得られた結果も改良を重ねて段々と正確になってきているが、海底の沈殿物や漂流物、粘性などの細かな条件はまだ反映することが出来ていない。また波の動きをより正確にするためには流体の解像度

を非常に高い数値に設定する必要がある。しかし現環境では PC の性能が不足しているため解像度の問題を解決することが出来ない。これを改善するために現在使用しているより性能が高い PC へ変更する必要がある。また目標としていたハザードマップの作成も正確なデータが手に入り次第進めていきたい。

参考文献

- 地理院地図, 電子国土,2020,
<https://maps.gsi.go.jp/#5/32.045333/139.921875/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>
- blender2.8, 入門, アニメーション基礎, キーフレームと補間曲線
<https://czpanel.com/lecture/blender/basic/operation/>
- blender, 流体シミュレーションを使う, 流体設定
<https://qiita.com/daxanya1/items/d8790c7d88b0d9300653>, (参照 2014-12-04)