

流体表現を用いた横浜駅周辺の津波シミュレーションについての提案

稲垣誠^{†1} 川合康央^{†1}

概要: 日本では大きな地震が頻発しており、それに伴う津波によって大きな被害を被っている。近年では、南海トラフ地震による津波が危険視されており、各地で対策が行われている。本研究では、AI ベースのリアルタイム流体シミュレーションプラグインである Zibra Liquids を使用して、より現実に近い津波シミュレーションを行ったものである。対象地区として、神奈川県横浜市横浜駅周辺を選定し、シミュレーションを行った。横浜駅周辺の 3D モデルは、国土交通省がオープンデータとして提供している PLATEAU を使用し、現実に近い状況を再現している。

1. はじめに

日本では地理的な影響から、現在までも数多くの巨大地震を受けており、多くの被害を被ってきた。2011 年の東日本大震災では、地震による被害とともに、地震によって発生した津波によって、甚大な被害をもたらされた。さらに現在では、100~200 年間隔で発生してきた南海トラフ地震の発生が予測されている[1]。この南海トラフ地震が発生した場合には、静岡県から宮崎県にかけての一部地域では、震度 7 の大地震となる可能性があるとされており、隣接する周辺の広い地域でも、震度 6 弱から震度 6 強の強い揺れが想定されている。このような大規模な地震や津波が想定されている中、津波の被害シミュレーション[2, 3]や、津波による避難シミュレーション[4, 5]といった研究が行われている。本研究では、これらの研究を参考に、ゲームエンジンである Unity を使用し、国土交通省よりオープンデータとして公開されている、PLATEAU の横浜市モデルを使用し、AI ベースのリアルタイム流体シミュレーションプラグインを使用することで、より現実の津波浸水に近い動きを再現したシミュレーションの試作を行った。また、本シミュレーションを行うことで、どの場所にどのような被害が出るのかを明らかにし、これらの結果から横浜駅周辺の津波防災計画に資するデータを取得することを目指すものとする。

2. 研究方法

2.1 地理情報モデル

本システムの開発では、3 次元地理情報モデルとして、国土交通省が行っている 3D 都市モデル整備・活用・オープンデータ化のリーディングプロジェクトである PLATEAU を使用している。これにより、現実に近い形でシミュレーションを行うことが可能となる。

2.2 津波表現

本システムで用いる津波表現として、AI ベースのリアルタイム流体シミュレーションプラグインである「Zibra Liquids」を使用している。本プラグインを使用することで、水の動きをリアルに再現可能であり、津波が横浜駅周辺を襲った場合にどのような動きをするのかを、より正確にシミュレーションを行うことが出来る。

2.3 シミュレーション対象地区

本研究で津波シミュレーションを行う対象地区を神奈川県横浜市とした。粒子法を用いたシミュレーションは処理が膨大なものとなるため、本研究では範囲を限定し、横浜駅周辺とした。横浜駅は、年間乗降客数が約 8 億 4100 万人となるほどの大型の駅であり、近くを帷子川と呼ばれる東京湾と繋がる川が流れていることから、津波発生時には帷子川の氾濫から浸水が起ると予想される。また、横浜市は、東日本大震災での教訓を踏まえ、今後の津波災害から市民の安全を確保するための様々な取り組みを進めている。また、横浜市は平成 24 年 3 月に神奈川県が想定した津波のうち、「慶長型地震」と呼ばれる地震による津波をモデルとして津波対策を実施している。「慶長型地震」は、1605 年に発生したとされる地震であり、津波が房総、伊豆、紀伊、四国、九州を襲ったとされている。さらに、「慶長型地震」とは別に、神奈川県が平成 25 年 12 月に内閣府「首都直下地震モデル検討会」が提示した知見に基づき、5 つの地震について浸水域と浸水深が最大となるよう重ね合わせた図面を作成しており、これを「津波浸水想定」として設定している。これらの情報を参考に、本研究を進めていくものとする。

3. 結果

今回、横浜駅周辺にて津波シミュレーションを行った

^{†1} 文教大学

(図 1-3). 結果, 神奈川県が津波予想として出している「津波浸水想定図」(図 4) [6], e-かなマップ「津波浸水想定マップ」(図 5) [7]の想定と近似する結果を出すことが出来た. しかし, 横浜駅周辺での津波では, 横浜駅付近を流れる帷子川の氾濫から浸水が始まると予想されるため, 今後の研究としては, 川の氾濫を想定したシミュレーションを行うことが必要であると考えられる.



図 1 本システムで再現された津波の浸水(全体)

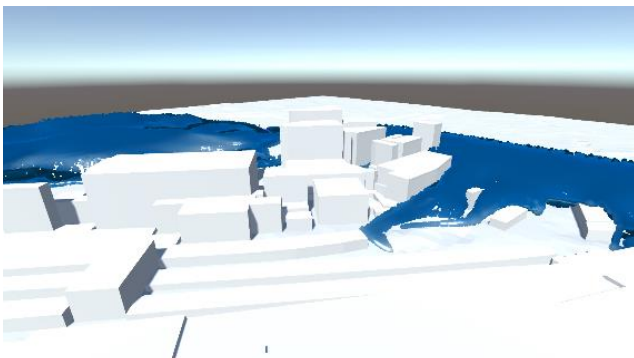


図 2 本システムで再現された津波の浸水(駅前棟辺り)

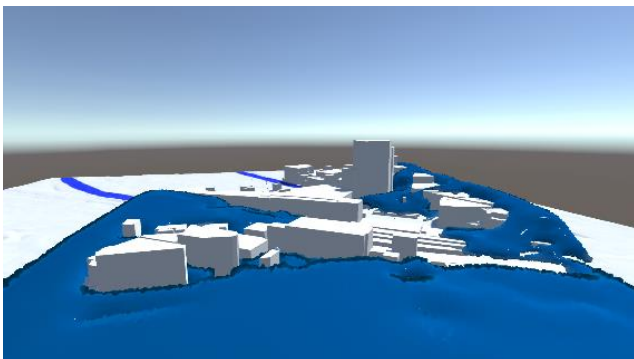


図 2 本システムで再現された津波の浸水(全体横)



図 4 対象地区の津波浸水想定図(神奈川県津波想定図)[6]

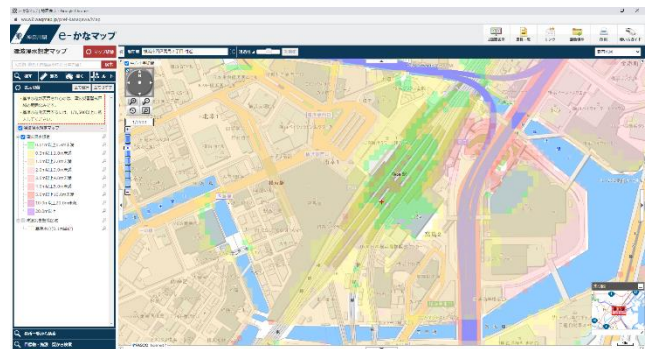


図 5 対象地区の津波浸水想定図(e-かなマップ)[7]

4. まとめ

本研究では, 横浜駅周辺を対象とした粒子法による津波シミュレーションの試作を行った. 結果として, 神奈川県が想定する津波浸水域に近い状況を再現することが出来た. 今回のシステムでは, 横浜駅周辺という非常に狭い範囲でのシミュレーションとなったが, 今後の津波処理を改善することによって, さらに広範囲でのシミュレーションや, 横浜市以外の津波が想定される地域を対象としてシミュレーションを行っていくこととする.

また, 津波の浸水シミュレーションだけでなく, 車両などの各種都市空間構成要素を配置し, 津波によって動かされたオブジェクトがどのように移動し, 避難経路などを塞ぐ可能性があるかなどのシミュレーションを行っていくこととする.

引き続き, 実際の津波に近い状況を再現し, 地方自治体における防災計画に資するデータ取得のためのシミュレーションシステムの開発を行っていく.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP 19K12665 及び JP20K12517 の助成を受けたものです.

参考文献

- [1] 金田義行. 南海トラフ巨大地震研究プロジェクト成果. 自然災害科学, 2021, vol. 40, no. 1, p. 23-37.
- [2] 大石裕介, 新出孝政, 山崎崇史, 牧野嶋文泰, 馬場俊孝, 前田拓人, 近貞直孝, 対馬弘晃, 高川智博. 南海トラフ巨大地震の3次元津波伝播シミュレーション. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 2020, vol. 76 no. 2, p.259-264.
- [3] 高橋幸宏, 能島暢呂. 南海トラフ巨大地震による津波の浸水深分布の空間相関特性の評価とシミュレーション. 地域安全学会論文集, 2020, no.36, p.75-82.
- [4] 服部匡洋, 大石秀雄, 中村真貴, 馬越一也, 篠原聖二. 広域道路ネットワークを対象とした地震被害シミュレーションの精度検証と被災度評価. 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), 2020, vol.76, no.4, p.516-528.
- [5] 亀田知沙, 高橋智幸. 津波避難時における歩車の相互作用を考慮した数値シミュレーションの開発. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 2017, vol.73, no.2, p.349-354.
- [6] “神奈川県津波浸水想定図”.
<https://www.pref.kanagawa.jp/uploaded/attachment/759943.pdf>,
(参照 2021-12-22).
- [7] “e-かなマップ 津波浸水想定マップ”.
<https://www2.wagmap.jp/pref-kanagawa/Map>, (参照 2021-12-22).