

津波に対する清水港湾口防波堤の費用対効果の評価に関する基礎的研究

(その1 エージェント行動シミュレーションを用いた検討)

A Fundamental Study on Cost-effectiveness Analysis of the Breakwater at the Entrance of Shimizu Port

1st. Considering Using Agent Behavior Simulation

星野智史¹, ○豊川大樹², 増田光一³, 居駒知樹³, 惠藤浩朗³Hoshino Satoshi¹, *Daiki Toyokawa², Koichi Masuda³, Tomoki Ikoma³, Hiroaki Eto³

This study investigated the dependent area characteristics of tsunami propagation and evacuation for estimating damage to human life. For investigating countermeasure, agent behavior and flooded area expansion was used to consider area characteristics in relation to damage estimation of human life. In this paper, changing the height of the breakwater at the entrance of Shimizu Port was considered to mitigate the damage to human life in case of tsunami.

1. 緒言

東日本大震災以降の我が国は、大規模な津波災害に対して人命を第一とする減災を目標としている。そのため、堤防や津波避難施設といったハード対策と、防災警報やハザードマップといったソフト対策を組み合わせた「多重防護」と呼ばれる津波対策の整備が進められている^[1]。

しかしハード対策は、建造や設置といった初期投資や維持管理にかかる費用が大きく、整備期間も長期に渡るため、計画から運用に至るまで数多くの詳細かつ慎重な検討が必要である。また、防波堤や防潮堤といった津波の減衰を目的としたハード対策は、比較的大規模な構造物となる場合が多く、水辺の景観を崩す可能性が高いことや地理的特性に合わせた提案が難しいといった問題も挙げられる。したがって、津波に対してハード対策を講じる際には、新規の防災投資に限界があることを認識しつつ、既存の施設の有効活用に併せて、ハード対策を効率良く整備・配置することが重要である。

ハード対策の一つである防波堤は、東日本大震災においても湾内へ伝播する津波に対して減災効果を発揮したことが確認されており、多重防護に不可欠な対策の一つとして挙げられる。しかし、前述の津波減災効果は、観測された実際の被害状況と数値シミュレーションによって求められた推定値との比較から、災害後に明らかとなった。費用対効果が課題とされる大規模なハード対策の整備を進めるためには、減災効果を事前に明らかにする

ことが重要である。

加えて防波堤による津波減災効果の評価は、浸水域や津波高、津波到達時間といった津波特性のみに着目しており、避難施設を設計する際の人的被害については前記した津波特性や人口密度から概算されている^[2]。しかしながら、各地域の特性によって津波の進行方向や流速等の津波伝播特性や、避難施設の配置状況や避難経路等の避難特性が左右されることから、津波による人的被害を評価するためには、このような地域的な問題を詳細に考慮・検討する必要がある。

Masuda *et al.*^[3]の提案する時刻歴行動シミュレーション(以下、本研究ではエージェント行動シミュレーションと呼称)と津波伝播シミュレーションを組み合わせた手法は、設定した避難経路を移動するエージェントと、時々刻々と変化する浸水域を同時系列で解析することで地域特性を考慮した避難の評価が可能である。先行研究^[4]では、当手法を用いて防波堤の有無が津波による人的被害特性に与える影響を明らかにした。ただし当研究は、検討の初期段階として防波堤の有無のみに言及した研究であり、天端高さによる影響については検討に至っていない。

以上の背景から本研究では、防波堤の有無もしくは天端高さを変えた検討から清水港湾口防波堤の費用対効果を明らかにすることを目的とする。なお本稿では、前記した先行研究^{[3][4]}に引き続き、ケーススタディの対象地域を静岡県静岡市清水区江尻埠頭後背市街地とする。

1 : 日大理工・院(前)・海建

Department of Oceanic Architecture and Engineering/CST/ Graduate School of Nihon University

2 : 日大理工・学部・海建

Department of Oceanic Architecture and Engineering/ CST/Nihon University

3 : 日大理工・教員・海建

Department of Oceanic Architecture and Engineering/CST/Nihon University

2. 研究手法

本研究では、先行研究^{[3][4]}と同様の津波伝播シミュレーションとエージェント行動シミュレーションを統合的に解析する手法によって、時々刻々と変化する浸水域と避難行動を同じ時系列で検証する。なお、本研究の数値シミュレーションは、格子の横軸を X、縦軸を Y とし、それぞれ右向き、上向き方向を正とした。加えて、計算領域の方位は上端を北としている。

3. 数値シミュレーション条件

本研究では、先行研究^[4]の防波堤の有無に加え、防波堤天端高さを越流が生じない高さまで嵩上げした場合についても検討した。なお、各数値シミュレーション諸元の設定理由に関しては先行研究^[4]を参照するものとする。

(1) 津波伝播シミュレーション

本研究の津波伝播シミュレーションに関する諸元を Table 1 に示す。

Table 1. The Conditions of Tsunami Propagation Simulation

	Large	Medium	Small
Mesh width [m]	2430.0	270.0	30.0
Simulation time [s]	21600.0	21600.0	21600.0
X axis cell number	288	252	189
Y axis cell number	206	252	297
Manning number	0.025	0.025	0.05
Inflow boundary (North, South, East and West)	None	S E W	S E

なお、本研究で対象とする津波断層モデルは、内閣府による検討^[5]で静岡市における津波高が全 11 ケースの内、最も高い値を示すケース 8 とした。

(2) エージェント行動シミュレーション

本研究のエージェント行動シミュレーションに関する諸元を Table 2 に示す。

Table 2. The Conditions of Agent Behavior Simulation

Simulation time [s]	2500.0
Number of agent	110
Walking speed [m/s]	0.62
Starting time to escape [min]	0~50 (time interval : 5 [min])

Table 3. The Number of Affected Agent as Changing Starting Time to Escape

Starting time to escape [min]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Without breakwater	0	0	0	14	34	44	56	61	61	61	61
With breakwater	0	0	0	8	33	37	47	51	53	53	53
With higher breakwater	0	0	0	8	33	37	46	51	53	53	53

4. 数値シミュレーション結果

本研究の数値シミュレーション結果を Table 3 にまとめ、グラフ化したものを Figure 1 に示す。

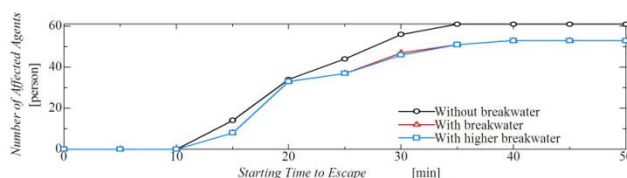


Figure 1. The Graph of Numerical Simulations Results

防波堤が有ることで、各時刻の被災エージェント数は大きく低減する。しかし防波堤天端高さを嵩上げすることによる効果は、避難開始時刻が 30 分の時点での被災エージェント数を 1 つ低減するのみである。

5. 結言

本稿では、清水港湾口防波堤の有無や天端高さが人的被害に及ぼす影響について、避難開始時間を変えたエージェント行動シミュレーションによって検討し、被災エージェント数に差異が生じることを確認した。

6. 参考文献

- [1] 国土交通省港湾局：「港湾の津波避難対策に関するガイドライン」, 2013.
- [2] 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会内閣府政府統括官（防災担当）：「津波避難ビル等に係るガイドライン」, 2005.
- [3] K. Masuda, T. Ikoma, Y. Aida, S. Hoshino and J. Takayama: “Development of Tsunami Hazard Map for Supporting Evacuation Guidance in Tsunami”, OMAE2015-42343, 2015.
- [4] 星野智史, 増田光一, 居駒知樹, 惠藤浩朗：「時刻歴行動シミュレーションを用いた沿岸域の津波被害評価に関する研究（第1報 防波堤の有無が津波被害特性に与える影響に関する検討）」, 日本沿岸域学会研究討論会2015講演概要集No. 28, 11-1, 2015.
- [5] 内閣府：「南海トラフの巨大地震モデル検討会」, <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/>, 参照2014-10-20