

S1-6

建築物に作用する津波流体力に関する基礎的研究

A Fundamental on Fluid force of Tsunami Acting on Architectural

○増田光一¹, 居駒知樹¹, 高山淳平², 相田康洋³
Koichi Masuda¹, Tomoki Ikoma¹, Junpei Takayama², Yasuhiro Aida²

Abstract : There are two purpose in this study. One is verification of the validity of the numerical simulation. The other is to clarify tends of water depth coefficient used in evaluation method of load of tsunami act on architecture when rapid flow. Therefore, we compared with tank experiment and numerical simulation. We also carried out numerical simulation which focused on Froude number. As a result, there was validity of the numerical simulation and we found the water depth coefficient should be changed depending on the flow velocity.

1. 諸言

2011年3月11日には東北地方でマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生した。この地震により津波が発生し、陸上に遡上した津波により建築物の破壊、倒壊、建築物内部への浸水による建築的機能の喪失などが発生し、沿岸域の都市は壊滅的被害に遭った。沿岸域の建築物を設計する際、津波の荷重を考慮することは必要であり、過去にも津波避難ビル等に係るガイドライン¹⁾に記載されているような津波の流体力を推定する近似式が研究、提案されている。

朝倉ら²⁾は津波が護岸を越流した場合の建築物に作用する津波波圧を水槽実験により求め、その結果建築物にかかる津波流体圧力は建築物前面での遡上水位の3倍の静水圧と考えることができるとした。

$$P = \rho g (\alpha \eta_{\max} - z) \quad (1)$$

ただし ρ :密度, g :重力加速度, η_{\max} :建築物前面での遡上水位

式(1)が津波避難ビル等に係るガイドラインの津波波圧算定式として利用されているものである。

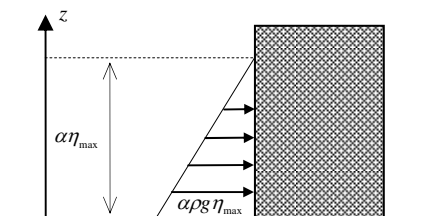


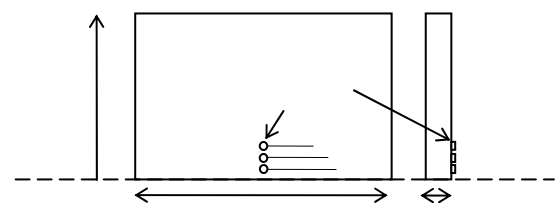
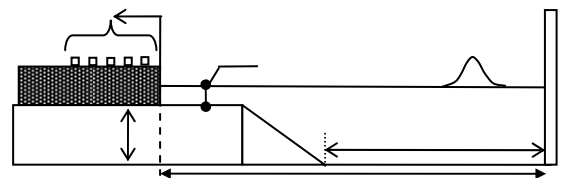
Fig.1 Formula of tsunami pressure acting on buildings

有川ら³⁾は朝倉ら²⁾の研究に対して射流状態において建築物には衝撃津波波圧が作用し、段波状態の津波が建築物に作用する場合、衝撃津波波圧においては津波避難ビル等に係るガイドライン¹⁾の式(1)の水深係数 $\alpha = 3.0$ では過小評価になることを明らかにした。しかし、有川ら³⁾の実験ではフルード数 1.5 付近での検討し

かなされていない。そこで、フルード数 1.5 以上の領域で建築物の鉛直壁面に作用する衝撃津波波圧にどのような傾向があるかを水槽実験と MPS 法によるシミュレーションにより明らかにすることを目的とする。

2. 水槽実験

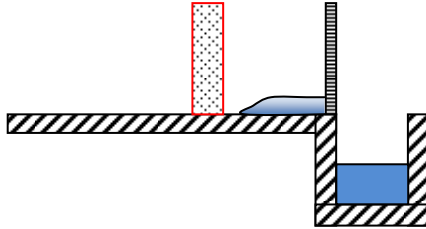
日本大学理工学部が所有する二次元水槽を用いて水槽実験を行う。実験概要を Fig.2 に示す。計測項目は岸壁模型上の遡上水位と流速、建築物模型前面に作用する流体圧力である。建築物は岸壁模型先端を基準として 0.2m 間隔で波下側へ移動させる。遡上水位および流速は建築物模型を設置する位置であり、流体圧力の計測位置は Fig.3 に示すとおりである。



3. 妥当性の検証

本研究では越塚ら⁴⁾によって開発された MPS 法を用いる。そこで、陸建築物に作用する津波流体圧を予測する手法として MPS 法が有効な手法であるか妥当性の検証を行う。その後フルード数をパラメータとして

流体圧力がどのような傾向を示すか明らかにする。シミュレーションの概要を Fig.3 で示す。水槽実験と同様の場合を再現するが相田⁵⁾によって開発された新たな造波境界を用いるため再現の領域が縮小されている。



4. 結果の比較と考察

水槽実験と MPS 法による数値シミュレーションの流体圧力を比較した結果を Fig.5 に示す。Fig.5 は高さ 0.02m の位置における建築物前面の流体圧力であり、横軸に岸壁模型先端からの距離、縦軸を津波波圧算定式による結果を用いて無次元化している。Fig.5 から MPS 法が実験値と近い値を示していることがわかる。したがって、MPS 法が建築物に作用する流体圧力を推定する有効な手法であると確認することができた。

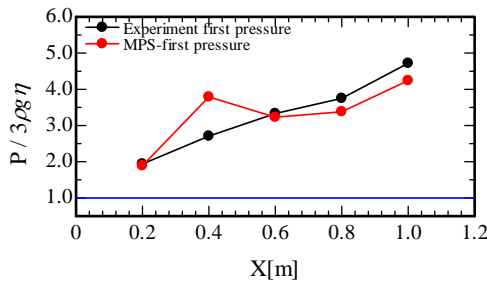


Fig.5 Comparison of wave pressure on each position

5. 数値シミュレーションの概要

次に MPS 法を用いて衝撃津波波圧とフルード数と水深係数 α の関係を明らかにする。Fig.6 に示すフルード数に着目し、Table1 の計算条件で数値シミュレーションを行う。

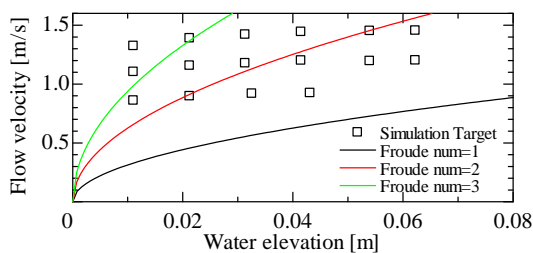


Fig.6 Simulation case by froude number

Table 1 MPS simulation condition

Simulation time[sec]	3.0
delta t[sec]	1.0E-4
Influence radius	2.1
Particle size[m]	1.0E-3

6. シミュレーション結果、考察

Fig.7 より建築物に衝撃津波波圧が作用する場合、衝撃津波波圧は式(1)における係数 α はフルード数により変化することが確認できる。式(1)は静水圧の影響を考慮した算定式であるが、衝撃津波波圧が発生するような場合、 $\alpha=3.0$ では過小評価になる場合があることが確認できる。

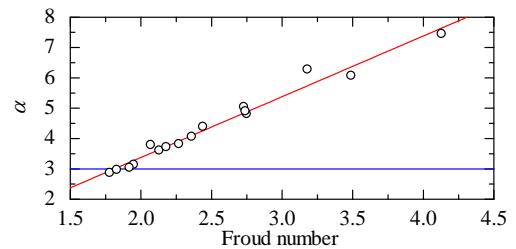


Fig.7 Relation of Froude number and alpha in the case of Impulsive-tsunami-pressure acting on the building

7. 結論

津波避難ビル等に係るガイドライン¹⁾に記載されている式は静水圧的な考慮しかなされていない。衝撃津波波圧が建築物の鉛直壁面に作用する場合は、建築物前面での遡上水深以外に流速の考慮が必要になる。また、流速に応じて水深係数 α は変化させる必要がある。

8. 参考文献

- [1] 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会 内閣府政策統括官(防災担当)；津波避難ビル等に係るガイドライン，2005，6.
- [2] 朝倉良介 岩瀬浩二池谷毅高尾誠 金戸俊道藤井直樹大森政則；護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究，土木学会海岸工学論文集，第 47 巻(2000)，pp.911-915.
- [3] 有川太郎 池辺将光山田文則下迫健一郎今村文彦；護岸・陸上構造物に対する津波力の大規模実験，土木学会海岸工学論文集，第 52 巻(2005)，pp.746-750.
- [4] 越塚誠一；粒子法，丸善株式会社，2005.
- [5] 相田康洋，増田光一，居駒知樹；陸上遡上後の津波解析のための MPS 法の利用方法の提案，日本沿岸域学会研究討論会，2012，7.