

基準整備促進事業津波荷重シミュレーション3

—開口のある建築構造物の津波荷重解析—

Tsunami Load Simulation 3 for Standard Maintenance Promotion Business -Tsunami Load Analysis for Building with Openings-

- 政岡沙央理, (株)環境シミュレーション, 東京都千代田区岩本町 3-4-6, s_masaoka@env-simulation.com
- 阪田升, (株)環境シミュレーション, 東京都千代田区岩本町 3-4-6, m_sakata@env-simulation.com
- 奥田泰雄, 国交省国土技術政策総合研究所, 茨城県つくば市旭 1, okuda-y92ta@nilim.go.jp
- 壁谷澤寿一, 国交省国土技術政策総合研究所, 茨城県つくば市旭 1, kabeyasawa-t92ta@nilim.go.jp
- 喜々津仁密, (独)建築研究所, 茨城県つくば市立原 1, kikitsu@kenken.go.jp
- 長井大祐, (株)環境シミュレーション, 東京都千代田区岩本町 3-4-6, d_nagai@env-simulation.com
- Saori MASAOKA, Environment Simulation Inc., 3-4-6 Iwamoto-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, JAPAN
- Minoru SAKATA, Environment Simulation Inc., 3-4-6 Iwamoto-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, JAPAN
- Yasuo OKUDA, National Institute for Land and Infrastructure Management, 1 Asahi, Tsukuba-City, Ibaraki, JAPAN
- Toshikazu KABEYASAWA, National Institute for Land and Infrastructure Management, 1 Asahi, Tsukuba-City, Ibaraki, JAPAN
- Hitomistu KIKITSU, Building Research Institute, 1 Tachihara, Tsukuba-City, Ibaraki, JAPAN
- Daisuke NAGAI, Environment Simulation Inc., 3-4-6 Iwamoto-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, JAPAN

We performed Tsunami Load Simulation about "the examination to contribute to the rationalization of the structure standards such as tsunami refuge buildings" as Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism Standard Maintenance Promotion Business. We investigated a tendency to tsunami wave force increase and decrease in the building structure with the opening for CFD in this report.

1. はじめに

建築物の外周開口率変化させた建築物について VOF 法による 3 次元数値シミュレーション¹⁾を行い、建築物に作用する津波荷重について開口による津波荷重の低減率が開口率と相関性を有しているか検討した。また、ピロティ建築物を想定し、構面数をパラメータとした数値シミュレーションを行い、ピロティ建築物に作用する津波荷重評価方法について検討を行った。

2. 解析手法と解析条件

本報は VOF 法による気液二相流れの解析である。解析領域は検討①、②ともに 140m×200m×35m とし、浸水深は 5m、フルード数は 0.7 及び 1.5 と設定した。格子数は検討①では 3,912,384 メッシュ、検討②では 7,443,392 メッシュである。解析には e-flowDX²⁾を用いた。

津波の入波条件としては、フルード数と浸水深より波の速度を定め、底面から水面まで一定速度を水塊に与える、いわゆる段波の状態とした。流出条件は自然流出（連続流出）である。

基礎方程式：NS 方程式、連続の式、VOF 移流方程式
空間の離散化：構造格子（不等間隔格子：最小格子間隔 0.5m）
時間の離散化：SMAC 法
移流項：ハイブリッド中心差分 乱流モデル：なし（DNS）
自由表面トラッキング：VOF 法+密度関数法
初期条件：浸水深・Fr 数を仮定し流速を設定
境界条件：流入側—規定流速，流出側—連続流出，
底面・構造物—Non Slip，側面・天空面—Free Slip

3. 解析結果

3-1. 検討① 開口率を変化させた解析

検討①では、解析モデルの外周の柱にそで壁を設けて、長さを変化させることで開口率を調整し、入射構面のみならず外周 4 構面の開口率を変化させた。開口率は 0.3~0.8、幅方向の構面数は

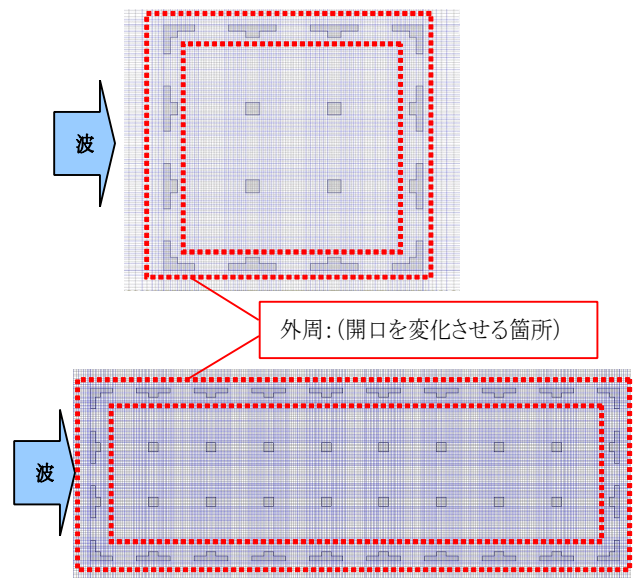


図 1. 解析モデル平面図 検討①開口率変化モデル

4 構面、奥行方向の構面数は 4 構面及び 10 構面とし、建築物内部の柱については、1m 角の壁が付帯しない独立柱とした（図 1 上図参照、図は開口率 0.4 モデル）。解析結果を図 3 に示す。各凡例はフルード数および奥行方向の構面数を変化させた検討ケースの結果を示した。図 3 の横軸は開口率とし、縦軸は構面の波力（抗力）に対する全体波力（抗力）の比を示した。Fr 数は 0.7 と 1.5、構面数は 4 と 10 としている。津波入射波の浸水深は 5m、建築物のスパン長さは 6m として、抗力については定常流れ状態での値について検討した。

図3より、開口率が小さくなってくると、第1構面に作用する波力に対する建築物全体の波力の比は前面と背面を足し合わせた波力に近づいていた。よって、前面および背面に作用する波力から全体波力を評価しうる(内部構面の影響が無視できる)ことがわかる。また、その効果は建築物の規模により異なるが、ほとんどフルード数に依存していないと考えられる。本検討の結果から、開口を有する建築物において「規模の小さい建築物(構面数4以下)では、開口率が0.5以上となると内部構面の影響は無視することができる。規模の大きな建築物(構面数10以下)では開口率が0.7以上となると内部構面の影響は無視することができる」ことが明らかになった。

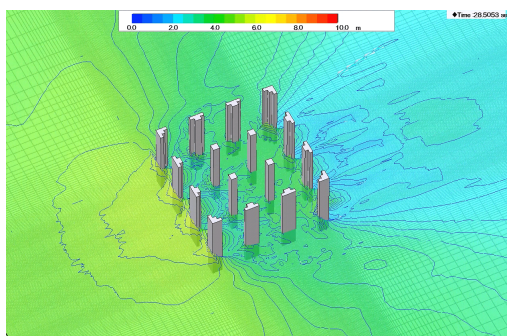


図2. 検討①解析結果 波高分布図
(構面数4、開口率0.4、Fr0.7)

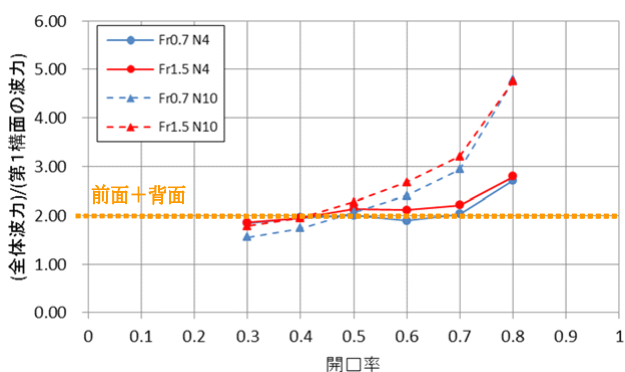


図3. 検討①第1構面波力に対する全体波力の比

3-2. 検討② 構面数を変化させた解析

検討②では、ピロティ建築物について奥行構面数を1~8構面に変化させた解析モデルを設定している(図4参照。図は8構面モデル)。幅方向の構面数は4構面、開口率については0.8とした。津波入射波の浸水深、建築物のスパン長さ、算定した抗力は検討①と同様としている。

解析結果を図6に示す。各凡例はフルード数を変化させた検討ケースの結果を示している。横軸は奥行構面数とし、縦軸は第1構面波力に対する全体波力の比を示している。図6より、第1構面に作用する波力に対する建築物全体に作用する波力の比は、フルード数によらず線形的に増加することが分かる。本検討の範囲では、「解放部分に作用する波力は、第1構面に作用する波力に対して構面数nに1を加えた数を2で除した値を係数として乗じた値により評価しうる」ことが明らかになった。

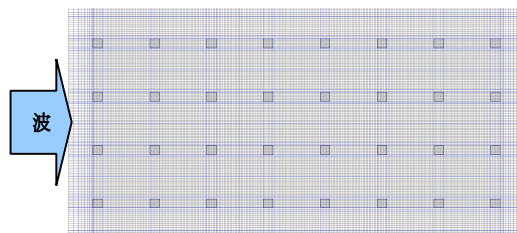


図4. 解析モデル平面図 検討②構面数変化モデル

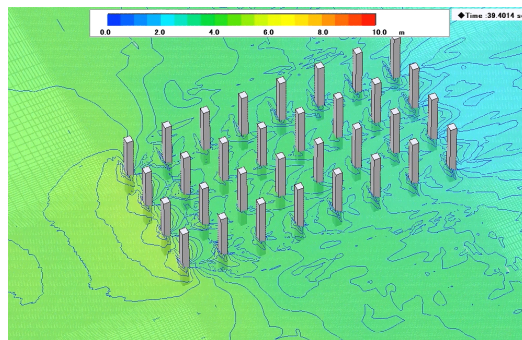


図5. 検討②解析結果 波高分布図
(構面数8、開口率0.8、Fr0.7)

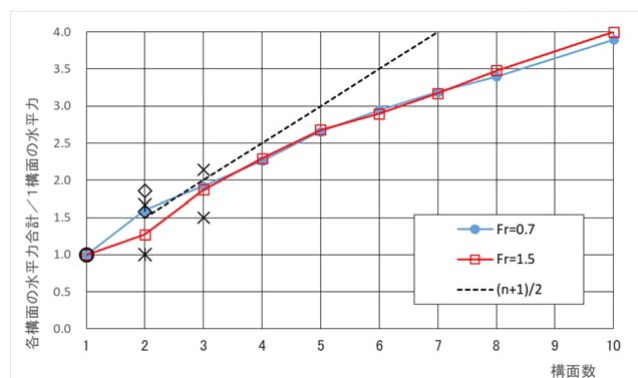


図6. 検討②第1構面波力に対する全体波力の比
注) ×◇は平成25年度のピロティ柱の水理実験結果でそれぞれ、柱間隔が柱径の6倍、12倍を表す。

4. まとめ

外周の開口率をパラメータとして、建築物を想定したVOF法による3次元数値シミュレーションを行った。建築物規模の大小により閾値は異なっているものの、開口率が一定以下の範囲では波力評価において、内部構造の影響は無視しうることを示した。また、ピロティ建築物で奥行構面数を変化させた場合、第1構面の波力に対する全体波力の比は構面数に対して線形的に増加した。これらの傾向はフルード数にほぼ依存しないことも判明した。

<謝辞>

本研究は2014年度国土交通省建築基準整備促進事業で行なわれた。記して謝意を表す。

<参考文献>

- 例えば、奥田泰雄・阪田升：日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1, pp.195-196, 2007.8
- <http://www.env-simulation.com/jp/service/1/e-service.php>