

津波 開口 圧力
シミュレーション

1. はじめに

土木構造物とは異なり建築物には開口部があることにより、津波が建築物に作用した場合、津波が開口部から建築物内に流れ込むため、建築物に作用する津波荷重は土木構造物に作用する津波荷重に比較して小さくなると考えられる。津波避難ビルの構造安全性の検討¹⁾では、開口部のガラス面も津波荷重の一部を負担するとして、朝倉ら²⁾が土木構造物を想定して提案した津波荷重に低減係数 α を用いて津波荷重を線形的に修正している。

前報では気液二相流れ解析により、建築物に作用する津波のシミュレーションを実施し、建築物全面の開口部の有無によって津波荷重や最大波高を軽減させる効果があることを確認したが、開口部の大きさによって建築物内に流れ込む津波の流れが変化することが予想される。そのためどのように津波荷重が低減されるのか調べる必要がある。

そこで、本報では建築物前面の開口部の面積を変えた場合の津波のシミュレーションを実施し、建築物全体に作用する津波力の変化を求め開口部の影響を調べた。

2. 解析手法と解析条件

本報は前報³⁾とほぼ同じ条件での手法 VOF 法による気液二相流れの解析であり、解析手法と解析条件は以下のとおりである。

- 解析領域：幅 160m×長さ 400m×高さ 60m
- 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
- 自由表面トラッキング：VOF 法
- 初期条件：フルード数を 1.5、対象建築物の手前 80m の位置（水深 5m）で波高 5m（速度 7.1m/s）の津波
- 境界条件：沖合側・内陸側－速度既定条件、海底・地表面－Non Slip、側面・天空面－Free Slip

対象建築物は図 1 に示す RC 造 3 階建ての校舎で、幅約 50m、奥行き約 10m、高さ約 12m で、開口部には窓ガラスはない。建築物の前面の開口部の高さを変えて開口面積を変化させることとした。建築物の背面の開口部の状況は変えていない。建築物は外壁・内壁とも十分剛なものとして仮定し、津波の作用による破壊等は考慮していない。

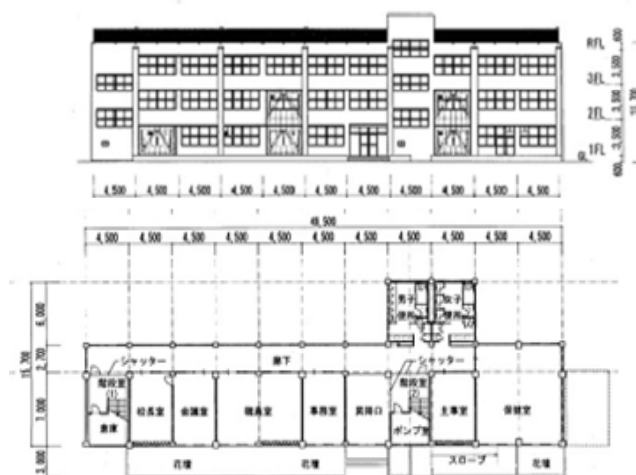


図 1 対象建築物

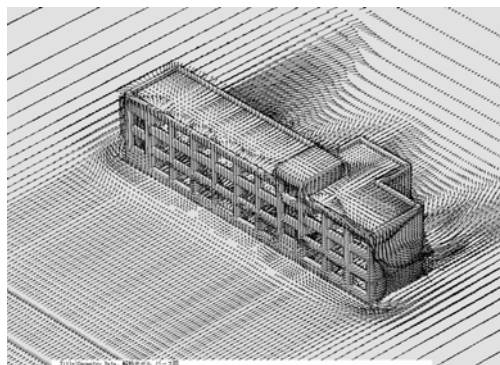


図 2 建築物表面上の流れ（開口面積比 44%）

3. 解析結果

図 2 はシミュレーション結果の一例で、最大荷重時の建築物表面上の速度ベクトル図である。図 3 は最大津波力が作用したときの建築物中央断面の圧力分布で、建築物の前面の開口面積比（開口部の面積／建築物前面の面積）ごとに示した。建築物の前面の津波圧力は、津波が開口部を通過して建築物内に流入するために、建築物の開口の大きさにより変化していることが分かる。

また、開口がある場合の 1 階室内で高圧になっているのは、室内が閉じているために津波が塞き止められたことによる。

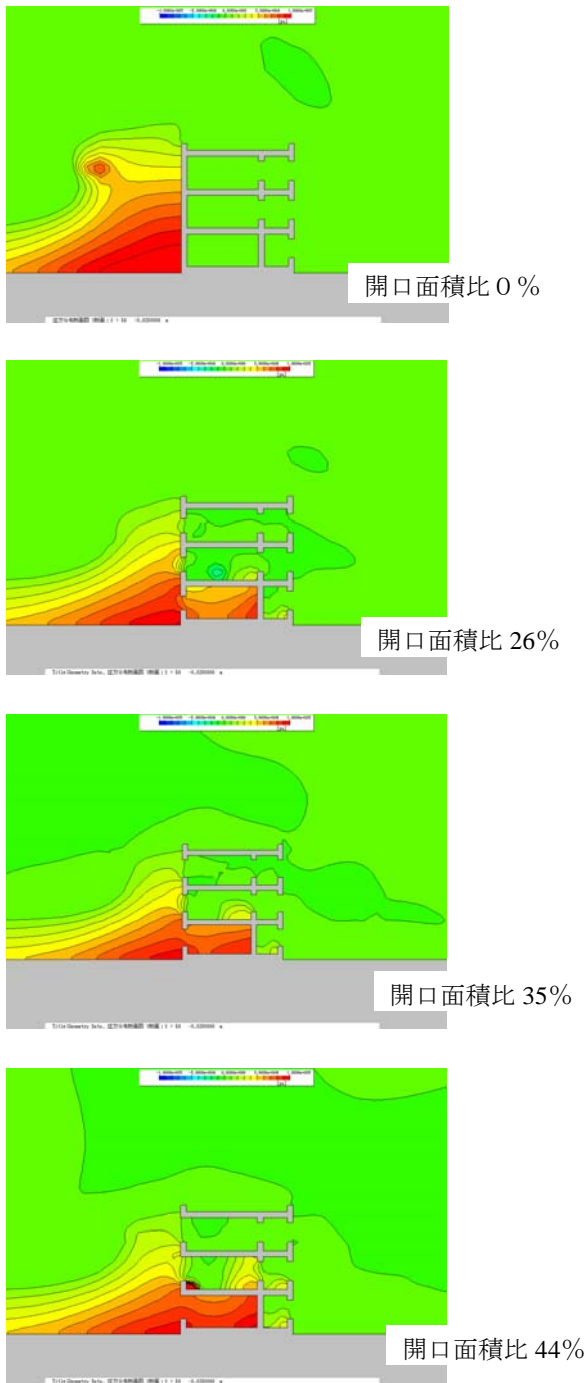


図3 最大荷重時の建築物中央鉛直断面の圧力分布

とによる。他の鉛直断面では室内に開口部を設けているところがあり、津波は建築物内を貫流し建築物の外に流出する。

図4は建築物表面の津波圧力を積分し求めた津波力の時間変化である。2秒前後に衝撃的な津波圧力が発生しているが建築物全体ではそれほど大きくはない。その後5秒前後で津波力は最大となっている。また、建築物前面

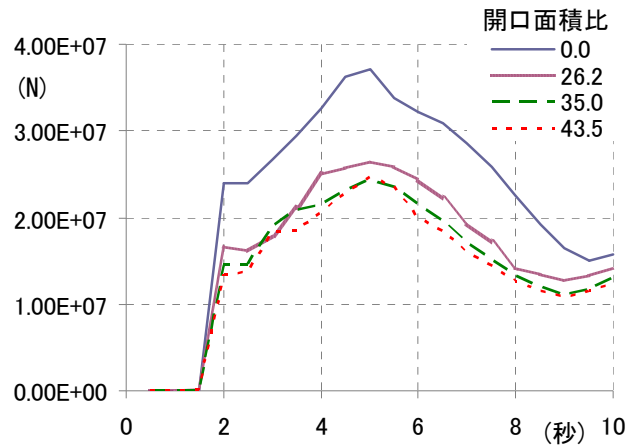


図4 建築物全体に作用する津波力の時間変化

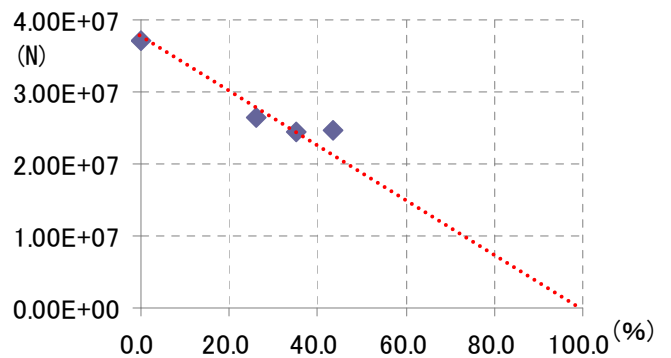


図5 建築物全体に作用する開口面積比と最大津波力

の開口面積比によって、津波力が低減している。

図5は建築物の前面の開口面積比と最大津波力との関係である。点線は開口部がない場合（開口面積比0%）を最大として線形的な低減を示したものであるが、シミュレーション結果はほぼ点線上にあることが分かった。つまり開口面積比が40%くらいまでであれば、建築物前面の開口面積比に応じて津波力が線形的に低減されるものと考えられる。しかしながら、建築物前面の開口面積比がこれ以上大きくなって内壁や背面の壁がある場合には、その部材を通じて津波力が作用するので、必ずしも0に近づくことはないと推定される。

4. まとめ

建築物の前面の開口面積比の影響を調べ、開口面積比が40%程度までであれば、線形的に津波力が低減することを確認した。

参考文献

1. 日本建築センター：津波避難ビルの技術的検討調査、2006.3
2. 朝倉ら：海岸工学論文集、第47巻、pp.911-915、2000
3. 奥田ら：日本建築学会大会梗概集 B-1、pp.195-196、2007.8

*1 (独) 建築研究所

**2 (株) 環境シミュレーション

*1 Building Research Institute

**2 Environment Simulation Inc.