

大開口部を有する建築物に作用する津波波力に関する実験的研究

Experimental Study on Tsunami Force Acting on a Building with a Large Opening

釧路工業高等専門学校建築学科 ○正員 加藤雅也 (Masaya Kato)
釧路工業高等専門学校専攻科 細川 拳 (Aguru Hosokawa)
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所 正員 山本泰司 (Yasuji Yamamoto)

1. まえがき

日本における津波研究は世界をリードしてきたが、陸上建築物と津波の相互作用に関する研究は比較的少ない。特に、建物形状については単純な直方体を用いる場合が多く、建物の形状を考慮した研究は極めて少ない。2005年に公表された内閣府の津波避難ビル等に係るガイドライン¹⁾ (以下、ガイドラインと記す) においては、直方体構造物を対象とした朝倉ら²⁾ の実験結果を基本としており、他の形状についても同様な波圧分布から類推する手法を提示している。しかしながら、津波避難施設を合理的に設計したり、様々な形状が混在する市街地の津波による建物被害を精度よく予測、検証するためには、建築物の形状の違いによる津波波力の相違についての基本的な知見が必要である。

これまでに、建物形状を考慮した研究例として、奥田らの研究^{3)・4)} がある。奥田らは、RC造3階建て校舎を対象として、開口の有無による津波荷重の相違について3次元数値シミュレーションによる検討を行い、開口部の面積が40%までであれば線形に津波力が低減することを示している。しかしながら、奥田らの研究で対象としている開口部は窓を想定したものであり、壁一面が開口となるような場合は想定していない。

そこで本研究では、1階が駐車スペース等に利用されるような比較的大きな開口部を有する建築物を想定し、津波が作用した場合の波圧や波力の特性について水理模型実験により検討した。

2. 実験条件

実験は、(独)土木研究所寒地土木研究所の2次元造波水路(幅0.8m×高さ2.0m×長さ22.0m)を使用して行った。建物模型は、図-1に示すように、静水面より高い陸上部(汀線から0.7m)に2分力計を介して水路上方から吊るした。建物模型は1階沖側を壁面の無い開口面とし、図-1に示すように、沖側外壁、1階天井面および岸側内壁に波圧計を設置した。

津波の造波は造波板を沖から岸に向かって一回作動させる方法で行い、その作動距離と作動時間を変化させて表-1に示す5種類の波についてデータの計測を行った。ここで、表-1に示す津波高は、模型を設置しない状況での模型設置位置の津波の水深である。なお、各ケースについて3回測定した。

3. 実験結果および考察

図-2に、CASE-2の壁面に作用する波圧の時系列変

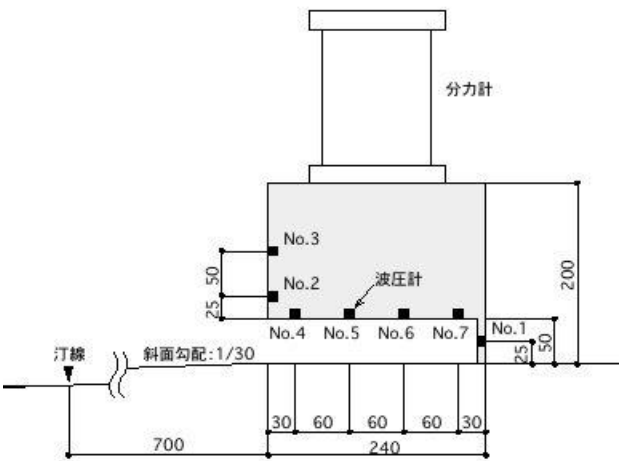


図-1 実験模型と計測器配置 (単位: mm)

表-1 津波の条件

	造波板 作動時間 (sec)	津波高(m)
		η_{max}
CASE-1	7.0	0.03
CASE-2		0.05
CASE-3		0.07
CASE-4	5.0	0.05
CASE-5		0.08

動を示す。この図から、津波が建物1階内部に侵入し、内壁に衝撃性を伴う大きな圧力が作用していることが分かる。その後やや遅れて、壁面に沿う水位の上昇に伴って沖側外壁に取り付けた波圧計の数値が上昇しているが、圧力変動に衝撃性は見られず重複波圧が作用している。このような波圧の時系列変動は、今回行った実験ケースでは、津波高が最も小さく2階沖側壁面に水位が達しないCASE-1を除いて、概ね同様な特性が見られた。ただし、津波高が大きくなると岸側内壁に作用する衝撃波圧が増し、造波板作動時間が短い場合は内壁と沖側外壁の波圧の位相差が小さくなる傾向があった(図-3 参照)。

図-4に、CASE-5の波力の時系列変動を示す。水平波力、鉛直波力ともに、最初に衝撃荷重が作用した後重複波力が作用し、時間経過とともに波力は緩やかに減少している。本ケースでは水平波力を上回る鉛直波力が作用しており、このような大きな開口面を有する建築物においては、鉛直壁面だけでなく1階天井面の安全性について検討する必要があることがわかった。

図-5 に、波圧の鉛直分布の比較を示す。前述したように沖側外壁面と岸側内壁面では波圧の変動に位相差があるが、図-5 では各測定位置の最大値（測定 3 回の平均）を示している。また、図中の実線は、ガイドラインに示されている波圧分布である。津波高が小さい場合は、概ねガイドラインに示されている波圧分布を用いれば安全に設計できるといえる。しかしながら、津波高が大きくなると、CASE-5 のように 1 階内壁に作用する波圧がガイドラインに示された推定法による波圧を大きく上回る可能性があることがわかった。これは、ポケット状の 1 階部分に津波が侵入することにより、管路における水撃と同様な状態が生じたのではないかと考えられる。また、CASE-5 と CASE-3 の比較から、1 階内壁に作用する波圧には、造波板の作動時間の違いによる津波先端部の流速の違いの影響もあると考えられる。

図-6 に、1 階天井面に作用する波圧分布の比較を示す。1 階天井面に作用する波圧は、概ね建物内部に向かって増加する傾向がみられる。

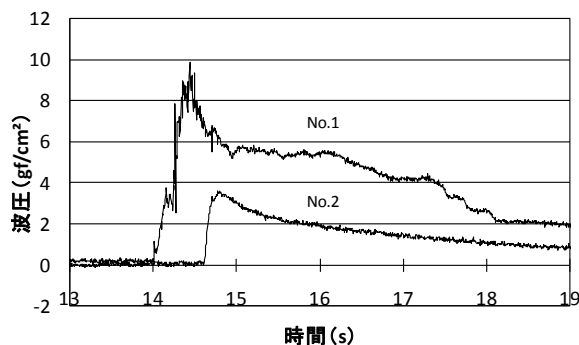


図-2 波圧の時間変動 (CASE-2)

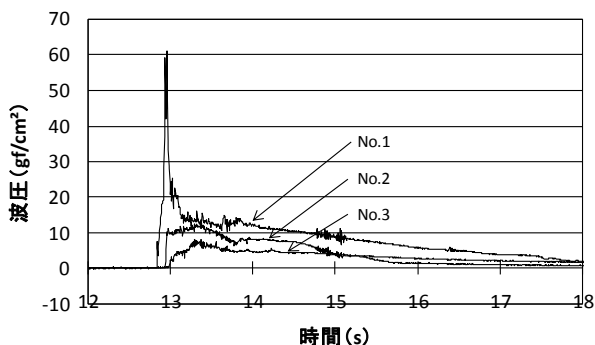


図-3 波圧の時間変動 (CASE-5)

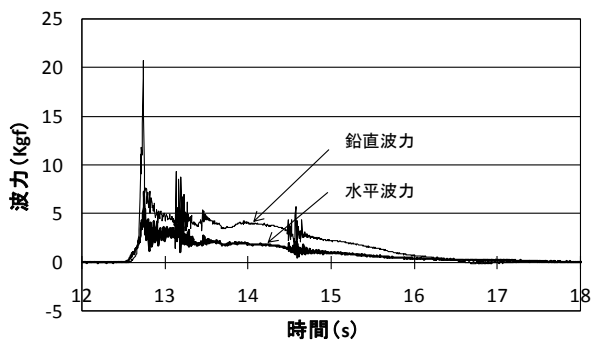


図-4 波力の時間変動 (CASE-5)

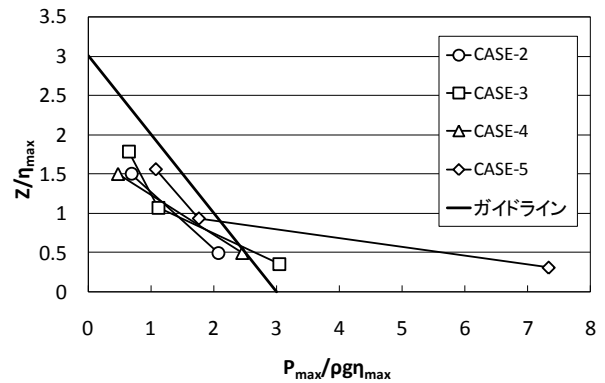


図-5 鉛直波圧分布の比較

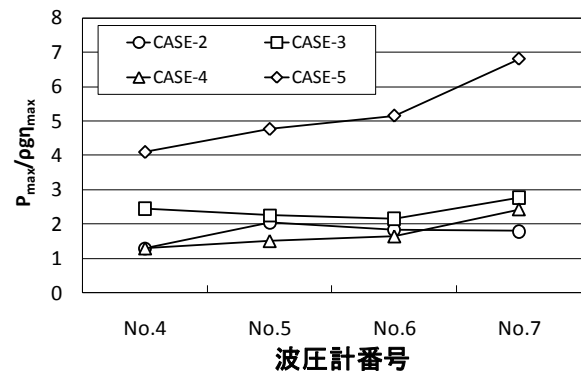


図-6 1 階天井面の波圧分布の比較

4. あとがき

1 階沖側に大きな開口を有する建築物に作用する津波波力を調べるために水理模型実験を行った。その結果、ガイドラインに示される波圧分布とは異なる大きな波圧が作用する場合があること、また、鉛直方向にも大きな荷重が作用するので天井面の安全性にも配慮する必要があることがわかった。

謝辞

本研究の実験を行うにあたり、(独)土木研究所寒地土木研究所寒冷沿岸域チームの皆様をはじめ多くの方々のご協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 内閣府：津波避難ビル等に係るガイドライン，巻末資料②構造的要件の基本的な考え方，2005。
- 2) 朝倉ら：護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究，海岸工学論文集，第 47 巻，土木学会，pp.911-915，2000。
- 3) 奥田ら：建築物に作用する津波のシミュレーション，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.195-196，2007。
- 4) 奥田・阪田：建築物に作用する津波のシミュレーションその 2 開口部の影響，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.77-78，2008。