

建築物内部に作用する津波波圧特性に関する考察

関東学院大学 学生会員 ○丸山 陽平
 関東学院大学 正会員 福谷 陽
 防衛大学校 正会員 嶋原 良典

1. 目的

2011 年東北津波では建築物が水没し、建築物が内部からも被害を受けた例がある（図 1）¹⁾。今後の津波対策のため、建築物内部に津波が流入した際の津波の圧力の影響を考察する必要がある。そこで本研究では、形状の異なる建築物模型に津波を作用させる実験を行い、建築物内部に作用する波圧について検討した。



図1 1階部分が水没し、津波の水圧で壁がはらみ出したキャピタルホテル

2. 実験概要

全長 17m、幅 0.4m、高さ 0.3m の開水路を用いて水理実験を実施した。開水路の平面図及び断面図を図 2 に示す。実験スケールは 1/80 である。水路内に勾配を設け、勾配終端位置から 60cm の位置に建築物模型を設置した。建築物模型は RC 造 3 階建てのビルを想定したもので、プラスチックを用いて 3D プリントにより作成した。立方体、開口あり、ピロティ型、三面壁の 4 種類である。

本実験では静水深 $h_1=33\text{cm}$ 、貯水深 $h_0=50, 45\text{ (cm)}$ を変化させ、浸水深 $d_{\max}=5.96, 4.08\text{ (cm)}$ の津波を模擬した波を発生させる。それぞれの津波の実スケールは 4.7m、3.2m である。実験ケースは C01~C10 までの 10 ケース（表 1）である。図 3 に三面壁の圧力計の設置位置を示す。なお、全ての実験ケースについて建築物模型を設置した状態で実験を行った。

前面水位については建築構造物を除いた状態での通

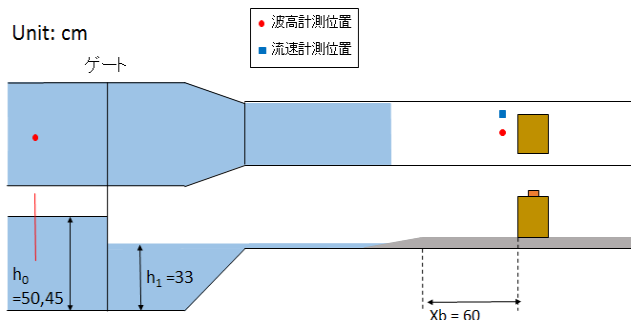


図 2 開水路の平面図及び断面図

表 1 実験条件

実験ケース	浸水深 $d[\text{cm}]$	貯水深 $h_0[\text{cm}]$	建築物模型	計測点
C01	5.96	50	立方体	前面6点
C02	4.08	45		
C03	5.96	50		
C04	4.08	45		
C05	5.96	50	ピロティ	前後面4点・1F天井
C06	4.08	45		
C07	5.96	50		
C08	4.08	45		
C09	5.96	50	開口あり・三面壁	後面5点・1F天井
C10	4.08	45		側面6点

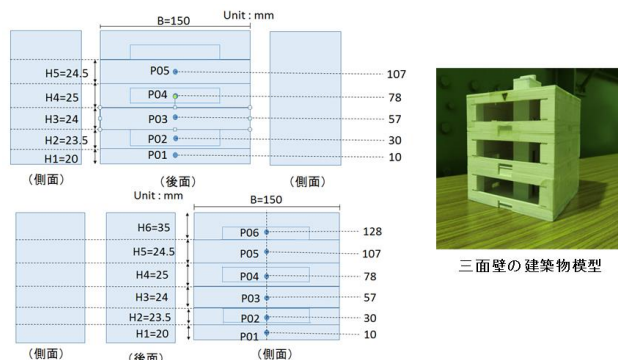


図 3 三面壁の圧力計設置位置（上：後面、下：側面）

過波のデータを採用した。

3. 実験結果と考察

ここでは紙面の都合上 C01（立方体前面）、C07（三面壁後面）、C09（三面壁側面）について考察する。図 4、図 5 に C01、C07 の各計測点での圧力と波力の時系列を示し、図 6 に C09 の圧力の時系列を示す。なお、図 4、図 5 の波力は、測定した波圧を面積分して計算した。面積は各圧力計の間で区切った高さ $H1 \sim H6\text{ (m)}$ と構造物の幅 $B\text{ (m)}$ を使用した。

キーワード 津波、波圧

図4, 5, 6を比較すると、図4の立方体全面では、波が建築物に衝突する際の衝撃波圧の形が、P01（最下段）とP02（最下段の1つ上）で相違しているのに対し、図5, 6の後面、側面では、P01とP02で、同様な波圧形となっていることがわかる。これは、波が立方体全面に衝突する際には、最下層から徐々に建築物の壁面に波が衝突していくのに対して、建築物内部の後面や側面では、建築物の前面で攪乱された波がある程度の高さを保って衝突するためであると考えられる。

各圧力計の中心位置の高さ Z (cm) と波力最大時の圧力 (N/m^2) をそれぞれ最大浸水深 $d_{\max}(\text{cm})$ 、静水圧 $\rho g d$ (N/m^2) で無次元化したものを図7, 8に示す。黒丸は同ケースの実験結果全てであり、赤丸はその平均値、また、静水圧型の波力式²⁾（水深係数 $a=3$ ）を点線で示した。この図より、立方体前面ではほぼ静水圧型の波力で近似できるのに対して、後面では、静水圧型の波力と比較すると、1階部分が小さく、また、2階部分が大きく超える結果となった。

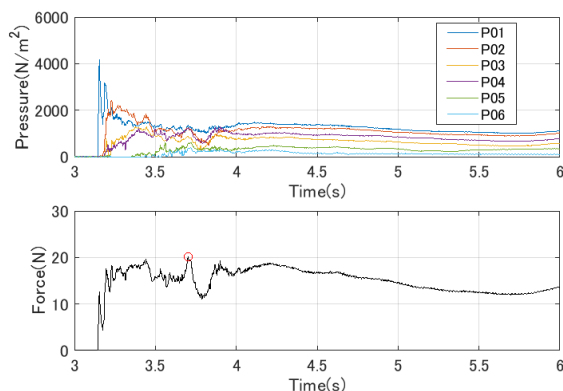


図4 C01 立方体建築物前面に作用する圧力と波力の時系列（上：圧力，下：波力）

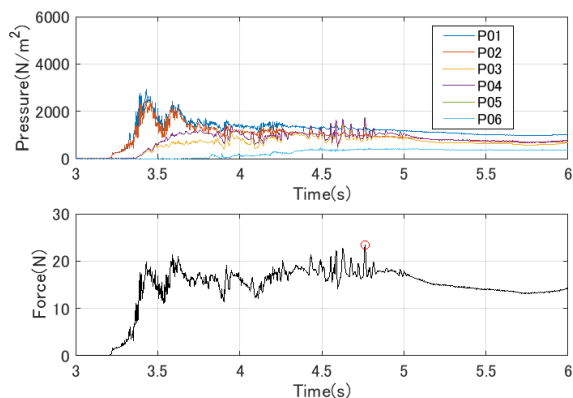


図5 C07 三面壁建築物後面に作用する圧力と波力の時系列（上：圧力，下：波力）

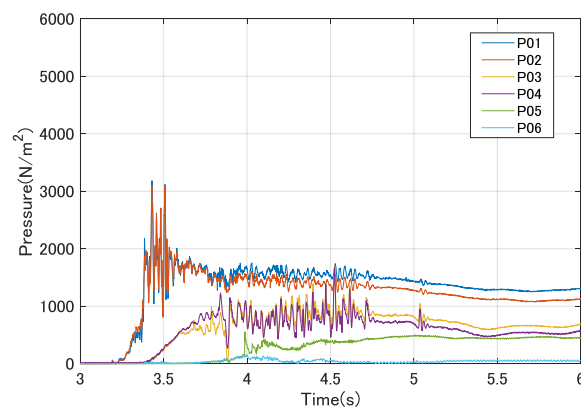


図6 C09 三面壁建築物側面に作用する圧力の時系列

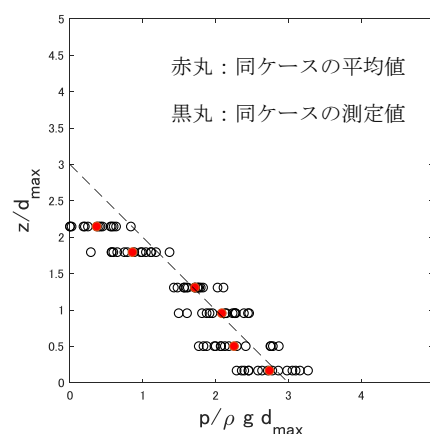


図7 C01 実測値と静水圧式（水深係数 $a=3$ ）の比較

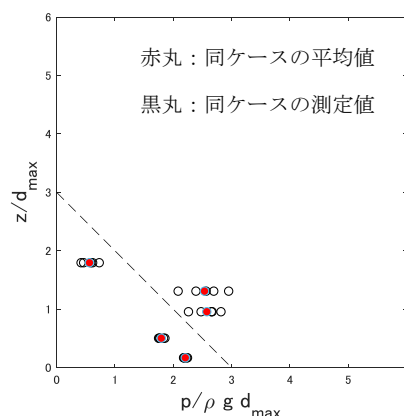


図8 C07 実測値と静水圧式（水深係数 $a=3$ ）の比較

4. 参考文献

- 1) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会：東日本大震災合同調査報告建築編 5、津波の特性と被害、273-285
- 2) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説，日本建築学会，2015。