

押し波と引き波による開口部を考慮したビルに作用する津波波力の検討

鹿児島大学 学生会員 ○前田智晴

鹿児島大学 非会員 井崎丈

鹿児島大学 正会員 長山昭夫

1. 背景・目的

東北地方太平洋沖地震津波による被災を受け、陸上構造物に作用する津波荷重の評価方法について詳細な検討が行われ、数多くの知見が得られている。しかしながら、津波の押し波と引き波を対象にした構造物への作用波力の検討は少ない。そこで本研究は、津波の押し波から引き波までを測定可能な大型水槽を利用し、ビルの開口部を変化させた場合の作用波力についての模型実験を行った。さらに得られた実験値が従来の推算式で再現可能かについて検討を行った。

2. 実験条件

図1に平面波動水槽、模型位置と測定点を示す。水槽内には、静水面位置と同じ高さの平面ステージがあり、このステージ上にビル形状を想定した模型を設置した。また、水位と流速の測定はA・B・Cの位置とし、それぞれ模型壁面から10cmの位置である。模型には3分力計を取り付け、水平2方向と垂直方向の作用力を測定した。造波は、水槽沖端部に設置しているプランジャー造波装置を使用した。A・B・Cにおける F_r 数を算出した結果、押し波は射流になり、引き波時は常流となった。使用した模型の一部を写真1に示す。窓を含む内部空間を想定した開口部を有する模型を3Dプリンタで作成した。今回は3種類の形状を対象とした。模型は全辺が10cmの直方体とし、開口部を有していない直方体(Cube)、開口部の位置が岸沖方向の1方向のみの直方体(Wind1)、開口部の位置を岸沖方向と沿岸方向に2方向とした直方体(Wind2)とした。開口部は、建築基準法を満足するよう

にした。

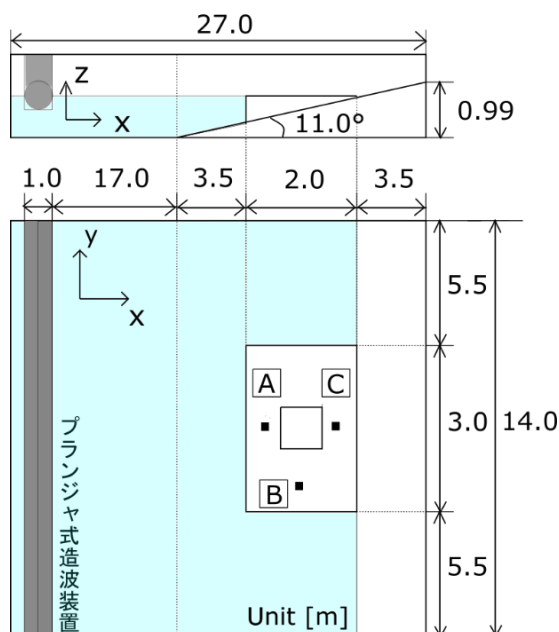


図1 平面波動水槽

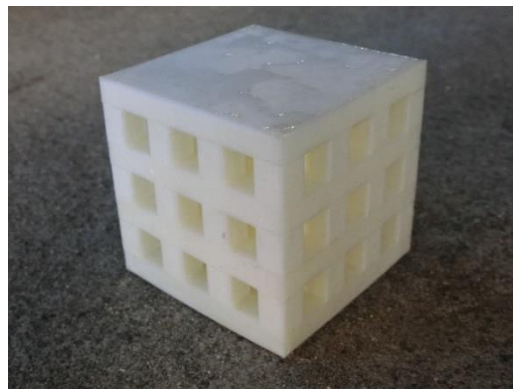


写真1 作成した模型

3. 実験結果

開口部の無い直方体(Cube)に作用する波力の時間変動を図2に示す。また、水位、流速と波力を整理し、図中の5 sec から 7.9 sec を押し波、7.95 sec から 15 sec までを引き波と定義した。この図より、押し波による壁面波力 F_x にお

いて最大で 5.5 N の衝撃波圧が発生していることがわかった。持続波圧については、今回の条件下では明確な区別はできなかった。また、引き波による壁面波力が生じており、押し波時と同程度の 4.4 N の波力となることがわかった。浮力として構造物に作用する F_z については、押し波時には最大 2.5 N であるが、引き波時には最大 6.6 N であり、押し波時の壁面波力よりも大きくなった。引き波時の壁面波力と浮力の増大については水位上昇が影響していた。これらの特徴は、模型形状に関係なく同様の傾向を示すことを確認した。次に、実験で得られた壁面波力について、開口影響を考慮した陸上構造物に作用する津波持続荷重の評価式(池谷(2014))から推算可能かについて検討を行った。評価式は以下の式(1)から(3)である。

$$F_x = \frac{1-\lambda}{2} \rho g B [h_3^2 - h_0^2] + F_D \quad (1)$$

$$h_3 = h_2 + V_2^2 / (2g) \quad (2)$$

$$F_D = (1/2) \rho K_D V_2^2 A_w \quad (3)$$

ここで、 ρ : 水の密度、 g : 重力加速度、 λ : 面積開口率、 h_2 : 構造物前面の水深、 h_3 : 地表から計った淀み点における圧力水頭、 h_w : 構造物高さ、 V_2 : 構造物前面の流速、 B : 構造物幅、 A_w : 流水断面積、 F_D : 構造内部抵抗力、 K_D : 抵抗係数である。図3と図4に Wind1 と Wind2 の壁面波力 F_x の推算値を示す。これらの図から、押し波時は Wind1、Wind2 とともに相関係数は 0.9 以上で、強い正の相関があり、引き波時の相関係数は 0.5 以下となった。これは引き波の際、構造物の前面に岸沖方向だけでなく、沿岸方向からも水が集中し押し寄せることで、前面流速 V_2 が小さくなり、構造内部抵抗力が過小評価されたためであると考えられる。

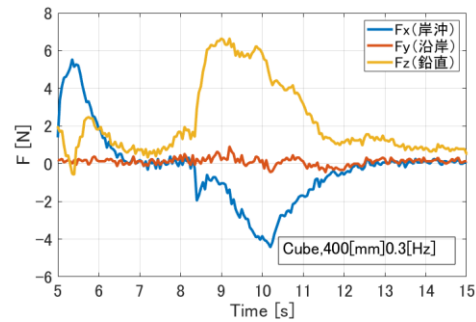


図2 Cubeの波力の時間変動

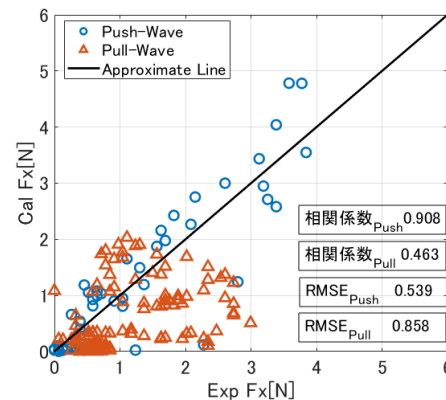


図3 Wind1の壁面波力 F_x の推算値

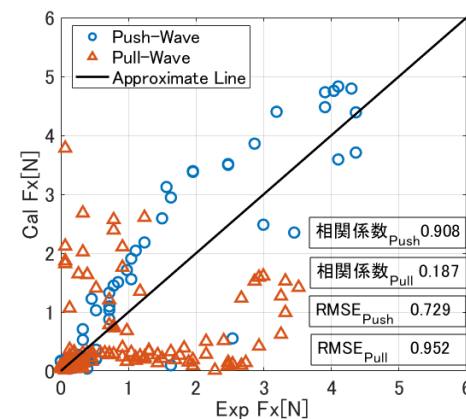


図4 Wind2の壁面波力 F_x の推算値

4. まとめ

- (1) 押し波の衝撃波圧と引き波時の壁面波力は同程度の力が作用する。
- (2) 押し波時の実験値と推算値は強い相関関係にあるといえた。
- (3) 引き波時の実験値と推算値の相関関係は見られなかった。