

ピロティ構造物に作用する津波波力に関する一考察

大成建設(株) 正会員 本田 隆英
 大成建設(株) 正会員 織田 幸伸
 大成建設(株) 正会員 伊藤 一教
 大成建設(株) 正会員 渡辺 征晃
 大成建設(株) 正会員 ○羽角華奈子

1. 目的

津波に強い建築構造形式としてピロティ構造が注目されており、その津波波力の算定方法はガイドライン¹⁾、²⁾に示されている。しかしながら、青木ら²⁾は1階内壁の設置位置によって、構造物に作用する津波波力が異なる実験結果を報告している。また、来襲した津波が1階内壁に衝突して打ち上がり、天井板に大きな津波波力が作用することが想定される。このように、ピロティ構造の実務設計において各部材に作用する津波波力については未解明な点が多い。そこで、水理模型実験により、ピロティ構造本体、柱やエレベーターホールなどの1階小規模構造物、天井板に作用する津波波力の作用特性について検討した。

2. 実験方法

縮尺 1/40 を想定し、二次元水路(幅 0.8m)を用いて津波実験を実施した(図1)。津波の造波にはチャンバ式津波造波装置⁴⁾を用い、図2に示す津波高が異なる4ケースの津波を与えた。ピロティ構造物模型は、2階以上を対象とした模型(A)とエレベーターホールを想定した模型(B)で構成される(図1)。模型(A)の幅は水路幅と同じであるが、模型(B)は1辺の長さが $D = 0.188 \text{ m}$ の立方体で、水路幅より小さいため、来襲した津波は模型(B)の両側を通過する。模型(B)は常に水路中央に配置し、模型(A)前面からの設置距離 L を5ケース設定した。なお、 $L = 0 \text{ m}$ のケースでは、模型(B)の両側を板で塞いで津波の通過を遮断し、全面壁の状態での計測も行った(図1の(S1))。さらに、1階が完全に開放状態となる構造物(B)なしのケースについても計測を行った(図1の(S3))。小型圧力計(直径 10 mm)により、模型(A)、(B)の前面壁および模型(B)前面の天井板に作用する波圧を計測し、積分することで津波波力とした。計測サンプリング周波数は、津波の衝撃的な作用を考慮し 1,000 Hz とした。

3. 実験結果

(1) 津波波力の時系列特性

図3に、(a)模型前面水位 H 、(b)模型(A)に作用する津波波力 F_a 、(c)模型(B)に作用する津波波力 F_b 、(d)模型(B)前面の天井板に作用する津波波力 F_s の時系列結果の一例を示す。 F_a は模型前面水位 H が最大となった直後に最大を示す。一方、 F_b と F_s はほぼ同じ時系列特性を示し、津波が模型(B)に衝突する時と、模型(A)の下面に到達する時の2回でピークを示す。これは、他の津波ケースでも同様の傾向であった。以上より、津波波力

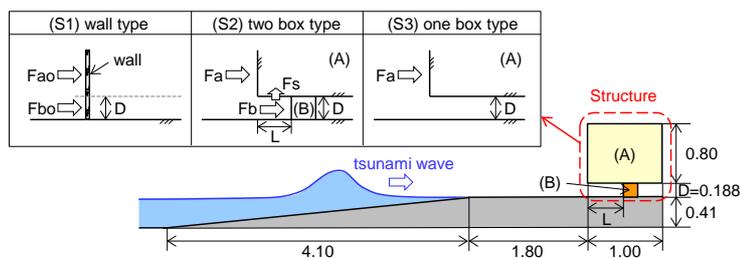


図1 実験セットアップ図(単位: m)

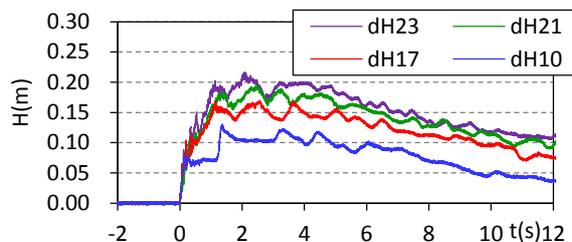


図2 入射津波(波検定時, 模型前面位置)

キーワード 津波, 波力, ピロティ構造, 水理模型実験

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設技術センター TEL 045-814-7234

F_a , F_b , F_s と津波水位の最大値の発生時刻は多くのケースで異なっており、津波波力の算定には津波浸水深以外の要因も考慮する必要があると示唆された。

(2) 構造物に作用する最大津波波力

図1に示す3種類の構造物模型について、波高を変化させた場合の F_a , F_b を図4にまとめた。非ピロティ構造(S1)からピロティ構造(S2)とすることで、 F_a は大幅に低減し、模型(B)の位置によらず同等の低減効果が得られた。ただし、dH17 および dH10 の津波は、津波高が小さく模型(A)下面まで到達しないため、模型(B)のない(S3)で F_a は計測されていない。しかしながら、(S2)のように模型(B)が存在することで、模型(A)にも有意な津波波力が作用した。これは、ガイドラインでは考慮されていない項目であるため、今後の実務設計で考慮する必要があると言える。次に F_b については、ガイドラインでは模型(B)の位置によらず非ピロティ構造(S1)での外力を使用するとしてよいとしているが、模型(B)が陸側に移動するにつれて F_b は増加傾向にあり、(S1)での値を上回るケースがあることが分かった。模型(B)への津波来襲時の動画記録を確認したところ、模型(B)の前面には多量の空気が混入しており、これにより流積が減少して流速が増大し F_b が大きくなったと推察される。ただし、现阶段で原因の詳細は不明であり、今後の課題である。

模型(B)前面の天井板に作用する揚圧力分布を図5に示す。模型(B)の直前で大きな揚圧力が計測されており、海側に向かって減少傾向にある。また、構造物(B)が海側に位置する $L=0.5D$ のケースでは構造物(B)直前の揚圧力は圧力計の計測レンジ 10 kPa を超えており、実機換算すると 400 kPa 以上の揚圧力が計測された。これは一般的なオフィスのスラブの設計外力である数 kPa より 2 オーダー大きい。

4. 結論

ピロティ形式とすることで2階壁面に作用する津波波力は有意に低減できるが、1階小規模構造物の存在により、既存の設計指針を上回る津波外力が作用することが確認された。

参考文献

- 1) 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会 (2005) : 津波避難ビル等に係るガイドライン (巻末資料②), 内閣府.
- 2) 国土技術政策総合研究所 (2012) : 津波避難ビル等の構造上の要件の解説, 国総研資料, 第 673 号.
- 3) 青木悟, チャトラマナワセカラ, 水谷法美, 平川信也, 芦澤哲 (2013) : 津波避難ビル内部の空間形状に着目した作用津波力に関する実験的考察, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69, No.2, pp. I_846- I_850.
- 4) 織田幸伸, 伊藤一教 (2012) : 津波を対象とした水理実験のための造波装置の検討, 土木学会第 67 回年次学術講演会概要集, 第II部門, pp.381-382.

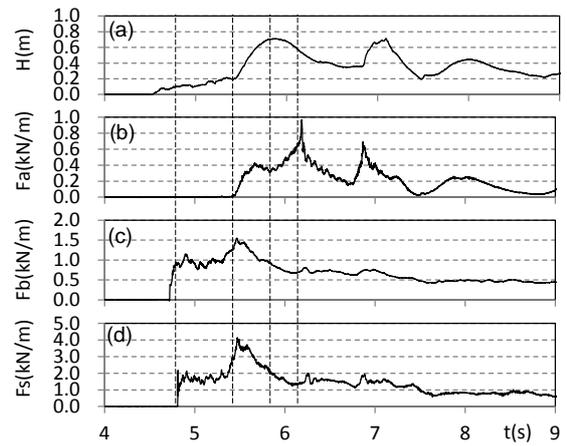


図3 津波波力の時系列結果 (dH21, L=4.0D)

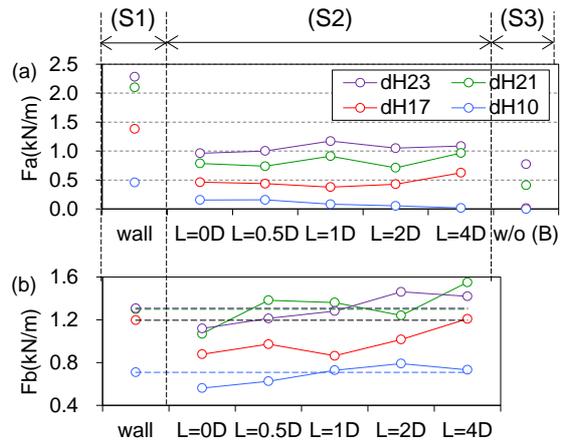


図4 構造物(A), (B)に作用する最大津波波力

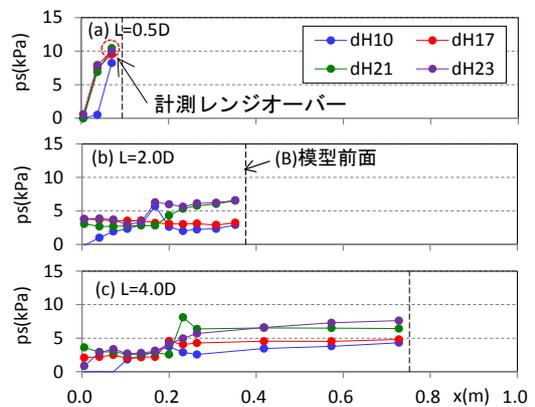


図5 天井板に作用する揚圧力分布 (揚力最大時)