

津波に対する建築物の向きによる影響

学籍番号：1160029 氏名：大林幹生 指導教員：甲斐芳郎
高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻 耐震研究室

本研究は、現行の波高を考慮した津波波圧評価式の正確性を検証したものである。検証の為に、門田ら（2013）の水理実験データの中から津波に対して建築物の角度が 0° 、 45° 、 90° のときの波圧データ、波高データを使用し、波高データを基に評価式から求めた波圧値と測定された波圧値の比較、水深係数 a の検討をおこなった。

Key Words：津波波圧評価式、水深係数 a 、津波に対する建物角度

1. はじめに

高知工科大学耐震研究室ではこれまでに、門田(2013)「砕波の波形を考慮した津波荷重の実験的研究」、井口(2014)「波形を考慮した建物に作用する津波荷重の評価」等の研究がおこなわれてきた。これらは、門田(2013)でおこなわれた水理実験から得られたデータを基にしている。水理実験では、津波に対する建物の角度を 0° 、 45° 、 90° （それぞれ堤防有、無の2種）の場合で波高等の計測がおこなわれたが、先に挙げた2つの研究では建物角度 0° の場合でのデータのみを使用している。

本研究では、門田(2013)の水理実験データの中から津波に対して建物の角度が 45° （堤防無）、 90° （堤防無）での砕波しない波の波圧データ、波高データを使用し、津波波圧評価式から求めた波圧値と実験で計測された波圧値の比較、水深係数 a の検討をおこなった。また、建物角度 0° 、 45° 、 90° での波圧の計測値を比較し、建物角度による波圧への影響を考慮した。

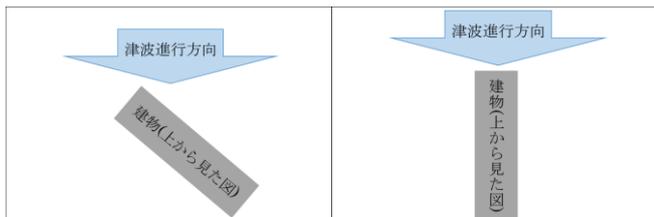


図1 津波進行方向に対する建物の配置（建物角度 45° 堤防無）

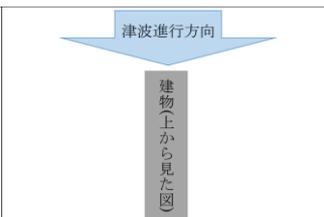


図2 津波進行方向に対する建物の配置（建物角度 90° 堤防無）

2. 既往研究

門田ら（2013）の研究では、建築模型と造波水路による水理実験により建物に作用する4種類の津波の波高、波圧の計測がおこなわれた。計測された波圧、波高データから、建物角度 0° 堤防無の場合の津波荷重分布の算出、設計用津波波圧評価式からの波圧の算出、水深係数 a の値の変化を求めている。

表1 各波を堤防の有無から設計用津波波圧評価式を用いて求めた a

	建物付近で砕波する波	沖合い10m付近で砕波する波	二つの波の合成波	砕波しない波
堤防あり	2.6	2.4	2.5	2.4
堤防なし	2.0	1.8	1.9	2.2

3. 津波荷重分布の算出

計測されたデータから、津波に対する面の縦方向の津波波圧を算出し、横方向に積分することで、津波に対する面にかかる津波荷重を算出した。建物幅の原点は、50cm辺の中心とした。図3,4に建物角度 45° 、 90° での最大波圧を考慮した津波荷重分布を示す。

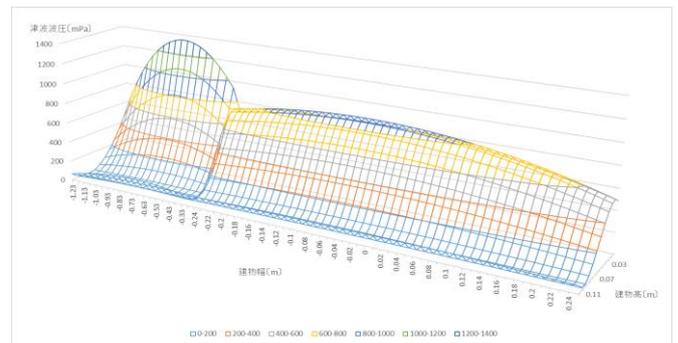


図3 最大波圧を考慮した津波荷重分布（建物角度 45° 堤防無）

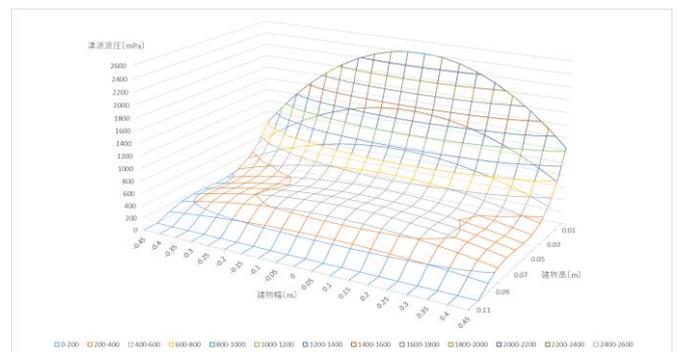


図4 最大波圧を考慮した津波荷重分布（建物角度 90° 堤防無）

4. 津波波圧評価式に使用する波高の決定

計測された通過波の波高データから、津波波圧評価式に使用する波高の決定をおこなった。使用する波高は、波圧の計測値が最小値から最大値の範囲に時間対応する通過波の波高の値とした。図5,6に建物角度 45° 、 90° での各時刻における波高と波圧の計測値を示す。

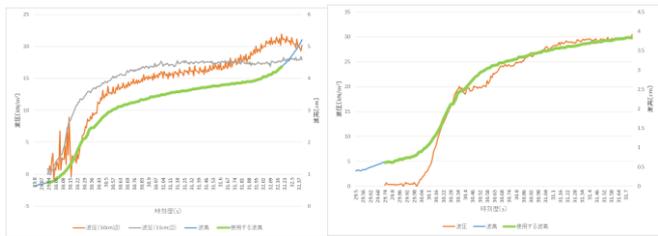


図5 各時刻における波高と波圧の計測値 (建物角度 45° 堤防無)

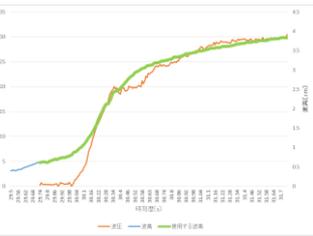


図6 各時刻における波高と波圧の計測値 (建物角度 90° 堤防無)

5. 計測された津波波圧と評価式から求めた津波波圧の比較

決定した通過波の波高データから、津波波圧評価式を用いて波圧の評価値を求めた。津波波圧評価式は以下の式 (1) で示される。

$$qz = \rho g (ah - z) \quad (1)$$

ここで、 qz は構造設計用津波波圧、 ρ は水の単位体積質量、 g は重力加速度、 a は水深係数、 h は設計用浸水深、 z は地盤面からの高さである。水理実験では基準となる海水面が地盤面と同じ高さであるため、通過波の波高 = 浸水深とした。

また、水深係数 a を変化させることで、波圧の評価値を計測値に近くなるように変化させ、 a のとりうる範囲を求めた。図 7, 8 に建物角度 45°、90° での各時刻における波圧の計測値と評価値を示す。

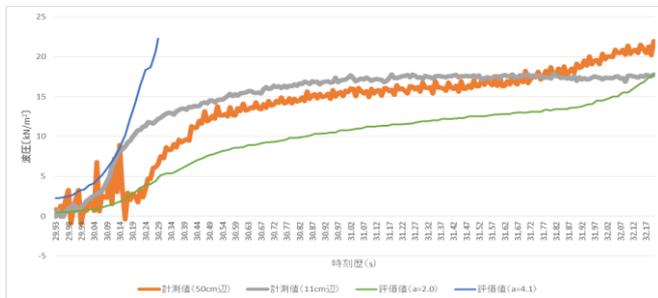


図7 各時刻における波圧の計測値と評価値 (建物角度 45° 堤防無)



図8 各時刻における波圧の計測値と評価値 (建物角度 90° 堤防無)

6. 考察

まず、建物角度 0° と 90° での計測された波圧の最大値を比較した。

建物角度 0° : 約 21.1 [kN/m²]

建物角度 90° : 約 30.5 [kN/m²]

建物角度 90° 堤防無のとき、最大波圧は建物角度 0° の約 1.45 倍 (+9.4 [kN/m²]) である。津波に対する建物幅が異なる場合、その面に作用する動水圧、静水圧の割合

も異なる。建物幅が狭い場合、建物幅が広い場合と比較して静水圧に対する動水圧の割合は高くなる。つまり、建物角度 90° での最大波圧が建物角度 0° のものより 1.45 倍大きいのは、静水圧に対する動水圧の割合が高くなったためであると考えられる。

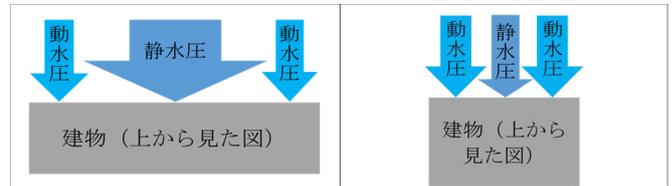


図9 建物にかかる静水圧と動水圧の割合 (建物角度 0° 堤防無)

図10 建物にかかる静水圧と動水圧の割合 (建物角度 90° 堤防無)

次に、建物角度 0°、90° と 45° での計測された波圧の最大値を比較した。

建物角度 0° (50cm 辺) : 約 21.1 [kN/m²]

建物角度 90° (11cm 辺) : 約 30.5 [kN/m²]

建物角度 45°、50cm 辺 : 約 21.9 [kN/m²]

11cm 辺 : 約 17.8 [kN/m²]

建物角度 45° の場合、計測された津波波圧は各面に垂直に作用したものである。三角関数を用いて、津波進行方向に作用する波圧を算出した。また、各時刻における波圧の計測値を津波進行方向の波圧算出値にし、津波波圧評価式を用いることで、水深係数 a のとりうる範囲を求めた。図 11 に、建物角度 45° での各時刻における波圧の津波進行方向の算出値と評価値を示す。

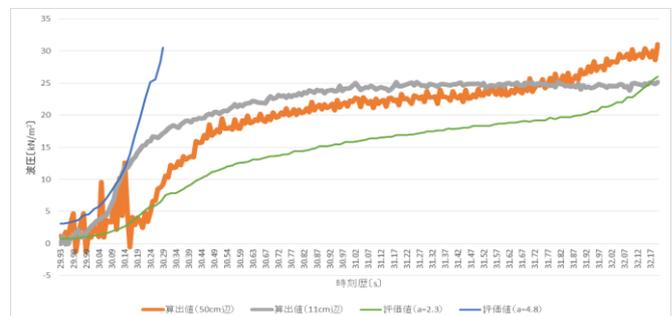


図11 各時刻における波圧の算出値と評価値 (建物角度 45° 堤防無)

建物角度 45°、50cm 辺 : 約 31.0 [kN/m²]

11cm 辺 : 約 25.2 [kN/m²]

建物角度 45° 堤防無のとき、50cm 辺では、津波進行方向の最大波圧は建物角度 0° の約 1.47 倍 (+9.9 [kN/m²]) である。また、11cm 辺では、津波進行方向の最大波圧は建物角度 90° の約 0.83 倍 (-5.3 [kN/m²]) である。建物角度 45° のとき、津波に対する面には静水が発生しない。そのため、津波に対する面に作用する波圧は動水圧のみによるものであると考えられる。

参考資料

- 1) 門田龍介 (2013) 砕波の発生を考慮した津波荷重の実験的研究
- 2) 井口直人 (2015) 波形を考慮した建物に作用する津波荷重の評価
- 3) 国土交通省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 673 号)