

1. はじめに

陸上を遡上する津波氾濫流は、建物の形状や大きさだけでなく、海岸線に対する建物の向きによって、挙動の様相を変える。そのため、建物への入射角度を限定することは難しいことから、建物に作用する波圧を的確に評価するためには、入射角度による影響を明らかにする必要があると言える。有光ら (2014) は、遡上津波が直方体の建物に対して斜めに入射する条件を対象とした水理実験を実施し、斜め入射時の作用波圧が直角入射時と比べて低減することを明らかにしている。また、直角入射時の最大波圧と入射角度を用いた斜め入射時の最大波圧の算定式を提案している。本研究では、立方体の模型建物を用いた水理実験を実施し、氾濫流の入射角度と建物前面の浸水深および作用波圧の関係を考察する。さらに、入射角度による建物背後の流れの特性を検討する。

2. 実験の概要

実験では、貯水槽 ($L2.4\text{m}$, $w1.0\text{m}$, $H1.4\text{m}$) を備える開水路 ($L10\text{m}$, $w1.0\text{m}$, $H0.8\text{m}$) を用いて、段波を発生させた。(図-1)。水路底面には、ステンレスとスタイロフォームで平坦な陸上を仮定し、ゲートから 3.26m の位置にウレタン樹脂製の立方体(一辺 10cm) の模型建物を設置した。なお、フルードの相似則を踏まえて、縮尺は $1/100$ とした。入射、建物前面および背面の各浸水深を計測するため、ゲートから 2.05m (W01), 3.22m (W02), 3.40m (W03) の位置にサーボ式波高計を設置した。また、図-2 に示すように、建物前面の底面近傍 ($z=1.0\text{cm}$) に作用する波圧を計測するため、水平方向 $x=1.0, 5.0, 9.0\text{cm}$ の位置に圧力計を埋め込んだ。さらに、図-3 に示すように、建物背面の流速を計測するため、建物側端部から 3cm 離れた位置にプロペラ流速計を設置した。なお、各計測器のサンプリング周波数を 100Hz とし、計測時間を 20 秒とした。貯水位 H を $10\sim30\text{cm}$ まで 5.0cm 間隔で 5 通りとして、建物中心軸を基準に $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ$,

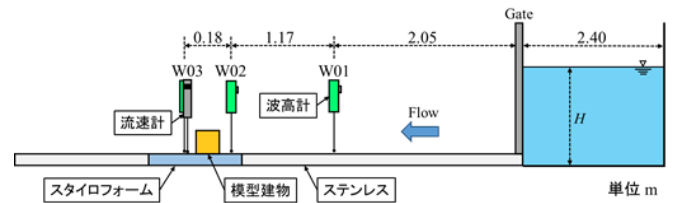


図-1 津波氾濫流発生開水路の概要と計測器の位置

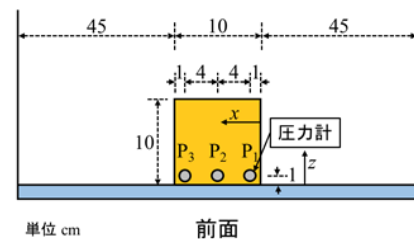


図-2 模型建物に設置した圧力計の位置

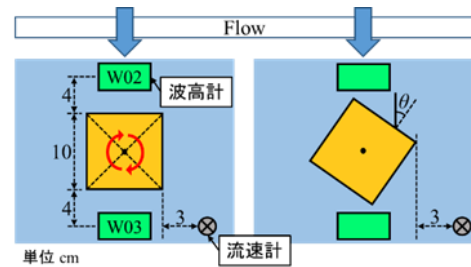


図-3 入射角度 θ と流速計の位置

60° の入射角度 θ で、各 3 回ずつ計測した。なお、圧力計を設置した面が流れに対して直角となる条件を $\theta=0^\circ$ とした。

3. 実験結果

3.1 入射角度が浸水深に及ぼす影響

図-3 は、建物前面 (W02) および背面 (W03) の最大浸水深 $\eta_{2\max}$, $\eta_{3\max}$ と貯水位の関係を示す。各入射角度における最大浸水深は、 $H=20\text{cm}$ までほとんど差が見られないが、 $H=25\text{cm}$ 以上では、 $\theta=0^\circ, 30^\circ$ の値に比べて $\theta=45^\circ, 60^\circ$ の値が低下する。これは、入射角度の増大に伴って建物前面の流下方向の投影面積 A が縮小し、水塊の跳ね上がりが抑えられるためと考えられる。一方、建物背面の最大浸水深は、貯水位に依らず入射角度による差がほとんど見られない。

キーワード 津波氾濫流, 水理実験, 入射角度, 作用波圧

岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部社会環境工学科・e-mail: togasa@iwate-u.ac.jp

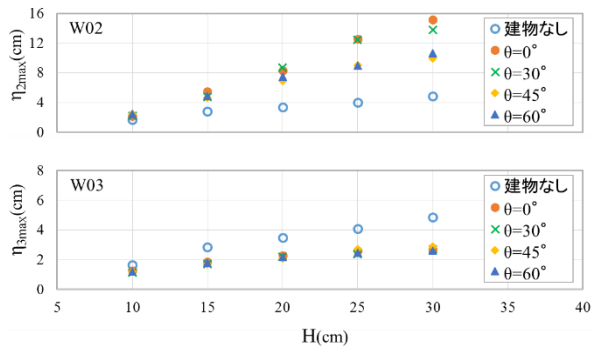


図-4 各貯水位 H における建物前面および背面の最大浸水深 ($\eta_{2\max}$, $\eta_{3\max}$)

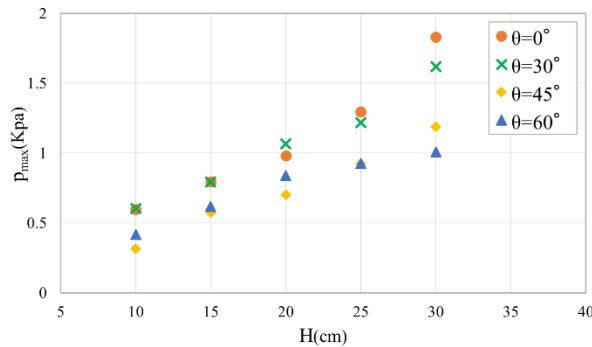


図-5 各貯水位 H における建物前面の最大波圧 $p_{\max}$

3.2 入射角度が作用波圧に及ぼす影響

圧力計 P_1 , P_2 , P_3 の各最大値を平均した値 $p_{\max}$ を建物前面 ($z=1.0\text{cm}$) に作用する最大波圧と見なして、貯水位との関係を図-4 に示す。最大波圧は、建物前面の最大浸水深と同様に、 $H=20\text{cm}$ 以下では入射角度による差は小さいが、 $H=25\text{cm}$ 以上になると $\theta=30^\circ$ 以下と $\theta=45^\circ$ 以上に分かれて差が広がる。図-5 は、投影面積 A と最大波圧の関係を示す。 $H=10\text{cm}$ では、 $\theta=0^\circ$, 30° で横ばいとなり、 $\theta=45^\circ$, 60° でわずかに低下するが、その差は小さい。一方、 $H=30\text{cm}$ では入射角度の増大に付随する投影面積の縮小に伴い、最大波圧が大きく低下する。ここで、建物前面に作用する波圧の時間変化を図-6 に示す。なお、圧力計 P_1 , P_2 , P_3 の各値を時系列に沿って平均した値を建物前面 ($z=1.0\text{cm}$) に作用する波圧と見なす。 $\theta=0^\circ$ において、 $H=10\text{cm}$ では氾濫流が建物に衝突した時の波圧が小さく、全体的に静圧的な分布となることがわかる。一方、 $H=30\text{cm}$ では衝突時の波圧が極めて大きい、 $\theta=60^\circ$ において著しく減衰し、静圧的な分布となる。そこで、各入射角度における最大波圧 $p_{\max}$ を直角入射時の最大波圧 $p_{0\max}$ を用いて無次元化し、入射角度との関係を図-8 に示す。なお、有光ら (2014) が提案する斜め入射時の最大波圧を算定する式を比較と

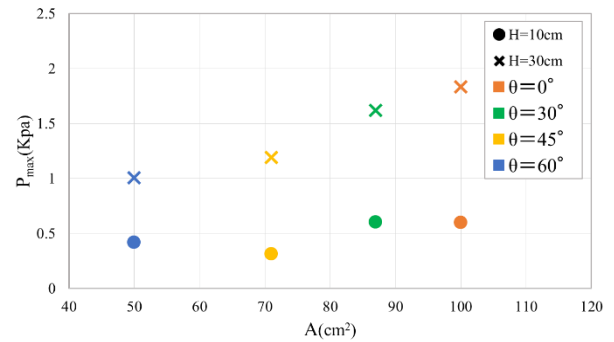


図-6 投影面積 A と建物前面の最大波圧 $p_{\max}$ の関係

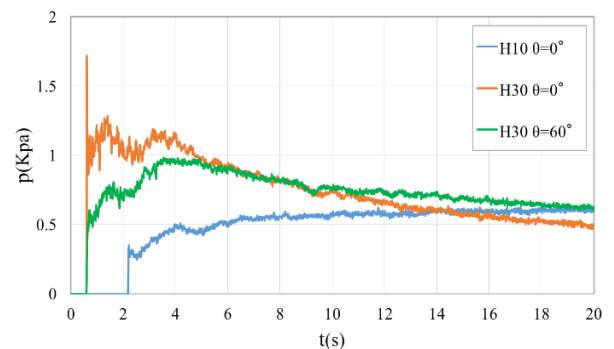


図-7 建物前面の波圧の時間変化

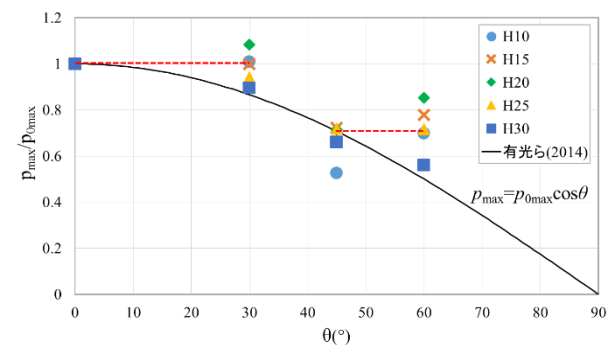


図-8 入射角度 θ と無次元最大波圧 $p_{2\max}/p_{0\max}$ の関係

して示す。本研究で得られた無次元最大波圧 $p_{2\max}/p_{0\max}$ は、有光らと比べて $\theta=30^\circ$, 60° において高い値となった。これは、有光らは動圧が卓越する条件を対象とした整理をしているのに対して、静圧が卓越する条件 ($H=20\text{cm}$ 以下) を含めているためであると考えられる。斜め入射時の最大波圧は、動圧が卓越する条件では入射角度に伴って減少していくが、静圧が卓越する条件では、 $\theta=30^\circ \sim 45^\circ$ で大きく減衰し、 $\theta=45^\circ \sim 60^\circ$ では直角入射時の 7 割程度に落ち着くことがわかる。

参考文献

有光 剛・大江一也・川崎浩司 (2014) : 陸上構造物への作用波圧に及ぼす遡上津波の入射角の影響, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 70, No. 2, 1_414-1_419, 2014.