

異なる入射角度の津波氾濫流による作用波圧の建物への影響

岩手大学 学生会員 ○室井宏太, 及田一樹, 正会員 小笠原敏記

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、防災施設を乗り越えた津波が陸上を遡上し、氾濫流となって沿岸市街地に来襲した。これにより家々が倒壊・流出し、多くの人命や財産が失われた。この経験から、津波被害の軽減には氾濫流による作用波圧を的確に評価し、建物の耐津波設計を検査することが必要と言える。津波氾濫流に関する既往研究では、水理模型実験や数値実験から建物への作用波圧が多く検討されてきた。しかし、氾濫流の入射角度を考慮した検討は少ない。有光ら<sup>1)</sup>による検討から入射角度の影響による作用波圧の低減が報告されているが、更なる検討が必要と言える。本研究では、津波氾濫流が建物に斜め入射する条件を想定した水理模型実験を行い、入射角度の影響による作用波圧の時空間分布の変化を明らかにする。また、斜め入射における作用波圧の算定式を提案する。

2. 実験の概要

実験は、図-1 に示す貯水槽 ( $L2.4m$ ,  $W1.0m$ ,  $H1.4m$ ) を備える開水路 ( $L10m$ ,  $W1.0m$ ,  $H0.8m$ ) を用いて行った。貯水槽に一定の貯水位  $H_0$  を貯め、ゲートを急開放することで、津波氾濫流を想定した段波を発生させる。貯水位  $H_0$  は 15, 20, 25, 30, 35, 40cm とした。実験条件と各貯水位  $H_0$  における段波の諸元を表-1 に示す。なお、表中の最大波高は建物模型を設置していない場合の波高である。段波は勾配のない水路を遡上し、Gate から 4.12m の位置に設置した模型に衝突する。なお、模型は 20cm 角の立方体とし、PLA 樹脂で作成した。その縮尺はフルードの相似則を踏まえて 1/100 とした。模型前面には直径 6mm の圧力計（共和電業製）を 9 箇所に設置し、水平方向  $x=0.5, 10, 19.5cm$ 、鉛直方向  $z=0.5, 3.5, 6.5cm$  における作用波圧を計測した。模型の設置角度を段階的に 0, 30, 45, 60, 80° と回転させて各 5 回ずつ計測を繰り返すことで、異なる入射角度  $\theta$  の波圧を把

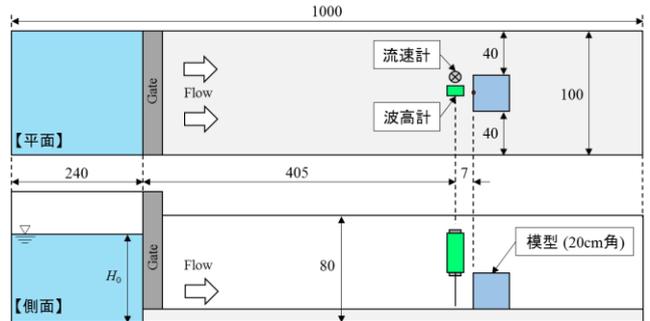


図-1 開水路の概要と計測機器の位置

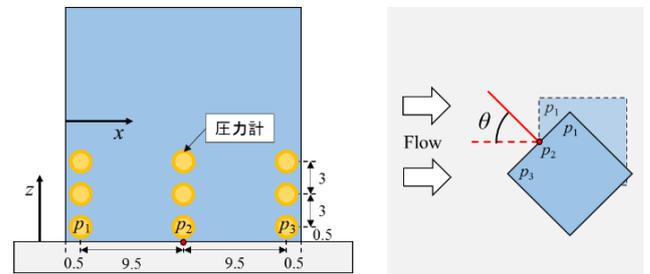


図-2 圧力計の設置位置と模型の回転仕法

表-1 実験条件と段波の諸元

貯水位 $H_0$ (cm)	最大波高 (cm)	最大波高時の流速 (cm/s)	最大波高時のフルード数	入射角度 $\theta$ (°)
15	2.71	34.46	0.67	0, 30, 45 60, 80
20	2.99	36.91	0.68	
25	3.54	69.92	1.19	
30	4.11	80.62	1.27	
35	4.72	113.89	1.68	
40	5.24	105.03	1.47	

握した。図-2 に圧力計の設置位置と模型の回転仕法を併せて示す。また、模型前面から 7cm 手前の位置にサーボ式波高計（ケネック製）とプロペラ流速計（ケネック製）を並べて設置し、波高と流速を計測することで、模型前面の流れを把握した。なお、波高計の触針部を水路底面のポケットに降し、ポケットの初期水面を水路底面に一致させた。また、流速計先端のプロペラの中心を水路底面から 0.5cm の高さに設置した。各計測機器のサンプリング周波数は 500Hz とした。

キーワード 津波氾濫流, 水理模型実験, 入射角度, 作用波圧

岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学理工学部システム創成工学科・e-mail : togasa@iwate-u.ac.jp

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 作用波圧におぼす入射角度の影響

ここでは模型底部の作用波圧を対象として、入射角度の影響を整理する。図-3に貯水位  $H_0=40\text{cm}$  における模型中央  $p_2$  の作用波圧の時系列を例示する。入射角度によらず計測開始から約 0.8 秒後に段波が衝突することがわかる。衝突直後には、 $\theta=0^\circ$ （直角入射）では圧力値が瞬間的なピークになるが、 $\theta=30, 45, 60^\circ$ （斜め入射）では角度の増大に伴い低減し、明確なピークが見られなくなる。一方、衝突から時間が経つと角度によらず概ね一様となる。模型底部に作用する衝突直後の波圧（衝撃波圧）の面的な傾向を見るため、図-4に衝撃波圧の空間分布を示す。なお、圧力計を設置していない部分の波圧は線形補間で求めた。直角入射では模型底部の広い範囲に比較的大きな波圧が作用し、特に中央で卓越することがわかる。一方、斜め入射では角度の増大に伴い底部一帯の波圧が低減し、中央の偏りもなくなる。以上より、建物底部に作用する衝撃波圧は入射角度の影響を強く受けると言える。

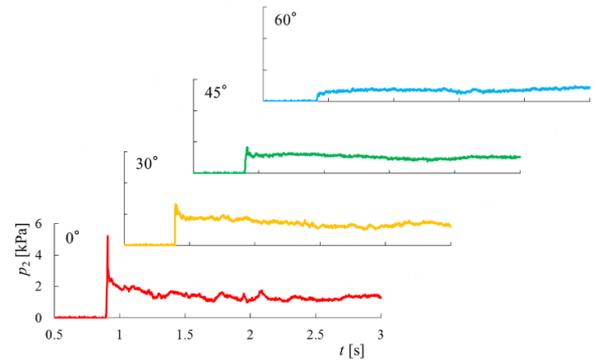


図-3 模型中央  $p_2$  の作用波圧の時系列 ( $H_0=40\text{cm}$ )

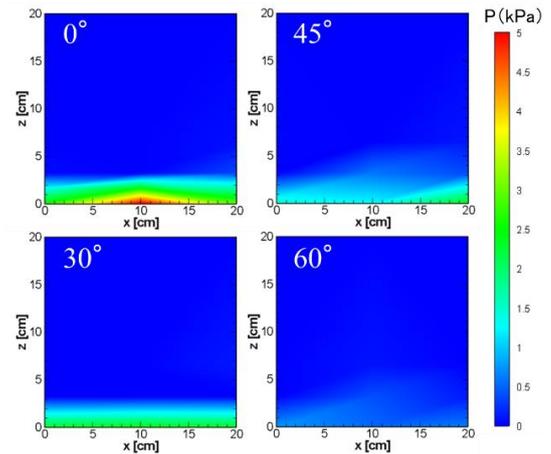


図-4 衝撃波圧の空間分布 ( $H_0=40\text{cm}$ )

#### (2) 衝撃波圧の算定式

有光ら<sup>1)</sup>は直角入射の衝撃波圧  $P_0$  と入射角度  $\theta$  から斜め入射の衝撃波圧  $P_\theta$  の算定式 (1) を提案している。これは波圧の分解と一致する(図-5)。

$$P_\theta = P_0 \cos\theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

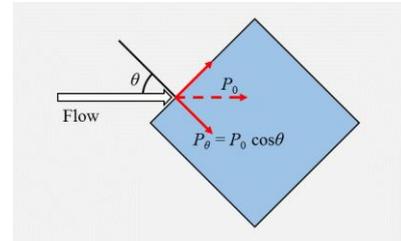


図-5 波圧の分解

模型中央  $p_2$  において同様の検討を行い、無次元化した衝撃波圧  $P_\theta/P_0$  と入射角度  $\theta$  の関係を図-6に示す。有光らとの比較から、本研究結果の殆どが過小となり、角度の増大に伴い直線的に低減していることが分かる。ここで、差分を考慮して図中の実線のような算定式 (2) を以下に提案する。

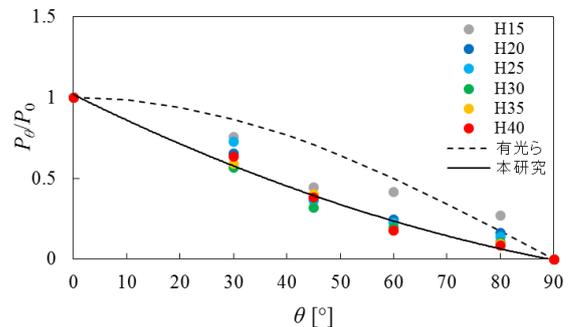


図-6 模型中央  $p_2$  の無次元化衝撃波圧  $P_\theta/P_0$  と入射角度  $\theta$  の関係 ( $H_0=40\text{cm}$ )

式 (3) は入射角度を考慮した補正值である。これは、斜め入射による波圧の低下量を意味し、段波先端の挙動の変化によるものと考えられる。高精度なカメラを用いた衝突時の水面形の観測などから、この低下量の要因を検討することが今後の課題である。

#### 参考文献

1) 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, I\_414-I\_419, 2014.