

画像解析を用いた構造物周りの津波氾濫流の流動特性

岩手大学 学生会員 ○神和也, 正会員 小笠原敏記, 菊地重友, 正会員 堺茂樹, 非会員 笹本誠

1. はじめに

これまでに防潮堤や湾口防波堤のようなハード面による津波対策が行われて来たが、岩手県においても費用面や用地問題のため未整備地域が存在する。今後予想される宮城県沖地震によって発生する津波がこのような地域に襲った場合、その氾濫流は土木構造物や建築物の損傷・破壊を引き起こし、またそれらが漂流物として2次的な被害を及ぼすことが予想される。しかしながら、現地での津波氾濫流の計測は非常に難しく、その流体力の構造物への影響については、実験によって検討がなされている(例えば、松富・大向(1999), 有川ら(2006))。

そこで本研究では、模型構造物を設置した水理実験を行い、津波氾濫流が構造物を周り込む際の水量を画像解析より算出し、構造物の設置条件による津波氾濫流の流動特性を明らかにする。

2. 実験および画像解析の方法

図-1(a)に示すような実験装置において、造波装置から津波第1波の近似波として孤立波を発生させ、ビーチ上に設置された模型構造物に津波氾濫流が衝突し、側面を周り込む実験を行った。図-1(b)に示すような単体または2, 3体の複数体の模型構造物を水槽ガラス面および構造物間の距離が等間隔 $B=6\text{cm}$ になるように設置した。構造物に衝突し側面を流れる津波氾濫流の様子をデジタルカメラ(Casio EX-F1)の動画機能(30fps)を用いて撮影した。その画像には、氾濫流の水面とそれ以外をより鮮明にするためにエッジ抽出による画像処理を行った。なお、実験条件をまとめたものを表-1に示す。

3. 構造物側面の浸水深および水量の変化

構造物側面を流れ込む津波氾濫流の浸水深は、写真-1に示すように波形の形状が前面 x_{s1} から背面 x_{s3} にかけて低下しているため、構造物前面 x_{s1} 、側面の

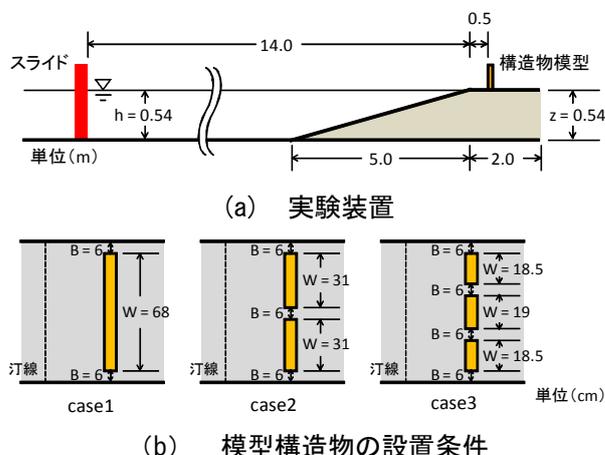


図-1 実験装置の概要

表-1 実験条件

入射波高: $H(\text{cm})$	2, 3, 4, 5	
水深: $h(\text{cm})$	54	
スロープ部勾配	1/9.3	
模型構造物サイズ = 横幅: $W(\text{cm})$ × 高さ: $H(\text{cm})$ × 厚さ: $D(\text{cm})$	case1	68 × 20 × 5
	case2	31 × 20 × 5
	case3	19 × 20 × 5 (中間) 18.5 × 20 × 5 (両端)
通路幅 (模型構造物間隔): $B(\text{cm})$	6	
模型構造物の位置	汀線から50cm	

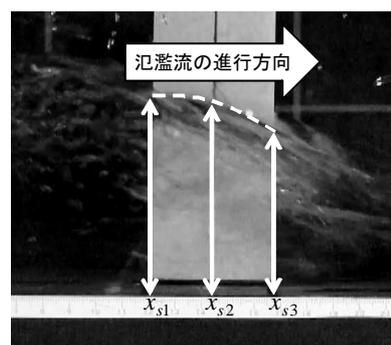


写真-1 模型構造物側面に流れ込む氾濫流の様子および測定位置の設定

中央 x_{s2} および背面 x_{s3} の3点の位置で求めた。そして、構造物側面を流れる水量 V_s はそれらの浸水深を用いて、次式で表される。

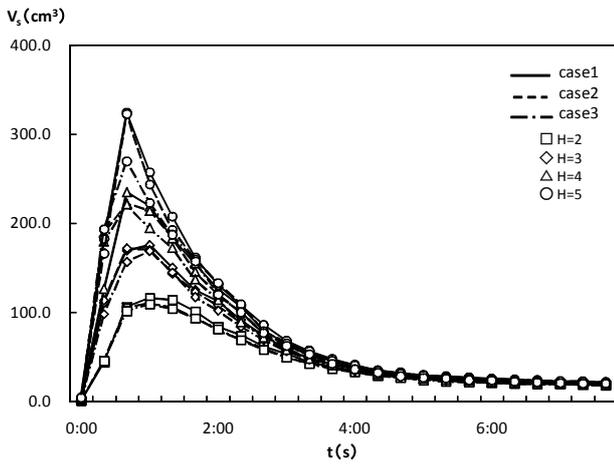


図-2 各波高における構造物側面の水量 V_s の時間変化

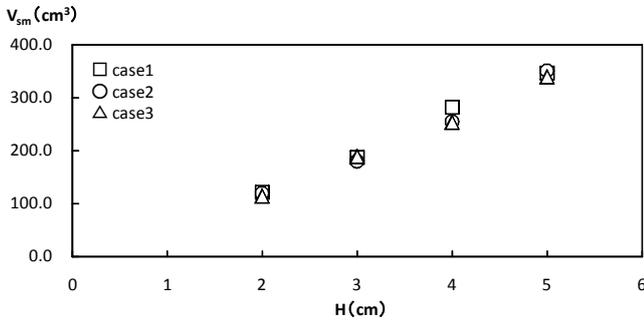


図-3 構造物側面の最大水量 V_{sm} と波高 H の関係

$$V_s = \frac{h_{s1} + 2h_{s2} + h_{s3}}{4} BD = \bar{h}_s BD \quad \dots (1)$$

ここで、 h_{si} ($i=1\sim 3$) は側面各位置での浸水深、 \bar{h}_s は h_{si} の平均値である。

図-2 は、各波高 H における式(1)で求めた水量 V_s の時間変化を示す。なお、氾濫流が構造物前面に衝突したときを $t=0$ 秒とし、図中の実線、破線および一点破線は Case1, 2 および 3 を表している。孤立波を発生させているため、水量 V_s は最大に到達した後、急激に減少する。さらに、波高の増大と共に大きくなることは容易に予想されるが、構造物の設置条件にあまり依存していないと考えられる。図-3 は、図-2 の各条件での水量 V_s の最大値 V_{sm} と波高 H の関係を示す。 V_{sm} の値は波高に単調な比例増加となり、構造物の設置条件に依らないことがわかる。

4. 構造物前面と側面の浸水深の関係

構造物側面の最大水量 V_{sm} を通路幅 B および構造物の厚さ D で割れば、その側面の平均された最大浸

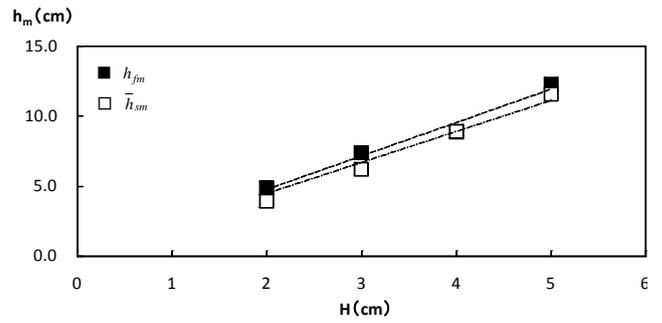


図-4 構造物前面および側面の最大浸水深と波高の関係

水深を求めることができる。図-4 は、その最大浸水深 \bar{h}_{sm} と波高 H の関係を示したものである。また、構造物に衝突したときの前面の最大浸水深 h_{fm} を比較のため示す。前面および側面の最大浸水深は、いずれも単調比例することから、最小自乗による線形近似を用いると、それぞれ次式のように表される。

$$\bar{h}_{sm} = 2.23H \quad \dots (2)$$

$$h_{fm} = 2.39H \quad \dots (3)$$

式(2)および(3)の関係から、 \bar{h}_{sm} は h_{fm} を用いると、

$$\bar{h}_{sm} = 0.93h_{fm} \quad \dots (4)$$

と表される。この結果、構造物側面の最大浸水深は、前面の最大浸水深の 9 割程度になり、高い浸水深を保つことがわかる。

5. まとめ

構造物側面を流れる津波氾濫流の水位について、画像を用いてその特性を明らかにした。その結果、構造物間の通路が増えたとしても、その 1 ヶ所の通路を流れる水量はほぼ同じであり、構造物側面の最大浸水深は、前面のその約 9 割を維持する。したがって、道路幅が同じような住宅街を津波氾濫流が流れ込んだ場合、場所に依らず同程度の危険性があるものと考えられる。

参考文献

- 松富英夫・大向達也 (1999) : 津波氾濫流の流体力に関する実験, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp. 336-340.
有川太郎ら (2006) : 遡上津波力に関する大規模実験, 海岸工学論文集, 第 53 巻, pp. 796-800.