

津波氾濫流による構造物周りの水位変化に関する実験

岩手大学 学生会員 ○本山雄一, 正会員 小笠原敏記, 菊地 重友, 正会員 堺茂樹

1. はじめに

発生確率の高まる日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震や宮城県沖地震によって発生する津波は、リアス式の三陸海岸を有する岩手県にとって、多大な被害を及ぼすことが予想される。その地理的要因に伴い波高の増大した津波が市街地を来襲し、その氾濫流は内陸へと遡上する。このとき、土木構造物や建築物は、氾濫流の障害物となり、その流速や水位の低下を引き起こすものと考えられる。これまで氾濫流速と浸水深あるいは構造物の前面・背面浸水深の関係は、現地調査によって評価されて来た（松富・首藤, 1994）。しかしながら、構造物の設置状況によって、津波氾濫流の水位がどのように変化するかについては、検討の余地があると考える。

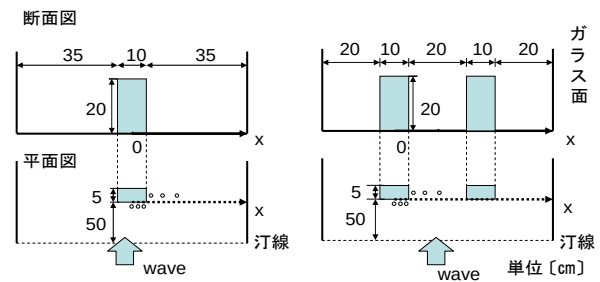
そこで本研究では、津波氾濫流が単体および2体の構造物について、その周りを通る津波氾濫流の水位変化の比較を水理模型実験より明らかにする。

2. 実験の概要

実験では、造波水槽 ($L \times H \times W$ 1.0 × 0.78 m) を用いて造波装置から津波第1波と近似した孤立波を発生させ、その波が約 1/10 勾配の斜面を伝播しながら遡上し、津波氾濫流がビーチ上に設置した構造物に衝突して、その周りを通る時の水位の時系列計測を行った。水深は 54 cm の一定とし、造波板から 2.0 m の位置で繰り返し計測した水面変動の平均値を入射波高 H とした。その波高 H は、2.2, 3.2, 4.1 および 5.0 cm の4通りである。単体 (Run1) および2体 (Run2) の構造物周りの水位は、図-1 に示すように構造物中央の位置を $x=0$ 、波向き右側を正とし、 $x=0, 2, 4$ (ここまで構造物前面)、6, 10, 15 (同側面) cm の位置 (図中の白丸) で計測した。

3. 単体と2体の構造物での水位の比較

図-2 は、各波高 H における構造物前面 $x=0$ cm で



(a) 単体構造物 (b) 2体構造物

図-1 模型構造物の概要と測定位置

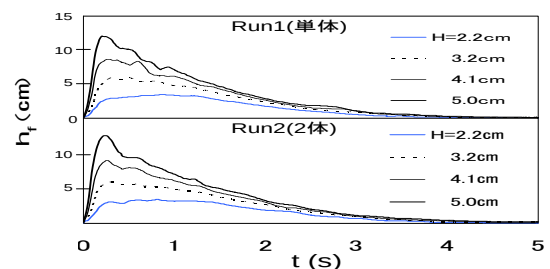


図-2 単体および2体構造物前面の水位の時間変化

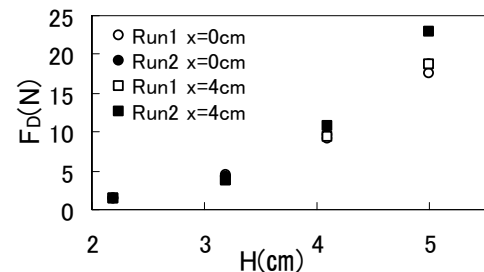


図-3 単体および2体構造物前面の津波力と波高の関係

の浸水深 h_f の時間変化を示す。Run1 および Run2 のいずれも波高の増大と共に、 h_f の最大値が大きくなるが、その値は Run2 の方が大きくなる傾向を示す。

そこで、飯塚・松富 (2000) が提案した次式の津波力 F_d :

$$F_D = 0.61 \gamma_w C_D h_f^2 B_s \quad \dots (1)$$

を用いて、その前面に作用する力の違いを比較する。なお、 γ_w を水の単位体積重量とし、 $C_D (=2.0)$ は抵抗係数、 B_s は構造物の幅である。その結果が図-3 で

あり、 $x=0$ および 4cm の位置での比較を示す。 F_d の値は、波高の増大に伴い増加する傾向は、 h_f に依存するので当然であるが、 Run1 よりも Run2 の方が大きくなる。 特に、 構造物中央 ($x=0\text{cm}$) よりも側面 ($x=4\text{cm}$) の方がその差が顕著となることがわかる。

図-4 は、 構造物側面 $x=15\text{cm}$ での最大浸水深 h_{sm} と波高 H の関係を Run1 と Run2 について比較したものである。 構造物前面の浸水深の傾向と同様に、 側面の最大浸水深も波高と共に増大し、 Run1 に比べ Run2 のいずれの値も大きくなる。 特に、 $H=5.1\text{cm}$ では、 Run1 の約 4 割もの増大を示している。

図-5 は、 構造物側面の各位置 ($x=6, 10, 15\text{cm}$) における最大浸水深 h_{sm} を比較したものである。 Run2 の場合、 h_{sm} の値は隣接する構造物間の中点に位置する $x=15\text{cm}$ まで増加するが、 Run1 の場合、 h_{sm} の値は $x=15\text{cm}$ で減衰することがわかる。

次に、 構造物側面の流速 u_s を明らかにするため、 エネルギー保存則を用いて次のように求める。

$$u_s = \sqrt{u_f^2 + (h_f - h_s)} \quad \dots (2)$$

ここで、 構造物前面の流速 u_f は、 次式に示す飯塚・松富 (2000) の流速推定式を用いた。

$$u_f \approx 1.1\sqrt{gh_f} \quad \dots (3)$$

ここで、 g は重力加速度である。 図-6 は、 構造物前面の流速 u_f と側面の流速 u_s を比較したものである。 なお、 u_f の算出には $x=0$ と 4cm の最大浸水深 h_{sm} を用いた。 u_f と u_s の間には、 構造物の設置状況にあまり差がなく、 単調比例の関係があり、 式(3)を用いれば、

$$u_s = 1.3u_f = 1.43\sqrt{gh_f} \quad \dots (4)$$

と表すことができる。 この結果、 側面の流速は前面の流速の約 1.3 倍となり、 前面の浸水深 h_f より求めることも可能になると考えられる。

4. まとめ

以上より、 単体および 2 体の構造物前面および側面の水位を比較したところ、 波高が増大すれば、 隣接する構造物の影響による集中効果を受けて、 側面の浸水深が増大する。 その影響が構造物前面の津波力の作用にも影響を及ぼすものと考えられる。 した

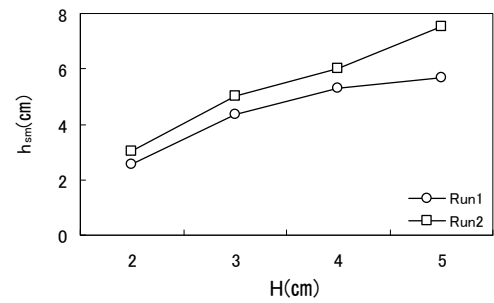


図-4 構造物側面 ($x=15\text{cm}$) の最大浸水深 h_{sm} と波高 H の関係

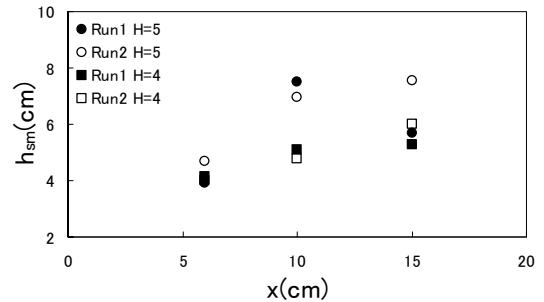


図-5 構造物側面の各位置での最大浸水深 h_{sm}

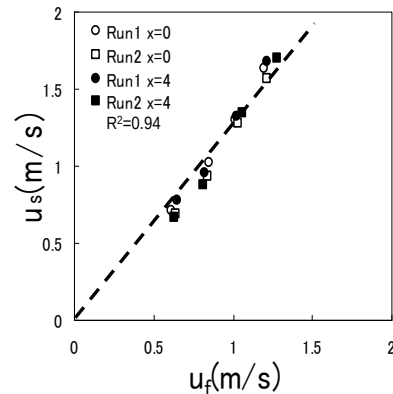


図-6 構造物前面の流速と側面の流速の比較

がって、建築物の立地条件によって、津波力が異なるため、その推定には注意が必要と言える。さらに、構造物側面の流速は、前面の流速の 1.3 倍程度と見積もることができた。ただし、本実験は限られた実験条件であるため、今後、様々な構造物の設置条件下における実験を行い、より定量的な推定式の構築を図りたいと考える。

参考文献

- 松富英夫・首藤伸夫：津波の浸水深、流速と家屋被害，海岸工学論文集，41，pp.246-250，1994。
飯塚秀則・松富英夫：津波氾濫流の被害想定，海岸工学論文集，47，pp.381-385，2000。