建物の配置形式の違いによる津波氾濫流の水理特性について

岩手大学 学生会員 〇古川拓実,熊谷憲一 正会員 小笠原敏記

1. はじめに

市街地に来襲する遡上津波の氾濫計算には,一つの計算格子内に配置された複数の建物の占有面積に 応じ,マニングの粗度係数を経験的に与えた底面摩 擦モデルが用いられている(例えば,油屋,今 村:2002).この方法では,津波に対して「流れにくさ」 を与えることはできるが,流れを方向別に阻害する ことができず,予測精度の大幅な低下要因となる.

そこで本研究では、津波氾濫計算で使用可能なマ ニング・モデルに代わる新たな抵抗力モデルの構築 を行うための基礎実験として、建物の配置パターン による氾濫流の特性を明らかにする.特に、各点で計 測される浸水深および流速から単位幅流量(flux)を 評価し、フルード数との関係を検討する.

2. 実験概要

2.1 実験装置

図-1 に実験装置の概要を示す.実験には段波発生 装置付開水路を用いた.ゲートより 6m の地点から 後方 1m,幅 1m を実験対象区間とし,貯水槽に 30cm の水を貯めゲートを急開放することで,陸上を遡上 する津波氾濫流を想定した段波を発生させる.建物 模型は水槽の両壁面から 22.5cm離れた位置に設置し た.また,解析領域は縦 40cm,横 50cm とし,流下 方向に x 軸をとった.横断面中央に 5 箇所の計測点 を設置した.その計測点の位置を表-1 に示す.

2.2 建物模型と配置パターン

3D プリンター(Value 3D MagiX FM-1000, MUTOH) を用いて住宅をモデルにした 15cm 四方の立方体を 建物模型として作成した. 縮尺は 1/40 とした. 図-2 に建物模型の配置パターンを示す. Case0 を建物がな い状態, Case 1~Case6 の 7 パターンで実験を行った. ゲート側の建物を 1 列目, 下流側を 2 列目とする.

2.3 測定方法

本実験では各 Case で段波を 5 回発生させ,各測点 で浸水深と流速の時刻歴を測定し,その平均値を採



図-1 実験装置概要

表-1 計測点の位置

	測点 1	測点 2	測点 3	測点4	測点 5
<i>x</i> (cm)	3.125	10.625	25.000	39.375	46.875



図-2 建物模型の配置パターン

用した.ゲートから 4m の位置に段波が到達すると 計測が開始(*t*=0s)されるように,各計測点での波高 計・流速計を同期させた.なお,各計測機器のサンプ リング周波数は 500Hz,測定時間は 20 秒間とした.

3. 実験結果と考察

3.1 浸水深と流速について

図-3に、各測点における建物がない状態(Case0)に 対する最大浸水深と最大流速の比(以下,無次元浸水 深,無次元流速)を示す.無次元浸水深は,測点1で 高い値を示し,下流側に連れて低減する傾向が見ら れる.測点4、5において Case1と Case2 が1を下回 るのは、1列目通過後に側壁へと向かう流れが生じた ためと推察される.また,無次元流速は,全 Case で 1を下回り,建物の配置によらず低減する.

3.2 単位幅流量(flux)について

flux を評価するにあたって、計測した 20 秒間の浸

キーワード 津波,建物,単位幅流量,水理実験 連絡先 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学理工学部 togasa@iwate-u.ac.jp



水深と流速から各 Case の測点ごとの平均 flux (= \overline{M}) を次式より求めた.

ここで、*T*は計測時間(=20sec), *h*(*t*)は浸水深、*V*(*t*)は 流速, *t* は時刻を表す. **図**-4 に, 建物がない状態 (Case0)に対する平均 flux の比(以下, 無次元 flux)を 示す. 無次元 flux が 1 を上回る Case では, 建物の影 響を受け, 氾濫流が中央に流れ込んできたことが考 えられる. 一方, 測点 1 では全 Case で 1 を下回るが,

これは段波先端が建物に衝突した直後であり、建物 の前面に沿った流れが生じたことにより、流量が減 少したものと考えられる.また、測点4、5ではCase1 とCase2のみが1を下回るが、この要因は2列目に 建物が無いことが起因しているためと推測される.

3.3 flux 差(*AM*)について

時刻 t=1~6s までのデータを用いて, 0.02s ごとに 測点1と各測点(i=3,5)での *ΔM* を次式より求める.

 $M_i(t) = h(t) \cdot V(t) \quad \dots \qquad (2)$

$$\Delta M(t) = M_1 - M_i \quad \dots \qquad (3)$$

その結果を図-5 に示す. t=1~2.2s ではフルード数 Fr が1より大きい射流領域, t=2.4s 以降は Fr が1以下 の常流領域となる.これより,時間の経過とともに M₃と M₅の値が増加していくことが分かった.



図-6 無次元 ΔM とフルード数 Fr の関係

図-6 に、建物がない状態(Case0)に対する ΔM の 絶対値の比(以下,無次元 ΔM)と Fr の関係を示す. 射流領域では、無次元 ΔM は比較的小さい値を示し た.下流側へと向かう波の直進力が卓越しているた めと考えられる.対して、常流領域では、Fr が小さ いほど無次元 ΔM は大きくなる傾向にある.これは、 建物による流れの変化が無次元 ΔM に影響を及ぼす と考えられる.また、測点 1 と 5 を比較した値より 測点 1 と 3 を比較した値の方が大きい.測点 3 では、 側方からの流れや後方建物の反射の影響により、複 雑な流れ場が形成されるためと推察される.

以上より,局所的な3次元領域の津波数値計算を 行う場合,底面に一律な摩擦を与えるだけでなく,建 物形状を考慮する必要があると考察される.しかし, 本研究では限られた条件での実験であるため,配置 パターンや縮尺の変更などの検証が必要と言える. 謝辞:本研究は,科研費・基盤研究(c)18K04670による 成果である.ここに謝意を表する.

参考文献

- 油屋, 今村(2002):合成等価粗度モデルを用いた津 波氾濫シミュレーションの提案, 海岸工学論文集, 第 49 巻, pp.276-280
- 岡本ら(2009):建物の津波・高潮に対する減災効果
 に関する水理実験による検討,土木学会論文集
 B2(海岸工学), Vol.B2-65, No1, 1361-1365