

漂流物の衝突・回転・ばらつきが津波漂流挙動に与える影響を定量化するためのモデル検証

名古屋大学 学生会員 ○中西 祥一  
 名古屋大学 学生会員 田口 聖也  
 名古屋大学 正会員 富田 孝史

1. はじめに

津波による船舶、車、コンテナなどの漂流物の構造物への被害や、漂流物が道路及び航路を閉塞することによる物流機能の低下が問題視されている。事前の漂流物対策が重要であるが、漂流物挙動には様々な不確実性が存在し具体的に検討されていないのが現状である。

不確定要素である漂流物同士の衝突および漂流物の回転やばらつきが漂流挙動に及ぼす影響を定量的に明らかにするために、本研究では漂流物模型の数や向きなどの配置条件を変化させた水理模型実験を実施し、その結果を使用して津波漂流モデルの妥当性や精度を検証している。本発表では、モデルの検証結果について述べる。

2. 水理模型実験

実験は、名古屋大学の平面水槽で行った。実験水槽の断面図を図-1に示す。漂流物模型には縦 3.5cm×横 3.3cm×長さ 16.4cm のアクリル製の中空の角柱を用いた。模型は模型床の法肩から 50cm 陸側に配置した。この法肩から 50cm の位置を x 軸原点とし、陸向きを正とした。x 軸に直交する軸が y 軸である。

その配置方法に関しては、模型の数・波の進行方向に対する模型の配置向き及び模型同士の配置間隔を変え、計 11 種類の配置パターンを設定した。漂流物の不確実性を考慮するために、それぞれの配置パターンに対して 10 回ずつ繰り返し実験を行った。ここで、配置パターンの例を図-2に示す。図中の配置間隔は、模型の横の長さである 3.3cm である。また、模型の漂流挙動は、模型床から約 4m 上方に固定した 2 台の同期したハイスピードカメラで撮影した。入射波は正弦波の押し波 1/4 周期の 1 種類とし、波高計で計測したその時間波形を図-3に示す。漂流挙動の解析は波の第 1 波目が模型に接触してから第 2 波目が接触するまでを対象とした。



図-1 実験水槽 (上：平面図, 下：断面図)

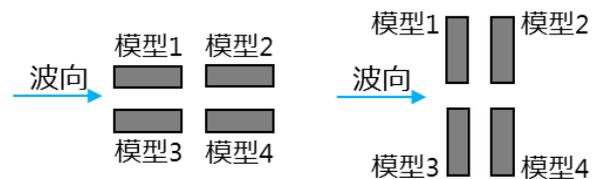


図-2 模型配置の例 (左：縦配置, 右：横配置)

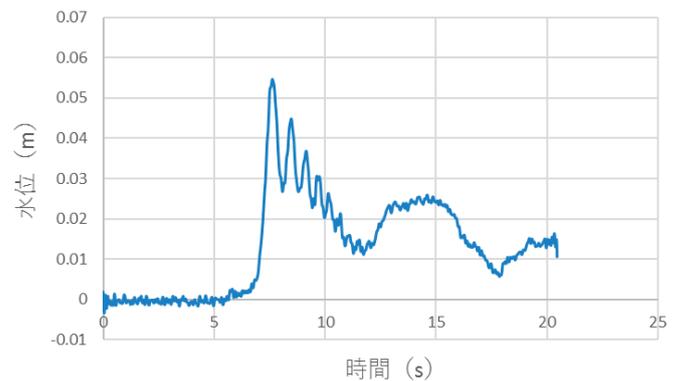


図-3 入力波形

3. 数値解析手法

3.1 計算手法

津波漂流物計算に使用する数値計算モデルは港湾空港技術研究所が開発した STOC-DM および ML を用いた<sup>1)</sup>。計算条件を、表-1に示す。計算領域は、図-1に示す波高計の位置から水槽の右端までとし、波高計で計測された入射波の時間波形(図-3)を計算における入射波とした。富田ら<sup>2)</sup>は、模型実験と数値計算の最大流速の比を用いて漂流物模型の x 方向流速の補正している。これを参照し、数値計算の x 方向流速を補正した。

3.2 STOC-DM の物理モデル

STOC-DM は、衝突・回転・ばらつきを考慮できる

表-1 計算条件

項目		内容
ML	計算格子サイズ	3cm
	格子数	X軸: 260, Y軸: 69
	計算時間	20s
	計算時間間隔	0.005s
DM	計算格子サイズ	3cm
	計算時間間隔	0.05s

モデルである。衝突に関しては、地形、漂流物、フェンスのそれぞれと漂流物との接触判定が行われる。回転は、漂流物の側面を任意の数で分割し、その分割した部分に作用する力によって生じる。ばらつきは、本多ら<sup>3)</sup>のモデルにおいて初期乱数を変化させることで生じる。

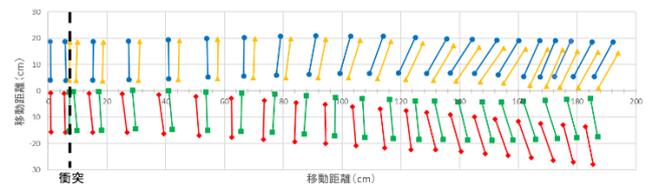
4. 結果と考察

水理模型実験及び数値計算において、図-2に示した模型配置の結果を以下に例示する。横配置の場合の模型の軌跡を0.1s間隔で図-4に示す。例示する結果の数値計算部分は、衝突、回転およびばらつきを全て考慮している。つぎに、模型が動き出してから2.0s後のそれぞれの模型の重心位置に着目し、xおよびy方向それぞれのばらつきをそれぞれ図-5、6に示す。なお、数値計算において、初期乱数を10種類設定している。

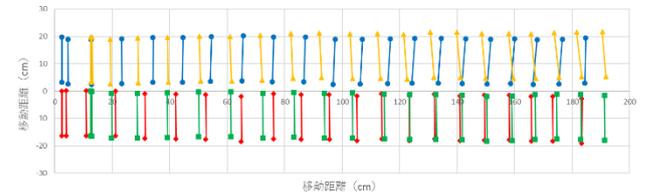
図-4, 5から、計算結果は模型1と3のx方向に関する縦配置の挙動のばらつきの傾向を捉えられている。これら以外は、精度が高くないことがわかった。また図-4(a)では衝突後の軌道が大きく変化しているが、計算では実験ほど変化していない。計算では衝突がうまく再現できていないのではないかと考える。

5. おわりに

本研究では、衝突、回転およびばらつきが漂流挙動に及ぼす影響を明らかにするために、津波漂流モデルの検証を行った。更なる詳細な検証をするためには、他の実験条件でも同様の解析が必要である。さらに今回は、模型毎に着目したが、群体に着目し検証を行う必要もあると考える。また、これらはx方向に補正をかけているため、流速の実験値と計算値の検証も今後の課題である。



(a) 模型の軌跡 (実験)



(b) 模型の軌跡 (計算)

図-4 軌跡 (青・黄・赤・緑: 模型1~4の順)

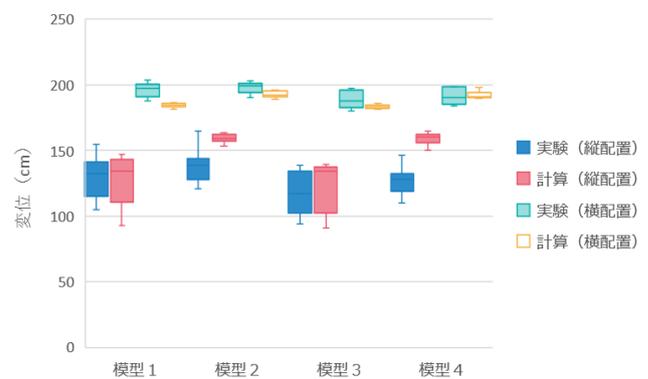


図-5 x方向のばらつき



図-6 y方向のばらつき

参考文献

- 1) 富田孝史・千田優・本多和彦: 高潮津波シミュレータ (STOC) による津波被害解析手法, 港湾空港技術研究所報告, 55(2), 3-34, 2016.
- 2) 富田孝史・蜂須賀大智・千田優: 津波漂流群の挙動に関する模型実験と数値解析, 海洋開発論文集 第75巻, 2号, p.I\_761-I\_766, 2019.
- 3) 本多和彦・富田孝史・西村大司・坂口章: 多数の津波漂流物を解析する数値モデルの開発, 海洋開発論文集 第25巻, pp.39-44, 2009