

Dual SPHysicsを用いた実験スケール におけるコンテナの漂流軌道解析

新潟大学大学院自然科学研究科

矢崎真

新潟大学工学部工学科

中村亮太

研究背景—津波漂流物

東日本大震災による津波の発生。
多くの沿岸構造物に甚大な被害。

津波被害の要因

- ・ 津波そのものの**流体力**。
- ・ 船舶やコンテナなどの港湾貨物や流木、がれきなどといった**津波漂流物**。

→今後起こりうる津波に対してより効果的な津波被害対策を行うために**津波漂流物の特性を適切に評価する必要性**。

研究背景—漂流物数値解析

津波による構造物や漂流物等に対する現象の評価が数値計算モデルを用いて行われている。

既往研究

池田・有川(2014)

数値波動水槽とDEMの連成モデル

後藤ら(2009)

粒子法を用いた3次元シミュレーション

コンテナの構造物に対する衝突力や短距離の漂流に関する解析が多い。

→津波漂流物の平面的な漂流軌道の数値計算による評価が少ない。

研究目的

DualSPHysicsによる津波漂流物の軌道解析に対する有用性の検証を行う。

→ 既往研究における水理実験と比較・検討を行う。

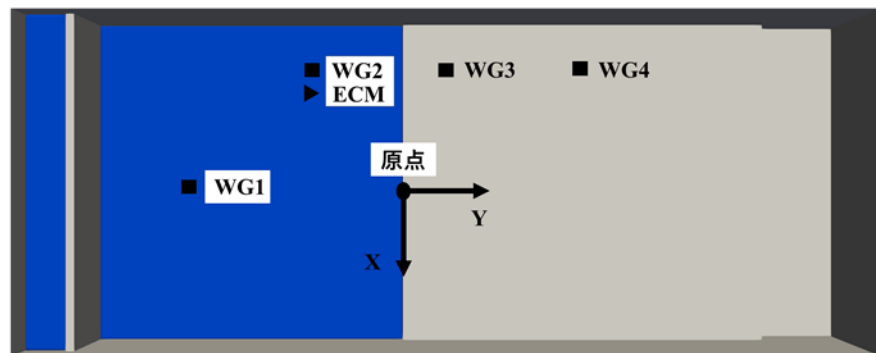
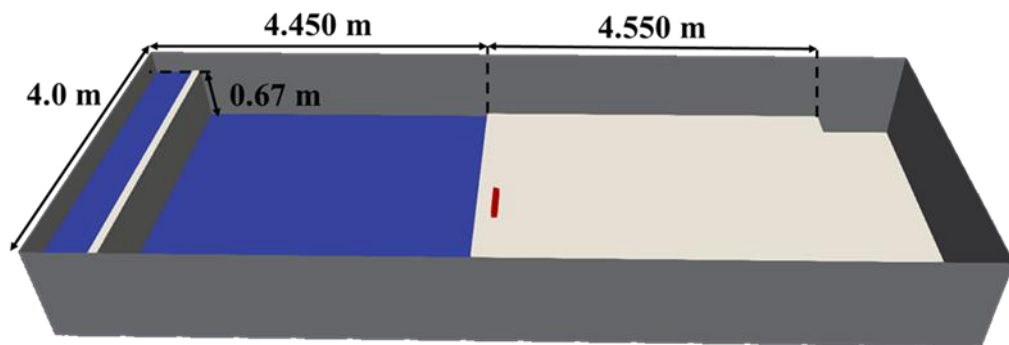
比較事項

- ・ ダムブレイク型実験の波高・流速の再現性。
- ・ エプロン上を漂流するコンテナを模した漂流物の最大縦方向変位および拡散角度。

対象とする水理実験

Experimental Investigations of Debris Dynamics over a Horizontal Plane

(Nistor et al. 2016 J. Waterway, Port, Coastal, Ocean Eng.)

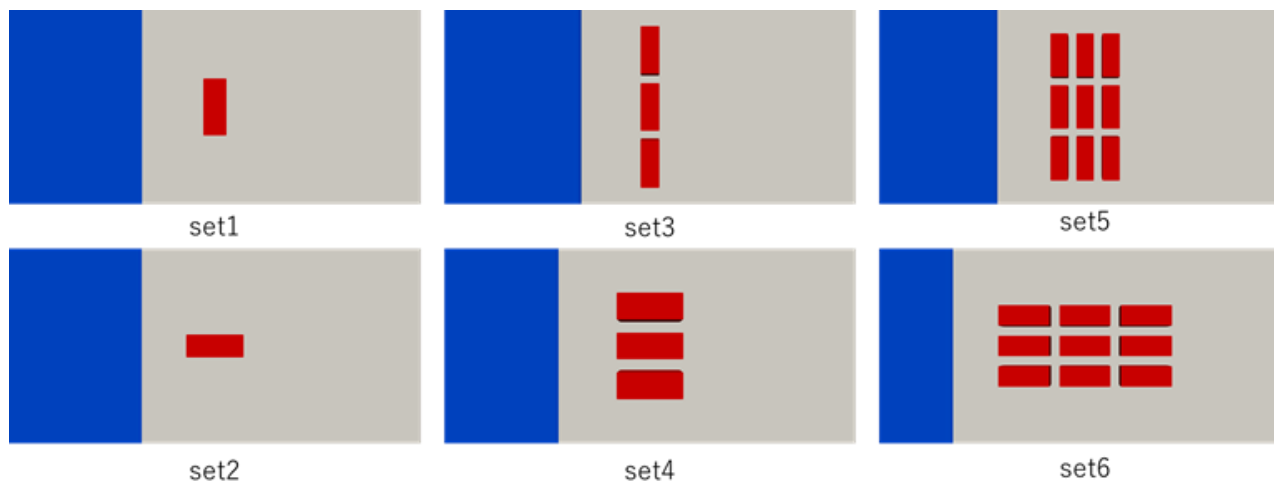


- ・ 早稲田大学に設置されているX方向に4 m, Y方向9mの水路.
- ・ エアーバルブによる空圧で造波
- ・ 20ftコンテナを1/40に縮小したものをエプロン上に設置し, 縦方向最大変位及び拡散角度を評価.
- ・ コンテナ数1, 3, 9, 18個のパターンのケース設定.
- ・ WG1~4で波高, ECMで流速を計測.

数値解析

DualSPHysicsで既往実験におけるケースを解析

- ・ 空圧に変えてダムブレイク型にて造波.
- ・ 水塊前部の壁を平均水面に入れ込む深さによって波高の調整.
- ・ コンテナ数1, 3, 9個および縦置き, 横置きの6パターンを解析.
- ・ WG1~3における波高, ECMにおいて流速を解析.
- ・ エプロン上のコンテナの漂流軌道の解析.



数値解析

ステップアルゴリズム	Symplectic
カーネル	Wendland
ViscoTreatment	Artificial
Visco	0.05
DensityDT	Fourtakas
Shifting	Ignore bound
ShiftTFS	2.75
固体粒子	Chrono
FtPause	0
DtIni	0
DtMin	0
DtAllParticles	Only fluid/floating
計算時間	6.0
粒子径dp(m)	0.01,0.0125,0.015,0.0175

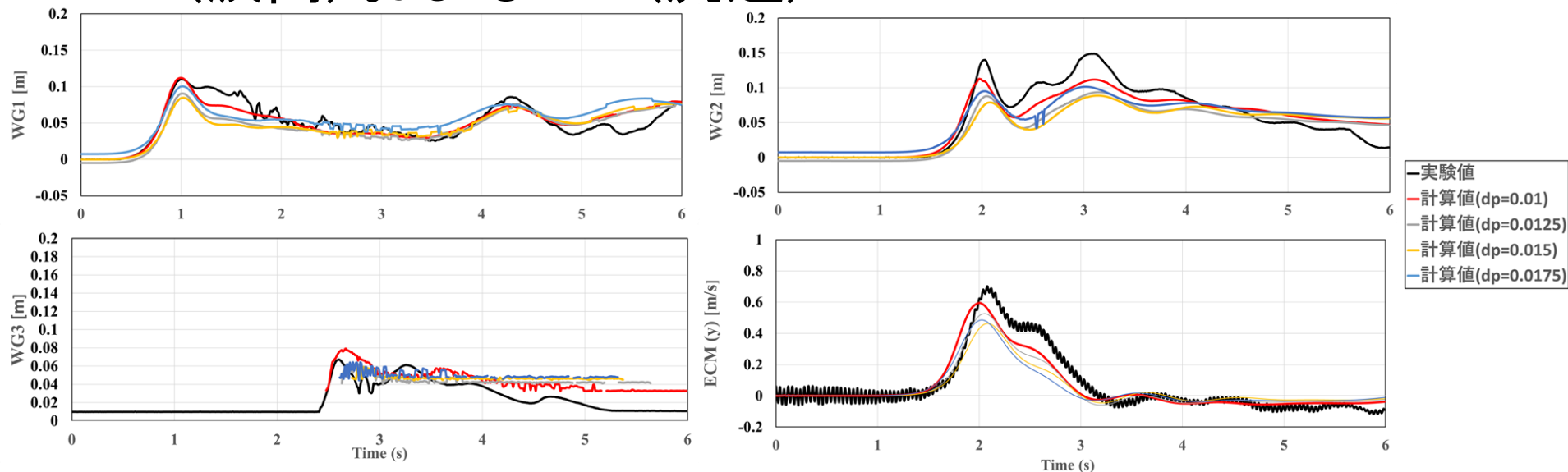
材質	ヤング率	ポアソン比	反発係数	摩擦係数
ポリエチレン (漂流物)	1200000000 (N/m ²)	0.3	0.6	0.3
木(床材)	210000000000 (N/m ²)	0.2	0.6	0.3

固体間の相互作用

粒子径について4パターン

解析結果—波高・流速

WG (波高) およびECM (流速)



粒子径ごとの相関係数

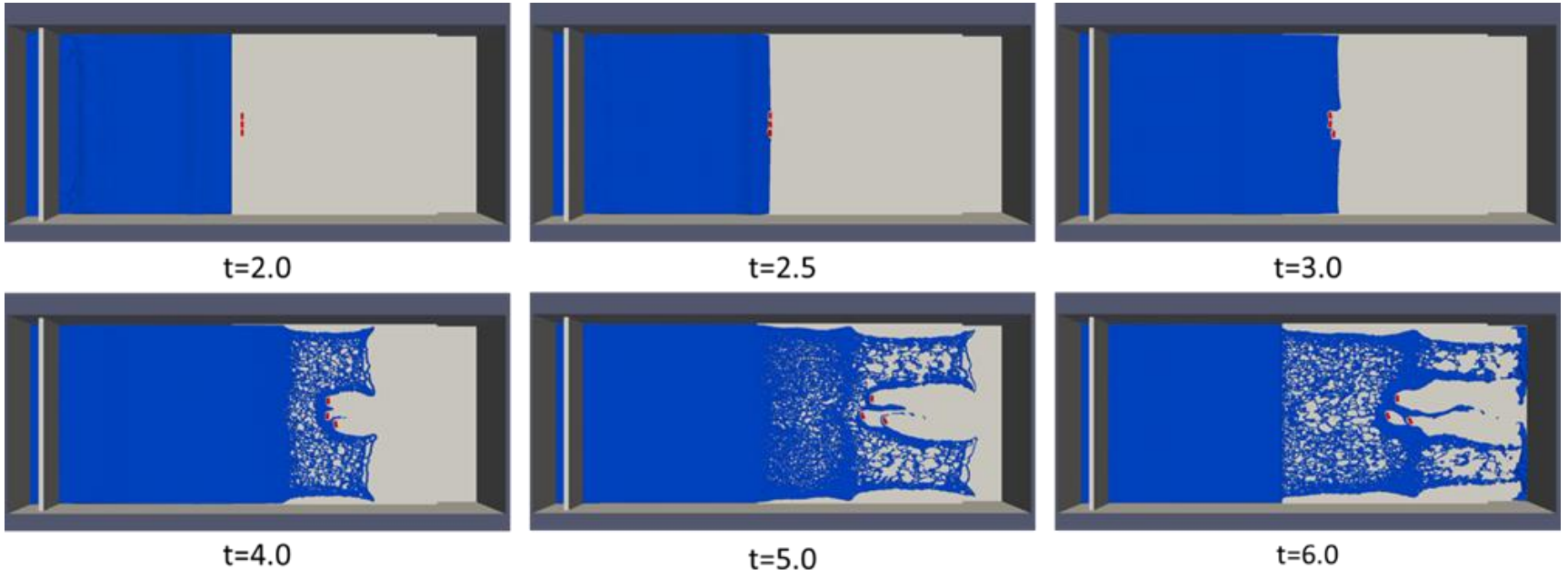
	WG1	WG2	WG3	ECM
0.01	0.909	0.954	0.830	0.946
0.0125	0.830	0.914	0.402	0.963
0.015	0.752	0.848	0.200	0.961
0.0175	0.767	0.914	0.389	0.913

- ・ 粒子径0.01mの際波高は概ね良好な再現.
 - ・ 流速に関しては全ての粒子径において良好.
 - ・ 粒子径が小さくなると精度向上の傾向.
- **波高粒子径比**の確保が再現性に影響.
Altomare et al. (2017)においても示唆.

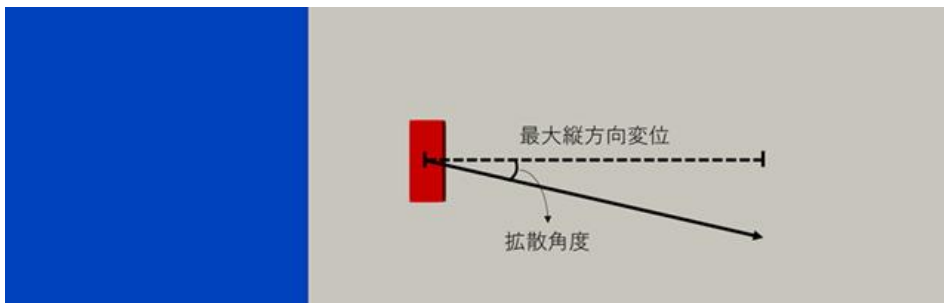
波高粒子径比： H/dp (波高/粒子径)

解析結果ーコンテナ漂流

set3におけるコンテナ漂流の様子



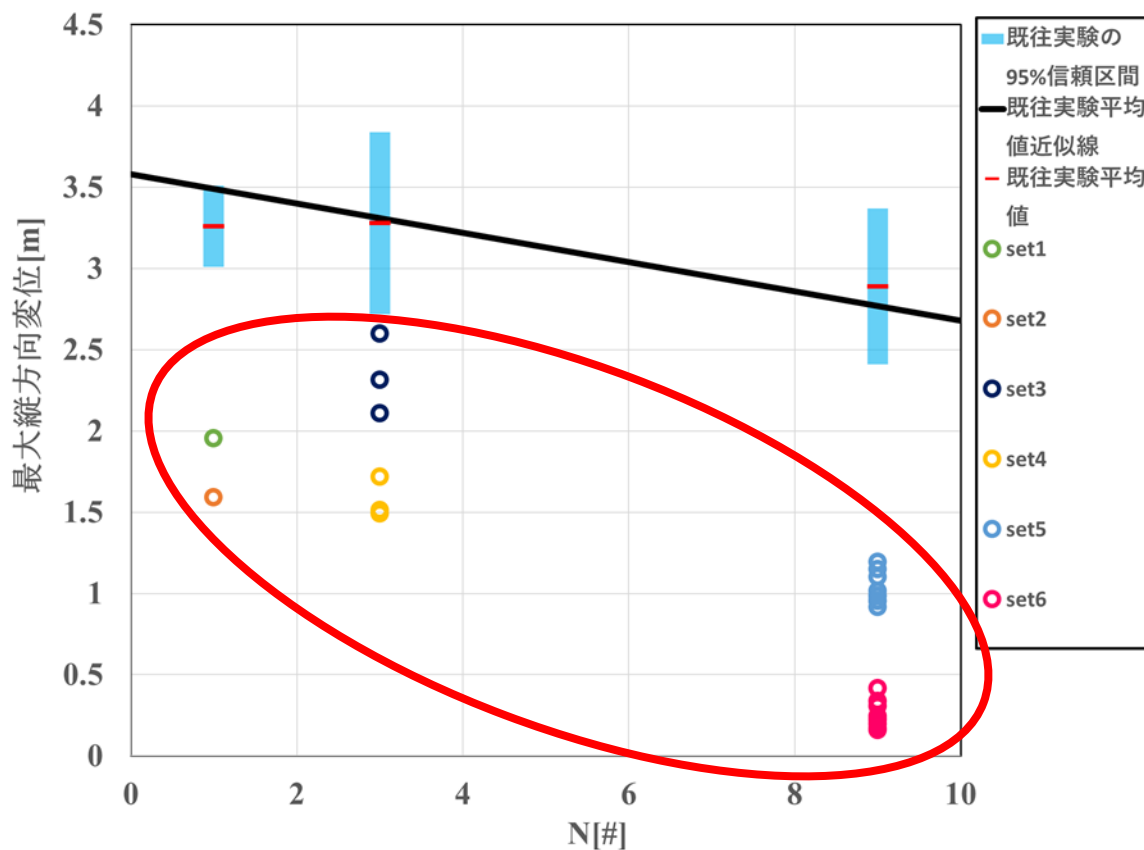
最大縦方向変位および拡散角度の定義



粒子径0.01mで解析

解析結果—最大縦方向変位

コンテナ総数と最大縦方向変位の関係

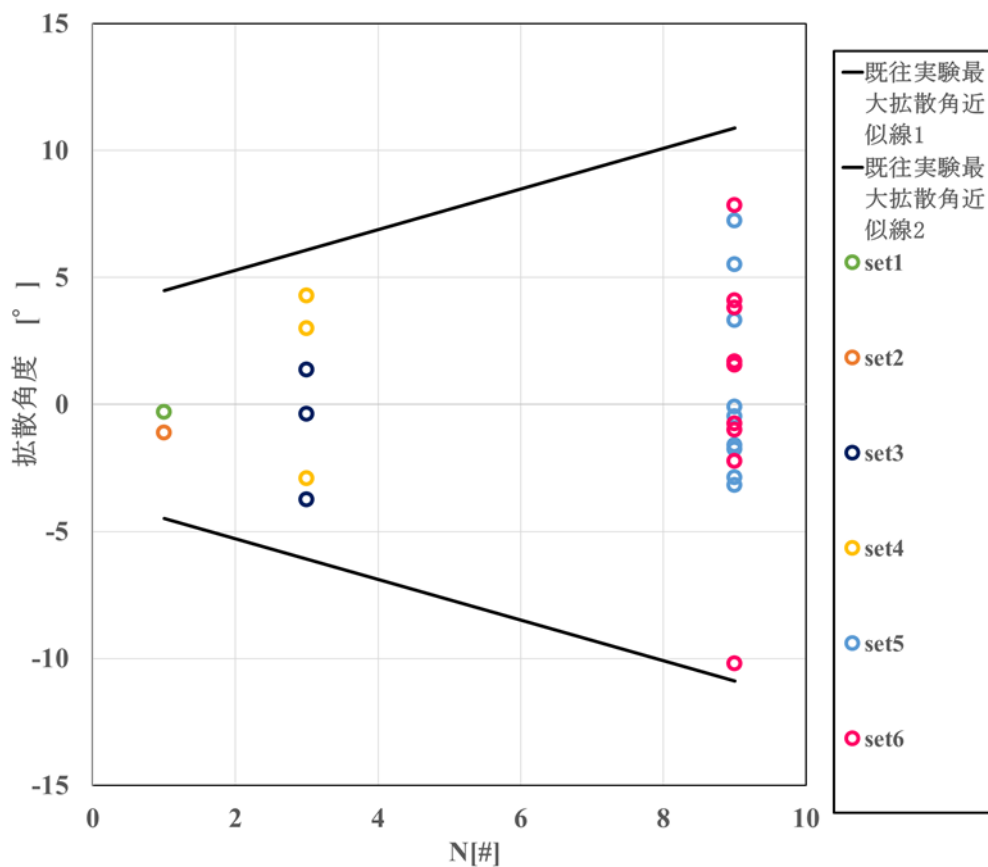


- 全てのケースにおいて1m以上の過小評価.
- 縦方向最大変位がコンテナ総数に反比例する結果.
- コンテナが縦置き (set2, 4, 6) の場合, 横置き (set1, 3, 5) の場合よりも漂流距離が短い.

⇒漂流傾向において既往実験と整合性が取れている.

解析結果—拡散角度

コンテナ総数と拡散角度の関係



- 全てのケースにおいて既往実験における最大拡散角近似線内に収まっている。
 - コンテナ総数に比例し拡散角度が大きくなっていく結果。
- ⇒既往実験と整合性が取れている。

結論

- ・ DualSPHysicsを用いたダムブレイク型の造波水路による実験スケールにおける波高・流速における再現性は概ね良好である.
- ・ コンテナの漂流距離において過小評価となったもののコンテナ総数やコンテナ設置角度による傾向は再現されていた.
- 粒子法を用いた漂流距離の解析精度の向上には陸上部分の波高再現性に課題
- ・ コンテナ拡散角度において拡散角度及び拡散傾向に関しては良好に再現されていた.

参考文献

- 1) 池田剛, 有川太郎 : 数値波動水槽とDEMの連成モデルを用いたコンテナ漂流軌道に関する検討, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, I_331-I335, 2014.
- 2) 後藤仁志, 五十里洋行, 殿最浩司, 柴田卓詞, 原田知弥, 溝江敦基 : 粒子法によるエプロン上のコンテナ漂流挙動追跡のシミュレーション, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. B2-65, No. 1, pp261-265, 2009.
- 3) Nistor, I., Goseberg, N., Stolle, J., Mikami, T., Shibayama, T., Nakamura, R., Mathuba, S. : Experimental Investigations of Debris Dynamics over a Horizontal Plane, J. Waterw. Port. Coast. Ocean. Eng., 143(3):04016022 2016.
- 4) DualSPHysics_v5.0_GUIDE,
<https://github.com/DualSPHysics/DualSPHysics/wiki>,
(参照 2021-3-20).
- 5) C, Altomare. J, M, Domínguez. A, J, C, Crespo. J, González-Gao. T, Suzuki. M, Gómez-Gesteira. P, Troch. : Long-crested wave generation and absorption for SPH-based DualSPHysics model, Coastal Engineering, 127, pp37-54, 2017.