

## OpenFOAM による多層流解析と水理実験との比較検証

吉田 絢\*・ファム バン フック・長谷部 雅伸・今津 雄吾 (清水建設株式会社)

## Comparison between the Multiphase Flow Analysis and Experiment using OpenFOAM

Aya YOSHIDA\*・Pham Van PHUC・Masanobu HASEBE・Yugo IMAZU (Shimizu Corporation)

**KeyWords:** CFD, OpenFOAM, Multiphase Flow

## 1. 研究の背景・目的

津波浸水域で発生する火災は、避難時の安全確保の上で大きな課題となっている。特に東日本大震災において、重油の大量流出が生じた気仙沼市では大規模な延焼火災が各所で発生するなどし、原因である流出油の挙動を解明することは大きな課題である。

しかし、実際の被災地域における油の拡散挙動については不明な点が多く、室内実験でも設備上の制約により再現できるケースは限られる。よって、現象把握にはより広範な条件を再現できる数値解析が有望である。

そこで本研究では、水理モデル実験と、OpenFOAM の多層流ソルバを用いた大規模数値解析をそれぞれ実施し、実験の撮影動画から得られた複雑な多層流の様子と、解析結果との比較を行うことで、油の拡散現象と数値解析の再現精度について基礎的検証を行う。

## 2. 研究の内容

**2.1 実験条件** 長さ 6m (貯水槽 1m, 流入槽 5m) × 幅 0.5m × 高さ 0.5m のゲート式造波水槽に、ゲートから 2.3m の位置に油を入れた容器を設置し、容器に衝突した水と、流入した水によって拡散した油の挙動を高速カメラで記録した。

**2.2 数値解析**<sup>(1)(2)</sup> 再現計算には OpenFOAM の多層流解析ソルバ `multiphaseInterFoam` を使い、3次元解析を実施した。解析領域は、実験水槽全体を油容器を含めてモデル化したものである。

計算格子は領域全体において矩形格子を採用した。基本は一辺 2.5mm とし、油容器周辺 2m × 0.5m × 0.25m の範囲に適用した。水と油の挙動を精細に再現するため、油容器とその近辺はさらに細分化し、それ以外は境界に向かって粗くしている。全体の計算格子数は約 4,900 万である。境界条件は、水槽壁・容器壁全てを `no-slip` 面に設定した。また、衝突時や拡散時の現象を効率的かつ精度よく再現するため計算時間刻みを可変にした。

**2.3 結果** 図 1, 2 で実験及び 3次元解析から得られた、波の油ケースへの衝突時と流入時の様子を示す。波形や油の時々刻々の挙動、例えば波との衝突によって油が非常に細かく攪拌される様子や、波流入後も容器内にとどまる油がある様子、衝突後に水と油の間に発生する気泡などが、解析によっても再現された。

以上より、大規模 3次元解析によって多層流の拡散現象が高精度で再現できることが分かった。昨今の計算速度の著しい向上によってさらなる大規模解析の可能性が期待される。今後は実際の市街地を対象として超大規模

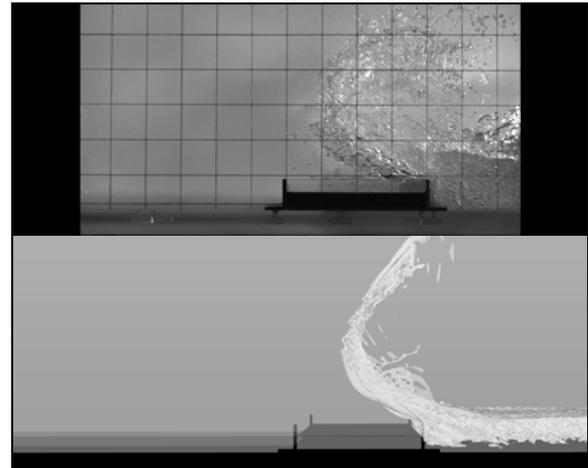


Fig. 1 clashing state (t=0.95s)

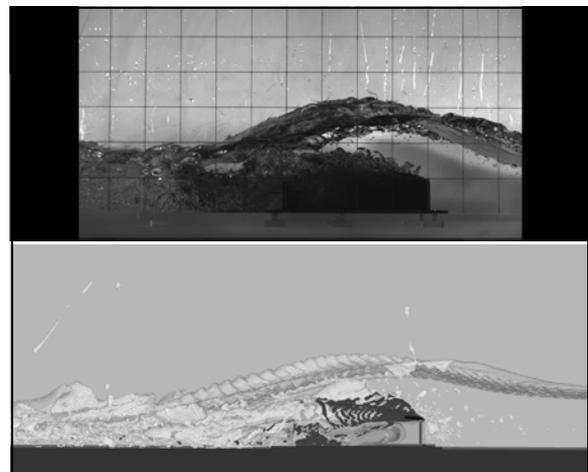


Fig. 2 mixing state (t=1.5s)

解析を行い、実スケールにおける油拡散挙動を解明するとともに原因の究明に寄与し、防災・減災の研究につなげていきたい。

## 参考文献

- (1) VOF法を用いた3次元津波解析に関する研究, ファム バン フック・長谷部雅伸・高橋郁夫:土木学会論文集(海岸工学), 59(2012)
- (2) 混相流解析:  
<http://www.geocities.co.jp/penguinitis2002/study/OpenFOAM/multiphase.html>, 2015/9/7 閲覧