

プールスクラビング時の単一気泡におけるエアロゾル除染現象の評価

Aerosol decontamination phenomena in a single bubble by pool scrubbing

*藤原 広太¹, 吉田 滉平¹, 門間 彩介¹, 金子 暁子¹

¹筑波大

本研究では、プールスクラビングにおけるエアロゾルの除染現象の素過程として、単一気泡における物質輸送現象に着目して研究を実施した。本報では、気泡挙動およびエアロゾル運動の連成解析コードを開発し、輸送現象について評価を行った結果を示す。

キーワード：プールスクラビング，エアロゾル，除染

1. 緒言

原子炉のシビアアクシデント対策においては、プールスクラビングによるエアロゾル除去量を予測・評価することが求められている。本研究では、微粒子除去現象の素過程として単一気泡による物質輸送現象に着目して研究を行った。本報では、単一気泡によるエアロゾル除去量の計測および評価を行った。

2. 基礎式および解析体系

本解析では、基礎式として気泡挙動には改良レベルセット法^[1]、微粒子運動には E. M. A. Frederix らの Eulerian モデル^[2]を用いた。本手法では粒子の沈降を Manninen's reduced Stokes model、粒子の拡散についてはブラウン拡散係数を考慮してそれぞれ計算を実施した。微粒子の界面輸送モデルについては界面内における質量の保存を担保するため、気相と液相の微粒子濃度についてそれぞれ解析を実施する Two-variable method^[3]を用いた。界面における質量輸送を評価する際、微粒子濃度の補間手法としては、N. Balcázar-Arciniega らの手法^[4]を用いた。移流項の離散化には、全て TVD スキームの一種である Superbee-flux limiter を用いた。

3. 解析結果

本解析では気泡運動が気泡内部の微粒子運動に及ぼす影響を評価するため、気泡内部の微粒子をマーカー粒子の流跡線よりトラッキングした。気泡径 3 mm および 5 mm における解析結果を Fig. 1 に示す。黒い実線は気泡界面を示す。解析結果より、気泡形状において表面張力が卓越する気泡径 3 mm の条件では既存モデルが前提とするトロイダル渦構造をとる一方で、気泡径 5 mm の条件ではトロイダル渦構造が縮小し、気泡変形による非定常成分が卓越する傾向が得られた。

謝辞

本研究は、令和 3 年度原子力施設等防災対策等委託費(スクラビング個別効果試験)事業の一環として行った。

参考文献

- [1] E. Olsson et al., "A conservative level set method for two phase flow II," J. Comput. Phys., 225(1), 785-807, 2007.
- [2] E. M. A. Frederix, et al., "Eulerian modeling of inertial and diffusional aerosol deposition in bent pipes," Comput. Fluids, 159, 217-231, 2017.
- [3] K. Hayashi & A. Tomiyama, "Interface tracking simulation of mass transfer from a dissolving bubble," J. Comput. Multiph. Flows, 3(4), 247-261, 2011.
- [4] N. Balcázar-Arciniega et al. "A level-set model for mass transfer in bubbly flows," Int. J. Heat Mass Transf., 138, 335-356, 2019.

*Kota Fujiwara¹, Kohei Yoshida¹, Sasuke Kadoma¹ and Akiko Kaneko¹.

¹Univ. of Tsukuba.

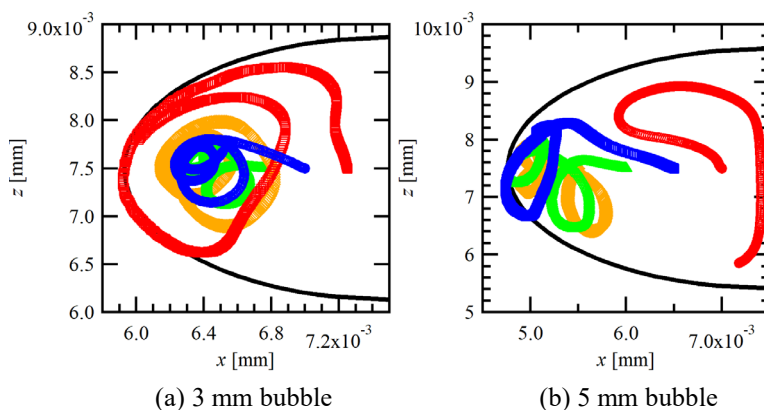


Fig. 1 Particle motion inside the bubble