二相流中エアロゾル粒子移行挙動解析手法の開発
(1) 解析手法の概要と試解析結果

Development of Numerical Simulation Method for Aerosol Particle Behavior in Two-Phase Flow
(1) Outline of Simulation Method and Results of Preliminary Simulation

*吉田 啓之[1]，上澤 伸一郎[1]
[1]日本原子力研究開発機構

ベンチュリスクラバやスクラビングによる除染を定量的に評価するため，二相流中エアロゾル粒子移行挙動解析手法を開発している。本報では，開発中の解析手法の概要及び予備解析の結果を報告する。

キーワード：エアロゾル粒子，二相流，数値解析，TPFIT，ラグランジュ粒子追跡法

1. 緒言　原子力発電所の過酷事故対策では，フィルターベントなどでエアロゾル中の放射性微粒子が二相流中の気液界面を介して捕集されることが想定されている。このような微粒子の捕集は既に工業的に実用化されているが，そのメカニズムは十分には解明されておらず，事故時の多様な状況での評価は十分とは言い難い。そこで原子力機構では，気液界面を通じた微粒子捕集挙動の解明のための研究を開始した。本報では，開発中の解析手法の概要及び予備解析の結果を報告する。

2. 解析手法の概要　想定される系に比べて，エアロゾル粒子径は十分に小さいと考えられる。そこで二相流に対しては通常のオイラー的な解析手法である TPFIT[1]を適用し，これにラグランジュ粒子追跡法を組み合わせことで二相流中エアロゾル粒子移行挙動を評価する。微粒子は球形であり揚力，マグナス力，圧力勾配による力は無視する。また，粒子数密度は十分に小さく粒子間衝突は無視できるものとし，粒子に働く力として抗力，重力を考慮する。粒子運動方程式を 3 次 Runge-Kutta 法を用いて解くことで粒子の運動を評価する。なお，抗力係数の評価で必要となる流体の物性値については，粒子と界面の相対関係を評価し，粒子が存在する場所の流体物性値を用いる。

3. 予備解析　構築した解析手法により，二相流中に微粒子が混入した状況を模擬した予備解析を実施した。解析対象は，一辺 L=25 mm の正方形断面を有する高さ 50 mm の水を満たした容器であり，長さ 10 mm，一辺 3 mm の正方形ノズルを容器下端中心部に設置し，空気を一定速度 U =3 m/s で流入させた．容器上端には圧力一定(大気圧)の流出条件を与えた。解析では，ノズル出口から微粒子（密度:2000kg/m^3，径:4μm）を一定間隔（0.1 ms）で供給した。解析結果の一例として，時刻 0.05s における液相体積割合分布と微粒子の分布を重ねて示す。図中白丸内のように，入口では空気中のみにあった微粒子の一部が，気液界面の移動に伴い水中へ移行している状況が確認できる。今後は，気液界面での移行挙動評価に必要な物理モデルの構築・組み込みや実験との比較による検証を進める予定である。

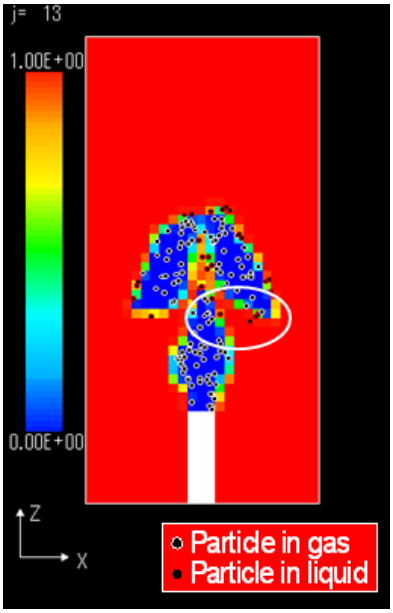


Fig. 1 Distribution of liquid fraction and particles at t=0.05s.

参考文献

[1] 吉田ら，日本原子力学会和文論文誌, 3, 3 (2004) , pp.233-241

*Hiroyuki Yoshida[1], Shinichiro Uesawa[1]
[1]Japan Atomic Energy Agency.