

Na プール中の希ガス気泡内 Cs エアロゾルの除去機構に関する解析検討 (2) エアロゾルの粒径分布と凝集による影響

Analytical study on removal mechanisms of cesium aerosol from noble gas bubble in sodium pool

(2) Effects of particle size distribution and coagulation in aerosols

*宮原 信哉¹

¹福井大学・附属国際原子力工学研究所

希ガス気泡が Na プール中を上昇する際の気泡内 Cs エアロゾルの慣性沈着、重力沈降、ブラウン拡散による除去効果につき、エアロゾルの粒径分布と凝集モデルを追加し、その影響を調べた。

キーワード：希ガス気泡、セシウム、エアロゾル、ナトリウムプール、粒径分布、凝集、除染係数

1. 緒言：Na 冷却高速炉の燃料破損時に冷却材 Na 中に放出される希ガス気泡に伴随する CsI の慣性沈着、重力沈降、ブラウン拡散による除去効果につき、第 1 報^[1]では初期気泡径やエアロゾル粒子径等をパラメータとした感度解析で除染係数への影響因子を抽出した。本報では、エアロゾルの粒径分布と凝集モデルを追加して解析を行い、単一粒径で凝集を考慮していない第 1 報の結果と比較してその影響を調べたので報告する。

2. 感度解析

2-1. 計算モデル：粒径分布はエアロゾル体積濃度を未知数として離散化し、凝集は重力沈降速度差とブラウン運動によるものとして、凝集確率の計算を数値積分で行う区代表法を用いた^[2]。それ以外のモデルは第 1 報と同じである。

2-2. パラメータと範囲：

第 1 報と同様とした。粒径分布+凝集

モデルの初期粒径分布は対数正規分布と仮定し、幾何平均直径をパラメータとした。分割群数は 20 群、幾何標準偏差は 1.7 とした。なお、一部パラメータの値を見直し、両者同じ条件で解析した。

2-3. 解析結果：各パラメータの DF に対する影響は、第 1 報の傾向とほぼ同じで、その度合いは粒径分布と凝集を考慮することでより顕著となった。代表的な結果として、粒子直径をパラメータとした場合の両モデルによる DF の比較を図 1 に示す。粒径分布と凝集を考慮すると、図 2 に示すように粒径分布は時間と共に変化し、図 3 に示す初期直径 5 μm の場合の減衰係数の比較から単一粒径よりも大粒径側の粒子に慣性沈着と重力沈降が大きく作用するため、DF が大きくなる。

3. 結論：粒径分布と凝集を考慮すると大粒径側のエアロゾル減衰効果が顕著になることにより、単一粒径で凝集を考慮しない場合よりも DF は更に大きくなることがわかった。

参考文献：[1] 宮原, 「Na プール中の希ガス気泡内 Cs エアロゾルの除去機構に関する解析検討」, 日本原子力学会 2019 秋の大会 1G06. [2] S. Miyahara, N. Mitsutsuka and H. Obata, "Development and Validation of ABC-INTG Code," Proc. CSNI Specialist Mtg. on Nuclear Aerosols in Reactor Safety, KfK 3800, CSNI 95, pp.416-427 (1985).

*Shinya Miyahara¹, ¹Univ. of Fukui, Research Institute of Nuclear Engineering

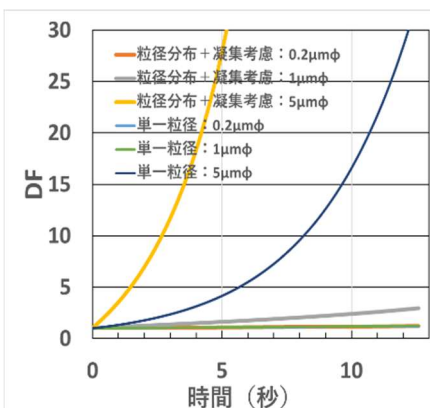


図 1 両モデルによる DF に対する粒子直径の効果

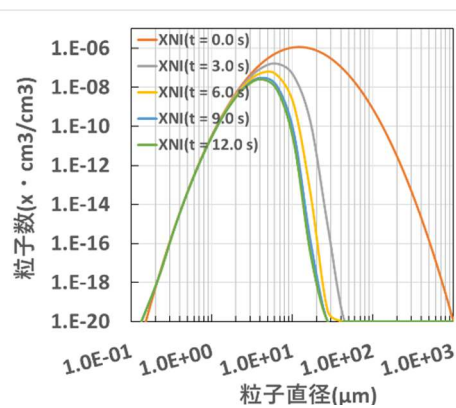


図 2 粒径分布+凝集モデルによる粒径分布の時間変化 (初期直径 5 μm)

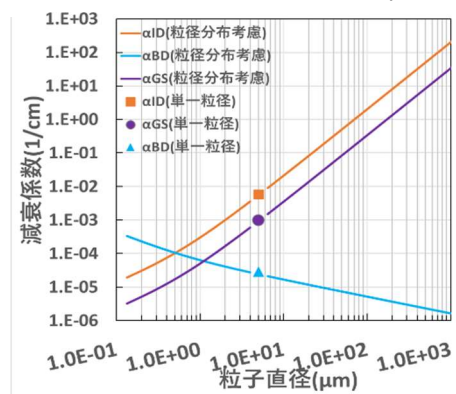


図 3 両モデルによる減衰係数の比較 (気泡発生 6 秒後)