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

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

*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を、気泡上昇に伴う気泡形状変化と気泡膨張を考慮した運動方程式と共に扱うプログラムを作成し、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を行って除染係数の影響因子を抽出した。

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，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は I や Cs 等の揮発性 FP が含まれ、Na プールを上昇中に気泡内から除去されると想定される。I については、I_2 蒸気の除去機構を実験と解析の両面から検討した[1],[2]が、本報では CsI エアロゾルとして気泡に含まれる場合の除去機構を解析により検討したので報告する。

2. 感度解析

2-1. 計算モデル

Na プール中を上昇する気泡の挙動は、気泡形状とドラッグ係数の関係[3]を考慮した運動方程式と水頭圧変化に伴う気泡膨張に関する L. Rayleigh の式[4]を組み合わせて解いた。気泡内エアロゾルの慣性沈着、重力沈降、ブラウン拡散による減衰は、N.A. Fuchs による気泡が単位距離を上昇する間の減衰割合である減衰係数[5] α_{ID}、α_{SD}、α_{BD} を用いて計算し、結果は除染係数：DF で表した。

表１　パラメータと範囲

パラメータ		基準ケース	
初期気泡直径（cm）	1	3	5
Na液深（m）	3	5	8
エアロゾル粒子直径（μm）	1	5	10
エアロゾル粒子密度（g/cm^3）	1	3	5
エアロゾル濃度（g/m^3）	1.56	15.6	156
Na温度（℃）	400	500	600

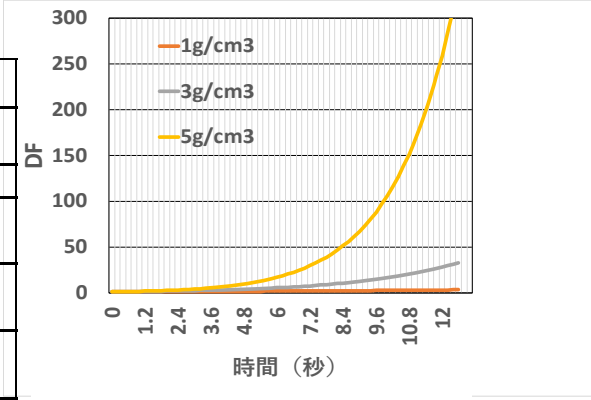

図１　エアロゾル粒子密度の効果

2-2. パラメータと範囲

気泡挙動及び CsI エアロゾル除去挙動に影響すると考えられる初期気泡直径、Na 液深、エアロゾル粒子直径、エアロゾル粒子密度、エアロゾル濃度及び Na 温度の 6 種類とした。範囲と共に表 1 に示す。

2-3. 解析結果

初期気泡直径については小さい程、Na 液深、エアロゾル粒子直径、エアロゾル粒子密度については大きい程、DF が大きくなった。Na 温度の影響は小さく、エアロゾル濃度については DF への影響は見られなかった。代表的な結果として、エアロゾル粒子密度をパラメータとした場合の DF の時間変化を図 1 に示す。

3. 結論

DF に大きく影響する因子として、初期気泡直径、Na 液深、エアロゾル粒子直径、エアロゾル粒子密度を抽出した。エアロゾル濃度の効果については、エアロゾル凝集効果を考慮することで粒子直径の影響が顕著に表れると推測されるため、気泡内でのエアロゾル凝集モデルを追加して更なる解析を実施する。

参考文献

[1] S. Miyahara, et al., J. Nucl. Sci. Technol., Vol.33, No.2, 1996. [2] S. Miyahara, et al., J. Nucl. Sci. Technol., Vol.33, No.3, 1996. [3] R. Clift, J.R. Grace, M.E. Weber, “Bubbles, Drops and Particles,” Academic Press (1978). [4] L. Rayleigh : Phil. Mag., Vol.34, p.94 (1917). [5] N.A. Fuchs, “The Mechanics of Aerosols,” Pergamon Press (1964).

*Shinya Miyahara[1], [1]Univ. of Fukui, Research Institute of Nuclear Engineering