

Na 冷却高速炉のシビアアクシデント時における Cs エアロゾル挙動に関する研究 (3) 水蒸気雰囲気下における Cs エアロゾル及び Na エアロゾルの凝集試験

Experimental study on Cs containing aerosol behavior
under the severe accident in sodium cooled fast reactors

(3) Coagulation test of cesium aerosol and sodium aerosol under vapor containing atmosphere

*星野 太輔¹ 佐藤 勇¹ 内田 昇吾¹

¹東京都市大学

ナトリウム冷却高速炉におけるシビアアクシデント時のソースタームとなるセシウム化合物エアロゾルの移行挙動について、水蒸気共存下におけるナトリウム化合物エアロゾルとの相互作用に注目した実験研究を進めている。ここではこの研究の計画及び進捗状況について報告するとともに課題点を検討する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉、シビアアクシデント、セシウム、ナトリウム、エアロゾル

1. 緒言

Na 冷却高速炉の炉心溶融時、燃料から放出された蒸気状の核分裂生成物が凝縮してエアロゾルを形成し、原子炉格納容器内に移行する。また、ナトリウム・コンクリート反応が生じる可能性も考えられ、ナトリウム化合物エアロゾルの発生($4\text{Na}+3\text{SiO}_2\rightarrow 2\text{Na}_2\text{SiO}_3$)や大量の湿分の放出($\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3+\text{H}_2\text{O}$)を考慮する必要がある。格納容器内は両エアロゾルで充満することが予想され、この状態でこれらのエアロゾルは、凝集、重力沈降、拡散など様々な現象を経て移行すると考えられる。そこで、湿分やナトリウムエアロゾルの影響を考慮した CsI エアロゾル挙動をモデル化しシビアアクシデント(SA)解析挙動コードに組み込む必要があるが、これを可能とするに十分な実験的研究がなされていない。本研究では、高速炉格納施設応答解析コード AZORES[1]におけるエアロゾル挙動モデルの高度化に反映できる基礎データを得るため、湿分の影響を考慮した、限定された空間内での CsI エアロゾルの挙動を評価することを目的としている。

2. これまでの実験で得られた知見の整理[2]

セシウム化合物エアロゾルとナトリウム化合物エアロゾルの密度差による終末沈降速度への影響を定量的に評価した。チャンバの入口から出口に移動する粒子の重力沈降状況の把握には、沈降がチャンバ内で生じるか否かは実施条件の正確さ(流量の設定、系の気密性等)に依存すると考えた。凝集挙動が①ブラウン運動によるもの、②重力沈降によるもの及び③乱流速度場によるものがある点を考慮すると、①と②に絞って評価することが試験としての再現性向上の観点からも重要であることが確認された。

3. 本発表内容

今回の実験では、水蒸気が存在する雰囲気下でのセシウム化合物エアロゾルとナトリウム化合物エアロゾルの相互作用を高速炉でのシビアアクシデント時のソースターム評価時に必要な情報として取得する。すなわち、温度及び湿度をパラメータとして、粒径分布及びエアロゾルのマスバランスを計測することで、凝集衝突による粒径分布の変化効果についての情報を得ることが課題となる。湿分の影響を考慮した、限定された空間内での CsI エアロゾルの挙動を評価することを目的とした実験体系を作製した。電気炉(最高温度 1400°C)により CsI 試料を溶解させることにより、発生するヒューム(1~5 μm)を湿分発生装置(Ar ガス：流量 1.0L/min, 湿度 10%rh~80%rh)によりアクリルチャンバー(60cm×60cm×100cm)内に 1 分間流入させ重力沈降により落下したエアロゾルの粒径をスペクトロメータ、定量評価を原子吸光光度計により測定した。

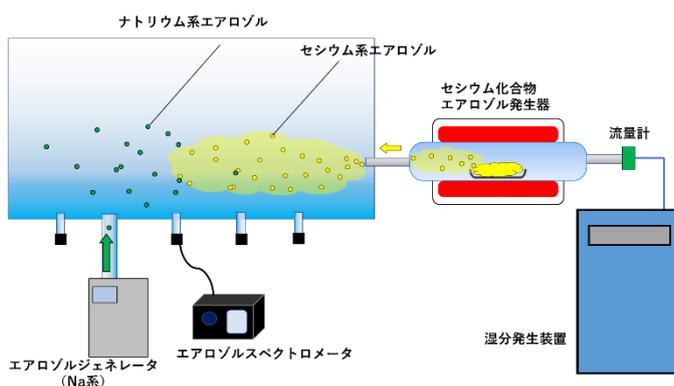


図 1 試験装置の概略図

4. 参考文献

[1] JNES/SAE08-041, 高速炉格納施設応答解析コード AZORES の整備、平成 21 年 4 月

[2] 松井 将都ら、ナトリウム冷却高速炉におけるシビアアクシデント時のセシウムエアロゾル挙動に関する実験研究 (2) セシウム及びナトリウムエアロゾルの凝集試験、日本原子力学会 2019 春の年会、平成 31 年 3 月 22 日 茨大

謝辞 本研究は原子力規制庁から東京都市大学への委託研究「高速炉シビアアクシデント時のセシウムエアロゾル挙動に関する試験」として実施した。

*Daisuke Hoshino¹, Isamu Sato¹, Shogo Uchida¹

¹Tokyo City Univ.