

ナトリウム冷却高速炉 1 次冷却系における気泡・溶存ガス挙動解析手法の開発 - (1)タンク型炉の解析モデルの検討 -

Development of Simulation code of Bubble and Dissolved Gas Behavior in Sodium-cooled Fast Reactor
Primary Coolant System

- (1)Study on Analytical Model for Tank Type Reactor -

*松下 健太郎¹, 伊藤 啓², 江連 俊樹¹, 田中 正暁¹

¹原子力機構, ²京都大学

ナトリウム冷却高速炉におけるガス巻き込み影響評価に必要な解析ツールとして、高速炉 1 次系統内気泡・溶存ガス挙動解析コード SYRENA の開発を進めている。本報では、タンク型炉への適用性検討の一環として、気泡挙動特性に関する解析モデルを構築し、その適用解析を実施した結果について報告する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉、ガス巻き込み、溶存ガス挙動評価、気泡挙動

1. 緒言 ナトリウム冷却高速炉の1次系統内気泡および溶存ガス挙動解析コードSYRENAの開発を進めている^[1]。SYRENAはフローネットワークコードであり、評価対象となる各部をコンポーネントに分割し、その評価点および合流(分岐)点を設定することで高速炉プラントをモデル化する。各評価点では、冷却材流量、温度および圧力等を与えて、各コンポーネント内の溶存ガス挙動評価を行う。本報では、図1に示す典型的なタンク型炉(仮想タンク型炉)を設定してフローネットワークモデルを構築し、試解析を実施して、高速炉プラント内のAr、Heガス挙動特性についてループ型炉^[1]との比較を含め、タンク型炉への適用性について検討した。

2. 解析結果・考察 まずは、タンク型炉の解析結果に関する代表例として、Ar ガス挙動を説明する。図2に平衡状態までのArガスの気泡モル数の時間変化について炉心出入口および IHX 出入口で示す。ホットプレナム液面でのガス巻き込みにより気泡が供給されるため、いずれの評価点でも、気泡モル数は計算開始から 3.0×10^4 秒付近まで緩やかに増加している。 3.0×10^4 秒以降の気泡モル数の急激な増加は、Na 中の Ar 溶解量が飽和状態に達し、ナトリウム温度が低下する IHX で気泡析出が開始したためである。その後、ホットプレナム液面での気泡供給と気泡放出および IHX での気泡析出がバランスし、平衡状態に至ったと考えられる。図3に炉心出入口および IHX 出入口での系統内における気泡数密度(平衡状態)を Ar ガスの気泡半径に対して示す。気泡半径が小さいピーク(第1ピーク)は主にホットプレナム液面からのガス巻き込みによるもので、気泡半径が大きいピーク(第2ピーク)は IHX での気泡析出に起因するものである。第2ピークでは、ホットプレナム液面で Ar ガスの溶解込みや放出が発生するため、IHX 入口において気泡数密度が極端に少なくなっている。なお、He ガスについても同様の挙動を確認した。

一方で、図1の仮想タンク型炉はホットプレナム液面を静定させる構造(ディッププレート)のない体系であるため、液面から Ar 気泡が抜けやすく、タンク型炉における1次系統内の総気泡モル数はループ型炉の半分ほどになった。

3. 結言 タンク型炉を対象として SYRENA 解析モデルを新たに構築し試解析を行って、タンク型炉の系統内におけるガス挙動特性を把握するとともに、ループ型炉の解析結果との相違点を明らかにした。今後、タンク炉型を対象とした解析モデルの整備を進めるとともに、更なる妥当性確認を実施していく。

参考文献 [1] K. Ito, et al., JAEA-Research 2014-023

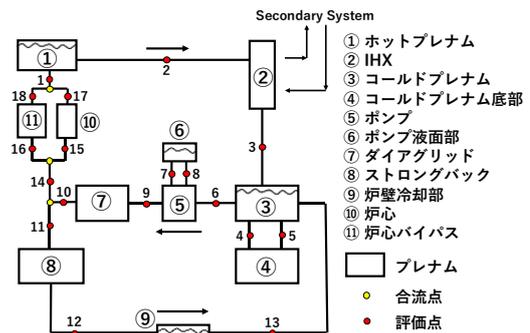


図1 フローネットワークモデル
(仮想タンク型炉)

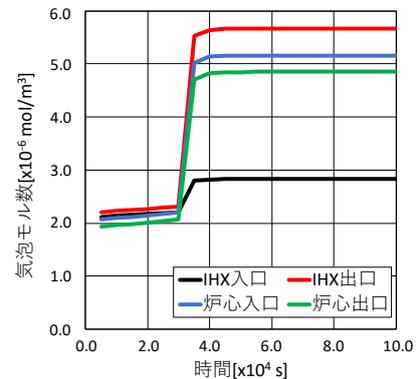


図2 Ar ガスの気泡モル数時間変化

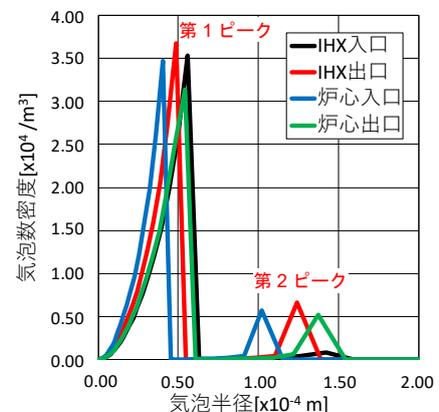


図3 Ar ガスの気泡数密度

*Kentarou Matsushita¹, Kei Ito², Toshiki Ezure¹ and Masaaki Tanaka¹

¹JAEA, ²Kyoto Univ.