

ナトリウム冷却高速炉における損傷炉心内の冷却材挙動に関する研究

(2) 模擬デブリ内ナトリウム沸騰二相流試験の概念検討

Study on coolant behavior in damaged core of sodium-cooled fast reactor

(2) Design for a sodium two-phase flow experiment with boiling in a simulated debris

*青柳 光裕¹, 松場 賢一¹, 神山 健司¹, 伊藤 大介², 伊藤 啓², 齊藤 泰司²

¹原子力機構, ²京都大学

ナトリウム冷却高速炉の炉心損傷事故において、損傷炉心領域に残留する燃料の冷却性は事故の炉容器内終息達成に影響する重要因子の一つである。本報では、研究の全体計画及び加熱した模擬デブリ体系におけるナトリウムを用いた沸騰二相流試験の概念検討等について報告する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉, インプレース冷却, 気液二相流, 沸騰試験, ナトリウム試験

1. 研究背景および目的

ナトリウム冷却高速炉の炉心損傷事故において、過出力により熔融した炉心燃料は上下プレナム等へ流出する一方で、未熔融燃料は損傷炉心領域に残留すると想定される。熔融燃料の流出に伴って炉心領域は減圧され、また、温度が降下するため、炉心外に排除されていた冷却材が炉心部へ再流入し、残留燃料は炉心部で安定的に冷却保持（インプレース冷却）される可能性がある。すなわちインプレース冷却は、事故の炉容器内終息達成の重要な因子の一つである。本研究では高速炉安全解析コード SIMMER[1]をベースとしたインプレース冷却の評価手法整備を目的として、SIMMER コードの妥当性評価に必要となる試験を進めている。本報では研究の全体計画及び模擬デブリ内の沸騰二相流試験の概念検討等について報告する。

2. 研究の全体計画

まずインプレース冷却の評価手法を整備する上で必要となる知見を PIRT 手法によって整理し[2]、SIMMER コードにおいてモデル検証性が不十分であった課題として、固気液三相系となるデブリの充填層における冷却材の流動や伝熱、相変化、圧力変化を抽出した。このうち流動に着目した試験として、デブリを模擬した充填層体系における水 - 空気系の気液二相流の流動試験を計画し、圧力損失計測や流動可視化等によって二相流の詳細挙動に関わるデータを取得している[3]。さらに伝熱や相変化を含む総合的な試験として、ナトリウムを用いた模擬デブリ内の沸騰二相流試験を計画している。これらの試験データに基づき SIMMER コードの妥当性評価を実施し、インプレース冷却の評価手法として確立させる。

3. 試験装置の概念検討

模擬デブリ内の沸騰二相流試験装置の概念図を図 1 に示す。デブリに相当する試験部を誘導加熱炉によって 1000℃ 以上かつ低真空の初期状態として、この試験部へナトリウムを流入させる。流入後、ナトリウムの蒸発に伴う昇圧によって、ナトリウムは急激に試験部下方へ押し戻された後に、凝縮効果やバッファタンク側との液位差等により再び試験部へ流入すると予測される。このようなナトリウムの高温領域への出入の反復は、インプレース冷却時に特徴的な挙動である。本試験ではこの反復挙動時の圧力や温度、蒸気体積等を計測する。また SIMMER コードによって本試験の予備解析評価を実施し、同試験の成立性を確認している。

4. まとめ

インプレース冷却の評価手法整備のため、模擬デブリ内の沸騰二相流試験について装置の概念検討を実施した。

参考文献

[1] H. Yamano et al., JNC Report, JNC TN9400 2003-071, 2003.

[2] 青柳他、日本原子力学会「2016 年秋の大会」3H13.

[3] 伊藤他、日本原子力学会「2017 年秋の大会」2E14.

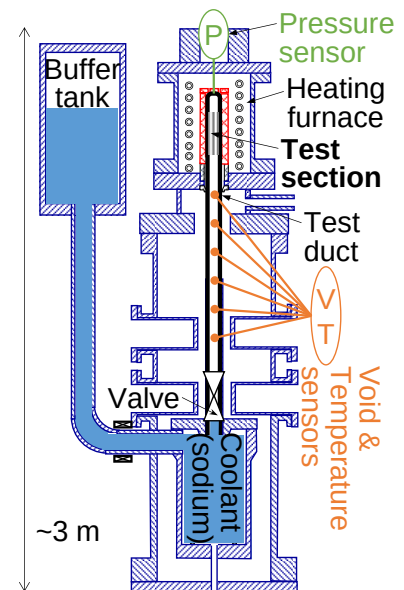


図 1. 試験装置概念図

*Mitsuhiro Aoyagi¹, Ken-ichi Matsuba¹, Kenji Kamiyama¹, Daisuke Ito², Kei Ito² and Saito Yasushi²

¹JAEA, ²Kyoto Univ.