

ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故における溶融炉心物質の流出挙動に関する研究

内部構造を有したナトリウム流路を通じた流出挙動の検討

Study on discharge behavior of molten core materials in core disruptive accidents of sodium cooled fast reactors: Consideration on discharge behavior through a sodium-filled channel with an internal structure

*加藤 慎也¹, 松場 賢一¹, 神山 健司¹, Anatoly Mikisha², Assan Akayev², Alexandr Vurim², Viktor Baklanov²

¹日本原子力研究開発機構, ²カザフスタン共和国国立原子力センター

ナトリウム冷却高速炉 (SFR) の炉心崩壊事故 (CDA) 時に想定されるナトリウム流路を通じた溶融炉心物質の流出挙動に関わる知見を拡充するため、溶融アルミナを用いて縮流部を有するナトリウム流路へ浸入させる試験を実施し、試験データに基づき流出挙動に関する知見を取得した。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉, 炉心崩壊事故, 溶融炉心物質, 再配置過程, 流出挙動

1. 緒言 SFR の CDA において、ナトリウムで満たされた流路を通じて溶融炉心物質が下部プレナムに流出すると想定されている。この流出挙動に関わる知見を拡充するため、溶融炉心物質の模擬物質として溶融アルミナを用い、縮流部を有するナトリウム流路へ浸入させる試験を実施した。

2. 試験方法 試験体系を図 1 に示す。本試験では、約 400°C のナトリウムで満たした放出ダクト (ダクト) 内に約 2150°C の溶融アルミナ (融体) を浸入させることで、ナトリウム流路への炉心溶融物質の浸入を模擬した。ダクトには縮流部を模擬する絞り部を設けた。試験では、誘導加熱炉で生成された融体を上部トラップに落下させ、上部トラップ空間とダクトとの隔離筒を溶解させてダクト内に融体を浸入させた。ダクト及び上部・下部トラップにはボイド計、熱電対及び圧力計を設置し、融体の流出に伴うナトリウム蒸気の発達、温度、圧力変化を計測した。また、試験後に装置を解体して計測データを補足するための試験装置の観察を行った。

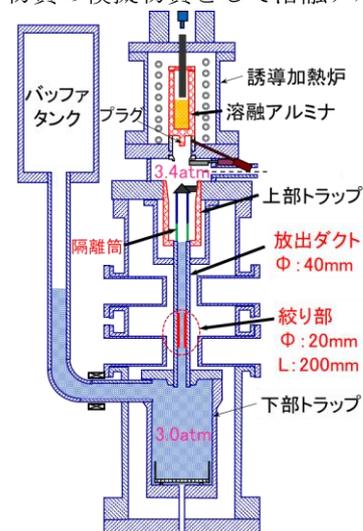


図 1 試験体系

3. 試験結果及び考察 装置解体後の観察から、上部トラップに落下した融体の一部が下部トラップに流出したことが確認された。また、ダクトに設置されたボイド計と熱電対データから、熱電対の応答に先行してボイド計が応答していること、圧力データから、ダクト内への融体浸入直後から約 8 秒間の断続的な下部トラップ圧力の上昇が確認された。これらの事実から、融体がダクト内に浸入直後、融体とナトリウムとの熱的相互作用 (FCI) により急速にナトリウム蒸気が下部トラップ方向に発達し、ダクト内から液体ナトリウムが排斥 (ボイド化) され、流出初期において融体はボイド化したダクトを通じて下部トラップに流出したと推察される。流出量が限定的であった点について、液体ナトリウムが潤沢な絞り部出口より下方の領域での FCI に伴う発生圧力により、融体が絞り部付近で滞留し、その間にダクト壁面及びナトリウムの冷却を受けたため絞り部でクラストが成長し流路を閉塞させたことが原因と考えられる。

4. 結言 溶融アルミナを用いてナトリウム流路を通じた溶融炉心物質の流出挙動を把握するための試験を実施し、FCI によるダクト内ボイド化に続く融体流出、縮流部より下方での発生圧力によるダクト内での融体の滞留とクラストの発達など、ナトリウム流路内での溶融炉心物質の流出挙動に関する知見を拡充した。

*Shinya Kato¹, Kenichi Matsuba¹, Kenji Kamiyama¹, Anatoly Mikisha², Assan Akayev², Alexandr Vurim² and Viktor Baklanov²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan