ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故時における溶融炉心物質の再配置挙動に関する研究
(8) 炉心入口プレナムに流出した溶融炉心物質の微粒化・冷却挙動に関する炉外試験

Studies on Relocation Behavior of Molten Core Materials in the Core Disruptive Accident of Sodium-cooled Fast Reactors

(8) A series of out-of-pile experiments on fragmentation and cooling behavior of molten core material discharged into the inlet coolant plenum

*松場 賢一[1], 加藤 慎也[1], 神山 健司[1],
ガノヴィチェフ ドミトリ[2], アカエフ アッサン[2], バクラノフ ヴィクトル[2]
[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

炉心入口プレナム等の深さと容積が制限されたナトリウムプール中に流出した溶融炉心物質の微粒化・冷却挙動を把握するため、溶融炉心物質の模擬物質として溶融アルミナを用いた炉外試験を実施した。本報では、本炉外試験の結果に基づき、微粒化・冷却挙動を支配するメカニズムについて考察した。

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，再配置挙動，炉外試験

1. 緒言

日本原子力研究開発機構では、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再配置挙動に対する評価手法開発の一環として、炉心入口プレナム等の深さと容積が制限されたナトリウムプール中へ流出する溶融炉心物質の微粒化・冷却挙動の解明を目的した試験研究を実施している。これまでに本試験研究を通じて、ナトリウム深さの制限、すわなち、ナトリウムプールの底面に相当する水平平板の存在が微粒化・冷却挙動に及ぼす影響を確認している[1]。本報では、ナトリウム容積の制限が微粒化・冷却挙動に及ぼす影響を把握するために実施した炉外試験の結果を述べるとともに、支配的メカニズムについて考察する。

2. 試験方法

カザフスタン共和国国立原子力センターの試験施設を利用し、図１に示すように、溶融炉心物質の模擬物質として溶融アルミナ（以下、融体と呼ぶ）を、深さと容積が制限されたナトリウム領域を模擬した内側容器の中に融体放出ダクトを通じて流出させた。なお、ナトリウムが内側容器と外側容器間で流出入できるよう、内側容器上蓋に複数のフローホールを設けている。

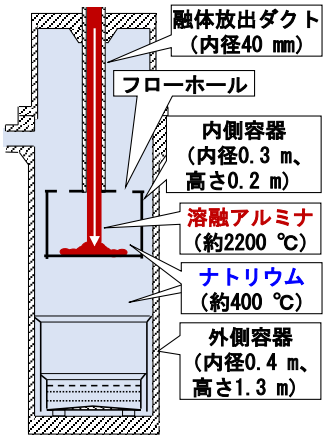

図１ 炉外試験概念

3. 結果および考察

8.7 kg の融体が内側容器の中に流出し、このうち 4.8 kg が内側容器の内部、1.4 kg が内側容器上蓋の上面、2.5 kg が外側容器底部に堆積した。これらの堆積物はインゴット状の固化物ではなく、図２に示すように、主に粒子化した固化物であった。ここで、8.7 kg の融体が内側容器内部のナトリウム 12 kg と混合した場合のナトリウム温度（内側容器内部の混合平均温度）の計算値はナトリウムの飽和温度を超えることから、融体が冷却されにくい条件と言える。その一方で、試験後に回収された堆積物の形態は、内側容器の中に流出した融体が効果的に冷却されたことを示唆している。フローホールを通じた内側容器と外側容器間でのナトリウムの流出入に伴う熱交換が、流出融体の効果的な冷却に対する支配的メカニズムとなった可能性がある。

図２ 内側容器の内部から回収されたアルミナ固化物

4. 結言

流出融体の効果的な冷却に対する支配的メカニズムとして、フローホールを通じたナトリウムの流出に伴う熱交換が関与した可能性がある。

参考文献

[1] K. Matsuba et al., NTHAS11, No. N11P0111 (2018)

*Ken-ichi Matsuba[1], Shinya Kato[1], Kenji Kamiyama[1], Dmitry Ganovichev[2], Assan Akayev[2] and Viktor Baklanov[2]
[1]Japan Atomic Energy Agency, [2]National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan