

崩壊熱除去系による集合体冷却過程に関する研究

Study on the Cooling Process of Decay Heat Removal System

for Subassemblies of Sodium-cooled Fast Reactor

*小野 綾子¹, 小野島 貴光¹, 三宅 康洋², 堂田 哲広¹, 上出 英樹¹¹日本原子力研究開発機構, ²エヌ・デー・デー

流量低下した集合体をループ型高速冷却炉の崩壊熱除去系である DRACS で冷却する場合において、集合体の冷却過程における熱流動的な特徴についてナトリウムを用いた要素試験データから言及した。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉、シビアアクシデント、炉内冷却、ナトリウム試験

1. **緒言** ナトリウム冷却高速炉の安全性強化の観点から、シビアアクシデントにおける炉心溶融後の崩壊熱除去性能の評価及びその冷却過程の熱流動特性を明らかにすることが重要である。本研究では、その要素試験として7本の模擬集合体を有するナトリウム試験装置 (PLANDTL) を用い、一部の集合体に溶融燃料による流路閉塞を仮定した極端な流量低下を与え、集合体内および集合体間ギャップ部の温度計測結果から、ループ型高速冷却炉において炉容器上部プレナム内に冷却器を設置する直接炉心冷却系 (DRACS) による冷却過程の炉心部熱流動特性を調べた。

2. **実験** PLANDTL の模擬炉心部は、図 1 に示すように7体の模擬集合体から構成されている。模擬炉心部は、中心集合体、周辺集合体(a)～(c)、(d)～(f)の3領域に分割され、それぞれ個別の入口配管に接続されている。3本の配管にはそれぞれ流量調節バルブが設置されており、集合体への流入流量を調節することができる。DHX (DRACS Heat Exchanger) は炉容器内に設置される熱交換器であり、起動時には1次側のナトリウムは熱交換器で冷却され自然循環にて DHX 筒の下部から流出する。よって、低温ナトリウムが集合体上端側に供給されることとなる。試験では、DHX により7集合体を冷却する状態から中心集合体のバルブを閉止させ集合体への下部からの流入を停止した。集合体の総発熱量(7体)は閉止前後で変化は与えず 130kW とした。

3. **結果・考察** 図 2 における中心集合体、周辺集合体(b)、その2つの集合体のギャップ部の閉塞前後における集合体内の軸方向温度分布の比較を示す。バルブ閉止前の集合体内温度は、ギャップ部に潜り込んだ DHX からの低温流体により、各集合体がラップ管を介して冷却されるため発熱部上端より上部でナトリウム温度が低下する傾向がある。バルブ閉止後は、中心集合体の発熱部の温度は上昇する一方で、発熱部上端より上では更なる温度低下が起こる。これは、集合体下部が閉止されることで、浮力による上昇した高温流体のかわりに、集合体上部に存在する DHX からの低温流体が集合体内部に強く引き込まれることを示唆している。また発熱部近傍で中心集合体と周辺集合体の温度差が大きくなり中心集合体から周辺集合体への径方向の熱移行も示唆される。以上に示すような伝熱特性により、流量が極端に低下した中心集合体の最高温度は 500°C 以下に保たれる結果になったと考えられる。

4. **結言** DRACS の冷却の場合、集合体内の流量が失われるような事象において、低温流体の集合体内への潜り込みや周辺集合体への熱移行により、集合体内温度の極端な上昇が避けられる可能性が示された。

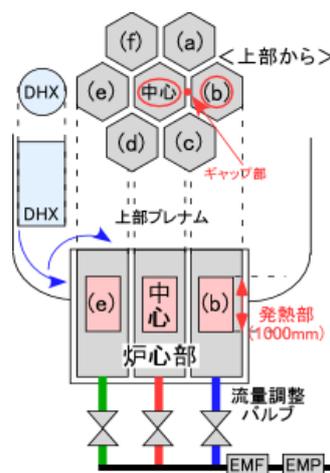


図 1 炉心部と上部プレナム (PLANDTL)

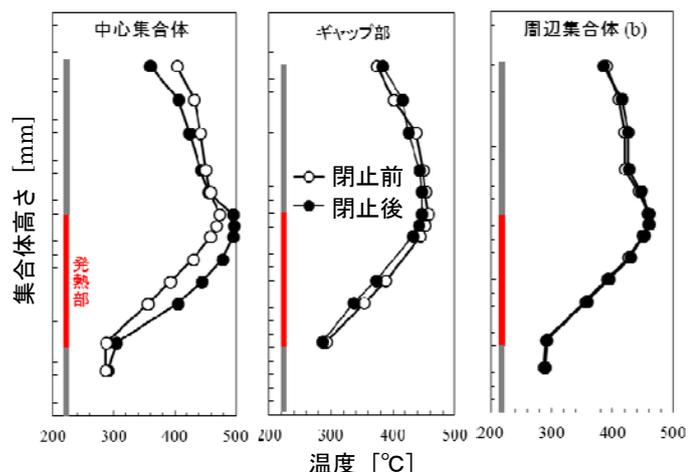


図 2 閉止前後における集合体内の軸方向温度分布 (Case-N1D)

*Ayako Ono¹, Takamitsu Onojima¹, Yasuhiro Miyake², Norihiro Doda¹, Hideki Kamide¹¹Japan Atomic Energy Agency, ²NDD Corporation