高速炉崩壊熱除去特性に関する PLANDTL-2 試験
-定常時インターラッパ部冷却挙動の多次元性-

PLANDTL-2 Experiment for Evaluation of Decay Heat Removal in Sodium-cooled Fast Reactors
-Multi Dimensional Cooling Behavior through Inter Wrapper Gap Region under Steady State Conditions -

*江連俊樹[1]、小野島貴光[1]、小林順[1]、栗原成計[1]、田中正暁[1]
[1]原子力機構

ナトリウム高速炉の安全性強化の一環として、崩壊熱除去システム起動時の炉心部インターラッパ領域での多次元的な冷却挙動の把握を目的に模擬発熱集合体 30 体（電気ヒータによる発熱模擬）および非発熱集合体 25 体で炉心を構成するナトリウム試験装置（PLANDTL-2）を用いた定常試験を実施した。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉、ナトリウム試験、インターラッパフロー冷却、崩壊熱除去システム

1. 緒言　ナトリウム冷却高速炉の安全性強化に係る重要課題の一つとして、SA 時を含む様々なプラント条件に対応可能な崩壊熱壊熱除去システムの構築がある[1]。原子力機構では、有力なシステムとして浸漬型直接炉心冷却系熱交換器（浸漬型 DHX）に着目し、崩壊熱除去時の炉心部（インターラッパ領域に着目）における熱流動現象の把握に向け、PLANDTL-2 を用いたナトリウム試験を実施している[2]。本報では、浸漬型 DHX 等を用いた崩壊熱除去システム起動時の定常除熱状態におけるインターラッパ（IW）領域を含む炉心部での冷却挙動の把握を目的としたナトリウム試験結果を報告する。

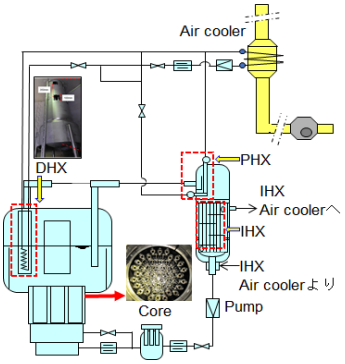


図 1 PLANDTL2 ループ構成

2. 試験装置・試験　図 1 に、PLANDTL-2 のループ構成を示す。試験体は、ループ型大型ナトリウム冷却高速炉の 1/5 縮尺規模（炉容器径）のナトリウム試験装置であり、模擬炉心の入口プレナム部、模擬炉心部および上部プレナム部により構成される。模擬炉心部は、模擬燃料集合体として、六角管流路内に電気ヒーターを有する発熱集合体 30 体および冷却材流路のみの非発熱集合体 25 体で構成される[2]。上部プレナム部は、シェルアンドチューブ・直管型 DHX（図 1 左上写真）1 基と模擬 UIS 等で構成される。また、1 次系ループは、試験体の他、電磁ポンプ、流量計、1 次系冷却器（PHX）および中間熱交換器（IHX）等を有する。試験では、炉心発熱量、1 次系流量および炉心入口温度を一定値とし、DHX または PHX（炉心発熱量に応じて IHX）冷却により系全体を定常状態とした。各熱交換器の 2 次側は空気冷却器による強制循環冷却（流量一定）とした。

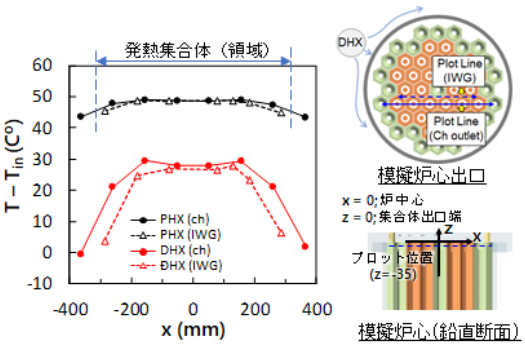


図 2　炉心出口温度分布

3. 試験結果　図 2 に、試験結果の一例として、炉心発熱量 100 kW 及び 1 次系流量 100 L/min における炉心出口部（z=-35mm、図 2 右参照）の時間平均温度分布を示す。横軸は水平方向位置（x）、縦軸は炉心入口温度を基準とした温度変化である。PHX による冷却時（黒印）では、外周部（非発熱集合体の領域）の集合体出口でわずかに温度低下が見られるが、集合体出口（●）、IW ギャップ（IWG）部（△）共に概ね一定温度となっている。一方、DHX による冷却時（赤印）では、発熱集合体領域を含む外周部の集合体出口部において温度低下している。さらに、IWG 部の温度も全体的に低下している。これは、DHX により冷却された低温のナトリウムが炉心部に潜り込むことで、炉心外周部から炉心を冷却したものと考えられる。

3. 結言　ナトリウム冷却高速炉における崩壊熱除去時の炉内熱流動現象の把握・予測に向け、崩壊熱除去システムを起動した定常状態において炉心領域の温度分布計測を実施し、DHX 冷却による炉心領域への低温ナトリウムの潜り込み挙動を含むインターラッパ領域の多次元的な冷却挙動を把握した。

参考文献　[1]H. Kamide, et al., NED, 312 (2017), p.30, [2]小林ら, 2018 秋の大会,J21

謝辞　本報告は経済産業省からの受託事業である「高速炉の国際協力等に関する技術開発」の一環として実施した成果を含む。

*Toshiki Ezure[1], Takamitsu Onojima[1], Jun Kobayashi[1], Akikazu Kurihara[1], Msaaki Tanaka[1]
[1]Japan Atomic Energy Agency,