

ナトリウム冷却高速炉の UIS 下部における高サイクル熱疲労に関する研究 後備系制御棒案内管のフローコレクタの影響

Study on High Cycle Thermal Fatigue at a Bottom of UIS in a Sodium-cooled Fast Reactor

Influence of Flow Collector of Backup CR Guide Tube

*小林順, 江連俊樹, 田中正暁, 上出英樹

原子力機構

ナトリウム冷却高速炉の後備炉停止系制御棒案内管には、自己作動型炉停止機構を確実に動作させるためにフローコレクタと呼ばれる流れの案内構造が設置されている。このフローコレクタが後備炉停止系周辺の UIS 下部の温度変動特性に与える影響を把握するため水流動試験を実施した。その結果、有意な温度変動が生じることはないことを確認した。

キーワード: ナトリウム冷却高速炉, UIS, 高サイクル熱疲労, サーマルストライピング, フローコレクタ

1. 緒言 ナトリウム冷却高速炉の切込み付きコラム型上部機構 (UIS) の下部において、低温流体と高温流体との温度差で生じる温度変動が UIS 下部構造に高サイクル熱疲労を与える可能性がある。切込みを含む UIS 下部の流れが従来の炉と大きく異なるため、実機の上部プレナムを 1/3 スケール 60° セクタでモデル化した水流動試験を実施し、炉心計装取付板 (CIP) と炉心燃料集合体ハンドリングヘッド (H. H.) 間の距離を拡大することにより高い温度変動緩和効果が得られることを既に確認している^[1]。図 1 に示すように、ナトリウム冷却高速炉の後備炉停止系制御棒案内管には、自己作動型炉停止機構 (SASS) を確実に動作させるためにフローコレクタと呼ばれる流れの案内構造が設置されている。このフローコレクタが後備炉停止系周辺の UIS 下部の温度変動特性に与える影響を把握するため水流動試験を実施した。本報告では、フローコレクタの設置によって温度変動緩和効果が受ける影響を確認した結果について報告する。

2. 試験体系および試験条件 図 1 に示す CIP と炉心燃料集合体 H. H. 部との距離を実機換算で 150 mm とした体系^[1]において、フローコレクタを取り付けた場合と取り外した場合での温度計測を行った。試験条件は、高低温流体の温度差に基づく浮力の影響を考慮し、実機と Ri 数を一致させた。炉心燃料集合体 H. H. 部流速は実機の約 1/3.5、Re 数で約 70,000 である。温度分布計測は熱電対ソリッドを用いて、CIP の下側 1 mm を計測した。

3. 試験結果 構造物の熱疲労評価を行う上で、温度変動振幅とその頻度が判断指標として有用である^[2]ことから、温度変動の時系列波形を分解 (レインフロー法) して得られる個々の波の振幅毎の頻度を評価した。フローコレクタを設置しない状態での測定結果を図 2 に、フローコレクタを設置した状態での測定結果を図 3 にそれぞれ示す。振幅は燃料集合体温度と後備炉停止系チャンネル温度の差で規格化した。フローコレクタを取り付けても温度変動幅が大きく変わることはなく、フローコレクタの影響は僅少であることが確認できた。

4. 結言 ナトリウム冷却高速炉のコラム型 UIS の制御棒案内管に取り付けられるフローコレクタが温度変動緩和方策に与える影響を確認するために、1/3 スケール 60° セクタモデル水流動試験装置を用いた試験を実施した。その結果、後備炉停止系制御棒案内管へのフローコレクタ設置によって、有意な温度変動が生じることはないことが確認できた。

参考文献

[1] 小林他、日本原子力学会「2014 年秋の大会」K05

[2] 小林他、ICONE23、ICONE23-1577(2015)

Jun Kobayashi, Toshiki Ezure, Masaaki Tanaka and Hideki Kamide

Japan Atomic Energy Agency

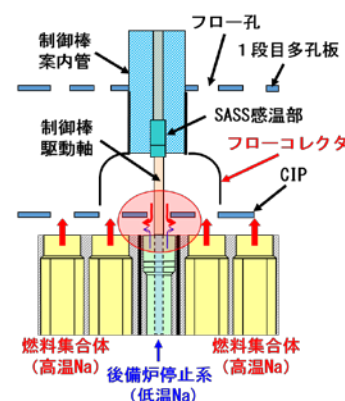


図 1 UIS 下部構造図

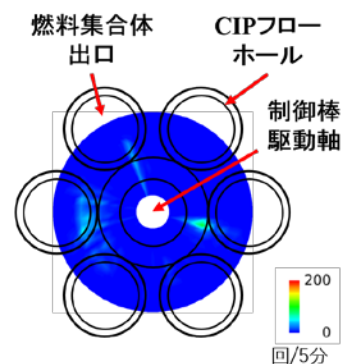


図 2 0.3 以上の振幅となる
頻度分布 (フローコレクタ無)

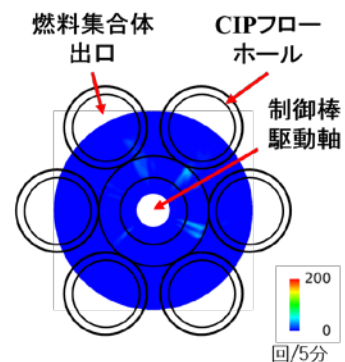


図 3 0.3 以上の振幅となる
頻度分布 (フローコレクタ有)