## リフラックス冷却条件下の窒素ガス挙動に関する ROSA/LSTF 実験と RELAP5 解析

ROSA/LSTF Test on Nitrogen Gas Behavior during Reflux Cooling and RELAP5 Analysis

\*竹田 武司<sup>1</sup>,大津 巌<sup>1</sup> 1日本原子力研究開発機構

ROSA/LSTF を用いて、PWR 低圧・リフラックス冷却条件下での窒素ガス挙動に着目した個別効果実験を 実施するとともに、窒素ガス挙動に対する RELAP5/MOD3.3 コードの予測性能を検証した。

キーワード: PWR、ROSA/LSTF、リフラックス冷却、窒素ガス、RELAP5 コード

1. 緒 言 PWR 事故時の蒸気発生器(SG)二次側減圧による一次系減圧に関し、蓄圧注入系の作動開始後、 隔離に失敗した場合、窒素ガスが一次系へ流入する。しかし、ガス流入による減圧阻害現象や低圧での現 象を把握するための実験データは十分ではなかった。そこで、窒素ガスが流入する際の一次系の冷却材量 や一次系内のガス量分布、圧力、SG の二次側条件等が減圧阻害現象に与える影響を調べるため、 ROSA/LSTF(大型非定常実験装置)<sup>11</sup>を用いて、低圧・リフラックス冷却条件下での窒素ガス挙動に着目した 個別効果実験を実施した。また、事後解析により、窒素ガス挙動に

対する RELAP5/MOD3.3 コード<sup>[2]</sup>の予測性能を検証した。

2. 実験及び解析の主な条件 実験では、リフラックス冷却条件で炉 心出力を 0.5MW(PWR 全出力の 0.7%相当)で一定かつ SG 二次側水位 は SG 伝熱管頂部を超える高さに維持した。一次系圧力は、過去の LSTF 実験において 1MPa 以上であったため、より低圧の条件とした。 加圧器の有るループA、無いループBの順番で、窒素ガスは SG 入口 プレナムから一定流量での注入(図 1)、系を安定させるために一定時 間の保持を 7 回繰り返した。解析では、片側 SG の出入口プレナムや 伝熱管、二次側をモデル化した。9 種類 141 本の SG 伝熱管を 9 本で 模擬し、SG 伝熱管の流れ方向に細分割した並行流チャンネルモデル を適用した。一次系圧力、SG 二次側の圧力や水位等の初期条件、窒 素ガスの注入条件等は実験条件と合わせた。

3. 実験及び解析の主な結果 窒素ガスの注入を重ねると、蓄積した ガス量の増加に伴う凝縮熱伝達の低下により、一次系圧力が上昇し た(図 2)。窒素ガスは SG 伝熱管の出口部から入口部に向かって蓄積 したが(図 1)、SG 伝熱管群では非一様な流動挙動を示した。結果の一 例として、ループ A の長い管では、入口部に最も近い場所において 3 回目の窒素ガス注入でサブクール状態となった(図 3)。伝熱管上昇 流側では鉛直上向き方向にサブクール度は高くなったが、下降流側 ではほぼ同じサブクール度を示した。また、解析結果は、窒素ガス 流入後の一次系圧力や SG 伝熱管流体温度の傾向を予測したが、蓄積 したガス量の増加とともに実験結果との差は大きくなった。

4. 結 言 低圧・リフラックス冷却条件下の ROSA/LSTF 個別効果 実験により、一次系圧力や SG 伝熱管群の流動挙動は、蓄積した窒素 ガス量に依存することを明らかにした。また、RELAP5/MOD3.3 コー ドによる事後解析を通じて、窒素ガス流入後の一次系圧力や SG 伝熱 管流体温度の予測に課題があることが分かった。本研究は、原子力 規制委員会より受託した「平成 27 年度原子力施設等防災対策等委託 費(軽水炉の事故時熱流動調査)事業」の一部として実施した。

## 参考文献

[1] The ROSA-V Group, JAERI-Tech 2003-037 (2003).

[2] USNRC, RELAP5/MOD3.3 code manual, NUREG/CR-5535/Rev.1 (2001).

\*Takeshi Takeda<sup>1</sup>, Iwao Ohtsu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency



図1 窒素ガスの注入とSG長い管で のガス蓄積状況(実験)





図3 SG 長い管のサブクール度(実験 と解析)