

# PWR 全電源喪失時に一次冷却材喪失を伴う ROSA/LSTF 実験と RELAP5 解析

ROSA/LSTF Test on PWR Station Blackout Transient with Loss of Primary Coolant and RELAP5 Analysis

\*竹田 武司<sup>1</sup>, 大津 巖<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構

ROSA/LSTF を用いて、PWR 全電源喪失時に一次冷却材喪失を伴う事象において、蓄圧注入系からの窒素ガスの一次系への流入条件でのアクシデントマネジメント策の有効性等を調べるための模擬実験を実施するとともに、窒素ガス挙動等に対する RELAP5/MOD3.3 コードの予測性能を検証した。

**キーワード**：ROSA/LSTF、全電源喪失、一次冷却材喪失、窒素ガス、RELAP5 コード

**1. 緒言** PWR 全電源喪失時に一次冷却材喪失を伴う事象におけるアクシデントマネジメント(AM)策の有効性等の検討に資するため、ROSA/LSTF(大型非定常実験装置)<sup>[1]</sup>による模擬実験(番号:TR-LF-17)を実施した。その際、多重故障条件として、高圧注入系の全故障とともに、蓄圧注入系(ACC)の作動開始後隔離に失敗した条件での窒素ガスの一次系への流入を仮定した。また、事後解析により、窒素ガス挙動等に対する 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、一次冷却材喪失を模擬するため、低温側配管側部の破断口は 0.2%破断相当のサイズとし、内径 4.6mm の薄刃オリフィスを使用した。蒸気発生器(SG)主給水喪失と低温側配管破断を同時に模擬して実験を開始した。運転員の操作遅れを考慮した AM 策の条件として、実験開始から 20 分で SG 逃し弁を開放した二次側減圧と SG 二次側への補助給水を仮定した。また、一次系圧力の低下率が小さい場合、加圧器逃し弁を開放し、その効果を検討した。解析では、LSTF の一次系・二次系をモデル化するとともに、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かく分割した並行流チャンネルモデルを適用した。

**3. 実験及び解析の主な結果** SG 二次側減圧開始後、SG 二次側圧力に従い一次系圧力は低下し、ACC が作動した。しかし、窒素ガスの一次系への流入による凝縮熱伝達低下の影響により、SG 二次側圧力に比べて一次系圧力の低下率が小さくなった(図 1)。また、SG 伝熱管群において、ACC 作動終了後の窒素ガスの蓄積率の違いから水位低下率が異なる等、非一様な流動挙動を示した(図 2)。一次系減圧を促進させるため、加圧器逃し弁を開放することにより、低水頭ポンプが作動可能な 1MPa 以下に低下した。このとき、二相自然循環が継続し、炉心露出は生じなかった。一方、RELAP5 コードは、主な熱水力挙動の全体の傾向について概ね予測したが、窒素ガス流入後の一次系圧力や SG 伝熱管の水位等は十分予測できなかった(図 1 及び 2)。

**4. 結言** PWR 全電源喪失時に一次冷却材喪失を伴う事象を窒素ガスの一次系への流入を仮定して模擬した ROSA/LSTF 実験により、AM 策としての SG 逃し弁開放による二次側減圧と加圧器逃し弁の開放による一次系減圧の有効性を確認した。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 伝熱管の水位等の予測に課題があることが分かった。

## 参考文献

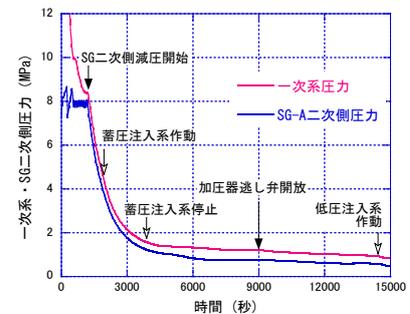
[1] The ROSA-V Group, JAERI-Tech 2003-037 (2003).

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

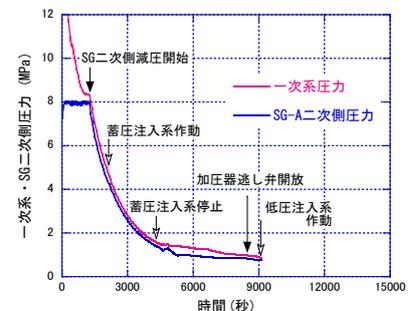
本研究は、原子力規制委員会より受託した「平成 28 年度原子力施設等防災対策等委託費(軽水炉の事故時熱流動調査)事業」の一部として実施した。

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

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

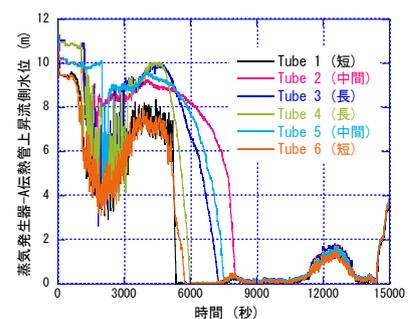


(a) 実験結果

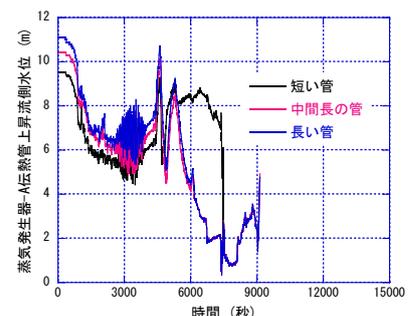


(b) 解析結果

図 1 一次系・SG-A 二次側圧力



(a) 実験結果



(b) 解析結果

図 2 SG-A 伝熱管上昇流側水位