

高速炉の除熱機能喪失防止に関する検討

(3) 原子炉容器液位確保対策の有効性

Study on Prevention of Loss of Heat Removal Function for Fast Reactor

(3) Effectiveness of Countermeasures for Making-up Reactor Sodium Level

*松井一晃¹, 吉村一夫¹, 相澤康介¹, 市川健太¹, 山田文昭¹

¹原子力機構

ナトリウム冷却高速炉の設計基準事故を超える除熱機能喪失の一つとして、2箇所での1次冷却材漏えいにより起因した原子炉容器(RV)液位低下による主冷却系循環流路の途絶に対し、RV液位計算を実施し、RVへの冷却材補給及び破損孔とRVの隔離を目的とした液位確保対策が有効である見通しを得た。

キーワード：高速炉，除熱機能喪失，1次冷却材漏えい，原子炉容器液位

1. 緒言 ナトリウム(Na)冷却高速炉は、Naの沸点より十分に低い温度域で運転される低圧システムであることから、1次冷却材漏えいが発生した場合でも冷却材が減圧沸騰に至ることはないため、1次主冷却系の循環流路形成に必要な液位(EsL)以上にRV液位を確保することが、除熱機能喪失防止の要件の一つとなる。そのため、図1に示すような1次主冷却系配管の高所引廻し、低所に配置される配管及び機器へのガードベッセル(GV)の設置等がなされており、設計基準事故として想定する1箇所での1次冷却材漏えいに対し、EsL以上のRV液位が確保される設計となっている。本研究では、設計基準事故を超える2箇所での1次冷却材漏えいを想定してRV液位計算を実施し、EsL以上のRV液位を確保するための液位確保対策の有効性を検討した。

2. 液位確保対策 2箇所目の1次冷却材漏えい部位がGV外での高所配管の場合は、破損孔から雰囲気中の窒素ガスが系内に流入することで漏えいは停止し、漏えいのない健全な主冷却系ループの循環流路は確保される。一方、2箇所目の1次冷却材漏えい部位がGV内の低所配管の場合は、RV液位がEsLを下回り主冷却系全ループの循環流路の途絶に至る可能性がある。これに対するRV液位確保対策として、Na汲上げによるRVへの冷却材補給、漏えいループのサイフォンブレイク(SB)による破損孔とRVの隔離(RV内冷却材の汲出し防止)が挙げられる。図1に示す通り、Na汲上げは、Naタンクを供給源として独立した区画に位置的分散された複数の電磁ポンプによって行う。また、SBはベント弁の開操作により行う。

3. 有効性 2箇所での1次冷却材漏えいを想定し、液位確保対策の有効性を検討した。GV容積、配管の高低関係及び液位確保対策に生じる制限等の観点で選定した漏えい箇所の代表的な組合せ例を表1に示す。ケースAは、2箇所目漏えい後のNa汲上げにより液位低下を緩和することで、漏えいループSB操作に必要な余裕時間を確保することができる。ケースBは、1箇所目漏えい後に漏えいループSBが行われ、2箇所目漏えい後はNa汲上げが有効な対策であり、液位確保に必要な汲上げ速度及び容量を有する。以上の検討により、想定しうる2箇所での1次冷却材漏えいの組合せに対し、2つの液位確保対策によりの確な措置が可能となり、EsL以上のRV液位を確保できる見通しを得た。

4. 結言 設計基準を超える2箇所での1次冷却材漏えいを想定した場合でも、主冷却系循環流路を確保するためのRV液位確保対策が有効である見通しを得た。

*Kazuaki MATSUI¹, Kazuo YOSHIMURA¹, Kosuke AIZAWA

¹Kenta ICHIKAWA¹ and Fumiaki YAMADA¹ ¹JAEA

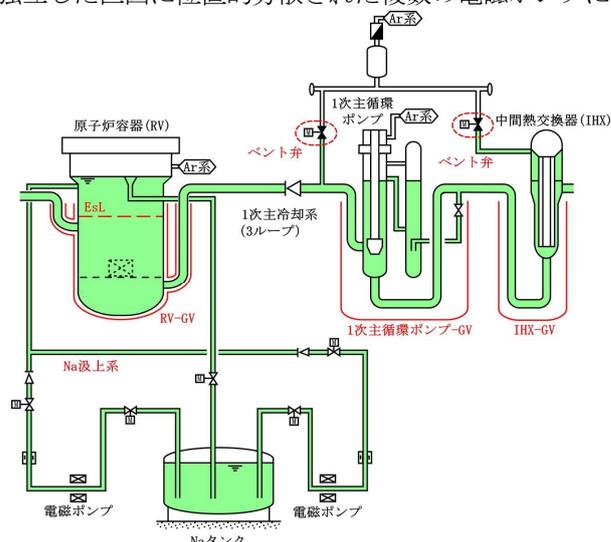


図1.1 1次主冷却系と原子炉容器液位確保対策

表1. 漏えい箇所の代表的な組合せ例と液位確保対策

ケース	1箇所目破損 (出力運転中)	2箇所目破損 (原子炉停止後)	2箇所目破損後 の液位確保対策
A	RV入口配管 低部	1次主循環ポンプ 入口配管低部	漏えいループ SB と Na 汲上げの 組合せ
B	1次主循環ポンプ 入口配管低部	RV入口配管 低部	Na 汲上げ