

原子炉冷却材液位確保の考え方について

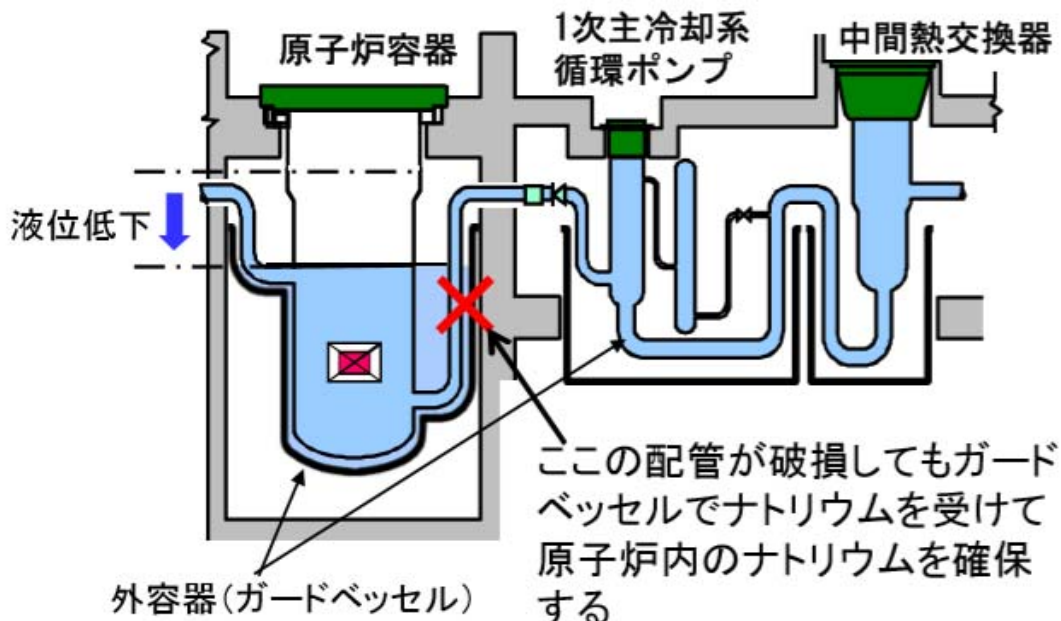
1. 原子炉冷却材液位確保の安全設計方針

もんじゅでは、原子炉冷却材バウンダリで万一冷却材漏えいがあった場合においても、1次冷却材の循環に支障をきたすことなく安全に冷却が行えるように、原子炉容器出口ノズル部上端より上方に適切な余裕をもって最低限度保持されなければならない液位としてエマージェンシー・レベル（以下「EsL」という）を規定し、この液位以上に原子炉容器内液位を保持する設計としている。

もんじゅの原子炉冷却材（1次冷却材、ナトリウム）は広い温度範囲（約98℃～約880℃）で液相を保つことから、原子炉冷却材内包機器は、ほぼ大気圧で使用されており、配管などに万一破損が生じたとしても冷却材が噴出して失われることがないため、冷却材液位確保として次のような対策を行っている。

- ① 1次主冷却系機器、配管は原則としてEsLより上方に配置する。原子炉容器の1次冷却材出口ノズルの上端に適切な余裕をもたせてEsLを設定し、さらにその上方にポンプ吐出圧力等を考慮してシステム・レベル（SsL）を設定している。
- ② やむを得ずSsL以下に配置する機器は、外容器（ガードベッセル）を設置し、その中に機器を配置するとともにガードベッセルの容積を適切に制限することによって1次冷却材が流出しても原子炉容器液位がEsL以上に保持する設計としている。

（補足）原子炉容器、1次主冷却系機器、配管の内圧とガードベッセル内に流失した1次冷却材のヘッドがバランスしたところで漏えいが停止する。



原子炉冷却材液位確保概要図

2. 原子炉冷却材液位制御のための系統設計

(1) 通常時

運転時の温度変化（通常運転範囲：180℃から529℃）によるナトリウムの体積変化に対しては、1次ナトリウムオーバフロー系設備を設けて原子炉容器内の液位をノーマルレベル（NsL）に保持する設計としている。

(2) ナトリウム漏えい時

原子炉冷却材バウンダリで1次冷却材の漏えいが生じた場合には、1次ナトリウムオーバフロー系の運転を停止して、過度の冷却材漏えいを防止する。また原子炉停止後の1次冷却材の温度降下に伴う1次冷却材の体積変化に対しては、1次ナトリウムオーバフロー系設備を必要に応じて運転して対処する設計としている。

3. 廃止措置管理における原子炉冷却材液位確保制御のための維持機能

(1) 通常時

燃料体の取出し（原子炉容器→炉外燃料貯蔵槽）作業期間中はNsL保持するため、1次ナトリウムオーバフロー系の維持機能としては「原子炉冷却材の液位の確保機能」が求められており、1次ナトリウムオーバフロー系により原子炉容器へ1次冷却材を汲上げる運転を行っている。

なお、原子炉はすでに低温停止状態で原子炉容器のナトリウム温度が180℃以上250℃以下に管理されている状態であり、温度変化等に依存する液位変化がない。

(2) ナトリウム漏えい時

ナトリウム漏えい時の原子炉冷却材液位確保対策は1.②と同様である。つまり、ガードベッセルにより液位を確保する。

保安規定では、「原子炉容器ナトリウム液位 EsL 以上」を施設運用上の基準としており、万一原子炉容器液位が EsL 未満となり施設運用上の基準を満足しない状態となった場合は、1次ナトリウムオーバフロー系により原子炉容器へ1次冷却材を汲上げる運転を行い、液位を EsL 以上の状態に復旧することとしている。

(3) 原子力防災業務計画 EAL の説明

廃止措置段階の現状のプラント状態では、炉心燃料の崩壊熱が原子炉容器からの放散熱より低く、原子炉容器液位が確保されれば、炉心から径方向への定常熱伝導と室内への熱放散により燃料体は冷却されるため、燃料体の被ふく管肉厚中心温度が約614℃となり、定格運転時の熱的制限値である675℃を下回る状態になる。

万一原子炉容器液位が低下し、EsL未満となり、施設運用上の基準を満足しない状態となった場合、1次ナトリウムオーバフロー系等の運転操作により、原子炉容器のナトリウム液位をEsL以上である状態に復旧する措置を開始することとしている。しかしながら、1次ナトリウムオーバフロー系等の運転操作によってEsL以上にできない場合には、AL29が発生したと判断することとしている。

1次ナトリウムオーバフロー系等の運転操作によってEsL以上に復旧できない状態として次の状態が想定される。

- ・ 1次ナトリウムオーバフロー系機器（電磁ポンプ）、弁、予熱ヒータの故障
- ・ 動力電源、制御電源系の故障
- ・ 制御器、制御盤の故障
- ・ 計装品（監視計器、記録計、変換機等）
- ・ 警報装置の故障

今回のEAL見直しにおいては、原子炉制御室の制御盤が使用できない状況が発生した場合の影響に着目し、原子炉設備制御中央制御盤及び工学的安全施設中央制御盤のどちらかの制御盤において表示灯の消灯及び指示計並びに記録計の動作停止が起きたこと、又は警報が消灯したことによって、その制御盤が使用できない状態を想定することからSE51の見直しを実施した。また、原子炉設備制御中央制御盤及び工学的安全施設中央制御盤の両盤において、液位の監視及びナトリウム汲上に係る全ての表示灯及び指示計並びに記録計の動作停止が起きたこと、又は警報が消灯したことにより、その制御盤が使用できない状態を想定してGE51の見直しを実施した。

しかしながら、AL29の判断として「1次ナトリウムオーバフロー系等の運転操作によってEsL以上にできない」とする中に原子炉制御室設置制御盤及び工学的安全施設中央制御盤も含めてとらえることが合理的である。

以上