

高速炉の重大事故防止対策有効性評価に関する検討

(4)原子炉容器液位確保機能喪失事象評価に用いる液位計算プログラム

Study on effectiveness evaluations of countermeasures against severe accidents in fast reactor

(4) Calculation program on RV sodium level for LORL event

*山田文昭¹, 有川晃弘²

¹原子力機構, ²NESI

高速炉の設計基準事故を超える2箇所目の1次冷却材漏えいによる原子炉容器(RV)液位低下に対し, RVへの冷却材補給等の液位確保策の有効性を検討するために, 漏えい位置や破損開口量, 1次主循環ポンプやカバーガス圧の運転状態, 液位確保策の実施により変化するRV液位挙動の計算プログラムを開発した。

キーワード: 高速炉, 原子炉容器液位確保機能喪失, 1次冷却材漏えい, 液位確保策, 液位計算プログラム

1. 緒言 高速炉は, 設計基準事故(DBA)を超える2箇所目の1次冷却材漏えいが発生した場合でも1次主冷却系の循環流路形成に必要な液位(EsL)以上に原子炉容器(RV)液位を確保し, 原子炉容器液位確保機能喪失による重大事故を防止する必要がある[1]。本研究では, 漏えい位置や破損開口量, 1次主循環ポンプ(ポンプ)や冷却材液面を覆うカバーガス圧(Arガス)の運転状態, Na汲上系によるRVへの冷却材補給等の液位確保策の実施により変化するRV液位挙動の計算プログラムを開発した。

2. 2箇所目1次冷却材漏えいと液位確保策 DBAの1次冷却材漏えいに起因する原子炉トリップ後のポンプ低速運転による崩壊熱除去中に2箇所目漏えいが生じると仮定。EsLを下回る恐れがある2箇所目漏えい部位は, RV, 中間熱交換器(IHX)及びポンプのガードベッセル(GV)内での漏えいに限られる(図1)。液位確保策は, RV液位がEsLを下回らないようにRV液位を監視しNa汲上系によりRVへ冷却材補給を行う。またポンプ-GVやIHX-GV内での漏えいの場合は漏えいループのベント弁「開」(サイフォンブレイク)により1次主冷却系配管や中間熱交換器にArガスを流入させ破損孔とRVを隔離することでRVの冷却材汲み出しが停止し, EsL以上にRV液位を確保する(図1)。

3. 液位計算プログラム RV及びGV冷却材液位計算(液位計算)を軸として, これに入力となるプラント状態計算及び液位確保計算で構成する(図2)。液位計算は, 漏えい位置や破損開口量, ポンプやカバーガス圧の運転状態の違いに対応できる漏えい流出計算, 漏えい流出に伴うRVとGV内の冷却材液位計算で構成する。プラント状態計算は, 漏えい流出計算の条件となるポンプやカバーガス圧の状態を設定し, 冷却材液位計算の条件となる冷却材温度は別途熱流動解析結果を入力する。液位確保計算は冷却材液位計算の条件となる冷却材補給及びサイフォンブレイクのタイミング及び汲上(流入)流量を入力し, 過渡計算を行う。

主要な計算機能である漏えい流出計算は, DBAの漏えい位置や開口量による計算結果とDBA解析結果と比較し妥当性を確認した。冷却材液位計算はRV, GV及びNaタンク内のNa収支を確認した。液位計算プログラムの開発により漏えい位置, 開口量及びプラント状態によって異なる流出速度に対して, 液位確保が有効なNa汲上げタイミング等の液位確保策の条件を容易に検討することが可能となった。

4. 結言 DBAを超える2箇所目1次冷却材漏えいに対応する液位確保策の有効性を検討するために用いる液位計算プログラムを開発した。

参考文献[1]松井他, 2016 春原学会, 1F14.

*Fumiaki YAMADA¹ and Mitsuhiro ARIKAWA² ¹JAEA, ²NESI

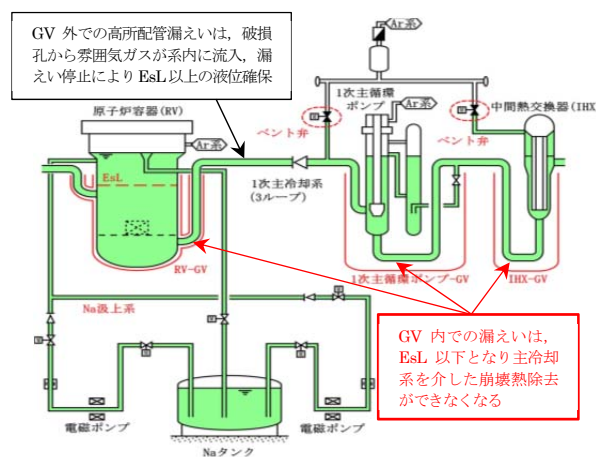


図1. 2箇所目1次冷却材漏えいと液位確保策

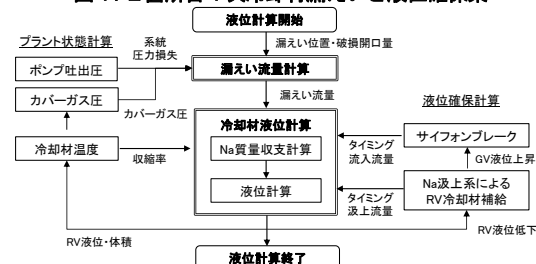


図2. 液位計算プログラムの機能構成