

六ヶ所再処理施設における蒸発乾固発生時の対策について

(1) 重大事故等の蒸発乾固の特徴

Measures of evaporation to dryness for Rokkasho reprocessing plant

(1) Characteristics of evaporation to dryness

*奥田 遼平¹, 赤石 悠輔¹, 川村 慎¹, 不破 正嗣¹, 瀬川 智史¹

¹ 日本原燃(株)

事業指定基準規則第35条「冷却機能の喪失による蒸発乾固の対処するための設備」に適合するための、六ヶ所再処理施設における冷却機能喪失による蒸発乾固への対策について報告する。

キーワード：再処理工場，重大事故，蒸発乾固

1. 蒸発乾固の特徴

再処理施設は、使用済燃料をせん断・溶解し、溶解液からウラン及びプルトニウムを分離・精製した後、製品となるMOX粉末を製造する工程、および、ウラン及びプルトニウム以外の核分裂生成物をガラス固化する工程から構成される（図1参照）。こうした工程の特徴から、再処理施設において扱う放射性物質は、広範な工程に分散して存在し、多種多様で、事故影響も様々な事故の発生が想定される。

使用済燃料をせん断・溶解し、MOX粉末又はガラス固化体を製造するまでの間は、放射性物質は硝酸に溶解された状態で存在し、その溶液は放射性物質が有する崩壊熱により発熱する。再処理施設では、これらの溶液を複数の貯槽に貯蔵しており、特に発熱量の大きい溶液を保持する貯槽には、溶液を冷却するための冷却コイル又は冷却ジャケットが備え付けられており、これにより常時水冷している。

この冷却機能が、地震、長時間の全交流動力電源の喪失又は冷却水を循環するためのポンプ等の動的機器の多重故障を原因として喪失し、代替する措置が講じられない場合には、貯槽に内包する溶液が有する崩壊熱により溶液の温度が上昇し、沸騰に至ることで、飛沫同伴により溶液に含まれる放射性物質が放射性エアロゾルとして気相中に放出される。（以下、本事象を「蒸発乾固」という。）

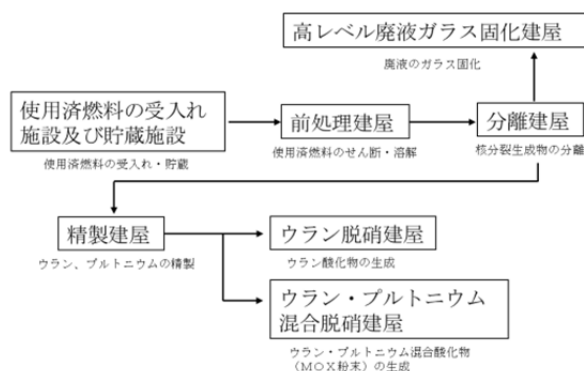


図1 再処理施設の主要な流れ図

2. 蒸発乾固進展時において発生しうる事象の抽出

蒸発乾固の発生が想定される溶液は、高レベル濃縮廃液の他、溶解液、抽出廃液、プルトニウム溶液、プルトニウム濃縮液及び高レベル混合廃液であり、これらの溶液が蒸発・濃縮し、乾燥・固化に至り、乾燥・固化した後のさらなる温度上昇の過程においてどのような物理化学的挙動を示すのか検討を実施した結果、溶液が乾燥・固化に至る前の水分が存在する領域においては、従来知見であるルテニウムの揮発の他、有機物等が混入している溶液において爆発等へ進展する可能性があることを特定した。また、乾燥・固化後の水分が存在しない領域においては、上述の爆発等の他、乾燥・固化物の温度上昇に伴う放射性物質の揮発、貯槽の構造的な健全性が損なわれることに伴う臨界及び貯槽損傷の発生の可能性があることを特定した。

3. 蒸発乾固発生時の対策

蒸発乾固を「水分が存在する領域」及び「水分が存在しない領域」に整理し、「水分が存在する領域」において発生が想定される事象に対して内部ループ/冷却コイル又は冷却ジャケットへの冷却水の通水（発生防止対策）、貯槽内部への直接注水（拡大防止対策）、放射性物質のセルへの導出および管理放出（異常な水準の放出防止対策）を整備するとともに、「水分が存在しない領域」に対しても貯槽の空冷やセル冠水等の発生が想定される現象の発生防止又は影響の緩和に有効な対策を整備した。

4. 蒸発乾固の対策の設備設計条件

常設重大事故対処設備の設計条件として考慮すべき事故状態の考え方を整理するとともに、蒸発乾固に対処するための常設重大事故等対処設備を例に、具体的な設計条件を整備した。

* Ryohei Okuda¹, Yusuke Akaishi¹, Shin Kawamura¹, Takatugu Fuwa¹, Satoshi Segawa¹

¹ Japan Nuclear Fuel, LTD