

再処理施設における蒸発乾固事故の影響評価のための PIRT の整備

(2) 蒸発乾固 PIRT の整備手順

Development of PIRT for Boiling and Drying out Accident Analysis at Fuel Reprocessing Plant

(2) Process of Development of PIRT for Boiling and Drying out Accident Analysis.

*京 久幸¹、小玉 貴司²、天野 祐希³、山根 祐一³、藤原 大資¹、松岡 伸吾⁵、村松 健⁴

¹テプシス、²日本原燃、³JAEA、⁴東京都市大学、⁵UI 技研

NUREG/CR-5809 に倣い、蒸発乾固事故 PIRT に係る重要な物理/化学現象の抽出、及び重要度ランキング決定のための投票を実施した。この PIRT 整備作業に当たっては、蒸発乾固事故に係る幅広い分野の専門家が参加し、事前の勉強会を経て現象の抽出および投票を進めた。

キーワード：PIRT、NUREG/CR-5809、投票、AHP、デルファイ法

1. はじめに 再処理工場の蒸発乾固事故シナリオには数多くの物理/化学現象が含まれ、これらがソースターム（難揮発性 FP 及び揮発性 Ru）に与える影響の大きさをランク付けすることは、影響評価手法整備などの観点から重要である。この背景のもと、本ワーキングでは NUREG/CR-5809 に倣い、蒸発乾固事故シナリオに含まれる重要な物理/化学現象を専門家議論により抽出したのち、専門家間投票にてそれらの重要度をランキングし、蒸発乾固事故 PIRT を整備する。

2. 物理/化学現象の抽出 蒸発乾固事故に係る幅広い分野の専門家による勉強会計 4 回を経て、事故シナリオに含まれる重要な物理/化学現象 60 点を抽出した（表 1 参照）。この抽出の過程で、各現象に対する現時点の知識レベル調査も併せて実施した。

3. ランキング決定のための投票実施 評価指標（FOM）は難揮発性 FP 及び揮発性 Ru のソースタームを事故進展フェーズで分けた計 5 つとし、AHP（階層分析法）を用いてランキングを決定する。投票に際してはデルファイ法を参考とし、一度専門家間で投票を実施したのち、その投票結果を全員に共有して再投票を実施した。再投票にて得られた現象の重要度ランキング結果を表 1 に併せて示す。

4. 結論 蒸発乾固事故 PIRT 整備のため、重要な物理/化学現象の抽出およびランキング決定のための投票を実施した。なお、今回整備する PIRT は現時点の知見に基づくものであり、知識レベルの新規拡充あるいは活用範囲の拡大に応じて、継続的にブラッシュアップを実施していく必要がある。

*Hisayuki Kyo¹, Takashi Kodama², Yuki Amano³, Yuichi

Yamane³, Daisuke Fujiwara¹, Shingo Matsuoka⁵, Ken Muramatsu⁴ (1. TEPCO SYSTEMS CORPORATION, 2. Japan Nuclear Fuel Limited, 3. Japan Atomic Energy Agency, 4. TOKYO CITY UNIVERSITY, 5. UI Science. inc)

表 1 蒸発乾固事故 PIRT 案

分類	大項目	現象	小項目	ソースターム（難揮発性FP）			ソースターム（揮発性Ru）			
				沸騰早期	沸騰中期	乾固期	沸騰早期	沸騰中期	乾固期	
度液沸騰・濃縮	発熱	熱物性	炉核熱	H	H	H	H	H	H	
			硝酸溶液物性	H	H	L	H	L	L	
	硝酸溶液の沸騰	貯槽構造物の伝熱	L	M	H	M	H	M	H	
		蒸気発生（蒸発、沸騰）	H	H	L	H	L	H	L	
		蒸気濃縮	H	H	M	M	M	M	H	
		モル蒸点上昇	H	M	L	M	L	M	L	
		共沸	M	M	L	M	L	M	L	
		塩効果	M	M	L	M	L	M	L	
		硝酸流量	M	M	L	M	L	M	L	
		硝酸濃度（電離度）	M	M	L	M	L	M	L	
結晶水脱水	L	L	L	L	L	L	L			
硝酸塩・酸化物析出	M	M	L	M	L	M	L			
硝酸、NOx 反応	原核反応（乾固段階）	NOx、O2発生	放射熱	L	M	H	M	H	M	
			放射熱	L	L	M	M	H	M	
	NOx挙動	化学平衡	L	L	L	M	M	M	M	
		NO2の液相中への溶解	M	M	M	M	M	M	M	
		気液中のNOx成分比変化	L	M	L	M	M	M	M	
		NO2液相吸収に伴う硝酸生成	L	L	L	M	M	M	M	
放射線分解	放射線分解に伴う硝酸生成	M	H	M	H	M	H	M		
硝酸・酸面反応	コンクリート酸面との反応	M	M	L	M	M	M	M		
空層壁との反応	M	M	L	M	H	H	H			
揮発性Ruの移行	RuO4生成	Ru酸化	硝酸によるRu還元	L	M	L	H	H	M	
			乾固物からの移行	L	L	L	M	H	M	
	RuO4気相移行	Ru還元	気液平衡	L	M	L	M	H	H	
			CeによるRu揮発性低減	L	L	L	M	H	H	
	気相からのRuO4除去(LPF)	RuO4分解	Ru還元	L	L	L	M	H	H	
			RuO4分解	L	L	L	H	H	H	
		壁面への沈着（化学吸着/物理吸着）	壁面への沈着（化学吸着/物理吸着）	L	L	L	L	H	H	
			液相吸収（化学吸収）	L	L	L	L	H	H	
			還元剤との反応	L	L	L	M	M	M	
			工業的手段によるRuO4除去(LPF)	スプレーによる除去	M	M	M	H	H	H
凝縮器による除去	M	M	M	H	H	H				
難揮発性物質の移行	飛沫同伴による粒子状FP生成	飛沫同伴	液滴蒸発	H	H	H	L	L	L	
			重力沈降	H	H	H	L	L	L	
	RuO4還元による粒子状FP生成	RuO4還元による粒子状FP生成	拡散流動	M	M	M	L	L	L	
			熱流動	M	M	M	L	L	L	
	粒子径分布	凝集	慣性衝突	H	H	H	L	L	L	
			気相物性	M	M	M	L	L	L	
		気相からの粒子状FP除去(LPF)	吸湿性による粒子成長	H	H	H	L	L	L	
			スプレーによる除去	H	H	H	M	M	M	
			凝縮器による除去	H	H	H	M	L	L	
			フィルタによる除去	H	H	H	L	L	L	
キャリアガスの振る舞い	気相流動	壁面凝縮	壁面凝縮	H	M	M	M	M	M	
			ミスト生成	H	M	M	M	M	M	
	工業的手段によるキャリアガスへの影響	スプレーによる蒸気抑制	蒸気抑制	M	M	M	M	M	M	
			凝縮器による蒸気抑制	M	M	M	M	M	M	
	その他	沈着物からの再放出	蒸気抑制	自然凝縮	M	M	M	M	L	L
				成層化	M	L	L	M	L	L
		高温の貯槽への注水時の放出	再浮遊（再蒸発）	注水の影響	H	H	H	H	H	H
				換気系作動	H	H	H	H	H	H
			注水の影響	注水の影響	L	L	L	L	M	M
				注水の影響	L	M	M	M	M	M

※揮発性Ruは沸騰初期（沸騰開始～廃液温度120℃）では発生しないとの既存知見より、「沸騰早期の揮発性Ruの環境放出量」はFOMから除外