

福島第一原子力発電所での放射性核種の短/長期挙動の評価

(2) 短/長期放射性核種挙動評価における課題

Evaluation of Short and Long-Term Behavior of Radioactive Nuclides

Distributed in Fukushima Daiichi NPP

(2) Major subjects for evaluation of short and long-term radioactive nuclide behavior after severe accident

*唐澤 英年¹, 内田 俊介¹, 木野 千晶¹, 内藤 正則¹, 逢坂 正彦²

¹エネ総研, ²JAEA

SA 解析コードで評価した原子炉内の FP 分布から、燃料デブリ取出し時の被ばくリスクに影響する核種を選定し、その存在量と放射能を評価した。本発表では、長期放射性核種挙動評価で考慮すべき課題を抽出した。

キーワード：FP 分布, 被ばくリスク, 放射性核種, デブリ取出し

1. 緒言

SA 解析コードで評価できる FP 分布は事故直後のものなので、燃料取出し時までは、沈着した FP の沈着量や沈着状態の変化や冷却水への溶解などが考えられる。このため、RPV, PCV, 配管を含む R/B などの主要部での FP 挙動を長期で評価できる FP マスバランス解析コードを開発している。今回は現在得られる情報を基に燃料デブリに含まれる主な放射性核種量を概略評価し、長期の挙動評価に必要な課題を抽出した。

2. 主要な放射性核種とその挙動

揮発性 FP の Cs は燃料溶融時に全量放出されるが、溶融燃料が落下する下部プレナムやペDESTAL に沈着する^[1]。この沈着 Cs は溶融燃料が落下して燃料デブリを形成する際に燃料デブリに取込まれると考えられる。また、燃料デブリには中揮発性(Sr, Sb, Ba, Ru 等)や低揮発性(Eu, Sm, Pm 等)の FP が残存している。炉内に存在する放射性核種の初期インベントリー^[2]から上記の Cs 取込みと FP 放出を考慮した燃料デブリ内の放射能を、表 1 に示す。ここで、Sb は Zr 中の不純物である。外部被ばくや内部被ばくの線量は、放射能に実効線量率定数や実効線量係数を掛けて求められる。これにより、作業者の被ばくリスクを評価できる。なお、 γ 線の実効線量率定数は Cs や Eu で大きく、 α 線の実効線量係数は Pu で大きい。

壁に物理吸着した Cs は、炭素鋼の放射線酸化により Cs-Fe-O 系酸化物を形成する可能性がある^[3]。燃料デブリに取込まれた Cs や Sr は、冷却水に選択的に溶解すると考えられる。また、溶解した Cs や Sr はコンクリートに浸透することも考えられる^[4]。これら放射性核種の長期での化学形態変化について議論する。

参考文献：

[1] 唐澤他、原子力学会 2019 年春の大会 2101、[2] 西原他、JAEA-Data/Code 2012-0018(2012)、[3] 鈴木他、原子力学会 2019 年春の大会 1D02、[4] 前島他、原子力学会 2019 年春の大会 2B19

表 1 燃料デブリ内の主要放射性核種の放射能(Bq/g-debris)

主な核種 種類	核種	Unit 1		Unit 2		Unit 3	
		10年後	20年後	10年後	20年後	10年後	20年後
FP	Ba-137m	1.66E+09	1.32E+09	1.54E+09	1.22E+09	1.45E+09	1.15E+09
	Sr-90	1.29E+09	1.01E+09	1.20E+09	9.44E+08	1.14E+09	8.95E+08
	Pm-147	2.29E+08	1.63E+07	2.49E+08	1.78E+07	2.42E+08	1.73E+07
	Cs-137	1.13E+08	9.00E+07	9.06E+07	7.18E+07	2.57E+06	2.04E+06
	Eu-154	4.19E+07	1.87E+07	3.73E+07	1.66E+07	3.43E+07	1.53E+07
	Sb-125	9.64E+06	7.81E+05	1.08E+07	8.72E+05	1.02E+07	8.32E+05
	Sm-151	6.94E+06	6.42E+06	6.67E+06	6.17E+06	6.83E+06	6.32E+06
	Ru-106	6.53E+06	7.47E+03	7.95E+06	9.12E+03	7.73E+06	8.87E+03
アクチノイド	Pu-241	1.50E+09	9.29E+08	1.39E+09	8.56E+08	1.56E+09	9.59E+08
	Am-241	3.67E+07	5.51E+07	3.18E+07	4.89E+07	3.61E+07	5.52E+07
	Cm-244	2.02E+07	1.37E+07	1.75E+07	1.20E+07	0.00E+00	0.00E+00
放射化	Fe-55	2.58E+05	1.80E+04	2.93E+05	2.04E+04	2.75E+05	1.91E+04
	Sb-125	8.44E+05	6.84E+04	9.52E+05	7.68E+04	8.95E+05	7.27E+04

*Hidetoshi Karasawa¹, Shunsuke Uchida¹, Chiaki Kino¹, Masahiko Naito¹, and Masahiko Ohsaka²

¹IAE, ²JAEA