

福島第一原子力発電所についての最新知見を反映した In-Vessel フェーズ MAAP 解析(2021 年度) (2) 3号機解析結果と今後の研究への活用

In-Vessel Phase MAAP Analysis Based on the Latest Findings on Fukushima Daiichi Nuclear Power Station in JFY2021

(2) Unit 3 Analysis Results and Use for Future Studies

*山下 拓哉¹, 佐藤 一憲¹, 吉川 信治¹, シブラ ミハエル², 溝上 伸也²

¹日本原子力研究開発機構, ²東京電力ホールディングス

本報告では3号機に対するMAAP解析評価結果、既存GOTHIC解析に基づく下部プレナム移行中の金属酸化の予測及び、下部プレナム移行物質の状態に関わる2,3号機の差と、今後の研究への活用について述べる。

キーワード：シビアアクシデント, 1F3, MAAP, 下部プレナムデブリ, 金属酸化

1. 3号機解析結果 3号機については炉心損傷開始から下部プレナム移行までに6時間以上を要し、炉心燃料の約36%が溶融していたと評価された。溶融燃料は流動性が高く、炉心物質の下部プレナムへの移行時間が2号機の場合よりも短くなり(数分間)、この間の炉心残留金属の酸化が抑制された。下部プレナムに移行した溶融燃料はRPV圧力上昇によって下部プレナム冷却材のサブクール度が増加した状態で効果的に微粒化したと推定されるが、溶融燃料プールを取り囲むクラスト(炉心燃料の20-30%と推定)については、比較的大きな塊りとなって下部プレナムに落下した可能性がある。これらの炉心物質は下部プレナム移行後1時間程度のうちに液相冷却材温度程度まで冷却されたものと考えられる。GOTHIC解析[1]と比較すると3号機についても下部プレナム移行時の金属酸化を過小評価している可能性がある。表1にMAAP解析における下部プレナム移行前の炉心物質の状態とGOTHIC解析の結果を参考に推定した下部プレナム移行デブリの状態予測を示す。下部プレナム移行後の金属Zrは2号機よりも約3t多い約9t、U-Zr-OのZrは2号機よりも約6t多い約24tである。これらの金属ZrとU-Zr-Oの多くは2号機同様、炉心周辺及び炉心下部の低温領域で固化していたものが固体のまま下部プレナムに落下したものと推定される。溶融プールやその下部クラストにも若干のZr等が含まれていたものと考えられ、微粒化物及びクラストの割れた塊りの中にはこのようなZr(溶融物総量の2%程度)やU-Zr-O(同8%程度)の固化による(U,Zr)O₂などが含まれていた可能性がある。

表1 下部プレナム移行前後の3号機炉心物質質量予測(単位: kg)(SSはスティール、SSO_xは酸化SS)

下部プレナム移行前						下部プレナム移行後						
UO ₂	ZrO ₂	SSO _x	Zr	SS	B ₄ C	U-Zr-O			計	Zr	ZrO ₂	
						0	Zr	0				
102,175	6,093	44	17,634	20,482	37	4,307	23,770	2,629	177,171	変化量	-8,372	+11,308
										変化後量	9,262	17,401

2. 今後の研究への活用 2号機、3号機ともに、下部プレナム移行デブリは一度液相冷却材温度程度まで冷えていたものと考えられるが、何れもその後冷却不足となり、再度昇温する過程でRPVバウンダリー破損とペDESTALへのデブリ移行が生じたものと考えられる。内部調査等から2,3号機ではRPV内残留デブリ、ペDESTAL移行デブリの量と質に顕著な差があると推定されるが、このような差が生じる原因には、下部プレナム移行デブリの状態の差が影響している可能性がある。今後は本研究で提示した2,3号機の下部プレナム移行物質の特徴や差に着目し、下部プレナムデブリ再昇温時の挙動を実験的に解明するとともに、内部調査結果や1F採取試料(既存取得データはサンプル数が限られるものの、現状推定を裏付ける傾向あり)・デブリ分析結果との整合性に基づいて、RPV内外のデブリ全体の性状予測精度を向上することが望まれる。

参考文献 [1] I. Sato, et al., "Evaluation of core material energy change during the in-vessel phase of Fukushima Daiichi Unit 3 based on observed pressure data utilizing GOTHIC code analysis", Journal of Nuclear Science and Technology, Jan., 2021

* Takuya Yamashita¹, Ikken Sato¹, Shinji Yoshikawa¹, Michal Cibula² and Shinya Mizokami²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Tokyo Electric Power Company Holdings.