

溶融デブリ冷却性挙動における不確かさ検討
(1) ジェット分裂及びメルトスプレッド挙動

Study on uncertainties associated with molten debris cooling behaviors

(1) Jet breakup and melt spread behaviors

*菊池 航¹, 秋葉 美幸¹, 堀田 亮年¹,

Alexander Konovalenko², Walter Villanueva², Sevostian Bechta², 松本 俊慶³

¹原子力規制庁長官官房技術基盤グループ, ²KTH, ³原子力機構

ジェット分裂及びデブリベッド形成挙動の解析モデル開発を目的として、これらの挙動を模擬した実験を実施している。実験における各種の不確かさ項目を明確化し、解析モデルへの反映についての検討を行った。

キーワード: ジェット分裂、ジェット衝突、メルトスプレッド、メルトエラプション、デブリベッド

1. 緒言 炉心溶融物の挙動について、圧力容器外へ放出され、プール水中で冷却されるまでの挙動を詳細に評価する解析コードを開発している。本コードの妥当性確認データを得るため、スウェーデン王立工科大学 (KTH) にて3種類の実験 (DOFOR-A、PULiMS 及び REMCOD) を実施している。本報告では、DOFOR-A 及び PULiMS を対象とし、ジェット分裂及びメルトスプレッドにおける不確かさ項目を抽出した。

2. ジェット分裂及びメルトスプレッド実験の概要 図1に示すように坩堝からファンネルを通し、水深約 1.5 m の水中に模擬溶融物を落下させ、軸方向の3か所に設置したキャッチャ及び床面での集積デブリ形成、粒子径分布等を計測する DOFOR-A 実験、水深 10 cm から 20 cm のプールに石英ガラス板により 360°、180°または 90°としたセクションに模擬溶融物を落下させ、SS 製床面との衝突後の拡がり挙動を観察する PULiMS 実験を実施した。ジェット分裂及びデブリベッド形成に影響すると考えられる溶融物の過熱度等をパラメータとして変化させ、挙動への影響を調査した。

3. 不確かさの検討 3組織の研究者が協力し、実験結果に影響を与える可能性がある不確かさ項目を、装置設計、計測、模擬物質組成及び現象の4分類について表1に抽出し、その影響メカニズムとモデル化の可能性について検討した。両実験から得られたデータに基づき多岐な現象に影響を与える組成等の重要度が高くモデル化が可能と判断される項目についてはコード開発に反映する。また、水中でのジェット分裂

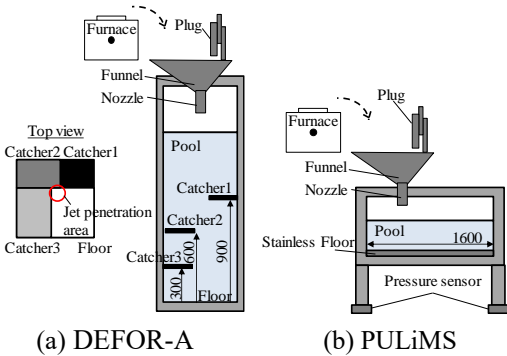


図1 実験装置の概略図

表1 代表的な不確かさ項目

分類	不確かさ項目		
	共通	DOFOR-A	PULiMS
装置設計	ファンネル等、落下前の溶融物の冷却	熱膨張によるキャッチャ位置ずれ	石英ガラスの壁面との熱伝達
計測精度	模擬溶融物の放出速度/全放出質量	集積デブリと粒子の分離	熱電対の時間遅れ パイロメータ誤差
模擬物質組成	坩堝材料との反応による Bi 分離、溶融物組成、金属/酸化物の不均一性	Bi 分離に伴う還元反応により生ずる CO ₂ によるポア形成	共晶組成からのずれによる溶融物過熱度への影響
現象	ファンネルからの放出時における溶融物の旋回流	ジェット形状/不安定性、集積挙動	着床時ジェット分裂割合、メルトエラプション、水巻込みによるデブリベッドの空隙発生、小規模 FCI

参考文献

[1] D. Magallon et.al “European expert network for the reduction of uncertainties in severe accident safety issues (EURSAFE).” Nucl. Engineering Des., 235, 309–346 (2005).

*Kikuchi Wataru¹, Akiba Miyuki¹, Hotta Akitoshi¹, Alexander Konovalenko², Walter Villanueva², Sevostian Bechta², Matsumoto Toshinori³, ¹Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R), ²Royal Institute of Technology (KTH), ³JAEA