

Multi-Physics モデリングによる福島 2・3 号機ペDESTAL燃料デブリ深さ方向の性状同定

(11) 2019-2021 年度のまとめと最新の理解

Estimation of the In-Depth Debris Status of Fukushima Unit-2 and Unit-3 with Multi-Physics Modeling

(11) Summary of FY2019-2021 and the Latest Understanding

*山路 哲史¹, 佐藤 一憲², 大石 佑治³, 古谷 正裕¹, Xin Li¹, 福田 貴斉¹

¹早稲田大学, ²日本原子力研究開発機構, ³大阪大学

MPS 法による溶融物挙動解析、模擬溶融物流下実験、浮遊法による高温融体物性評価と、実機プラントデータ・事故進展解析等の分析から、福島 2・3 号機ペDESTAL燃料デブリ深さ方向の性状同定に取り組んでいる。2019-2021 年度のまとめと最新の理解を報告する。

キーワード：原子炉過酷事故、福島第一原子力発電所、粒子法、浮遊法、臨界性評価、事故進展解析

1. 緒言

福島廃炉のためには炉内状況把握の更新が必要である。2021 年度の初号機の燃料デブリ取り出し開始やそれ以降の各号機の継続した安全管理のためにも、福島 2・3 号機ペDESTAL燃料デブリの深さ方向の分布・性状の把握が喫緊の課題である。本研究では、実機プラントデータ及び事故進展解析の分析、固液の移行及び界面の機構論的な追跡が可能な MPS 法、模擬デブリ流下実験、浮遊法による高温融体物性データ取得、臨界計算等を組み合わせた Multi-Physics モデリングにより、福島 2・3 号機ペDESTAL燃料デブリ深さ方向の性状同定に取り組んでいる。本発表では 2019-2021 年度のまとめと最新の理解を報告する。

2. 事故進展の理解とデブリ性状の推定

JAEA にて 2 号機のプラントデータ、内部調査結果、ペDESTAL中間架台の状況等から圧力容器 (RPV) バウンダリ破損モードを推定した。また、2/3 号機の共通/相違点等から 3 号機では先行流出物の移行後に半凝固状態の酸化物主体のデブリが約 75 分間かけて RPV からペDESTALに移行したと推定した。阪大にて浮遊法等により Fe-B 共晶溶融物の物性や性状を評価し、JAEA によるシナリオ推定を裏付ける結果 (Fe-B は共晶点直上で高い流動性) を得た。早大にて大規模スケールで長時間かけて半凝固状態のデブリ移行挙動を解析するために MPS 法を改良し、個別要素実験でその妥当性を確認した。JAEA 及び阪大で得られたシナリオ・物性を反映し、3 号機のデブリ移行期、冷却期、冷却不足期にわたる合計約 6 日間のデブリ挙動を解析した。その結果、ペDESTAL中間架台構造物群は機械的に崩落している可能性は高いものの、熱的に大規模に溶融する状況ではなく、これらが移行デブリを支えることで、高さ 2~3 m のデブリ堆積状態を説明できることを示した。一方、VULCANO VF-U1 実験の MPS 法による解析から、実機でも実験と同様に局所的には金属成分がコンクリート壁に沿って分布している可能性があることを示した。これらの解析で得られたデブリ分布の不確かさがその中性子実効増倍率に及ぼす影響は 4%程度で全体的に深い未臨界状態にあると推定される。

3. 謝辞

本研究は、「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」により実施された「Multi-Physics モデリングによる福島 2・3 号機ペDESTAL燃料デブリ深さ方向の性状同定」の成果である。

*Akifumi Yamaji¹, Ikken Sato², Yuji Ohishi³, Masahiro Furuya¹, Xin Li¹, Takanari Fukuda¹

¹Waseda Univ., ²JAEA, ³Osaka Univ.