

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

(1) ねらいと全体計画

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

(1) Overview of the Project

*山路 哲史¹, 古谷 正裕¹, 大石 佑治², 佐藤 一憲³, 深井 尋史¹, Li Xin³, 間所 寛³

¹ 早稲田大学, ² 大阪大学, ³ 日本原子力研究開発機構

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。

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

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。NDF 戦略プラン 2018 に示される 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、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、実機プラントデータ及び事故進展解析の分析等を組み合わせた 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を同定することを目的とする。本発表では研究のねらいと全体計画について報告する。

2. 研究内容

2-1. MPS 法による溶融物挙動解析手法の改良と解析及び模擬デブリ流下実験（早稲田大学）

デブリ堆積問題の解析に伴う MPS 法の計算コストを低減する解析アルゴリズムを開発し、コードを並列化する。3 号機では一旦ペDESTALに堆積したデブリが再溶融してデブリの成層化パターンが変化した可能性等を検討し、デブリ取り出し時の臨界性評価への影響も検討する。また、改良 MPS 法の妥当性確認と実機燃料デブリ堆積分布予測に資するため複数の異なる種類の模擬デブリを流下させる実験を行う。

2-2. 実機デブリ流下履歴の同定（原子力機構）

実機プラントデータ、これまでに得られている事故進展解析結果、内部調査の知見等を分析・活用し、2・3 号機原子炉圧力容器（RPV）から原子炉格納容器（PCV）ペDESTALへのデブリ移行履歴を推定する。

2-3. 浮遊法による高温融体物性評価（大阪大学）

ボライドと高温燃料が反応して生成する液相についての知見を得るため、Fe-B 共晶組成の合金と燃料(UO₂, ZrO₂, Zr 等)の反応に伴う相状態の変化を電子顕微鏡やエネルギー分散型 X 線分析装置(SEM/EDX)等を用いて観察する。また、反応生成融体の粘性等の物性を、ガス浮遊法を用いて評価する。

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, Masahiro Furuya¹, Yuji Ohishi², Ikken Sato³, Hirofumi Fukai¹, Xin Li³, Hiroshi Madokoro³

¹Waseda Univ., ²Osaka Univ., ³JAEA