

## Multi-physics モデリングによる Ex-Vessel 溶融物挙動理解の深化

### (6) 全体概要と MPS 法による spreading 解析の高度化(3)

Deepening Understanding of Ex-Vessel Corium Behavior by Multi-Physics Modeling

(6) Overview and Progress on Spreading Analysis by MPS Method(3)

\*山路 哲史<sup>1</sup>, 古谷 正裕<sup>2</sup>, 大石 佑治<sup>3</sup>, ジュバイダ<sup>1</sup>, 段 広濤<sup>1</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学, <sup>2</sup>電力中央研究所, <sup>3</sup>大阪大学

粒子法の一つである MPS 法による計算機実験、模擬溶融物流下試験、(U,Zr)O<sub>2</sub> 流下試験により、原子炉過酷事故時の Ex-Vessel 溶融物挙動の機構論的な予測に取り組んでいる。

**キーワード**：原子炉過酷事故、MPS 法、粒子法、VULCANO VE-U7, spreading, MCCI

#### 1. 緒言

既存の解析手法では原子炉過酷事故時に格納容器床面の sump pit 等の凹部にデブリが集中して安定冷却が困難となる問題の正確な評価や対応策の検討が困難である。本研究では、伝熱・流動・相変化を伴う原子炉容器外 (Ex-Vessel) 溶融物挙動の理解の深化に取り組む。MPS 法による計算機実験、模擬溶融物流下試験、(U,Zr)O<sub>2</sub> 物性測定により機構論的な Ex-Vessel 溶融物挙動の予測を目標とする。本発表では全体概要と MPS 法による spreading 解析の高度化の過程で着目した VULCANO VE-U7 実験の解析について報告する。

#### 2. 研究内容

##### 2-1. MPS 法による Ex-Vessel 溶融物挙動の理解の深化 (早稲田大学)

MPS 法による解析により、溶融物の広がり (spreading) 停止機構および MCCI によるコンクリートの非等方浸食機構の解明に取り組んでいる。仏国で実施された VULCANO VE-U7 実験で着目されたセラミック床上とコンクリート床上の模擬コリウム spreading 挙動の違いを MPS 法の解析で検討し、コンクリート床の熱分解等によるガスバブルの発生が及ぼしうる以下の影響の可能性を検討した。(1) 模擬コリウムの実効的な熱伝導率が向上する可能性、(2) 模擬コリウム自由表面の表面積が増大し、実効的な輻射率が向上する可能性、(3) 模擬コリウムの実効的な粘性が増大する可能性。

電力中央研究所で実施された BWR の Mark-I 型格納容器ペDESTAL部を模した 1/100 スケール体系の spreading 実験を MPS 法により解析し、床材のアブレーションを伴う溶融物の spreading によるサンプルへの流下やドライウェル床への流出を妥当に予測できることを確認した。

##### 2-2. 模擬デブリ流下試験による MPS 解析結果の妥当性の検証 (電力中央研究所)

BWR Mark-I 型格納容器を模した実験体系を用いて模擬デブリ流下試験を実施する。試験パラメータに、デブリ初期温度、流体粘性係数、滴下位置、流量等を選定し、デブリの三次元流下挙動を可視化し、サンプルピットや搬出口流出量の時間変化を計測する。異なる縮尺で試験し、スケール効果を定量化する。

##### 2-3. (U,Zr)O<sub>2</sub> 流下試験による基礎データ取得 (大阪大学)

ガス浮遊させた ZrO<sub>2</sub> 試料を CO<sub>2</sub> レーザーで照射加熱し、落下する溶融 ZrO<sub>2</sub> 試料の挙動をハイスピードカメラで撮影し、可視化した。今後、試料の組成や温度等をパラメータに系統的なデータを取得する。

#### 3. 謝辞

本研究は、「文部科学省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 Ex-Vessel 溶融物挙動理解の深化」の成果である。

\*Akifumi Yamaji<sup>1</sup>, Masahiro Furuya<sup>2</sup>, Yuji Ohishi<sup>3</sup>, Jubaidah<sup>1</sup> and Guangtao Duan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Waseda Univ., <sup>2</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry, <sup>3</sup>Osaka Univ.,