

デブリベッド形成と冷却性に関する評価手法開発と実験的研究の状況

A status of evaluation methods and experiments for formation and coolability of debris bed

* 堀田 亮年、秋葉 美幸、小城 烈、西村 健

原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

重大事故時の圧力容器外デブリベッド形成過程及び冷却性評価を目的として解析コード THERMOS の開発を進めており、妥当性確認データベースの一部とするために、スウェーデン王立工科大学 (KTH) と協力し、同大にて実験的研究 (DEFOR-A、PULiMS 及び REMCOD) を実施している。その最新状況について報告し、解析コードの妥当性確認の考え方について述べる。

キーワード: 圧力容器外、デブリベッド、冷却性、DEFOR-A、PULiMS、REMCOD、THERMOS

1. 緒言 KTH における実験全体を 6 フェイズに分け、前段フェイズの結果に基づき後段フェイズの実験計画及び実施法を調整しつつ進めており、平成 30 年度末までに第 5 フェイズを終了する予定である。

2. KTH 実験実施状況 DEFOR-A (深いプール中での溶融ジェット分裂挙動) 及び PULiMS (浅いプールへの溶融物拡がり挙動) では、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-W}_3\text{O}$ の共晶及び非共晶組成混合物を誘導加熱炉により所定温度にて溶融状態とした後に、各装置の実験セクションに落下させた。

DEFOR-A: これまでに A23 から A26 (KTH における通算番号) までの 4 ケースの実験を実施し、ジェット径、溶融物過熱度、プール水サブクール度等をパラメータとして、溶融ジェットの分裂挙動を高速度ビデオにより撮影すると共に、実験セクションの下方に設置された 4 段のキャッチャにより粒子デブリを補足し、粒子デブリの粒径分布及び集積デブリ割合を取得した。

PULiMS: これまでに E7 から E17 (KTH における通算番号) までの 11 ケースの実験を終了し、溶融物の過熱度、落下高さ及び落下量、プール水サブクール度等をパラメータとして、拡がり挙動に関する系統的データを取得した。この中には、石英ガラスにより仕切られた 180° セクタ実験が含まれ、溶融ジェットの床面衝突挙動等の断面内の流動を高速度ビデオにより撮影することができた。また熱電対 (T/C) の答による溶融物位置測定その他、レーザーによる表面形状測定、ポロシティ測定、EDX (エネルギー分散型 X 線) 分析による落下前サンプルの金相試験等を実施した。また、これまでに 3 回の溶融物-冷却材相互作用を観測し、いずれも試験装置への影響は無視できることを確認した。一回についてはテストセクション底部のロードセルに反力による有意な信号を得ており、比較的小さな機械的エネルギー変換効率が得られた。規模が小さい他の 2 回についても動画及びロードセル等による記録を行っている。

REMCOD: 共晶組成の Sn-Bi 溶融物が高温に熱した固体粒子層中の空隙チャンネル内に浸透する挙動を測定するために、2 種類の実験装置 (REMCOD-1 及び 2) を製作した。重力、表面張力及び毛細管圧力の影響に注目するため、固体粒子の材料として Al_2O_3 、ガラス、ステンレス鋼及び Cu を用い、さらに粒子形状 (球形及び円筒) 及び粒径をパラメータとした。溶融金属の浸透位置を熱電対により測定し、浸透後の固体粒子層の詳細観察により浸透流の構造について把握した。これまでに E1 から E13 までの 13 ケースのデータを取得した。また、別途実施した個別効果実験の結果、粒子表面の酸化被膜有無等の条件を十分に制御できない場合には浸透挙動に大きなばらつきが見られることが分かった。これらの影響を考慮し、さらに加熱及び溶融金属注入等の条件設定の精度を向上させた REMCOD-3 を製作中である。

3. THERMOS 妥当性確認実験計画への反映 これらの実験データを活用し、THERMOS の各モジュールに対する妥当性確認計画を立案している。図 1 には、PULiMS から得られたデータに基づき、溶融物とプール水/床面との熱伝達条件 (上面: 膜沸騰状態及び伝熱面積/下面: 床面との接触状態等) を考慮した MSPREAD

による溶融物拡がり解析を実施する方法を例示している。

4. 結言 第 5 フェイズまでの進捗状況についてまとめた。第 6 フェイズでは、実験データ全体についての整理及び分析を実施する予定である。

* Akitoshi Hotta, Miyuki Akiba, Retsu Kojo, Takeshi Nishimura,

Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)

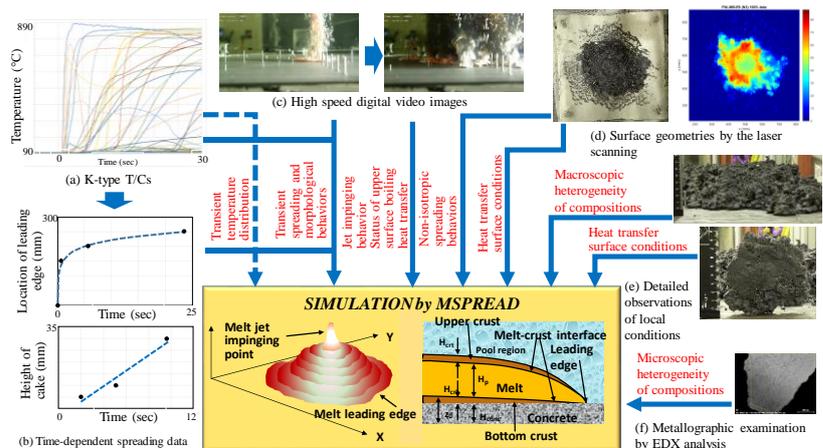


図 1 PULiMS 実験に基づく MSPREAD コードの妥当性確認