

## PULiMS 実験データに基づく水中高温溶融物拡がり挙動に関する特徴分析

Study on characteristics of underwater high temperature melt spreading behavior based on PULiMS test data

\*堀田 亮年<sup>1</sup>、菊池 航<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ

PULiMS 装置により実施した 12 ケースの水中における高温溶融物拡がりに関する実験結果を整理した。透明仕切り板を用いたセクション体系実験では、浅いプール水中での、溶融ジェットの前部への衝突時の流動挙動、冷却及び固化が拡がり及び影響を分析した。

**キーワード：**メルトスプレッド、ジェット衝突、固化、メルトエラプション、PULiMS

### 1. 緒言

著者等は、スウェーデン王立工科大学（KTH）と共に、水中における高温溶融物拡がりに関する一連の実験を実施した。その結果は、報告書として公開されている<sup>[1]</sup>。本実験では、 $\text{WO}_3\text{:Bi}_2\text{O}_3$  共晶組成混合物(57:43)を用い、高温溶融物生成炉、溶融物をプールに導くファンネル、鋼製フレームとプレキシングラスから成るプール、溶融物が拡がるステンレス製床面等から構成される PULiMS 装置を用いた。床面中央に落下させる 360°対称拡がりの他、透明仕切り板により 180°及び 90°のセクションを形成し、その交点近傍に落下させ、床と衝突する近傍の流動状況を観察した。溶融物過熱度、放出口径、プール水深、水温等をパラメータとして 12 ケースを実施しており、熱電対、FBG、動的圧力センサ等によるオンラインデータ取得、デブリベッド目視観察、粒径分布、ポロシティ等の計測、サンプルの SEM/EDX 分析、高速度ビデオ撮影を実施した。

### 2. 実験結果の分析

#### 2-1.落下点近傍流動及びデブリベッド観察

Fig.1 は 180°セクションにて実施された実験ケース E10 の落下時及び落下後の状況である。高速度ビデオ画像より溶融物落下量は変動しており、大量に落下し床面に衝突する際に冷却水が溶融物に取り込まれ、内部での激しい沸騰により発生する蒸気により溶融物が周囲に飛散し、一部は大きな溶融物塊となって落下してデブリ上に堆積する様子が観察された(Fig.1(a))。実験後の観察では、内部にキャビティを抱えた隆起部が随所に見られた(Fig.1(b))。こうした内部キャビティの多くは外部と連通していると考えられ、ここを通る冷却水循環によりデブリが冷却され、拡がりの停止に寄与することが示唆された。

#### 2-2.SEM/EDX による組成分析

実験後の固化ベッドを観察したところ、Fig.2 に示すように Bi が局所的に析出していることが分かった。これら析出部を除くバルク部位をスキャンすることにより O:W:Bi の原子比率を求めた。全ケースにおいて、バルクに存在する  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  の比率は溶融炉注入時の共晶組成よりも小さいことが分かった。溶融物質の液相線（完全溶融と部分固化の境界線）は、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  が減少すると急勾配にて高温側にシフトすることから、水中における溶融物の過熱度は、共晶組成のそれよりも大幅に低下したことが推測される。これによって、溶融物固化が促進され、溶融物の粘性に影響を及ぼす可能性がある。実験結果の解釈では、こうした溶融物組成の非均一性を考慮したバルク組成を把握することが重要である。

### 3. 結論

現在、KTH と協力して、その他の要因も含めた総合的な重要現象抽出を実施しており、拡がりに対する影響が大きいとされる現象について、数値モデルの開発につながる知見を整理する予定である。

#### 参考文献

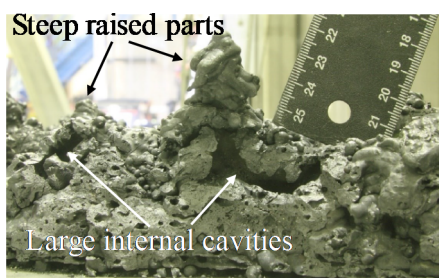
[1] NPS(KTH), Phase 6 Post-test Analysis of PULiMS and DEFOR tests and Test Series of REMCOD(2020).

\*HOTTA Akitoshi and KIKUCHI Wataru

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

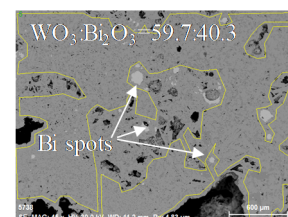


(a) Side view of jet impingement

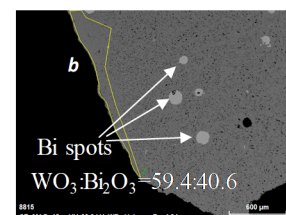


(b) Side view of debris bed

Fig.1 Visual observation of E10



(a) Area 3 from bottom



(b) Area b from bottom

Area 3/b はサンプル位置[1]参照

Fig.2 Sample areas of E10