

THERMOS-JBREAK による高温溶融物の分裂及び集積挙動解析

Analysis of high-temperature melt breakup and agglomeration behavior by THERMOS-JBREAK

*菊池 航¹, 堀田 亮年¹

¹原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

デブリベッドの形成や冷却の不確かさを定量的に評価するため、溶融物ジェットの分裂挙動及び液滴集積挙動等を評価するモジュールの THERMOS-JBREAK を開発中である。溶融ジェットから分裂した液滴が床面に沈降した時にクラストが割れ内部の溶融物が流出し拡がる挙動をモデル化した。本報告では、開発したモデルの概要及び妥当性確認結果を報告する。

キーワード：THERMOS-JBREAK、ジェットブレイクアップ、液滴集積、溶融物拡がり、デブリベッド

1. 緒言

デブリベッドの冷却性を評価する解析コード THERMOS は、溶融物ジェットの分裂及び集積挙動等を取り扱う JBREAK モジュール、二相流中の流れ場を取り扱う DPCOOL 及び溶融物の床面での拡がり挙動を取り扱う MSPREAD モジュール等で構成される。これらを連成させた過去の解析では、床面に到達した溶融ジェットまたはクラストのない液滴が拡がると仮定し、クラストがある液滴は拡がり計算が行われないモデルとなっていた。そのため、デブリベッドの面積を過小評価、高さを過大評価した^[1]。これを改良するために、クラストがある液滴が床面に衝突した際にクラストが破損し内部の溶融物が流出する挙動をモデル化した。

2. クラスト破損モデル

液滴がキャッチャ底面に衝突した瞬時の最大応力が、一様な外圧を受ける球殻に対する座屈応力以上である場合、クラストは破損すると仮定する。クラストが破損した場合は、クラスト化していない内部溶融デブリを外へ流出させ MSPREAD によって拡がり計算を行う。

3. DEFOR-A 解析結果

スウェーデン王立工科大学において実施された DEFOR-A27^[2]の実験結果に基づいてクラスト破損モデルの妥当性確認を行った。本実験は、水深 1500 mm のプールに初期温度 1342 K の模擬溶融物を落下させ、軸方向の 3 か所に設置したキャッチャ及び底面でのデブリベッド形状等を測定したものである。例として床面から 300 mm の解析結果及び実験結果のデブリベッド高さ分布を Fig. 1 に示す。クラスト破損モデルを無効にした解析結果に比べ、クラスト破損モデルを有効にした解析結果は溶融物が拡がり、実験結果とより一致するデブリベッド高さ分布を示した。

4. 結論

クラストが破損し内部溶融物が流出する挙動をモデル化することでキャッチャ上のデブリベッド形状は実験結果とより一致した。

謝辞

JBREAK の開発では、アドバンスソフト(株)の伊藤耕悦氏のご協力を頂いた。ここに謝意を表す。

参考文献

[1] 菊池ら、JBREAK における溶融デブリ堆積及び集積モデル開発、日本原子力学会 2021 年秋の年会予稿集、2J11

[2] NPS(KTH), Phase 5 Modification of the Facilities and Third Test Series of Separate Effect Studies (2019).

*KIKUCHI Wataru¹, HOTTA Akitoshi¹

¹ Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (NRA)

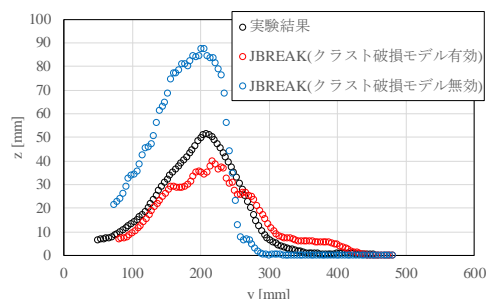


Fig. 1 デブリベッド高さ分布の比較