

ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故時における 溶融炉心物質の再配置挙動に関する研究

(7) 低水深プール中での融体流出試験に対する解析モデルの検証

Studies on Relocation Behavior of Molten Core Materials

in the Core Disruptive Accident of Sodium-cooled Fast Reactors

(7) Validation of Analysis Models for the Melt Discharge Experiments into a Shallow Water Pool

*五十嵐 魁¹, 堺 公明¹, 加藤 慎也², 松場 賢一², 神山 健司²

¹東海大学, ²日本原子力研究開発機構

ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故時における炉心溶融物質の堆積挙動を解明するため、SIMMER コードを用いて、低水深の水プール中に溶融した低融点合金を落下させる模擬試験を対象とした解析を実施した。本発表では実験値と解析値の比較によって解析体系モデルの妥当性を検証した結果について報告する。
キーワード: 高速炉、炉心崩壊事故、溶融炉心物質再配置、SIMMER

1. 緒言

高速炉の炉心崩壊事故時に溶融した炉心物質は、主に制御棒案内管を通じて炉心部から流出し、炉心入口プレナムの底板と衝突しながら当該底板上に堆積する場合が想定される。この噴流衝突を伴う堆積挙動の解明は、炉心崩壊事故に関する事象推移をより明確にし、安全評価の不確かさを低減する。そのため、当該挙動の実験的知見の拡充とそれに基づく評価手法の開発が重要である。本報では、融体の噴流が冷却材プール中の底板に衝突する際の挙動を模擬した低水深プールへの低融点合金の落下試験^[1]を対象に、高速炉安全解析コード SIMMER を用いた解析評価を実施し、実験値と解析値の比較によって、解析体系モデル (図1) の妥当性を検証することを目的とする。

2. 解析方法

本研究で対象とした実験は水プール中に低融点合金の融体を落下させ、底板上での融体の広がりに関する温度及び圧力を測定するものである^[1]。解析体系モデルを図1に示す。解析体系は融体注入ノズルを中心軸とした円筒座標系として、解析セルを設定した。特に、ノズル近傍及び底板近傍の解析セルのサイズが結果に影響を及ぼすことから不等間隔のメッシュ構成とし、ノズル近傍でのメッシュを詳細化した。

3. 解析結果

図2に底板上の中心位置 ($r=0\text{mm}$) の温度に関する実験と解析の比較を示す。解析では実験と同様に融体の流入による温度上昇挙動が再現された。また、図3にプール中の圧力挙動について実験と解析との比較を示す。圧力変動は高温の融体の侵入に伴う冷却材の沸騰・凝縮等により発生すると考えられるが、解析において実験での圧力変動の最大/最小値の範囲及び周期等の挙動の傾向が一致することが確認された。

4. 結言

低融点合金の融体の噴流が冷却材プール中の底板に衝突する際の挙動について、SIMMER コードを用いて解析を実施し、解析値と実験値の比較等を実施した。その結果、実験時の全体的な温度挙動、圧力挙動が概ね再現されており、解析体系モデルの妥当性を確認することができた。

謝辞 解析実施にあたり (株)NESI 細野正剛氏、菅谷正昭氏、金岩潤一郎氏及び日本原子力研究開発機構 田上浩孝氏にご助力、ご助言を頂きました。ここに感謝致します。

参考文献

[1] 江村ら、ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故時における溶融炉心物質の再配置挙動に関する研究 (4)試験条件が低水深プール中での融体の分散・堆積に与える影響 原子力学会 2017 秋の大会 [2B08]

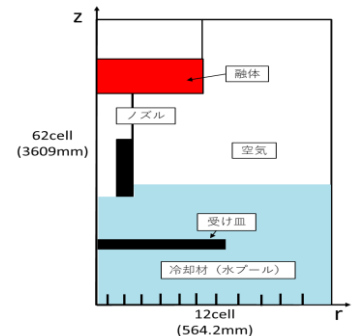


図1 解析体系モデル

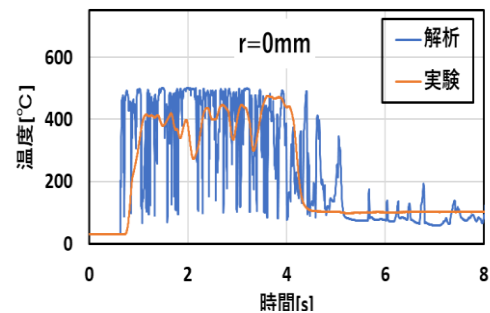


図2 底板上温度

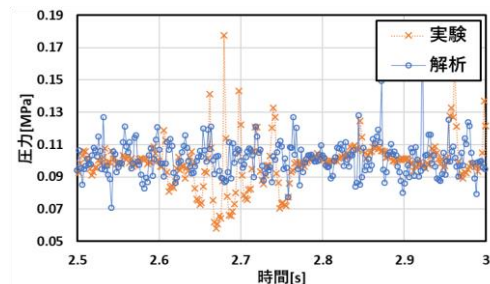


図3 プール中の圧力挙動

* Kai Igarashi¹, Takaaki Sakai¹, Shinya Kato², Ken-ichi Matsuba², Kenji Kamiyama²

¹Tokai Univ., ²Japan Atomic Energy Agency