

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 (2) 低水深プール中への融体流出試験

Studies on Relocation Behavior of Molten Core Materials
in the Core Disruptive Accident of Sodium-cooled Fast Reactors

(2) Experimental Study on Molten-metal Discharge into a Shallow Water Pool

*今泉 悠也¹, 神山 健司¹, 松場 賢一¹, 磯崎 三喜男¹, 鈴木 徹¹, 江村 優軌¹

¹ 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の再配置過程における、溶融炉心物質と冷却材との熱的相互作用および炉内構造物への炉心物質の再配置挙動を解明するため、低融点合金を低水深の水プール中に落下させる模擬試験を複数回行った。本件では、本試験の結果およびそのメカニズムの考察について報告する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉, 炉心崩壊事故, 溶融炉心物質再配置, 燃料—冷却材熱的相互作用, 衝突噴流

1. 緒言

ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故時の再配置過程における溶融炉心物質と冷却材との熱的相互作用及び炉心物質の再配置挙動を解明するため、溶融炉心物質の模擬物質として低融点合金を水プール中に落下させる試験を開始した。なお試験では、実機における入口プレナム部を模擬するため、水プール中の深さ方向途中に水平平板（底板）を設置した。

2. 実験システム

入口プレナム部では、噴流となって流出した溶融炉心物質が微細化する途上でプレナム部底板に衝突する可能性がある。そこで、本試験では、炉内構造物の存在が溶融炉心物質の微細化に与える影響を調査すること[1]を目的に、底板が存在しない場合には十分な微細化が起こらない距離[2]（約 100mm）に底板を設置した。微細化途上に底板が設置されている条件を本研究では「低水深プール」と称する。落下物には融点が 78℃の低融点合金を使用し、溶融炉心物質とナトリウムとの接触界面に安定な蒸気膜が形成されない条件を模擬するため、初期温度は融体が 350℃、水が 30℃とした。融体は自由落下により加速し、衝突時の先端速度は約 4m/s であった。ノズルの内径は 28mm、融体の量は約 60である。

3. 実験結果および考察

融体は底板に衝突し底板に沿って四方に分散してゆく（図 1）と同時に、微細化を起こしながら固化した（図 2）。十分な微細化が発生しないと予想される位置に底板が設置されていたにも関わらず微細化が確認された原因としては、落下した融体が底板の存在により底板に沿って周方向へ広げられ、これにより強制的に水との接触表面積が拡大された影響が考えられる。また、融体の分散過程で、瞬間的な圧力の発生が何度か観測された。この圧力は、融体と水の熱的相互作用により発生した沸騰気泡の成長に伴って発生したと考えられ、これによっても融体の流れが攪拌され、微細化が促進されたと考えられる。

4. 結言

高温融体を低水深プールに落下させる実験を行った結果、融体が微細化しながら固化することが確認された。底板の存在により融体が強制的に分散し、水との接触表面積が拡大したことが、微細化の促進要因であったと考えられる。

参考文献

[1] 神山ら, 2016 年秋の大会予稿集, 3H10, 日本原子力学会 (2016)

[2] Matsuba et al., Nuclear Safety and Simulation, Vol. 4, 4 (2013)

*Yuya Imaizumi¹, Kenji Kamiyama¹, Ken-ichi Matsuba¹, Mikio Isozaki¹, Tohru Suzuki¹, Yuki Emura¹

¹Japan Atomic Energy Agency

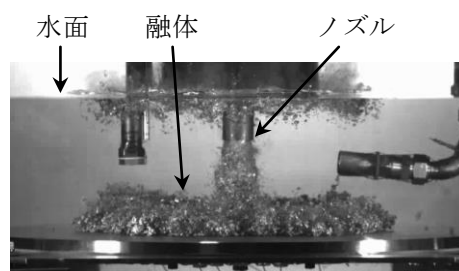


図 1. 底板に衝突し分散する融体



図 2. 微細化して固化した融体