

ジェット・インピンジメント挙動に関する粒子法シミュレーション

Particle-based simulation of jet impingement behaviors

*高塚 大地¹, 中村 武志¹, 張 婷¹, 劉 維¹, 守田 幸路¹, 神山 健司²

¹九州大, ²JAEA

ジェット・インピンジメント挙動に関する既往実験を対象とした3次元粒子法シミュレーション解析を実施し、実験から得られた金属プレートの浸食速度について解析結果の妥当性を検証した。解析ではプレートの浸食挙動に影響を与える溶融プール形成やクラスト形成挙動が再現されており、本手法の適用性を確認した。

キーワード: 過酷事故、ジェット・インピンジメント、溶融浸食、粒子法シミュレーション

1. 緒言 高速炉の炉心損傷事故における再配置／冷却過程において、炉心から流出した高温のジェット状溶融炉心物質が炉内構造物に直接衝突するジェット・インピンジメントが生じる可能性がある。本研究では、この挙動を対象とした三次元粒子法シミュレーションを行い、Sato ら⁽¹⁾及び Saito ら⁽²⁾によって得られた実験的知見と比較することで、解析手法の妥当性について検証した。

2. 解析手法 本解析では、多相流の支配方程式の離散化に有限体積粒子法⁽³⁾を用い、仮想粒子の導入により離散化誤差を軽減する EMIFVP 法⁽⁴⁾を適用した。溶融ジェット／固体プレートの接触による熱伝達及び相変化現象の計算には、多成分平衡・非平衡相変化モデル⁽⁵⁾を用いた。

3. 解析結果 溶融ジェットと固体プレートにステンレス鋼 (SS) を用いた Sato らの実験で得られたプレート浸食深さに関する実験データ及び相関式と解析結果の比較を図1に示す。ノズル径 10 mm 及び 20 mm の両ケースで、解析結果がプレート浸食深さの時間変化を概ね再現していることが分かる。また、図2に示すように、NaCl 溶融ジェットを Sn プレートに衝突させた解析ケースでは、Saito らの実験で観察された、プレート上に NaCl の固化クラストが形成され、プレートの溶融浸食を緩和する効果が再現された。

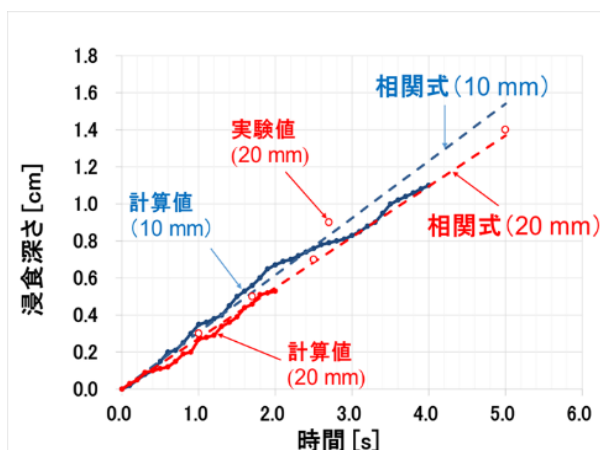


図1 プレート浸食深さの時間変化
(SS 溶融ジェット-SS プレート)

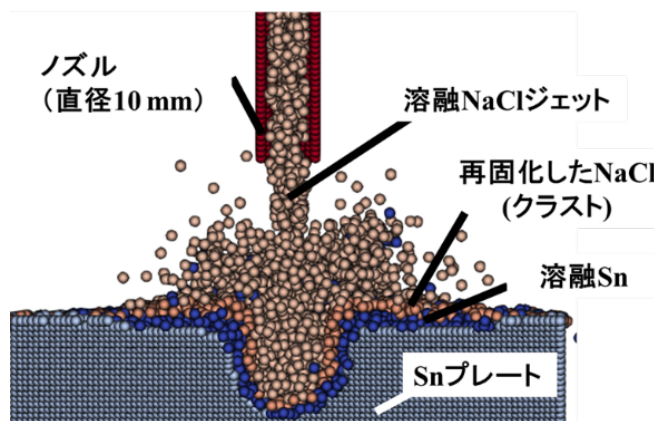


図2 衝突開始後 2.0 s での物質分布
(NaCl 溶融ジェット-Sn プレート)

参考文献

[1] M. Sato et al.: Nucl. Eng. Des., 132, 171-186 (1991) [2] M. Saito et al.: Nucl. Eng. Des., 21, 11-23 (1990) [3] 藪下, 日比: 計算工学講演会論文集, 10, 419-422 (2005) [4] X. Liu et al.: Comput. Phys. Commun., 230, 59-69 (2018) [5] N.A. Aprianti et al.: Mem. Fac. Eng. Kyushu Univ., 74(1), 1-23 (2014)

*Daichi Takatsuka¹, Takeshi Nakamura¹, Ting Zhang¹, Wei Liu¹, Koji Morita¹ and Kenji Kamiyama²

¹Kyushu Univ., ²JAEA