

原子炉内溶融物移行挙動数値解析手法の開発 (6) 界面液相進展モデルの検討

Development of Numerical Simulation Method for Relocation Behavior of Molten Materials
in Nuclear Reactors

(6) Consideration of the melt diffusion model on interfaces

*山下 晋¹, 高瀬 和之¹, 文字 秀明², 吉田 啓之¹

¹原子力機構, ²筑波大学

多相多成分流解析コード JUPITER によるシビアアクシデント時構造物溶融挙動解析に対する、異なる材料界面間における共晶反応等、液相形成の進展を解析する手法の適用性を検討した。作成した手法へ適切にモデルを組み込むことにより液相形成と形成された液相の移行の評価に適用可能であることが分かった。

キーワード：数値解析, 溶融・凝固, 移行挙動, 多成分流

1. 緒言

原子力機構では、シビアアクシデント時の炉心溶融の現象理解促進に資することを目的として、炉内溶融物移行挙動等を現象論的に評価するための多相多成分流解析コード(JUPITER)[1]を開発している。本報では、制御棒を構成する SUS 及び B₄C 間の界面等の異なる物質界面付近での液相形成の進展を簡易的に評価する手法を作成するとともに、制御棒溶融挙動の予備解析により適用性を検討した結果について報告する。

2. 液相形成進展評価手法及び計算結果

液相形成を簡易的に評価するため、異なる成分間の界面と判定された格子において、液相形成温度を超えた場合に設定した進展速度で液相を形成させる手法を作成し、JUPITER に組み込んだ。手法の妥当性を確認するため、SUS と B₄C で構成される制御棒と、チャンネルボックスからなる高さ 39 mm、縦横 19.5 mm の体系での予備解析を実施した。解析では、各部材に一定の発熱量 10MW/m³ を与えることで温度上昇を模擬した。液相形成の進展速度は、Phase Field 法により求めた SUS 側 9.1μm/s、B₄C 側 5.7μm/s を用いた。図 1 に解析による液相形成の進展・移行挙動を示す。SUS と B₄C の界面と判定された格子において、B₄C-SUS 共晶物の融点を超えることによる B₄C-SUS 共晶溶融物の形成、その後の移行等、導入した手法が当初の予定通り機能することが確認できた。これより、液相形成の進展解析手法を組み込んだ JUPITER が、制御棒等の構造物の液相形成の進展を伴う溶融過程の評価に適用可能であることを確認した。

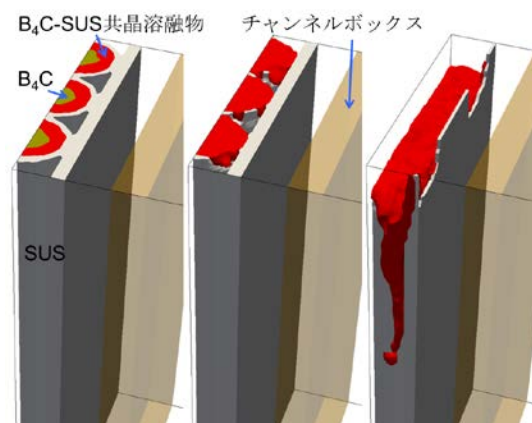


図 1 予備解析による液相形成進展・移行挙動

3. 今後の課題

定量的な現象の再現のためには、Phase Field 法による一定値とした液相形成の進展速度に対し、実験結果に基づく知見等も参照し、温度等の影響を考慮した解析モデルとする必要がある。

参考文献

[1] 山下 晋, 高瀬 和之, 吉田啓之, 原子力学会 2015 年春の年会 H44

*Susumu Yamashita¹, Kazuyuki Takase¹, Hideaki Monji² and Hiroyuki Yoshida¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Tsukuba Univ.