

原子炉内溶融物移行挙動数値解析手法の開発

(8) 傾斜部における模擬溶融物の界面挙動

Development of Numerical Simulation Method
for Relocation Behavior of Molten Materials in Nuclear Reactors
(8) Interface Behavior of Simulated Molten Fluid in Slope Part

*松浦 浩太¹, 文字 秀明¹, 山下 晋², 吉田 啓之²

¹筑波大学, ²日本原子力研究開発機構

開発中の原子炉内溶融物移行挙動数値解析手法の妥当性の評価を目的とし、炉心下部構造の一部をモデル化した実験装置を用いて溶融物模擬流体の流下挙動に関する試験を実施している。本報では傾斜部における計測の結果について報告する。

キーワード：移行挙動, 可視化計測, JUPITER, 液膜, 傾斜部, 粘性の効果

1. 緒言

シビアアクシデント時の事象解明に資することを目的として、炉内溶融物移行挙動等を評価するための多相流解析手法 (JUPITER) を開発している [1] [2]。本報では、解析手法の信頼性向上のための検証データ取得を目的とした実験のうち、炉心下部構造の一部を模擬した装置により、制御棒速度リミッタを模擬した傾斜部の界面挙動を観察した。

2. 実験

実験装置では流体が垂直な狭隘流路とそれに接続する傾斜板上を流下する [3]。流体は水と粘性の異なる 2 種のシリコンオイルを用い、粘性の違いによる傾斜部での挙動の違いを高速ビデオカメラによる撮影とレーザーフォーカス変位計による液膜厚計測より考察した。液膜厚は流路傾斜部中央で計測した。また、電子天秤により流量を求め、液膜レイノルズ数 ($Re_f = Q/\rho Lv$) を算出した。

3. 結果

Fig.1 に水とシリコンオイルの、傾斜部における界面挙動の観察結果を示す。Fig.1 より水の液膜流は界面波を伴って流下しているのに対して、高粘性のシリコンオイル液膜流では界面波を確認出来ない。流下液膜の波形は、液膜レイノルズ数の増加とともに振幅が増加し、複雑な波形を呈すると報告されている[4]が、今回の計測結果はこの傾向と一致している。(水の $Re_f=11800$, シリコンオイル(50cs)の $Re_f=114$)。Fig.2 に液膜厚さを Nusselt の式による評価値と比較して示す。縦軸を無次元平均液膜厚、横軸を液膜レイノルズ数 Re_f として比較すると、すべての条件において理論値を計測値が下回る結果となった。

4. 結言

今回行った実験により、粘性の違いが液膜流の界面波に大きく影響を与えることが確認できた。また、液膜厚の計測も行ったが、理論値と一致しなかったため、実験装置構造の影響や計測誤差等の検討を行い、計測した液膜厚の妥当性を検証する予定である。また、今後はより詳細な液膜流撮影を行い、物性値や流路構造が液膜流動に与える影響を調べる。

参考文献

- [1] Yamashita, S., et al., ICONE-22-30972, (2013).
[2] Yamashita, S., et al., ICONE-23-1581, (2014).
[3] 松浦, 他, 日本原子力学会 2016 年春の年会, 2C19, (2016).
[4] 高浜, 他, 日本機械学会論文集 Vol.44, No.386, P3514-3525, (1978).ⁱ

*Kota Matsuura¹, Hideaki Monji¹, Susumu Yamashita², Hiroyuki Yoshida²

¹Tsukuba Univ., ²Japan Atomic Energy Agency.

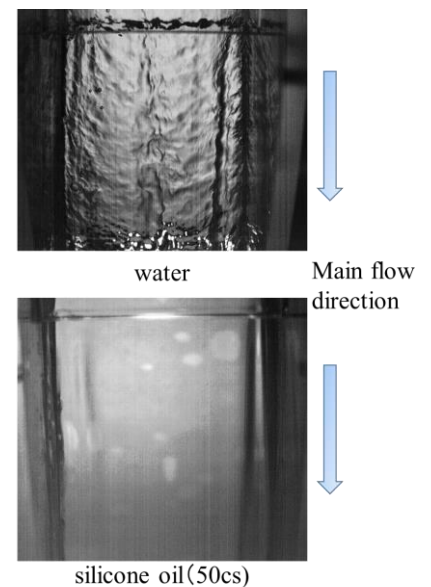


Fig.1 Liquid film image at slope section

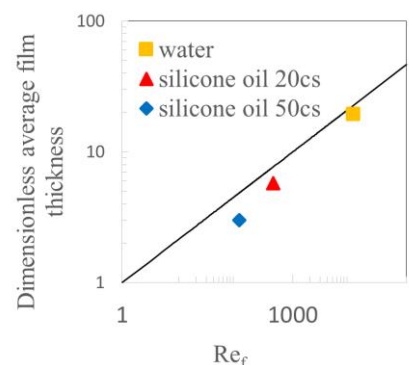


Fig.2 Average thickness of liquid film on a slope part