

原子炉内溶融物移行挙動数値解析手法の開発 (12) 流下液膜界面挙動の計測

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

(10) Measurement of the behavior of flow down liquid film

*日原 由太郎¹、文字 秀明¹、阿部 豊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

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を開発している。本報では、検証データを得ることを目的として行った実験について報告する。実験では炉心下部の一部を模擬した装置を製作し、流路内部の挙動を調べ、液膜落下速度を計測した。

キーワード：移行挙動, 可視化計測, 液膜

1. 緒言

シビアアクシデント時の事象解明を目的として、炉内溶融物移行挙動等を評価する多相流解析手法 (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て炉心下部構造を模擬した装置を用い流下液膜挙動を計測し、数値計算結果との比較、検討を行なった。

2. 実験

本研究では、制御棒の溶融挙動に注目し、制御棒が溶融した際に流下すると考えられる、燃料集合体と制御棒間の狭隘流路や燃料支持機構、制御棒速度リミッタ等をモデル化して実験装置を製作し、可視化計測を行った。また、可視化実験で高温溶融物を用いるのは非常に困難であるため、本実験では常温の水を作動流体とし、PIV や LIF で流速や液膜厚さを計測した。

3. 結果

図2は液膜の面に沿った液膜厚さを示す。横軸は図1に示す流路下部からの鉛直方向距離で、200mmで流路が拡大部から傾斜部が変わる。液膜は狭隘流路下端(370 mmの位置)から拡大部を流下する間少しずつ薄くなっていくことが分かる。また、傾斜部へと遷移する点(200 mm)の付近で一担、液膜厚さが増加するが、傾斜部中央付近から下端にかけては一定の厚さで流下することが確認された。数値計算結果では流路傾斜部で液膜厚さの増加、減少が見られるが、実験結果では見られなかった。

4. 結言

狭隘流路の拡大部及び傾斜部において、拡大部では液膜厚さが減少し、傾斜部では一定の値を示した。また数値計算結果との比較より、傾斜部で特に異なる結果が得られた。これは出口条件が適切に計算できていないこと、気液界面の挙動が詳細に再現されていないこと、液膜厚さの取り扱いに差異があることが考えられる。今後はより詳細な液膜流速、厚さの計測、数値解析条件の修正を行い、物性値や流路構造が液膜流動に与える影響を調べる予定である。

参考文献

- [1] Yamashita, S., et al., ICONE-22-30972, (2014).
- [2] Yamashita, S., et al., ICONE-23-1581, (2015).
- [3] 松浦, 他, 日本原子力学会 2016 年春の年会, 2C19, (2016).

* Yutaro Hihara¹, Hideaki Monji¹, Yutaka Abe¹, Susumu Yamashita², Hiroyuki Yoshida²

¹Tsukuba Univ., ²Japan Atomic Energy Agency.

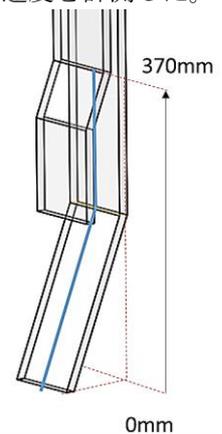


図1 流速計測部

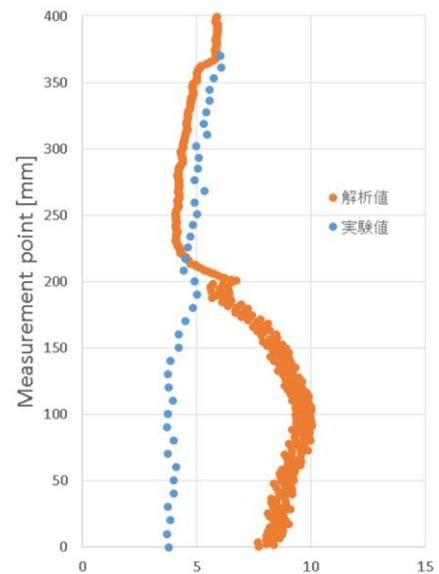


図2 液膜厚さ