

使用済み燃料プールにおける温度成層化の受動的対策法 -流動の可視化実験による評価-

A passive method for solving thermal stratification of spent fuel pools

-Evaluation by flow visualization experiment-

*落合 克樹¹, 師岡 慎一¹

¹ 早稲田大学

原子力発電所の過酷事故対策として、使用済み燃料プール(SFP)を無電源で冷却する技術が必要である。本研究では、SFP内の温度成層化を解消することで自然力によって効率良くプールを冷却する技術を考案し、模型実験や流体解析を行った。

キーワード：使用済み燃料プール、温度成層化、受動的安全装置、流動の可視化

1. 緒言

原子力発電所が全電源を喪失した際にもSFPを冷却出来る受動的な安全装置として、ループ型ヒートパイプと呼ばれる自然循環を利用したシステムが検討され、性能評価や除熱量向上を目的とした研究が行われてきた[1][2]。しかし、評価の際にプール内の冷却水温度が均一だと仮定して解析されており、プール内の温度が成層化している場合には除熱量が低下してしまうという課題が考えられる。報告者は従来の研究[3]において、Fig.1のように無電源で気泡をプール内に注入することで温度成層化を解消する機器とループ型ヒートパイプを組み合わせた方法を考案し、温度成層化の解消効果に関して、模型実験と数値流体解析により定性的な評価を行った。今回の報告では、従来の実験における気泡注入時の水の流れを定性的に解析する為に流動現象の可視化を行い、CFD解析の信頼性評価やより効率的な気泡注入方法の検討を目的とする。

2. 実験

Fig.2のように水槽に水を入れ、様々な形の煙突や仕切り板の設置、空気注入量や注入口数・場所の変更等、容器内の条件を設定した後、水中にトレーサーを流し入れその動きをカメラで撮影し分析した。

3. 結果・考察

流動可視化実験の結果、例えばFig.3のように自ら作成したCFDプログラムによる計算結果と実験において、容器中の流体の流れや大きく攪拌される範囲に相違を発見できた。CFD解析ではループを描くような流れになったが、可視化実験の結果、実際の流れはより複雑で大きささまざまな渦が発生する。今後はこの結果をもとにCFDプログラムの改善を行うとともに、最も効率的な成層化解消法を適用した場合の、システム全体におけるSFPの除熱量計算を行う。

参考文献

- [1] 小松ほか, 日本原子力学会 2013 年春の年会予稿集, pp. 632-634 (2013)
- [2] 橋長宏明, 日本機械学会 第 22 回動力・エネルギーシンポジウム, A224 (2017)
- [3] 落合克樹, 日本混相流学会混相流シンポジウム 2018, P068 (2018)

*Katsuki Ochiai¹, and Shinichi Morooka¹

¹Waseda Univ.

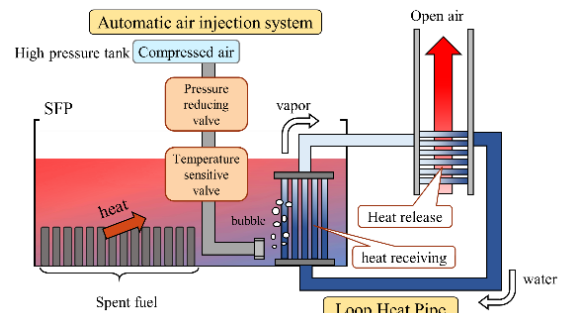


Fig.1 無電源 SFP 除熱システム

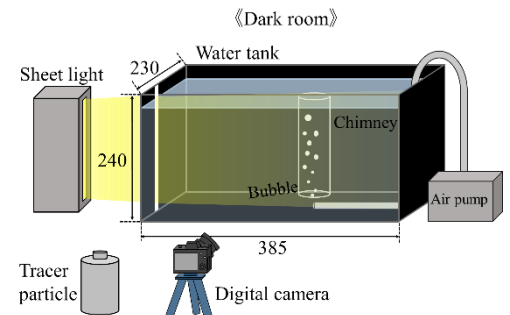


Fig.2 実験装置概要

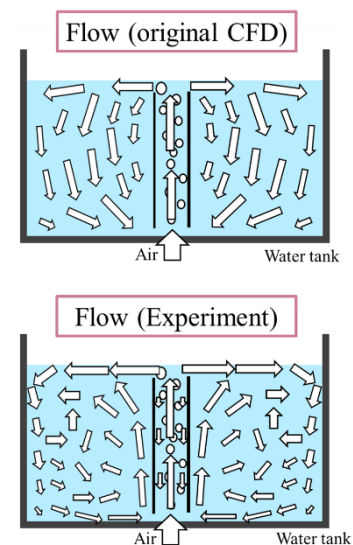


Fig.3 気泡注入時の

流動可視化結果と CFD 解析結果の比較