

静的炉心注水系における蒸気インジェクタの実験評価と数値解析に関する研究

Experiments and Simulation of Steam Injector for Passive Core-Injection System

*張星永, 遠藤宏純, 三輪修一郎, 森治嗣¹

¹北海道大学 大学院工学研究院

A steam injector (SI) can be used in a next generation nuclear power plant to provide coolant passively to the core without a power source as RCIC even if SBO. Experiments were carried out and built the model for analyzing the heat transfer mechanism in the SI.

Keywords: Reactor Core, Steam Injector, Passive Cooling, Core Injection, CFD, Startup

- 1. 緒論** 蒸気インジェクタ (Steam Injector: SI) は高圧蒸気と水による直接接触凝縮による高い熱伝達率を利用し、外部からの電源供給無しに水噴流を加速・昇圧させる静的ジェットポンプである。原子力発電プラント全電源喪失時に静的注水系としての適用が期待できる。本研究では汎用 CFD コードである Star-CCM+を用い SI 内での熱流動現象を解明した。
- 2. 実験装置** SI テスト部は蒸気ノズル及び水ノズル、混合ノズル、オーバーフロー、スロート、ディフューザから構成されている。実験での水の温度は 22°C で、噴流質量流量 0.3~0.6kg/s、供給蒸気の圧力 0.15~0.55MPa である。
- 3. CFD モデル** 本研究では Star-CCM+を用い、SI テスト部の混合ノズルで発生した直接接触凝縮現象の予測を行う (Fig.1)。水と蒸気間のエネルギー及び質量交換を計算する際、蒸気を球体粒子と見なした。液相と気相の熱伝達を計算し質量移動量を求めた。

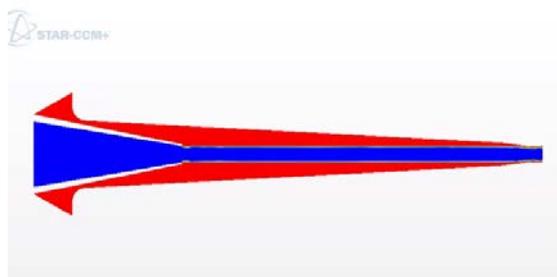


Fig1. CFD model of SI

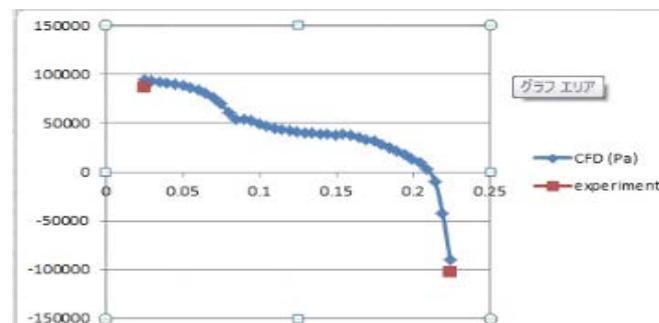


Fig2. Pressure distribution in the mixing nozzle

4. 解析結果および考察

実験の蒸気入口圧力は 0.204MPa、解析の蒸気入口圧力は 0.2MPa である。計算の結果によると、圧力の変化と実験の結果と良く一致していることが確認できた。以下に入口の流量の関係を示す：

ケース	実験	CFD 解析
質量流量比(蒸気/水)	0.429	0.442

蒸気ノズルと混合ノズルで蒸気は音速になり、スロートの前で蒸気の下がることも観察できた。

5. 結論

- ① 凝縮により混合ノズルで負圧になること及び蒸气流速は音速になっていると考えられる。
- ② 今回使っている凝縮モデルは水中心型 SI の凝縮特性評価解析に適用可能である。
- ③ ここで実験に用いた SI は供給蒸気圧力が約 0.5MPa で吐出圧~1MPa 以下で適用可能である。

参考文献

- [1] 阿部 豊, 柴山 隼輔, 他, 日本機械学会論文集 (B 編) (2013-4) 79 巻 800 号.
 [2] A. Shah, I.R. Chughtai, M.H. Inayat, Int. J. Multiph. Flow 37 (10) (2011) 1305-1314.

*XingYong Zhang, Hiroto ENDO, Shuichiro MIWA, Michitsugu MORI¹

¹Hokkaido Univ.