

蒸気インジェクタ内部における熱流体挙動ならびに作動特性評価手法の開発

Prediction of the Thermal-hydraulic and Operative Characteristics of Steam Injector

*原 裕輝¹, 寺町 悠平¹, 三輪 修一郎¹

¹北海道大学

Steam injector (SI) is known as a static jet pump using steam and water as working fluids and is expected to be introduced as an emergency safety system of next-generation nuclear power plants. In this study, we developed the evaluation method for thermal fluid behavior and operation characteristics inside the SI.

Keywords: Steam Injector, Direct-Contact Condensation, Gas-Liquid Two-phase Flow, Numerical Analysis, Passive Safety System

1. 緒言 蒸気インジェクタ(Steam Injector: SI)は蒸気と水を作動流体とした静的ポンプであり, 作動時に外部電源を必要とせず, シンプルな構成による単純構造であるため, 次世代原子力発電所の非常用安全系としての導入が期待される. しかし SI 作動特性である昇圧機構に至る内部の熱流体挙動についての知見が一般化されていないのが現状である. そこで本研究では, SI 内部における熱流体挙動ならびに昇圧機構の評価手法の開発に取り組み, 実験による計測値との比較検証を行った.

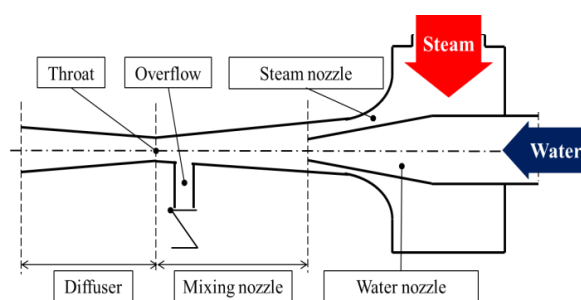


Fig.1 Schematic of the Steam Injector

2. 一次元数値解析モデル Grolmes[1]の報告を参考に一次元数値解析モデルを構築した. 混合ノズル以降の蒸気・水の流れが層状流, 分散噴霧流, 液単相流の三つの流動様式に遷移すると仮定し, 各様式に質量, 運動量, エネルギー保存則を適用した. この解析モデルを用いて SI 内部の流体温度および流れ方向圧力の算出を行い, 計測値との比較検討を行った.

3. 結果 Fig.2 に各供給水流量における吐出圧力を示す. 縦軸は解析による吐出圧力, 横軸は計測による最大吐出圧力である. この結果から, 最大吐出圧力が小さい場合, 計測値と解析値との誤差は比較的小さいが, 最大吐出圧力の増加, つまり供給蒸気圧力の増加に伴い解析値は計測値を過小評価する傾向が見られた. また, 供給水流量の減少とともに双方の誤差が大きくなる傾向が見られた. これらの結果より, 供給蒸気と供給水の流入割合によっては, 混合ノズル内で蒸気の完全凝縮が達成されず, 気液二相流状態にてディフューザ部を流れるものと考えられる.

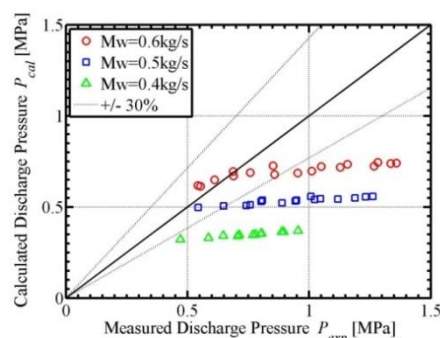


Fig.2 Comparison between Experimental and Model Results of SI Discharge Pressure

4. 結論 SI の作動特性評価手法の開発において, 混合ノズル内で完全凝縮を仮定した既存の解析モデルでは詳細な熱流体挙動の評価が困難であり, 気液二相流を考慮した新たなモデルが必要であることが判明した.

参考文献 [1] M. A. Grolmes, “Steam-Water Condensing-Injector Performance Analysis with Supersonic Inlet Vapor and Convergent Condensing Section”, ANL-7443, 1968.

*Yuki Hara¹, Yuhei Teramachi¹ and Shuichiro Miwa¹

¹Hokkaido Univ.