

スケール効果を考慮した超音速蒸気インジェクタの作動条件

Operating Conditions of Supersonic Steam Injection System Considering Scale Effect

*南 蘭 友貴哉¹, 古山 栄太¹, 金子 暁子¹, 阿部 豊²

¹筑波大学, ²筑波大学名誉教授

蒸気インジェクタ (SI) の作動範囲を特定するために, 水と蒸気の入口条件を変化させ作動の可否を判定した. また, 混合部の可視化観測より水噴流が崩壊する様子を確認し, 水噴流崩壊位置と SI の作動範囲について考察した.

キーワード: 蒸気インジェクタ, 二相流, 作動範囲

1. 緒言

蒸気インジェクタ (SI) は水と蒸気の直接接合凝縮により駆動する電源が不要な静的噴流ポンプである. また高い熱交換性能を有するため, 原子力発電プラントの安全システムへの適用が期待される^[1]. 本研究では SI の作動範囲を実験的に特定し, SI 内流れ方向圧力分布の計測および水噴流と吐出噴流の可視化観測を行った. この結果より, スケール効果を考慮した水噴流の安定性と作動範囲について考察した.

2. 実験方法

SI はスロート径 d_{th} が 4.0, 6.5, 8.0mm の相似形で作成された中央水噴流型を使用し, 入口条件は入口蒸気圧 $P_{sin}=0.05\sim0.22$ MPa, 入口蒸気流量 $m_{sin}=0.002\sim0.037$ kg/s, 入口水流量 $m_{win}=0.09\sim0.80$ kg/s の範囲とした.

3. 実験・結果

図 1 に, 入口蒸気流量 m_{s0} と入口水流量 m_{w0} を変更し, 作動範囲実験をした結果を示す. ○が作動に成功した条件, ×が蒸気過多, △が水過多による不作動条件を表している. 作動とは SI テスト部に流入した水が蒸気によって駆動され, 全量吐出する状態を指している. 黒色の破線が, 水噴流の崩壊位置を入口の全圧比で整理した相関式(式 1)で破線内側にて水噴流が形成される. 赤色の破線は, 流動遷移位置を出入口の全圧比で整理した相関式(2)であり, 破線の外側で SI は作動する.

$$\frac{Z_{bu}}{d_{th}} = 14.07 \left(\frac{P_{s,total}}{P_{w,total}} \right)^{-0.21} \quad (1)$$

$$\frac{Z_{vc}}{d_{th}} = -41.1\Pi_R + 35.3 \quad (2)$$

以上より, 水噴流の安定性, ディフューザ部での流動遷移位置の存在の全てを満たす条件にて, SI が作動することがわかった.

参考文献

[1] Y. Abe and S. Shibayama, Nuclear Engineering and Design, Vol. 268 (2014), pp. 191-202

*Yukiya MINAMIZONO¹, Eita KOYAMA¹, Akiko KANEKO¹ and Yutaka ABE²

¹University of Tsukuba, ² Professor Emeritus, University of Tsukuba

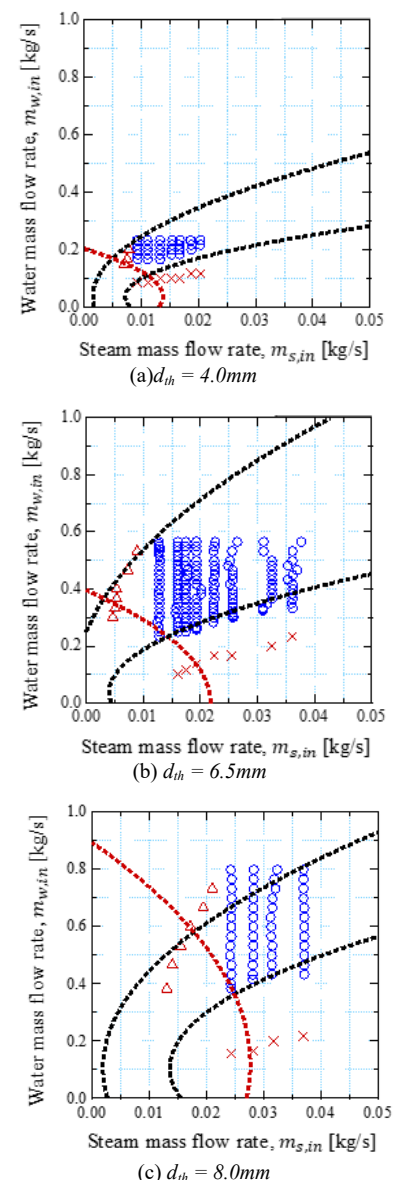


Fig.1 水噴流の崩壊位置と流動遷移位置で整理した SI の作動条件