

超音速インジェクターの二相流挙動と昇圧現象

Two-phase flow behavior and pressure phenomenon of supersonic injector

*鎌田 裕貴¹, 金子 暁子¹, 阿部 豊¹

¹筑波大学

蒸気インジェクター (SI) における吐出噴流の流動構造を明らかにするため、内部流動を詳細に観察した。ハイスピードカメラによる可視化や圧力の計測を実施し、吐出噴流内部で起きている現象について考察した。

キーワード: 蒸気インジェクター, 気液二相流, 直接接触凝縮, 圧力波, 原子炉安全システム

1. 結言

蒸気インジェクター (SI) は水と蒸気の直接接触凝縮により駆動力を得る噴流ポンプである。無電源でも駆動することから原子力発電所における安全システムとしての運用が期待される。しかしながら、その作動特性や昇圧メカニズムは解明されていない。本研究では SI 内部における噴流の挙動を調べるため実験を行った。

2. 実験・結果

SI テスト部において流動の可視化、圧力の計測、および噴流に電流を流し電圧値の測定を行った。図 1 にスロート部の可視化の様子を示す。背後から光源を当てて撮影しており輝度の低いところは小径の気泡もしくは液滴が光を遮るため暗く見えていると推測される。したがって暗く見えている領域は気相と液相による二相流挙動だと考えられ、明るく見えている領域は蒸気が凝縮しきったことによりほぼ液相で構成されていると推測される^[1]。この流動挙動の変化点がスロートに達すると不動作になるということが分かっている^[1]。図 1 は作動の限界であると思われる背圧の状態ですばらく放置した様子で自然と不動作状態へ遷移してしまう様子が確認された。次に各圧力計測位置の圧力を背圧ごとに計測し遷移の様子を図 2 のグラフに表した。上流から順に 1~8 とし P1,2 は混合部 P3~8 はディフューザ部である。この結果ディフューザ内で圧力は低背圧下では一様ではなく分布が存在し、高背圧下ではほぼ一様であることが分かった。また、噴流内のボイド率を見積もるために噴流に 300 μ A の電流を流し抵抗を計測した結果を図 3 に示す。電圧の値は減少傾向にあり、背圧が大きくなるにつれ噴流の状態が電気を通しやすい状態になっていくことが確認された。このことから背圧を大きくすることで噴流内の気相が減少していると考えられる。

3. 結言

本実験の結果から SI のディフューザ部における流動挙動は背圧条件によって圧力分布および気相割合が変化すると考えられる。また、SI の最大吐出圧力条件下での使用は不安定であり、作動の安定性は使用背圧条件に依存すると考えられる。

参考文献

[1] Abe, Y. et al (2014), "Study on the characteristics of the supersonic steam injector", Nuclear Engineering and Design, 268, 191-202.

*Yuki Kamata¹, Akiko Kaneko¹ and Yutaka Abe¹

¹University of Tsukuba

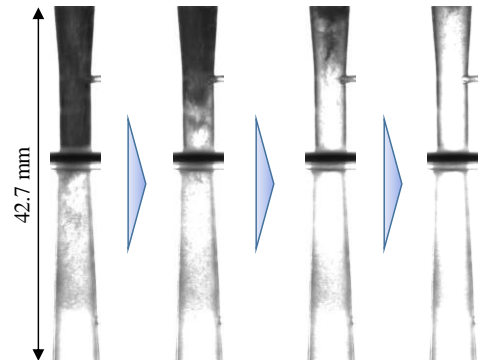


図 1 作動限界から不動作への変化

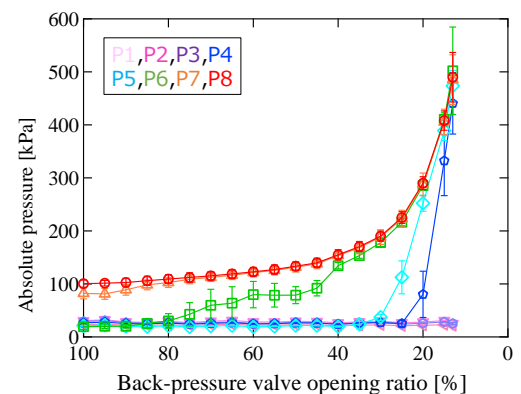


図 2 ディフューザ各位置の圧力挙動

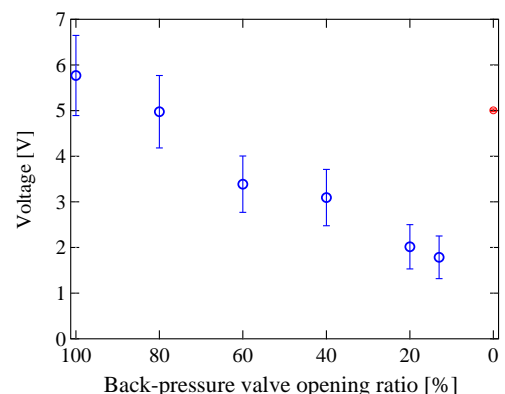


図 3 一定電流をかけた時の計測電圧値