超音速蒸気インジェクターの噴流挙動と昇圧特性

Jet behavior and pressure increasing characteristics of supersonic steam 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気液二相流挙動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. 緒言

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水-蒸気二相流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、および圧力の計測を行った。図 1 にディフューザ部の可視化の様子を示す。各背圧条件において明るく見える領域と暗く見える領域が確認できる。背後から光源を当てて撮影をしており輝度の低いところは小径の気泡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が多く、明るく見えている領域はほぼ液相で構成されていると推測される[1]。この明暗が大きく変化する領域をさらに詳しく可視化した結果を図 2 に示す。これによると液膜のようなものが観測され、流動挙動が明らかに変化する境界がみられた。したがって暗く見えていた領域は気泡流ではない可能性が示唆される。この境界位置の付近の圧力を同時に計測したところ、その前後にて圧力の上昇が起きていることが確認できた。また、この流動遷移の下流側にて周囲流体よりも速い断続的な明るさの伝播が発生しており、これは凝縮過程において発生した圧力の波であると考えられる。この圧力波を詳細に評価するためにテスト部下流の定位置において圧力の時間変動を計測した。圧力は周期的な時間変動を伴っており、これを周波数解析した結果を図 3 に示す。これらを各背圧弁開度で行うことで圧力波の発生頻度はその時の背圧条件と相関があることがわかった。

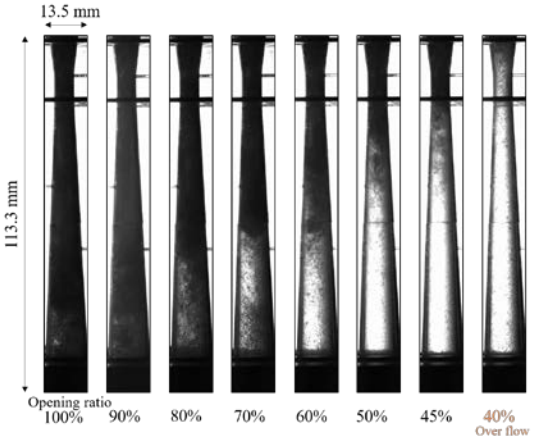

図 1 背圧弁開度に対する
ディフューザ内部の可視化

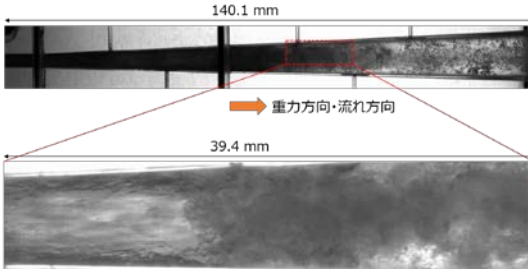

図 2 流動の遷移の様子の可視化

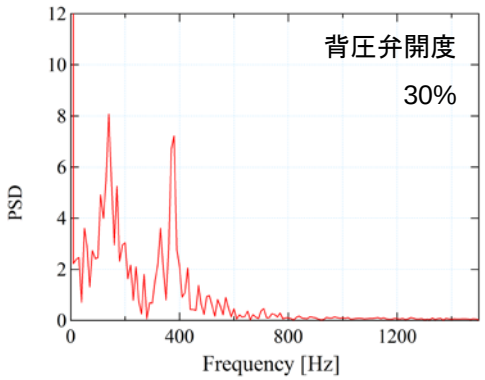

図 3 ディフューザ部における
圧力変動の周波数解析

3. 結言

SI のディフューザ部における流動挙動は二相流挙動を示している可能性が示唆され、その流動挙動はディフューザ部の途中で大きく変化していることが分かった。また、圧力波の発生頻度が背圧と関係していることが確認された。

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 Kamata[1], Akiko Kaneko[1]and Yutaka Abe[1]

[1]University of Tsukuba