

層流摩擦ポンプの作動における回転絞り流路の効果

学生証番号 47136074 氏名 久村 太一
(指導教員 岡本 光司 准教授)

Key Words : Shear force pump, Viscous flow pump, Micro pump, Tesla turbo machinery

概要

近年、小型ポンプの需要が増えているが、従来の翼列ポンプでは小型化により Re 数が減少し粘性損失によって効率が急減する。一方、層流摩擦ポンプ^[1]は、翼列ポンプでは性能低下の原因でしかなかった流体の粘性を用いているため、効率が Re 数に依存せず、小型化による影響を受け難いと考えられる。このため、層流摩擦ポンプは小型ポンプとしての応用が期待される。このロータ効率は小流量で90%以上という高い効率^[2]を持っている。このロータを用いたポンプ全体の性能についても様々な研究が行われてきた。これらの研究によると、ロータ直後の流路において流体の持つ小さな流出角のために大規模な2次流れが発生し流線が伸びることによって摩擦損失が増大し、全体の効率が低下してしまう。そこで、Wangらは2次流れが発生しないようにロータに回転絞り流路(Rotating Convergent Passage, RCP)を取り付けて、数値計算を行っている^[3]。RCPの狙いは2つある。1つは流路を半径方向に絞り流出角を増すこと、もう1つは、RCP内壁面とRCP内を通過する流体との速度差を小さくすることにより摩擦損失を低減することである。この結果、ポンプ性能(効率・圧力)が低流量域で増加すると予想されている。そこで本研究ではRCPを採用した層流摩擦ポンプを試作し、RCP無しの場合と比較することによって、その効果と作動特性を実験的に議論することを目的とする。

作動特性の一つとして流出角を測定した。この測定にはタフト法を用いた。RCPを用いたロータの単体試験では計算で予想した流出角と実験で測定した流出角は良く一致することが分かった。次にスクロールを取り付けたポンプにおいてロータ外周の3箇所流出角を測定した。結果をFig. 1に示す。この結果から、RCPを用いたポンプでは基本的に流出角が大きくなる。ただし、スクロールの形状が適切でなかったと考えられるため、一部の計測点ではRCPの効果が現れなかった。以上よりRCPが流出角を改善する効果を確認することができた。次にポンプ性能も測定した。まず、スクロール出口圧力の結果(Fig. 2)だが、RCPを用いた場合には低流量域で圧力が上昇している。これは流出角改善によりスクロール内損失が減少したためだと考えられる。よって圧力の結果からRCPの効果を確認できた。一方、効率は改善せず、RCP無しよりも小さくなった。これはRCPとケーシングの摩擦損失が増えたことが原因だと考えられる。

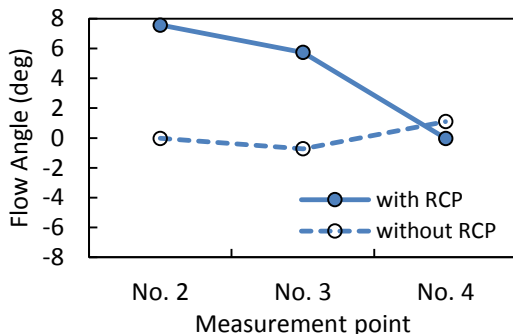


Fig. 1 Out flow angle with scroll

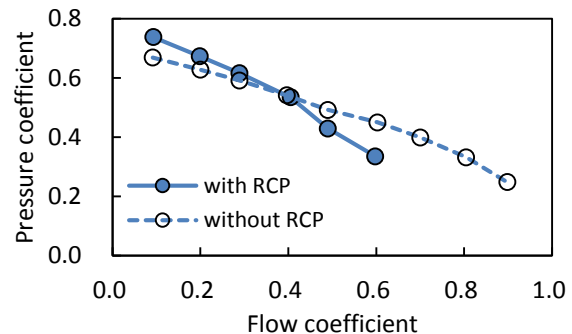


Fig. 2 Pressure coefficient

参考文献

- [1] N. Tesla, Fluid Propulsion, United States Patent, No. 1061142, May 6th, 1913
- [2] E. Laroche, and Y. Ribaud. Proceeding of IMechE 1999 C557/001/99, London, Uk, 1999.
- [3] B. Wang, et al., Proceeding of 10th International gas turbine congress, IGTC2011-201, 2011