

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2012年3月修了 修士論文要旨

テスラタービンにおけるロータ流入・流出部が 内部流動に与える影響

学生証番号 47-106053 小野里 大輝
(指導教員 岡本 光司 准教授)

Key Words : Tesla turbo machinery, viscous flow turbine, friction turbine, co-rotating disks

小型の熱機関において、動力を取り出すデバイスとして翼列タービンを用いることが少なくないが、従来のタービンを単純に小型化した場合、様々な問題が生じる。そのような問題のひとつとして、レイノルズ数の低下に伴う粘性損失の増大が挙げられており、これを解決する手段としてテスラタービンが期待されている。

テスラタービンとは、何枚かの円板を回転板として同軸上に平行に組み合わせた構造を有し、その円板に対して平行に流体を吹き付けることによって、作動流体と回転板間の粘性力によって円板を回転させてタービン出力を得るものである。従来型のタービンにおいて損失の要因となっていた粘性力を利用して出力を得るため低レイノルズ数領域でも効率が下がりにくいという特徴を持つ。

過去に行われた理論解析、数値解析によると、小流量時において従来型タービンより効率は高い、少なくとも同程度であると考えられているが、実験結果においては総じて効率が低く実用化には至っていない。理論、数値解析は回転円板間1流路に対する解析であるため、実験結果との差の原因がロータ外部の影響によるものであるとする研究者が多い。しかしノズルから排出口まで考慮した解析例は少なく、ロータ外部での損失要因とその程度について明確になっていない。そのためロータ部分の内外径やギャップサイズ以外の要素、例えばディスク厚みやノズル、排出口形状といった部分については、研究者によって様々な形状の実験機が作られている状況である。

そこで本研究では特に入口・出口部分の形状が与える空力損失の影響を数値解析によって調べることを目的とした。解析対象は本研究室で所有している実験機とした。主要寸法及び設計回転数はロータ外半径40mm、内半径13.5mm、円板間隔250 μ m、設計回転数35800RPM、円板周速150m/sである。計算には商用コードのFLUENTを用いた。

まずロータ内部流のみを対象とした解析を行い、理論解析と比較検証することで本解析手法が妥当であることを示した。その後計算格子を拡張し、入口・出口部分を考慮した非定常計算及び定常計算を行った。その結果、ロータ出口部分の流れ場は、剥離渦の発生による時間変動を伴っていることが観察されたものの、ロータ効率に関しては定常流解析結果との差は小さいことが確認された。一方、ロータの効率に大きな影響を与えるとされているロータ流入角は、ディスク厚み、すなわちブロッケージ率によって変化することがわかった。特に小型化した場合、構造上ブロッケージ率が相対的に大きくなるため、円板厚みを考慮したノズル設計が重要であることがわかった。さらに出口流路断面積の影響について検討したところ、出口流路断面積には適切な値があることを示唆する結果が得られた。一方今回の計算対象では、入口・出口の粘性散逸や複数流路があることによる影響はロータ性能に大きな影響を及ぼさないことが明らかになった。