

翼列複合によるテスラタービンの効率改善に関する数値解析

学生証番号 47-146065 氏名 宮鍋 昂大
(指導教員 岡本 光司 准教授)

Key Words: Tesla Turbine, Viscous Flow Turbine, Tesla Turbo Machinery, Co-rotating Disks

概要

近年、微小流量を扱う小型流体機械の応用がエネルギー、工業、医療等の幅広い分野から期待されている。エネルギー分野における流体機械の例として、翼列タービンがあるが、翼列タービンを小型化した場合、ロータ直径が10mm以下で効率が極端に悪化する事が報告されている。効率悪化の原因として、流路縮小によりRe数が低下し、粘性が卓越する事や、3次元形状を維持する事が困難を極める事等が挙げられる。これらの理由から、従来の翼列タービンを小型流体機械へ応用使用とする場合、課題が多い。

一方テスラタービンは、従来の翼列タービンが翼面の圧力差によって駆動されるのに対し、流体の粘性から生まれるせん断力を機械的なトルクへと変換し回転するタービンである[1]。翼列タービンでは性能低下の原因の一つであった流体の粘性を動力とするため小型流体機械としての応用が期待される。

日出間らの数値解析[2]により、テスラタービンディスクの効率は外径側から内径側に向かうにしたがって、効率が悪化する事が報告された。これは、流路断面積の減少のため、半径方向流速が増大する事が原因として挙げられている。ディスク表面に生じるせん断力のうち、トルクとして取り出しているのは周方向流速であり、半径方向流速は粘性損失にのみ寄与するためである。

この事から、効率の良い外径側は従来のテスラタービンと同様に粘性から生まれるせん断力をトルクに変換し、効率の悪くなる内径側円板上に、翼列を設けて衝動力によりトルクを得る構造を有する、翼列複合型テスラタービンが岡本らにより発明された。[3]

しかし、翼列複合型テスラタービンの設計方針、内部流動の変化や、運転状態に関する議論は充分なされていない。本研究では翼列複合型テスラタービンの初期設計を実施し、数値解析を用いて流入条件の変化によりテスラタービンの内部流動や効率に与える影響を議論する事を目的とする。

本研究では、商用コードであるFLUENTを用いて数値解析を行った。流入は円板外周から均一に流入する事を仮定し、速度流入境界条件を課した。速度は半径方向流速を2, 3, 6m/sとし、周方向流速を150~240m/sまで変化させた。流出は出口静圧101325Paで圧力流出境界条件を課した。また、翼列後縁において、剥離・循環領域が現れたため、流出境界を充分遠方に配置し、逆流によりロータに影響を及ぼさない様にした。円板間隔は250 μ mとし、回転速度は一律35800rpmを与える。円板は中心から12°のみを切り取り、周期境界条件を課す事により、1流路分を解くものとする。

上記解析条件により、テスラタービンを翼列複合する事により、以下の事が明らかになった。

- ・翼列複合により、全体的な効率向上が確認された。
- ・翼列複合による効率向上は高流量時で顕著であるが、依然として効率が高いのは低流量時である。
- ・翼列複合においても、周速比に対する傾向は従来型と違いが見られない。

また、ディスク領域における断熱効率は従来型、翼列複合型で変わらず、本研究で用いた設計ではディスク外径側での運転状態は変わらない事が判明した。また、翼列領域においては、効率の向上が確認されたが、特に高流量時においては従来型よりおよそ2倍効率が向上している事が確認された。

参考文献

- [1] NIKOLA TESLA, TURBINE, United States Patent, no.1,061,206.
- [2] 日出間 崇史, テスラタービン性能に及ぼすインレットの影響, 東京大学2010年度修士論文.
- [3] 岡本 光司, Piechna, R.J., テスラタービン, 特許資料2014-042612