

熱音響機関と衝動タービンのインピーダンスマッチング

Impedance Matching of Thermoacoustic Engine and Impulse Turbine

東海大工¹, 東海大院工² ○モハメッド シュルズ ミヤ¹, 小山 亮², 長谷川 真也¹¹School of Engineering, Tokai Univ. ²Graduate School of Engineering, Tokai Univ.○Md. Suruz Mian¹, Ryo Koyama², and Shinya Hasegawa¹E-mail: suruz_keronia@yahoo.co.jp

近年、廃熱を回収し、再利用するデバイスとして熱音響機関が注目されている¹⁻²。熱音響機関とは熱境界層厚さ程度の流路を有する蓄熱器に閾値を超える温度勾配を与えると内部流体が自励振動を開始する外燃機関である。この熱音響現象で生じた音響パワーは様々な手法を用いて電力に変換することが報告されている。中でもリニア発電機は熱音響機関との親和性が高く、高い効率で熱音響機関から電力を取り出すことが可能であることが、先行研究によって報告されている³。熱音響機関とリニア発電機の接合に関して、Yuらはシステムの性能を向上するには、両装置のインピーダンスマッチングが重要であると述べた⁴。Hatoriらは熱音響機関と音響負荷を接合するために、熱音響機関と音響負荷を分離しそれぞれの音響インピーダンス特性を測定した⁵。その後両装置のインピーダンスマッチングを行った。以上のように、リニア発電機と熱音響機関のそれぞれのインピーダンス特性を測定し、相互のインピーダンスマッチングをマッチングすることは熱音響発電機を構築する上で重要である。

しかし、リニア発電機は現状においては、体積に対する出力が少ないことや高コストであるという点を有している。この問題に対して、2012年にK. de Blokは、回転するローターブレードと、それを挟む2つのガイドベーンと呼ばれる固定された案内翼によって構成される衝動タービンを熱音響機関の発電機に用いることを提案した⁶。衝動タービンは振動流を一方向の回転運動に変換するものであることから熱音響機関に起因する振動流（音響パワー）を電力に変換する事も可能である。また、ローターブレードとガイドベーンは3Dプリンタで作成可能であり、発電機は市販のモータを使用できるため、比較的低コストで製作可能である。リニア発電機は基本的に振動振幅に対して線形特性を持ち、かつモデル化が比較的容易であるために、熱音響機関とのインピーダンスマッチングに関する難易度は高くない。一方、衝動タービンは振動振幅に対して非線形特性を持ち、かつモデル化が容易では無いために、熱音響機関とインピーダンスマッチングを行うためには、振動振幅に対する非線形性を実験にて測定することが必要となる。

本研究では、熱音響機関と衝動タービンのインピーダンスマッチングについて報告する。実験手法としてまず、ウーファースピーカによる外部加振を用いて熱音響機関側と衝動タービン側それぞれのインピーダンスを測定し、接合可能な点を模索する。その後、熱音響機関と衝動タービンとのインピーダンスマッチングを行う。実験詳細や実験結果は講演で述べる。

References

- [1] S. Backhaus and G. Swift, J. Acoust. Soc. Am. **107**, 3148 (2000).
- [2] G. W. Swift, Thermoacoustics: A unifying perspective for some engines and refrigerators, Acoustical Society of America, USA, (2002).
- [3] S. Backhaus, E. Tward, M. Petach, Appl. Phys. Lett. **85**, 1085 (2004).
- [4] Z. Yu, A. J. Jaworski, S. Backhaus, Appl. Energy, **99**, 135 (2012).
- [5] H. Hatori, T. Biwa, T. Yazaki, J. Appl. Phys. **111**, 074905 (2012).
- [6] K. de Blok, P. Owczarek, M. X. Francois, <http://www.aster-thermoacoustics.com/wpcontent/uploads/2015/01/Bi-directional-turbines-Riga.pdf>, 1-6 (2012).