進行波型熱音響機関の熱効率に関する実験検討
（インピーダンスおよび流路半径と熱境界層厚さの比に対する依存性）

Experimental Study on Thermal Efficiency of a Traveling-Wave Thermoacoustic Engine
(Dependence on the Impedance and
the Ratio of Channel Radius to Thermal Penetration Depth)

東海大学 [1]　○(D) 千賀 麻利子 [1]，長谷川 真也 [1]
Tokai Univ. [1], ○Mariko Senga[1], Shinya Hasegawa[1]
E-mail: senga.mariko@gmail.com

進行波型熱音響機関は21世紀に入ってから，廃熱回生デバイスを見据えての実用化研究が活発に行われている(1)．蓄熱器での熱効率は理想的な場合カルノー効率に漸近する(2)．

ここで蓄熱器における熱効率は主に2つのパラメーターに依存する．1つ目は蓄熱器での熱境界厚さと流路半径の比である(2,3)．熱効率を高くするためには蓄熱器で行われるエネルギ変換を等温可逆的に近づける必要がある．蓄熱器の流路半径が熱境界層厚さよりも十分に小さい場合，作動流体は管壁と瞬時に熱交換を行える．したがって，進行波型熱音響機関で高い熱効率を実現するためには蓄熱器はこの条件を満たすことが望ましい．しかし一方で，この領域では熱効率を低下させる要因になり得る粘性散逸の影響も大きくなる．2つ目は蓄熱器における比音響インピーダンスである(2)．比音響インピーダンスは圧力振動と流速振動の比で表し，比音響インピーダンスが小さい場合には，相対的に流速振動が大きいことを示す．蓄熱器内部における熱効率の低下要因である粘性散逸および振動流に起因する熱輸送は流速振動の2乗に比例して生じるために，比音響インピーダンスが小さい場合には熱効率が低くなる傾向がある．

多くの先行研究において，上述の2つのパラメーターを適切に設定することが，熱効率を高くするために必要であること示されている(1,2,4)．しかし，熱境界厚さと流路半径の比および比音響インピーダンスのみを変化させ，その他の実験条件を同一とした場合の熱効率測定を行い，2つのパラメーターに対しての依存性を実験で検討した例は多くない．本研究の実験においては蓄熱器の両端に接続した導波管に作動気体を強制加振するためのリニアモーターを設置することで，蓄熱器位置において任意の比音響インピーダンスに調整できる構成とした．また，装置内に封入する作動気体の平均圧を変化させることによって蓄熱器における熱境界厚さと流路半径の比を変化させた．この装置において，比音響インピーダンスと熱境界厚さと流路半径の比を変化させながら蓄熱器での熱効率を測定し，2つのパラメーターに対しての依存性を実験にて確認した．

謝辞　本研究の一部はJSPS科研費JP16H06070の助成を受けたものである．

(1) M. E. H. Tijani and S. Spoelstra, *Journal of Applied Physics*, **110**, pp. 093519_1-6 (2011).
(2) P. H. Ceperley, *Journal of Acoustical Society of America*, **77** (3), pp. 1239–1244 (1985).
(3) A. Tominaga, *Cryogenics*, **35** (7), pp. 427-440 (1995).
(4) Y. Ueda, *et al.*, *Journal of Applied Physics*, **107** (3), pp. 034901_1-5 (2010).

© 2020年 応用物理学会