

数値計算による複数連結可能な熱音響コアの熱効率に関する検討

Study on Thermal Efficiency of a Connectable Thermoacoustic Core by Numerical Calculation

東海大院総理工¹, 東海大工² °千賀 麻利子¹, モハメッド シュルズ ミヤ², 長谷川 真也²

Graduate School of Science and Technology, Tokai Univ.¹, School of Engineering, Tokai Univ.²,

°Mariko Senga¹, Md. Suruz Mian², Shinya Hasegawa²

E-mail: senga.mariko@gmail.com

産業廃熱の未利用エネルギーの有効利用において、工場などで分散的に存在する廃熱を集約回生する技術や上流側で利用した熱を下流側へ輸送し多段階で利用するヒートカスケディングの需要が高まっている。これら廃熱を利用可能な外燃機関の1つとして進行波熱音響機関がある。進行波熱音響機関は熱境界層と同程度の流路半径を持つ細管の束(蓄熱器)を熱交換器によって挟むこと(以下、熱音響コア)で温度勾配を与え、その中を正の温度勾配の方向に進行波音波が通過することにより、音響パワーを増幅する¹⁾。さらに熱音響コアを直列に複数接続することで熱音響コアを経るごとに音響パワーを増幅することが可能である^{1,2)}。この特徴から多段進行波熱音響機関は、複数の低密度熱源を用いて音響パワーを増幅し出力を取り出すことができるため、分散廃熱の集約回生、廃熱の多段階回生、どちらの方法についても有用性がある。従来までの多段進行波熱音響機関では、複数コアを連結した際に熱音響コア部の反射波などが影響となり、接続可能な熱音響コアの数に制限が生じた。これを解決する複数の熱音響コアの連結手法として著者らは、熱音響コアと導波管を1つのユニットとし、この伝達マトリクス固有ベクトルを用いてユニット連結部のインピーダンスマッチングを行う方法を提案した³⁾。このとき8つのユニット

を連結することにより音響パワーを106倍に増幅した。上述の報告では音響パワー増幅率を最大とすることを目的としており、熱効率については検討されていない。そこで本報告では、複数の熱音響コアの連結を可能としながら熱効率を最大とすることを目的とし、進行波型熱音響機関を対象に数値計算による最適化を行った。

Figure 1に計算モデルを示す。最適化パラメータは導波管長さ、蓄熱器の流路径、軸方向長さとした。これらパラメータの組み合わせそれぞれに対して固有ベクトルから、インピーダンスマッチング条件を求めた。さらに、その際のモデル全体における熱効率を計算した。本報告の計算モデルおよび計算範囲では最適化の結果、熱効率は最大でカルノー効率の70%を超える結果が得られた。

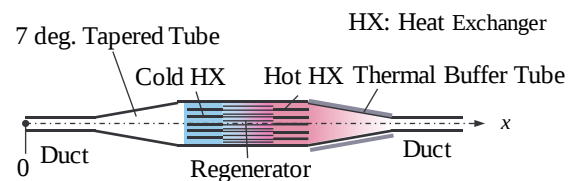


Fig. 1 Schematic illustration of a calculation model.

参考文献

- [1] P. H. Ceperley, J. Acoust. Soc. Am., **66**, 1508-1513 (1979).
- [2] T. Biwa, R. Komatsu and T. Yazaki, J. Acoust. Soc. Am., **129**, 132-137 (2011).
- [3] M. Senga and S. Hasegawa, J. Appl. Phys., **119**, 204906-1-6 (2016).