

熱音響冷凍システムとリニアモーターの接続に関する 数値計算による検討

Numerical Study on Connecting a Linear Motor with a Thermoacoustic Refrigeration System

東海大学¹, °(D)長谷川 龍之介¹, 千賀 麻利子¹, 長谷川 真也¹

TokaiUniv.¹, °Ryunosuke Hasegawa¹, Mariko Senga¹, Shinya Hasegawa¹

E-mail: 9btad009@mail.u-tokai.ac.jp

工場や自動車などから捨てられる排熱の回生は持続可能な社会の構築する上で重要な課題となっている。近年、排熱を回生する技術として熱音響機関が注目されている。進行波音波を用いた進行波型熱音響機関は温度比を与えた蓄熱器において本質的に等温可逆的な熱力学的サイクルによって熱流と仕事流のエネルギー変換を行い、仕事流の増幅を行う。また、可逆的であるという特徴から蓄熱器に進行波音波を入力することで仕事流によって熱流が音波と逆方向に流れ、蓄熱器の両端に温度比を形成することが可能である。本論文では仕事流の増幅を行う熱音響機関を熱音響原動機、仕事流の入力によって温度比を形成する熱音響機関を熱音響冷凍機と定義する。熱音響原動機と熱音響冷凍機を接合することによって可動部品を持たずに動作する熱音響冷凍システムを構築することができる^(1,2)。

ただし熱音響原動機と熱音響冷凍機を接続する際には、接続点において両者の比音響インピーダンスが一致する必要がある。原則としてこの時は、熱音響原動機の温度比に対して熱音響冷凍機の温度比は決定されてしまう。そのため、熱音響原動機や熱音響冷凍機を任意の温度比において動作させるためには、両者の接合点の比音響インピーダンスを調整する必要がある。接続点の比音響インピーダンスは音響負荷を用いることによって調整が可能である^(3,4)。

本研究では熱音響原動機と熱音響冷凍機からなる熱音響冷凍システムに可変音響負荷としてリニアモーターを付加する構成を計算モデルとし、熱音響原動機と熱音響冷凍機を任意の温度比で動作する場合について数値計算によって検討を行う。リニアモーターは熱音響冷凍システムの比音響インピーダンスを調整すると同時に仕事流と電力のエネルギー変換を行う。また、このときの熱音響原動機への投入熱量に対して、熱音響冷凍機で得られる冷熱量とリニアモーターにおける発電量からリニアモーターを含めたシステム全体の効率を数値計算より求めた。

謝辞 本研究の一部は JST—ALCA の助成(グラント番号 JPMJAL1305)を受けて行ったものである。

(1) T. Yazaki, T. Biwa, Appl. Phys. Lett. 80(2002) 157.

(2) E. M. Sharify, S. Hasegawa Appl. Therm. Eng. 113(2017) 791-795.

(3) L. Li, Z. Wu, J. Hu, G. Yu, E. Luo, W. Dai, Energy, 117(2016), 523-529

(4) M. Hou, Z. Wu, J. Hu, L. Zhang, E. Luo, Energy Procedia 158(2019), 2284-2289