

熱音響システムの実用化に向けた研究

— 様々な位相調整デバイスによるエネルギー変換効率向上に向けて —

A thermoacoustic system for a practical use

Energy conversion efficiency improvement by phase adjustment devices

滋賀県立大¹, 同志社大² °坂本 真一¹, 井上 学², 中野 陽介², 渡辺 好章²Univ. of Shiga Pref.¹, Doshisha Univ.², °Shin-ichi Sakamoto¹, Manabu Inoue², Yosuke Nakano², Yoshiaki Watanabe¹

E-mail: sakamoto.s@e.usp.ac.jp

1. はじめに

熱音響システムは、多様な分野で実用化が検討されており、可動部が無いことや廃熱の利用が可能などの長所を活かすと、地球への環境負荷が極めて小さい冷却システムやエンジンなどが実現できると期待されている^{[1][2]}。実用化に向けては、エネルギー変換部の1つであるプライムムーバーの変換効率の向上が必要不可欠である。プライムムーバーのエネルギー変換率は、プライムムーバー内の時間的無次元量 $\omega\tau$ と音圧と粒子速度の位相差 ϕ に依存する^[1]。そこで、我々は、プライムムーバー内の位相差 ϕ を制御することが可能なデバイスとして Phase Adjuster (PA)^[3], Sub-Loop Tube^[4]やメンブレンなどを提案し、エネルギー変換効率の向上に成功している。これまでは、各々のデバイスにおいてエネルギー変換効率の向上を目指した研究を行ってきたが、本報告では上記の3つのデバイスの動作メカニズムを検討することにより、更なるエネルギー変換効率の向上を目指す。

2. Sub-Loop Tube による検討

ループ型熱音響システムに Sub-Loop Tube を設置することにより、管内音場を制御することが可能となる。これにより、プライムムーバー内の音圧と粒子速度の位相差 ϕ を制御し、熱から音へのエネルギー変換効率の向上を目指している。Sub-Loop Tube の設置によるエネルギー変換効率の向上を検討する。測定系を Figure 1 に示す。作業流体は空気とし、管内圧力は大気圧とした。スタックには、長さ 50 mm、流路半径 0.45 mm のハニカムセラミックを用いた。管側面上部から下部までの長さが 0.45 m のものを用いた。Sub-Loop Tube の接続位置を3通り変化させ、ヒーター上部から分岐管側面上部までが 1.73 m, 1.83 m, 1.93 m となる位置に接続した。ヒーターからの入力熱エネルギーは 330 W とした。音響インテンシティの分布を Figure 2 に示す。図より、Sub-Loop Tube を設置することにより、音響インテンシティの値が大きく、エネルギー変換効率が上昇していることが確認できる。

3. まとめ

Sub-Loop Tube を設置することにより、プライムムーバー内の位相差を制御し、エネルギー変換効率の上昇させていることを確認した。その他の PA やメンブレンにおいても位相差を制御し、変換効率の上昇を確認した。また、各方式によって位相差の制御結果が異なっていることが確認された。

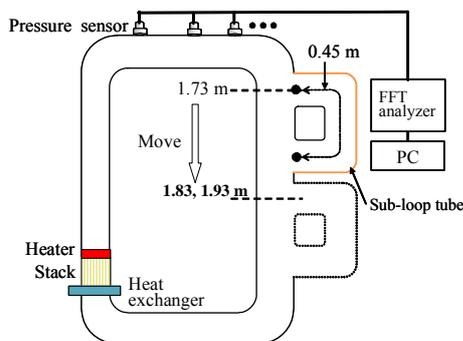


Fig. 1 Experimental system of loop-tube thermoacoustic system with and without sub-loop tube.

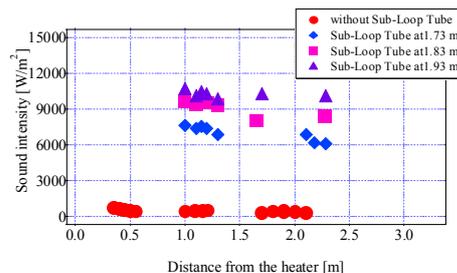


Fig. 2 Distribution of sound intensity in loop-tube with and without sub-loop tube.

謝辞

本研究の一部は日本技術振興会科研費若手研究(A) (B)、挑戦的萌芽、地域イノベーション戦略支援プログラムならびに JST 研究成果最適展開プログラムの補助を受けた。ここに謝意を表す。

- [1] 富永昭, “熱音響工学の基礎”, 内田老鶴圃, 日本, 1998.
- [2] 坂本真一, 渡辺好章: 電子情報通信学会誌, Vol. 90, No. 11, pp. 993-997, 2007.
- [3] S. Sakamoto, Y. Imamura, and Y. Watanabe: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 46, No. 7B, pp. 4951-4955, 2007.
- [4] T. Ishino, S. Sakamoto, M. Nishikawa, and Y. Watanabe: Jpn. J. Appl. Phys., 07GM12-1-3, 2009.