

同軸二重管構造を用いた熱音響システムの小型化に向けた検討 Discussion on miniaturization of a thermoacoustic system by coaxial structure

同志社大¹, 滋賀県立大² °竹内 豪紀¹, 坂本 真一², 井戸木 晃一¹, 渡辺 好章¹Doshisha Univ.¹, The Univ. of Shiga Prefecture²,°Gouki Takeuchi¹, Shin-ichi Sakamoto², Koichi Idoki¹, Yoshiaki Watanabe¹

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

1. はじめに

細い流路を多数有するデバイス(スタック)を管内に設置することで, 熱音響システムは構成される. このシステムは外燃機関であることや可動部が無いこと等の利点を有する. スタック内で起こる熱と音波の相互エネルギー変換が進行波位相で行われた場合, 定在波位相に比べエネルギー変換効率が高い. 1998 年, 矢崎らはループ管を用いることで, 進行波位相でエネルギー変換を行う熱音響システムを開発した^[1]. しかし, ループ管は全長が長い欠点を有する. 一方で, 小型化が容易な同軸管の研究が行われている^[2,3]. これらの先行研究は流体の強制振動による音波から熱へのエネルギー変換に関する報告のみであった. 本報告では, 同軸型熱音響システムを試作し, 熱から音波への進行波位相でのエネルギー変換を試みた.

2. 実験方法

実験系を Fig. 1 に示す. 外管は内径 95.6 mm, 全長 2100 mm の両端閉端のステンレス管を用いた. 外管左端を原点($x=0$ mm)とする軸座標を設定する. $50 \leq x \leq 2050$ mm は二重管部である. 内管は内径 40.5 mm, 肉厚 0.6 mm の両端開端のステンレス管を用いた. スタックはドーナツ状の流路半径 0.45 mm のハニカムセラミクスを用い, 低温端部が内管と外管の間の $x=1500, 1800$ mm となる位置に設置した. ヒータの入力を 330 W とし, PCB 社製圧力センサにより内管と外管の間の圧力振幅を測定した.

3. 実験結果

測定した内管と外管の間の圧力振幅分布を Fig. 2 に示す. スタックでのエネルギー変換の位相を明確にするため定在波比を算出すると, スタックの設置位置が 1800 mm の時, 11.5 となり, 1500 mm の時, 2.73 となった. 定在波比が 1 に近いほど, 管内の音波は進行波位相であり, 定在波比が大きいほど, 音波は定在波位相であることを表す. このことから, スタックの設置位置が 1800 mm の時比べ, 1500 mm は進行波に近い位相でエネルギー変換が行われていると考えられる.

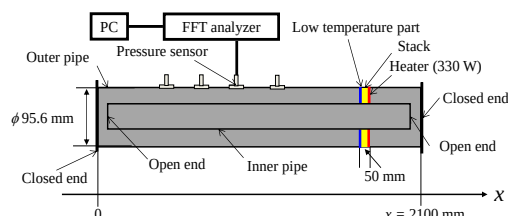


Fig. 1 Experimental system

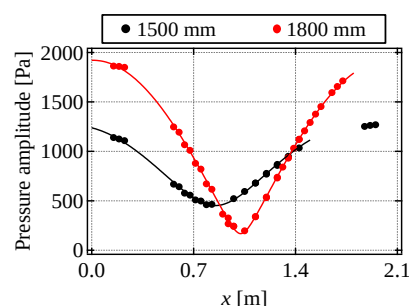


Fig. 2 Distribution of pressure amplitude

進行波位相でエネルギー変換を行う内径 42.5 mm, 全長 3.3 mm のループ管の定在波比は 2.55 であった. 同軸型熱音響システムの定在波比は 2.73 でループ管と同程度の値であったため, 同軸型熱音響システムにおいても進行波位相でのエネルギー変換が行われたと考えられる.

今後, 外管と内管の内径比及び全長比について検討を行い, 更なる定在波比の減少を目指す. さらに, 音波から熱へのエネルギー変換用のスタックを配置し, 同軸型熱音響冷却システムの製作を行う.

謝辞

本研究の一部は日本学術振興会科研費若手研究 (A) (B), 並びに挑戦的萌芽, 地域イノベーション戦略支援プログラムの補助を受けた. ここに謝意を表す.

参考文献

- [1] T. Yazaki *et al.*, "A pistonless Stirling cooler," Appl. Phys. Lett. 80 (2002), pp. 157-159
- [2] E. Noda *et al.*, TEION KOGAKU (J. Cryo. Super. Soc. Jpn.) Vol. 47 No. 1 (2012)
- [3] J. Morii *et al.*, スターリングサイクルシンポジウム講演論文集 2010(13), pp. 49-50