

原動機スタック内の温度分布が熱音響システムの冷却能力に与える影響

Effect of temperature distribution in the prime mover stack

on cooling capacity of a thermoacoustic-system

○福田 誠弥^{1,a}、坂本 真一^{2,b}、渡辺 好章¹ (1. 同志社大、2. 滋賀県立大)

○Seiya Fukuda¹, Shin-ichi Sakamoto², Yoshiaki Watanabe¹ (1. Doshisha Univ., 2. Shiga Pref. Univ.)

E-mail: a) dup0305@mail4.doshisha.ac.jp, b) sakamoto.s@e.usp.ac.jp

1 はじめに

熱音響システムは、音響管内に設置された原動機 (PM) とヒートポンプ (HP) から構成される。PM は熱エネルギーを音響エネルギーに変化させ、HP は音響エネルギーを熱エネルギーに変化させる。これらは、多数の狭い流路を有するスタックにより構成される。PM における変換効率向上には、PM スタック内において低散逸で仕事流を生成することが必要である。先行研究では、定在波と進行波型のそれぞれの熱音響システムにおいて PM スタック内の温度分布の制御による仕事流生成量の増大が報告されている^[1,2]。PM によって生成された音波は HP スタックによるヒートポンプ効果を引き起こす。したがって、先行研究による仕事流生成量の増大は、ヒートポンプ効果の向上に向けて有効に作用すると考えられる。

そこで本報告では、熱音響冷却システムにおいて PM スタック内の温度分布を変化が、HP の冷却能力に与える影響を検討する。

2 実験方法

実験系を Fig. 1 に示す。全長 3.3 m、内径 42 mm のループ管型熱音響システムを構成した。システム内に内径 26 mm、長さ 45 mm の Phase Adjuster (PA)^[3]を設置し、システムの共鳴モードを 1 波長とした。PA の片端を基準として時計回りに 0.5 m の位置に HP、2.1 m の位置に PM を設置した。HP、PM には、それぞれ流路半径 0.35、0.45 mm、長さ 50 mm のスタックを用いた。PM スタックの片端(2.1 m)に循環水、

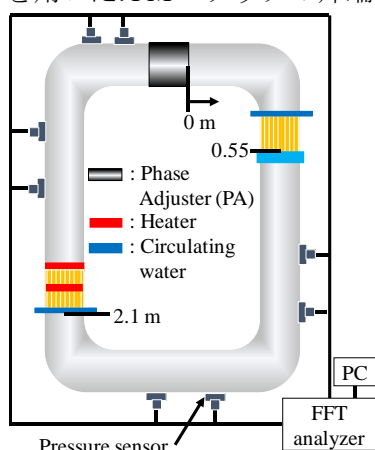


Fig. 1 Experimental system.

他端(2.15 m)にはヒーター (PM ヒーター) を設置し、スタック両端に温度差を与えた。PM ヒーターには 210 W を入力した。また、PM スタック内の温度分布に変化を与えるため、スタック中央(2.125 m)にニクロムヒーターを設置した。ニクロムヒーターの入力 (NH_{input}) を 0~20 W と変更し、内部温度を変化させた。HP スタックの冷却温度と、PM スタック両端、内部温度の 4 点を K 型熱電対により測定した。

3 実験結果

Figure 2 に PM スタック内の温度分布を示す。全ての NH_{input} に対する温度分布において音波の発生を観測した。先行研究と同様に NH_{input} を上昇させると、PM スタック内の仕事流生成量は増大することが確認された。Figure 3 に各 NH_{input} における HP の冷却温度を示す。縦軸は冷却温度を表し、基準温度(18°C)と最高到達冷却温度の差をカラーバーとして示している。

$NH_{input} = 0, 20$ [W] のそれぞれの最高到達冷却温度は 2.6, -1.2°C であり、 NH_{input} の増加に伴い冷却能力が向上する。以上の結果より、PM スタック内の温度分布の制御はヒートポンプ効果の向上に極めて有効に作用する。

参考文献

- [1] S. Fukuda *et al.*, Proc. 37th Symp. Ultrasonic Electronics, 1P4-10 (2016)
- [2] S. Fukuda *et al.*, Jpn. IEICE, 116-352, pp. 59-62 (2016)
- [3] S. Sakamoto *et al.*, J. App. Phys. Vol. 46, No. 7B pp. 4223-4225 (2007)

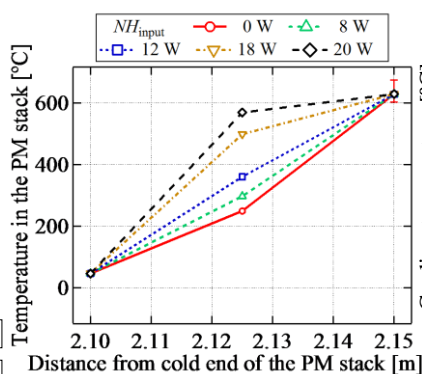


Fig. 2 Temperature distribution

in the PM stack.

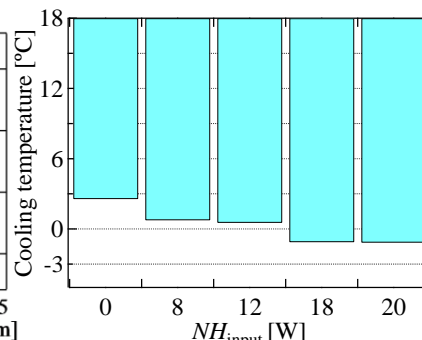


Fig. 3 Cooling temperature

at each NH_{input} .