定在波熱音響システムの共鳴周波数がスタック内部温度に与える影響

Effect of the resonance frequency on the internal temperature of the stack

with a standing-wave thermoacoustic-system

^O杉本 茉菜 ^{1, a}, 坂本 眞一 ^{2, b}, 倉田 侑弥 ¹, 渡辺 好章 ¹ (1. 同志社大, 2. 滋賀県立大)

^oMana Sugimoto¹, Shin-ichi Sakamoto², Yuya Kurata¹, Yoshiaki Watanabe¹ (1. Doshisha Univ., 2. Shiga Pref. Univ.)

E-mail: a) ctwb0349@mail4.doshisha.ac.jp, b) sakamoto.s@e.usp.ac.jp

はじめに 1

熱音響システムを用いると,産業排熱などの 熱エネルギーから音エネルギー (仕事流)の生 成が可能となる.このシステムの熱と音のエネ ルギー変換部には,狭い流路を多数有するスタ ックと呼ばれるデバイスが用いられる.熱音響 システムのエネルギー変換効率向上の実現に は、スタックの動作メカニズムを解明しその有 効活用が必要となる.

スタック内作業流体を加温すると,熱音響変 換効率が向上すること, ならびに, システム内 におけるスタックを,作業流体の粘性散逸を抑 制するために粒子速度分布の節付近に設置し, この状態でスタック内流体を加温することで 仕事流生成量AI も増加することを既に報告し た^[1]. しかしながら,スタック内加温操作と, システムの共鳴周波数の変化に伴うエネルギ ー散逸の関係についてはまだ十分には検討さ れていない. そこで,本報告では,定在波熱音 響システムの共鳴周波数を変更することで、ス タック内部温度制御がAI に与える影響につい て検討する.

2 実験方法

実験系を Fig. 1(a)に示す. 内径 42 mm の両端 閉端の円筒管を用い, 直管型熱音響システムを 構成した. 作業流体は大気圧空気とした. シス テム全長を 2000, 2500, 3000 mm とし, スタッ ク設置位置は x = 900, 1100, 1350 [mm]とした. 共鳴周波数はそれぞれ 170, 140, 115 Hz となる. スタックの概略図を Fig. 1(b)に示す. スタック は、長さ50 mm、流路半径 0.55 mm のハニカ ムセラミックスを用いた.スタックの片端 (y=0[mm])に循環水,他端(y=50[mm])には電

気ヒータを設置し、システムの発振条件を満た す 150 W を入力しスタック両端に温度差を与 えた. また, スタック中央(y=25 [mm])にもヒ ータを設置し、その入力(NHinput)を0,9,28Wと し、内部温度を変化させた.K型熱電対を用い て,スタック両端温度(T_H,T_C[K])と内部温度 (T_N [K])の3点を測定した. 管内の音圧及び共 鳴周波数は、水晶型圧力センサ(PCB 社製) を用いて測定し、これらから仕事流分布を算出 した[2].

3 実験結果

NH_{input} に対するスタック内部の温度分布を Fig.2に示す. ここでは、例として共鳴周波数 が 170 Hz の場合を示す. NH_{input} = 0, 9, 28 [W] と変化させると TN が上昇する. また, 他の共 鳴周波数においても同様に TN は上昇し, 全て の実験条件で管全長を 1 波長共鳴とする音波 が発生した. 各共鳴周波数における NHinput と ΔI の関係を Table 1 に示す. この結果から, 全 ての共鳴周波数でTNの上昇に伴いΔIも増加す ることが確認できた.このことから,スタック 内加温が共鳴周波数の違いに伴う散逸に与え る影響は小さく,スタック内加温は作業流体と スタック壁面の熱交換に効果的に作用してい ると考えられる.したがって、共鳴周波数に関 わらずスタック内部温度の加温はAIの増加に 有効であると共にシステム制御にも有効であ ると考えられる.

- 参考文献
- [1] 杉本茉菜 他,第55回日本伝熱シンポジウ ム講演論文集, P1436, 2018.
- [2] K. Kuroda, et al., Jpn. J. Appl. Phys., 51 07GE01, 2012.





Table 1 Relations of NH_{input} and ΔI . (a) 115 Hz

(u) 115 112		
0	9	28
205	243	246
(b) 140 Hz		
0	9	28
161	172	181
(c) 170 Hz		
0	9	28
133	149	174
	(a) 113 0 205 (b) 140 0 161 (c) 170 0 133	$\begin{array}{c cccc} 0 & 9 \\ \hline 0 & 9 \\ \hline 205 & 243 \\ \hline (b) 140 \text{ Hz} \\ \hline 0 & 9 \\ \hline 161 & 172 \\ \hline (c) 170 \text{ Hz} \\ \hline 0 & 9 \\ \hline 133 & 149 \\ \end{array}$