ラウドスピーカ音付加に伴う 定在波熱音響システムのスタック両端温度差の変化 ―スタック設置位置の影響―

Changing the temperature difference at both ends of the stack with inputting sound of loudspeaker in standing-wave thermoacoustic system -Effects of the installation position of the stack-

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

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

E-mail: a) buo2034@mail4.doshisha.ac.jp, b) sakamoto.s@e.usp.ac.jp

1 はじめに

熱音響現象^山とは,熱と音波の相互エネルギー変換 現象である.この現象を利用することで,工場廃熱 等の未利用熱エネルギーを駆動源とする冷却システ ムの実現が可能となる.しかし,熱音響システムの 実用化に向けた課題の1つとして発振温度の低下が 挙げられる.

そこで、低温度発振が可能なシステムの実現に向けて、ラウドスピーカを発振促進のための付加音源として導入した。自励振動時のシステムにラウドス ピーカを入力したところ、スタック両端温度差の変 化を確認した。スタック両端温度差の変化にはラウ ドスピーカ入力による管内の音波の増幅²¹が寄与す ると考えられる。本報告では、ラウドスピーカ入力 時のスタック両端温度差の変化要因を解明するため、 スタック設置位置の影響に関して検討を行った。

2 実験方法

実験系を Fig. 1 に示す. 全長 2000 mm, 内径 42 mm の右端閉端のステンレス管を用いた. システム左端 にラウドスピーカ(TOA 社, TU-750)を設置し, スピー カ振動面の位置を x=0 [mm] とする軸座標を設定す る. プライムムーバスタック(PM)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. PM 高温端の位置は x= 1450, 1550, 1750 mm とした. 各条件において, PM 高温端に電気ヒータを設置し 自励振動による音波の音圧が 1000 Pa となるような 熱量を供給した. PM 低温端は循環水で 20°C に保っ た. PM 両端の温度を K 型熱電対で測定し, PM 両 端の温度が定常状態に到達したとき, 管壁面に固定 した水晶型圧力センサ(PCB 社)で音圧を測定した. 測定した音圧値から伝達マトリクス法を用いて管内



Fig. 1 Experimental setup.

Table 1 Measured value of temperature difference at both ends the PM. (A) 4 W (375 Pa) input. Installation position 1450 1550 1750 of stack [mm] 471 768 1166 after speaker input [Pa] 22 -10 -103 $\Delta T_{\text{Speaker}} - \Delta T \quad [^{\circ}C]$ (B) 20 W (745 Pa) input. ation positi 1450 1550 1750 of stack [mm] 1060 1261 1938 after speaker input [Pa] $\Delta T_{\text{Speaker}} - \Delta T \quad [^{\circ}C]$ -31 -136 -204

の仕事流を算出した.各条件において、管全長を半 波長とする共鳴周波数で自励振動することを確認した.ラウドスピーカの入力周波数は管内の共鳴周波 数の変化の様子を確認するため、自励振動時の共鳴 周波数の2倍とした.各条件において、ラウドスピ ーカの入力電力をそれぞれ4,20Wと変化させた.各 PM 設置条件での PM 両端の温度差と音圧の周波数 スペクトル及び PM の仕事流生成量 *J* [W/m²]の変 化を比較検討した.

3 実験結果

各 PM 設置条件におけるラウドスピーカ入力後の 管内の 1 波長共鳴成分の音圧値及び, PM 両端温度 差の変化量を Table 1 に示す.いずれの条件において も、ラウドスピーカで入力した音波が増幅され、管 内の共鳴モードが変化を観測した.ただし、PM 設 置位置 1450 mm、ラウドスピーカ入力4 W のとき、 ラウドスピーカ入力後、自励振動時と同じ周波数の 音波も観測した.Table 1 よりラウドスピーカで入力 した音波の増幅量が増大するに従い、PM 両端温度 差は減少していることが分かる.

また、Fg.2 に各 PM 設置条件におけるラウドスピーカ入力後の*A I の*値を示す. Figure 2 より管内の音 圧分布に対する PM 設置位置によってラウドスピー カ入力後の*A I が*変化することが確認できた. これより、ラウドスピーカ入力に伴う PM の仕事流生成量 と PM 両端温度差の変化が相互に関連していること が示唆された.

参考文献

[1] 富永昭, "熱音響工学の基礎", 内田老鶴圃, 1998.

[2] 琵琶哲史, "複数蓄熱器による音響パワー増幅", 低温工学 47(1), 42-46, 2012.

