

## A223

## 干渉を伴う非円形衝突二噴流熱伝達に及ぼす音場の影響

## Effect of Tone-excitation on Impingement Heat Transfer Characteristics from Dual Jets with Non-circular Cross Section

機学 \* 堀尾 幸加 (岐阜大院) 機正 檜和田 宗彦 (岐阜大)  
 機正 三松 順治 (岐阜大) 機正 親川 兼勇 (琉球大)  
 布林 白拉 (岐阜大院)

Sachika HORIO<sup>1</sup>, Munehiko HIWADA<sup>1</sup>, Junji MIMATSU<sup>1</sup>

Kenyu OYAKAWA<sup>2</sup>, Paira PURIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gifu Univ., Dept. of Mech&System Eng., Ynagido1-1, Gifu, 501-1193

<sup>2</sup>Univ. of Ryukyus, Dept. of Mech. Eng., Naha, Okinawa, 905-0213

The impinging jet has been used in many industrial fields, such as, the heating, cooling and drying of glass, paper, fiber, and steel. Recently, it is shown that tone-excitation gives a remarkable variation on thermal and pressure fields on the target plate, when its tone-excitation with a specific frequency for an oval jet is vertically added in the direction of the flow of the jet. This report examined the effect of tone-excitation on the interference of free jet, and the impingement heat transfer characteristics from dual jets with non-circular orifice.

Key Words : Impingement Heat Transfer, Non-circular Orifice, Tone-excitation, Dual Jets

## 1. 緒言

衝突噴流<sup>(1)-(4)</sup>は、高い熱伝達率を与えるため、ガラス、製鉄工業などにおける加熱、冷却、乾燥など、実用上広範囲な分野で用いられている。しかし、その制御性が低いことが問題とされている。最近、楕円噴流に対して短軸方向からある特定周波数の音場を付加すると、衝突噴流の圧力場、温度場が音場を付加した方向に引き伸ばされることが報告<sup>(5)</sup>されている。また、正多角形の非円形オリフィス噴流では Axis-switching が発生することがわかった<sup>(6)(7)</sup>。本研究では、二個の非円形オリフィスをを用いた噴流群の伝熱特性<sup>(8)</sup>の引き続き、音場を付加することにより、複数噴流群の干渉に及ぼす音場の影響を速度場、圧力場、温度場について計測し、その制御性について検討した。

## 2. 実験装置および方法

本実験で使用した主な記号と座標系およびオリフィス形状を Fig.1 に示す。ワイヤカット法にて製作した厚さ 2mm の真鍮製の円形、正方形および正三角形オリフィス板（等価直径  $De=30$ ）をそれぞれ二つ組み合わせ、 $+z$  方向または  $+y$  方向から音場を付加して実験を行った。正方形および正三角形オリフィスの組み合わせには、底辺が向き合っている場合と頂角が向き合っている場合があり、重心間距離  $C$  は 25mm～100mm まで変化させられる。付加する音場は、オリフィスの中心から流れ方向距離一定(125mm)、140mm オフセットして設置されたスピーカー（直径：210mm）に印加電圧  $V_s=20V$  を与え、励起周波数  $f_s=60Hz$  一定とした。また、噴流レイノルズ数  $Re \approx 50000$  一定で実験を行った。

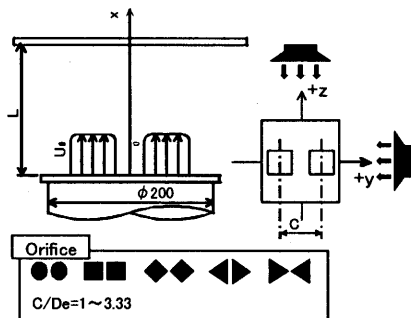


Fig.1 Experimental Set up and Coordinates

## 3. 実験結果および考察

**3.1 自由噴流特性に及ぼす音場の影響** 円形オリフィスの自由噴流の平均速度分布の流れ方向変化を Fig.2 に示す。合体領域の代表として  $C/De=1$ 、干渉領域の代表として  $C/De=3.33$  の実験結果を選んだ。計測断面は  $x/De=0.1, 2, 4, 6, 8$ 、および 10 の 6 断面である。合体領域の  $C/De=1$  では、 $+z$  方向から音場付加した場合、 $x/De=0.1$  と 2 で、音場付加に関わらず速度分布の変化は見られないが、 $x/De \geq 4$  では、 $y/De=0$  近傍での最大速度が減少し、分布が平坦化される形で音場の影響が現れている。これに対し、 $+y$  方向から音場付加した場合は、どの  $x/De$  の結果においても、速度分布に差異がなく、音場の影響が見られない。干渉領域の  $C/De=3.33$  では、 $+y, +z$  のどちらの方向から音場を付加しても、速度分布に差異は見られず、音場の影響はない。

**3.2 衝突平板上の壁面圧力分布に及ぼす音場の影響** オリフィス-平板間距離  $L/De=8$  において、重心間距離  $C/De$  を変化させた場合の衝突平板上の局所壁面圧力分布を Fig.3 に示す。オリフィス形状は円形を組み合わせたと、正方形の底辺が向き合っているものを代表とした。円形オリフィスの場合、 $+z$  方向から音場を付加すると、合体領域 ( $C/De=1$  と 1.33) では、最大圧力付近の値が減少する形で音場の影響が現れているが、干渉領域 ( $C/De \geq 1.66$ ) では音場付加の有無による差異が見られない。これに対し、 $+y$  方向から音場を付

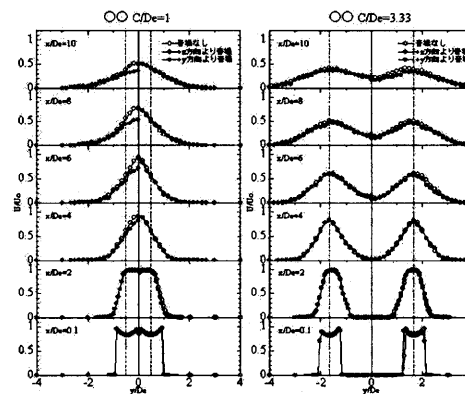


Fig.2 Time-averaged Velocity Profiles

加した場合は、合体・干渉領域ともに、圧力分布に変化が見られず、音場の影響がない。正方形の底辺が向き合っている場合、円形を組み合わせた場合に比べて、音場の影響は少ないが、同様の傾向が見られる。底辺が向き合っているものと、頂角が向き合っているものでは、両者に大きな違いは見られなかった(図略)。また、オリフィス形状による音場の影響を比較すると、円形の組み合わせが最も音場の影響が大きく、正三角形の組み合わせが最も音場の影響が小さかった(図略)。L/De=8 における衝突平板上の等圧線図を Fig.4 に示す。オリフィス形状は円形を組み合わせたもので、重心間距離 C/De=1 と 2 である。合体領域にあたる C/De=1 では、音場付加すると、最大値付近の値が減少しており、音場の入射方向に大きく引き伸ばされた分布になっている。この合体領域では楕円形状の単一オリフィスが Axis-Switching した場合<sup>(6)</sup>に相当するため、短軸方向から音場を付加した結果と同じ傾向を示している。干渉領域にあたる C/De=2 では、音場付加すると、最大値付近の値は減少しているのみで、分布全体には変化がない。

3.3. 衝突平板上の壁面熱伝達特性に及ぼす音場の影響  
Fig.3 と同一条件における、L/De=8 において、重心間距離 C/De を変化した場合の衝突噴流の局所ヌセルト数分布を Fig.5 に示す。円形を組み合わせた場合、合体領域(C/De=1 と 1.33)では、+z 方向から音場を付加すると、Nu の最大値付近の値が減少する形で音場の影響が現れているが、干渉領域(C/De ≥ 1.66)では、分布に差異はなく、音場の影響はない。これに対し、+y 方向から音場を付加した場合は、合体領域、干渉領域ともに、Nu 分布に音場なしの結果と変化はなく、音場の影響は見られない。これは、圧力場と同じ傾向である。正方形の底辺が向き合っている場合、円形を組み合わせた場合

に比べて、音場の影響は小さいが、同様の傾向が見られる。底辺が向き合っているものと、頂角が向き合っているものを比較しても、壁面圧力分布同様、両者に大きな違いは見られなかった(図略)。また、オリフィス形状による音場の影響を比較すると、円形オリフィスの組み合わせが最も音場の影響を受けやすく、正三角形の組み合わせが最も音場の影響を受けにくいという、壁面圧力と同じ傾向が見られた(図略)。Fig.4 と同様に、L/De=8 における衝突平板上の等ヌセルト数線図を Fig.6 に示す。合体領域にあたる C/De=1 では、最大値付近の値が減少しており、音場の入射方向に引き伸ばされた分布になっているが、干渉領域にあたる C/De=2 では、分布全体には変化はない。

#### 4. まとめ

- (1) 二噴流群では、圧力場、温度場ともにオリフィスの重心間距離の小さい合体領域では絶対値を小さくし、分布を平坦化させる形で音場の影響がみられるが、重心間距離の大きな干渉領域では音場による影響が見られなかった。
- (2) 二噴流群において、オリフィスを並べた方向から音場付加した場合 Cp, Nu 分布に差異は見られないが、その直交方向から音場を付加した場合の方は、音場の影響が見られた。

#### 参考文献

- 1) 日本機械学会編, 伝熱工学資料(改訂第4版), (1985), 109.
- 2) P. M. Sforza, et al., AIAA JOURNAL 4-5, (1966), 800.
- 3) Hussain, F. and Hussain, H., J. Fluid. Mech., 201, (1989), 257.
- 4) Bradbury, L. J. S., et al., J. Fluid. Mech., 70-4, (1975), 801.
- 5) 樽和田他4名, 流体熱工学研究, 35-2, (2000), 31
- 6) R. E. Luxton, et al., Experiments in Fluids, 28, (2000), 93-94.
- 7) 樽和田他4名, 熱工学講演論文集, No. 01-9, (2001), 441.
- 8) 稲熊他5名, 第39回 日本伝熱シンポジウム講演論文集, (2002), 25.

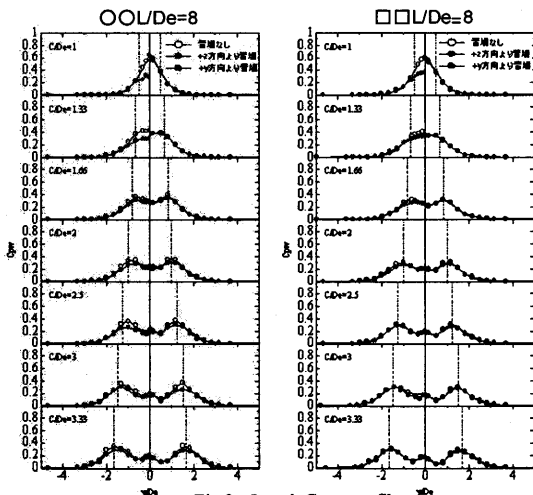


Fig.3 Local Cp profiles

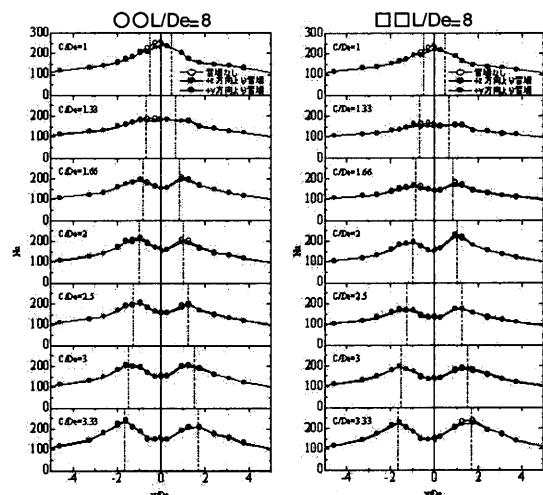


Fig.5 Local Nu profiles

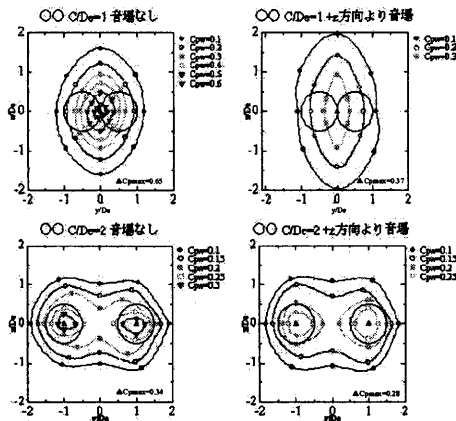


Fig.4 Iso-Cp maps

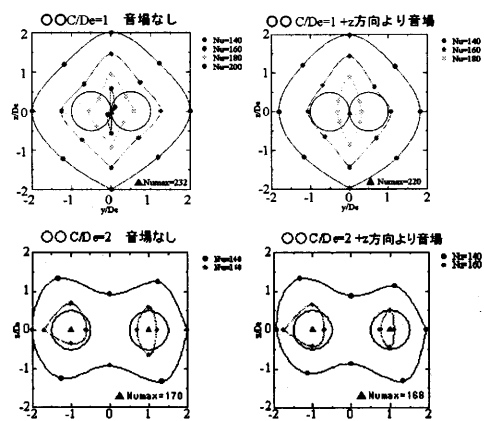


Fig.6 Iso-Nu maps