

## ヴォルテクスジェネレータによる噴流混合拡散の最適制御 Control of mixing and diffusion of jets by vortex generators

Yasumasa Ito\*, Hyu Harada\*, Takahiro Katagiri\*\*

\*Graduate School of Engineering, Nagoya University

\*\*Information Technology Center, Nagoya University

噴流とは、スリットやノズルなどの小孔から噴出された流体が、空間中の周囲流体を巻き込みながら拡散・混合する流れであり、様々な流体機器に見られる基礎的現象である。したがって、噴流やそれに伴う物質・熱輸送の特性を明らかにするとともに、噴流の拡散・混合を促進・抑制させる制御手法を開発することは工学的に重要である。制御手法の一つとして、噴流出口にヴォルテクスジェネレータを設定する方法がある。過去に半デルタ翼形状タブをヴォルテクスジェネレータとして用いた研究を実施した結果、タブの個数によって噴流の周囲流体を取り込む効果が促進される場合も抑制される場合もあることが明らかになった。特に3タブの場合では取り込み効果が上流から下流にかけて促進され続けるのに対し、6タブの場合には噴流出口近傍では取り込み効果が最も促進されるものの、遠方においては最も抑制されることを明らかにした。しかし、タブの設置による縦渦の形成や乱れの付加といった流動構造の変化のいずれが、それらの効果に影響を及ぼしているかは明らかにされていない。そこで本研究では、迎角  $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、および  $90^\circ$  の大きさが等しいタブの設置された噴流に対する直接数値シミュレーションを実行し、噴流の巻き込み制御に重要なパラメータの同定を行った。

図1に計算領域の概略を示す。原点は円形噴流出口中心とし、主流方向を  $x$ 、鉛直方向を  $y$ 、スパン方向を  $z$  とする。計算領域の主流方向長さ、鉛直方向長さ、スパン方向長さは、噴流出口径の長さ  $d$  を基準としてそれぞれ  $L_x=15d, L_y=8d, L_z=8d$  である。なお、 $x \leq 0$  の領域が噴流流入部に相当する。 $x, y, z$  の各方向の格子数をそれぞれ、 $N_x = 1900, N_y = 928, N_z = 928$  とした。タブの大きさは、噴流出口径  $d$  に対する突出高さは  $0.125d$ 、長さ(幅)は  $0.26d$  である。

図2に、主流方向平均速度の断面カラーコンターマップを示す。タブを設置した場合にはタブの背後においては(ポインター)噴流断面形状が内側にせばまり、タブとタブの間においては(ポインター)外側に広がることを確認できる。また全体を見ると、3タブの場合は三角形、6タブの場合は六角形となることがわかる。迎角については、 $90^\circ$  の場合はタブによる影響が大きく、 $0^\circ$  の場合は小さい。

主流方向平均速度を断面平均し、主流方向に対する流量の変化を調べた。図3がその結果であり、縦軸は各断面における流量を噴流出口における初期流量で除した値、横軸は噴流出口径  $d$  で無次元化された主流方向位置である。図より、3タブの  $\theta=30^\circ$  と  $90^\circ$  の場合には、常に周囲流体の巻き込み効果が促進されることがわかる。特にその効果は3タブ/ $\theta=90^\circ$  の場合で顕著で、下流においては他のどの場合より流量はるかに大きい。一方6タブの  $\theta=30^\circ$  と  $90^\circ$  の場合には、つまり図の青と緑の実線では、上流において周囲流体の巻き込み

がタブ無しの場合より促進されますが，下流になるにつれて値が低下する．特に  $\theta=0^\circ$  の場合には，3 タブ，6 タブいずれの場合でも巻き込み効果がタブなしの場合に比べて抑制される．

(学会発表実績)

1. 伊藤靖仁，原田彪，円形噴流制御を目的とした半デルタ翼型タブの最適設計，日本機械学会年会 (2024)
2. 原田彪，伊藤靖仁，円形噴流制御のための半デルタ翼形状タブの最適設計，日本流体力学会中部支部講演会 (2024)．

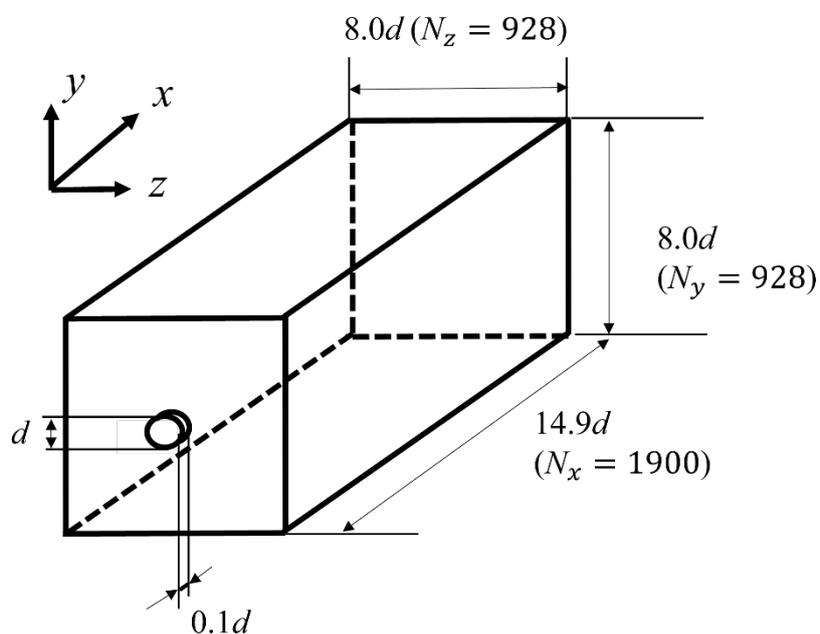


図 1 . 計算領域の概略.

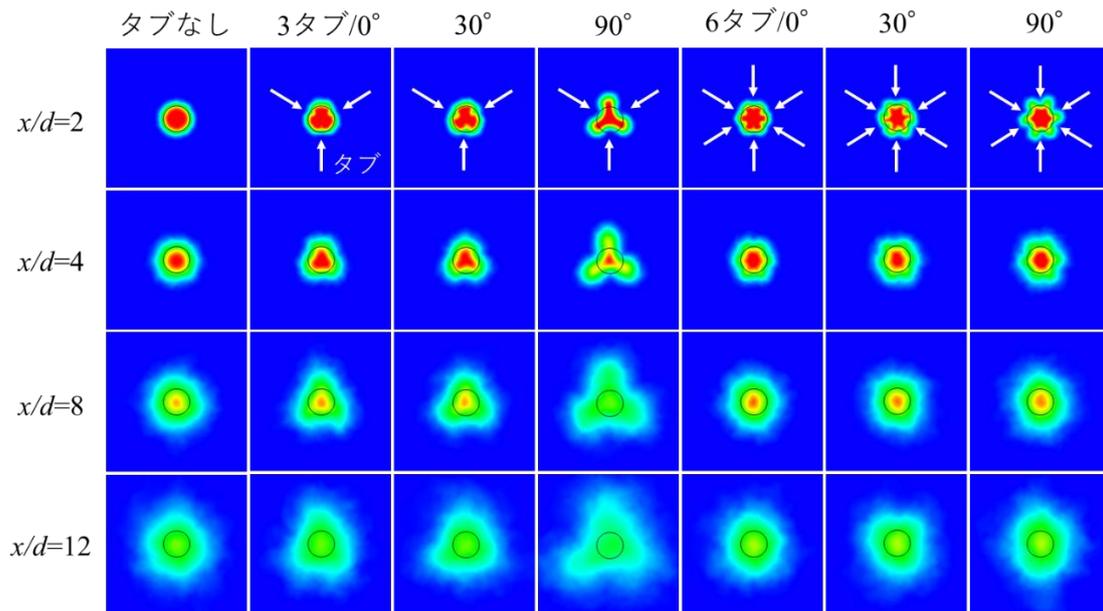


図2. 主流方向平均速度の断面カラーコンターマップ.

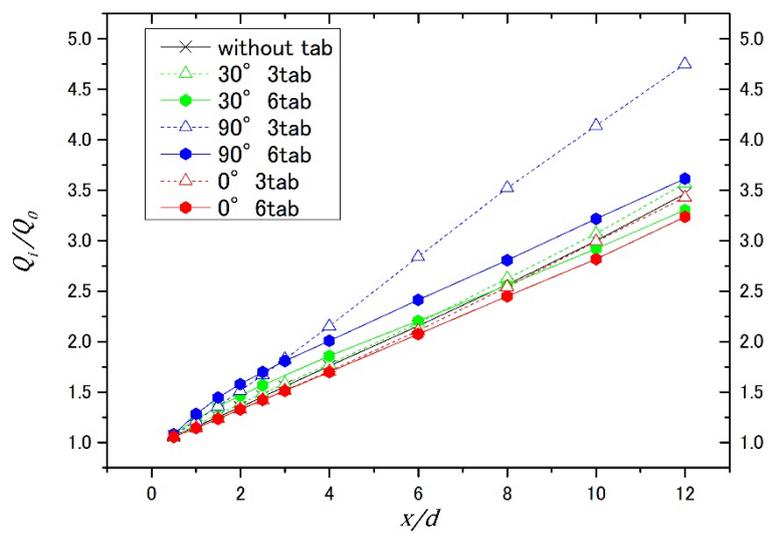


図3. 流量の主流方向分布.