K3-49

ノズル出口に取り付けた突起による噴流初期領域の渦構造の操作

Control of vortex structures in the initial region of a round jet using a tab

○柳滉一¹,村松旦典²,大竹智久²,菊池崇将² *Koichi Yanagi¹, Akinori Muramatsu², Tomohisa Otake², Takamasa Kikuchi²

A tab is attached on a round nozzle to control vortex structure in a round jet. Shapes of the tab is isosceles right angle triangle, rectangle, and cylinder. The vortex structure in the jet is different by changing the shape and thickness of the tab. Most effective tab to change the vortex structure is the isosceles right triangle, and the large thickness is effective.

1. 緒言

噴流は伝熱や混合などの目的で工業的に広く利用さ れている流れである. 噴流による混合の促進・抑制の ためには噴流初期領域の渦構造を操作することによっ て実現される. 噴流の渦構造を操作するための一つの 方法として、噴出ノズルの出口形状を変える方法があ る. 例えば、ノズル出口直後に小型の三角形の突起(タ ブ)を設置した場合、タブの数や配置方法によって噴 流の構造が大きく変化する. タブは噴流中に縦渦を発 生させて乱れを付加して噴出気体の拡散を促進させる 効果があり、Zaman は 4 個のデルタタブを出口直後に 等間隔に配置してその効果を示した $^{[1]}$. しかし、タブ を取り付けた場合の噴流の流れ方向についての構造は 明らかになっていない. ここでは噴流の流れ方向にお いて可視化実験を行い、噴流の構造について調べる. また、タブの形状や大きさの違いによる影響の違いを 調べる.

2. 実験装置および実験方法

ノズルは出口直径 12 mm,縮流比が30の円形ノズルを使用し、静止大気中に空気を噴出した。図1に示すようにノズルの上部に木で製作したタブを1個取り付けた。表1に示すように、タブの形状は3種類で、三角形タブの場合には板の厚さを3種類用意した。タブの突出し長さは1 mm と2 mmの2通りとした。噴流レイノルズ数 Reが1000,2000 及び3000で実験を行った。Reはノズル出口中心上での噴出速度、ノズルの出口直径、空気の動粘性係数によって決まる値である。

噴出気体の空気にはFog Generator で発生させた散乱 粒子を混入し、噴流に厚さ約1 mm のレーザーシート をノズル出口中心を通る断面に照射することで噴流の 流れ方向の断面可視化を行う。噴流断面の可視化は図 1 に示されるようにタブを通る断面とタブを通らない 断面の二通りを可視化した。可視化した噴流をハイス

Table 1. Experimental conditions

Shapes	Thick [mm]
Isosceles right triangle	2
	3
	5
Rectangle	5
Cylinder	2

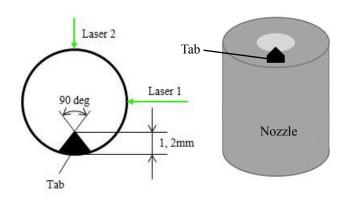


Figure 1. Nozzle exit

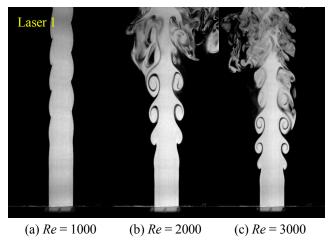


Figure 2. Visualized air jet without a tab

1:日大理工・学部・航宇 2:日大理工・教員・航宇

ピードカメラで撮影した.

3. 実験結果

最初にタブを取り付けていない状態での可視化された噴流を図 2 に示す. タブを取り付けていない場合, Re=1000 では層流になり Re=2000 と Re=3000 では渦輪が発生しどちらも軸対称であることが分かる.

ここでは、渦構造について最も大きく変化が見られた厚さ 5 mm の直角二等辺三角形タブの実験結果を示す。 突出し長さが 1 mm と 2 mm の場合での可視化結果を、それぞれ図 3 と 4 に示す。図 3 及び 4 で上段の画像は図 1 における Laser 2 の方向、下段の画像は Laser 1 の方向でレーザーを照射して撮影した画像である。図 3 と 4 のそれぞれの上段画像を図 2 の画像と比べると、タブの突き出し 1 mm の場合はタブがある側の渦輪に影響を与え渦輪が形成されにくくなっている。タブの突出しが 2mm になると、その影響はさらに大きくなると共に噴流がタブが無い側に倒れて流れている。

次に図 3 と 4 それぞれの下段の画像を図 2 と比べる と、図 3、4 の Re=1000 の場合では流れ方向上部にいくほど主流の幅が出口部分よりも大きくなっている.図 3 の Re=2000 と 3000 の場合は主流が 2 つに分かれるが、すぐに合体している.図 4 ではどの Re でも主流が 2 本に分かれている.この分かれた 2 本の流れは図 3 のように合体することなく下流に流れている.またRe=2000 と 3000 の噴流を比べるとどちらも 2 本に分かれた後も渦輪を形成しながれているが、最初に形成される渦輪の傾きが異なっていることが分かる.

このようにタブを取り付けることで噴流の構造に変化を与えることができたが、タブを避けるように噴流気体が流れ、流速が変化することが考えられるが、さらに実験による検討が必要である.

4. 今後の予定

可視化実験だけではなく噴流中の速度を熱線風速計で測定を行い、噴流構造について調べる. タブの数は1個で実験を行っているが、2個にした場合との違いを調べる. さらに、タブを内部に取り付けたノズルについても形成された噴流の違いを比較する.

5. 参考文献

[1] Zaman, K.B.M.Q.: Control of an Axisymmetric Jet Using Vortex Generators, Physics of Fluids, Vol.6, pp778-793, 1994.

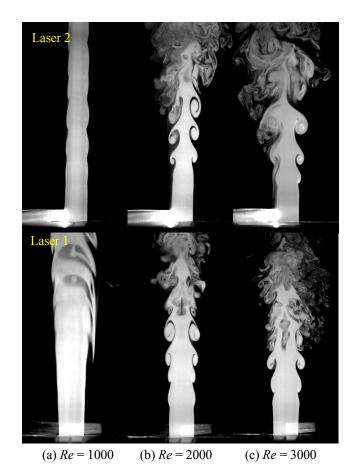


Figure 3. Visualized air jet with a 1 mm tab

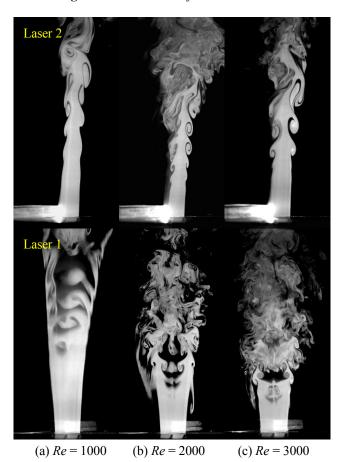


Figure 4. Visualized air jet with a 2 mm tab