

K-10

長方形噴流の初期領域の平面レーザーミー散乱法による可視化

Flow Visualization of a Rectangular Gas Jet using PLMS

○梅田一希¹, 村松旦典²*Kazuki Umeda¹, Akinori Muramatsu²

Many studies have been conducted on round jets issuing from a circular hole as the simplest form of jets, and it has been known that vortex rings and streamwise vortices formed in the initial region affect the spatial development of the jet. The called Side jets, namely bifurcating flows, observed in low-density gas jets is also caused by vortex ring and streamwise vortex pairs. The side jets are recently observed in uniform density jets. From a practical viewpoint, studies have been conducted on a rectangular jet. Since side jets were formed in a round jets with uniform density, the possibility of side-jets formation is experimentally investigated in a rectangular jet.

噴流は孔から流出する単純な流れであるため、工業的に広く利用されている。噴流による混合などの諸特性は、噴流の渦構造によって支配されていて、噴流の初期領域に形成される渦構造を制御することによって噴流の特性を制御できると考えられている^[1]。従来、最も単純な形状の噴流として、円形の孔から噴出する円形噴流について多くの研究がなされ、初期領域に形成される渦輪と縦渦が噴流の空間的な発達に大きく影響することが知られてきた^[2]。低密度気体噴流で観測されるサイドジェット^[3]と呼ばれる噴流の分岐現象も渦輪と縦渦対による現象である^[4]。また、サイドジェットは等密度気体噴流でも観測されている^[5]。

近年、実用上の観点から噴流の噴出口が長方形の噴流について、多くの研究が見られるようになった。長方形噴流のような非円形噴流では、噴流の短軸側と長軸側での噴流の広がりが入れ替わるスイッチング現象が生じた後、等方的に広がる分布になることが知られている^[6]。Raynal ら^[7]によって噴流気体の密度比が十分に低い場合、2次元噴流でもサイドジェットの形成要因として考えられている局所絶対不安定性が生じることが示されている。ヘリウムガス噴流のような低密度気体による長方形噴流でもサイドジェットが形成することは確認されているが、常温の空気噴流のような等密度気体噴流では確認されていない^[8]。常温の空気による等密度円形噴流でサイドジェットが形成されたことから、長方形噴流でもサイドジェットが形成するかもしれないと考え、実験的に調査することにした。

文献[7]と同じアスペクト比1:3、短辺側のノズル幅4mm、面積縮流比6の長方形ノズルを使用し、静止大気中に常温の空気を噴出する。層流噴流から乱流噴流となる幅広いレイノルズ数の噴流について、平面レーザーミー散乱法を利用して、噴流の短軸と長軸を通る断面とそれらに直交する断面について可視化を行い、サイドジェットの形成の有無と渦構造を調べる。また、同様な実験をヘリウムガス噴流についても行い、空気噴流と比較したい。

参考文献

- [1] 社河内敏彦, 「噴流工学」, 森北出版, 2004.
- [2] Liepmann, D., "Streamwise Vorticity and Entrainment in the Near Field of a Round Jet", *Physics of Fluids A*, Vol. 3, No. 5, pp. 1179-1185, 1991.
- [3] Chassaing, P., Antonia, R.A., Anselmetti, F., Joly, L., Sarkar, S. "Variable Density Fluid Turbulence", Kluwer Academic Publishers, pp. 16-17, 2002.
- [4] Muramatsu, A. and Tanaka, K., "Vortical Structures in the Initial Region of a Round Jet with Bifurcating Flows", *TSFP12*, No. 450, 2022.
- [5] 村松 旦典, 齋藤 真興, 川邊 健太, 菊池 崇将: 「円形等密度気体噴流中に形成されるサイドジェット」, 日本機械学会流体工学部門講演会, 2015.
- [6] 豊田国昭, 「噴流の渦」, *ながれ*, Vol. 24, No. 4, pp. 151-160, 2005.
- [7] Raynal, L., Harion, J-L., Favre-Marinet, M., and Binder, G., "The oscillatory instability of plane variable-density", *Physics of Fluids*, Vol. 8, No. 4, pp. 993-1006, 1996.
- [8] 須川貴史, 村松旦典, 長方形ヘリウムガス噴流に形成されるサイドジェット, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, 2016.