

鈍頭物体周りの極超音速流れ場に対する
空気および水の逆噴射ジェットの影響に関する実験的研究
富田 黎, 鐘 策 (東大院), 渡邊保真 (東大工学系), 鈴木宏二郎 (東大新領域)
実験期間: 平成 29 年 5 月 29 日から 6 月 2 日, 6 月 26 日から 30 日,
9 月 25 日から 29 日, 平成 30 年 1 月 15 日から 17 日

大気圏突入カプセルなど、超音速で飛行する鈍頭物体の前方には強い衝撃波が発生し、その背後で気流が高温高圧となるため、機体の風上側表面では高い圧力と空力加熱が発生する。その低減策として、物体風上側の淀み点から主流方向へジェットを逆噴射すると、ジェット先端から斜め衝撃波が形成され、機体にかかる空気抵抗や淀み点近傍での空力加熱が低減されることが知られている。これは逆噴射ジェットのスパイク効果と呼ばれている。

これまでの研究では、噴射される流体として気体を用いられることがほとんどであったが、本研究では、気体(空気)に加え、液体(水)を用いた逆噴射ジェットの効果について、極超音速風洞実験による研究を行った。気流マッハ数は 7、 P_0 は 0.95MPa である。まず、気体および液体の逆噴射ジェットが作る流れ場をシュリーレン法によって可視化し、比較した。次に、液体の逆噴射ジェットの構造を調べるため、レーザーシート法によって模型中心線を含む面と垂直な断面での可視化を行った。逆噴射は、気体、液体ともに、アポロカプセル型鈍頭円錐体のよどみ点に設けられたオリフィスを通して、測定室外の大気圧状態からの吸込みによって生成した。

シュリーレン写真から、同じ噴射圧(=大気圧)において、液体の逆噴射ジェットは気体の逆噴射ジェットに比べてより上流側に伸びたスパイクを形成するため、結果として、空気抵抗や空力加熱の低減効果を期待できることがわかった。一方、水の逆噴射ジェットがつくる離脱衝撃波の内側(再循環領域)は空気、水蒸気、水滴、氷粒の多相流で三次元性が強く、水ジェットの柱が間欠的に形成と崩壊を繰り返す非定常流れであることがわかった。



Fig. 1 ビデオカメラ画像

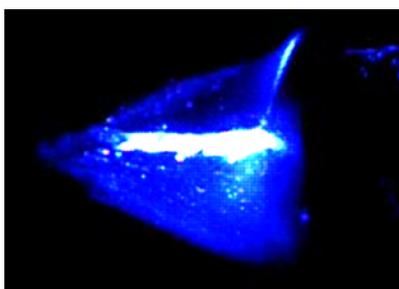


Fig. 3 レーザーシート断面画像

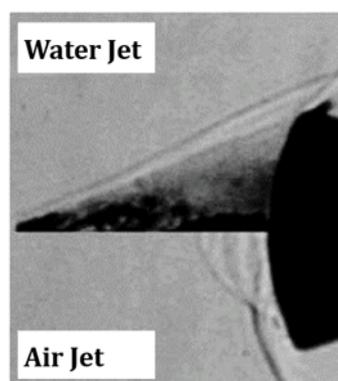


Fig. 2 逆噴射エアージェットと逆噴射ウォータージェットのシュリーレン画像の比較

参考文献

1. 富田黎, 渡邊保真, 鈴木宏二郎, "逆噴射ジェットによる鈍頭物体の極超音速空力特性制御に関する基礎研究", 第 49 回流体力学講演会/第 35 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム, 東京, 1C15, 2017 年 6 月.
2. Zhong Ce, Rei Tomita, Kojiro Suzuki and Yasumasa Watanabe, "Effect of Opposing Multi-phase Jet on Hypersonic Flow Around Blunt Body", IOP Conference Series: Materials Sci. Eng., 249, conference 1, 14th International Conference on Fluid Control, Measurements and Visualization (FLUCOME 2017), University of Notre Dame, 8–12 October 2017.