

第 61 回宇宙科学技術連合講演会 に参加して

中 村 公 彦

Kimihiko NAKAMURA

機械システム工学専攻修士課程 2017 年度修了

1. はじめに

私は 2017 年 10 月 25 日から 27 日にかけて新潟の朱鷺メッセにて開催された第 61 回宇宙科学技術連合講演会に参加し、「極超音速領域におけるバルートのテザーの耐熱性に関する研究」という題目で発表を行った。

2. 研究背景と目的

宇宙空間からの再突入における重要な課題として空力加熱の影響がある。この課題の解決策としてバルートを用いることに着目した。バルートを用いることで弾道係数の低減が見込め、空気密度の低い高高度での減速が可能となり、空力加熱を抑えることができる。

バルートはテザーによって再突入飛行体と接続されている。しかし、テザーが細いため熱の影響が大きくなる可能性がある。本研究では、数値流体解析と極超音速風洞においてテザーへの熱の影響を調べることを目的とする。

3. 数値流体解析について

バルートのモデルを用いて数値流体解析を行った。数値流体解析では主にバルートの対する熱の影響がどの部分に発生するかについて調べた。解析ソフトは FaSTAR を使用した。モデルは図 1 に示すモデルを用いた。ワイヤー径が 0.36 [mm] となるモデルである。初期条件はマッハ数 7.0 [-]、静温 91.96 [K]、静圧 234.27 [Pa] で行った。図 2 は解析によって得られたバルートのワイヤー部分の温度分布図である。カラーバーの数値は無次元化したものであり、実際の温度は静温とカラーバーの数値の

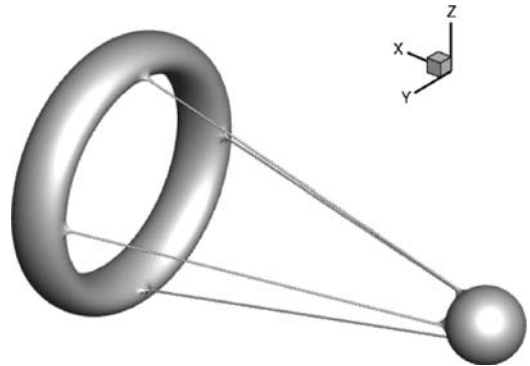


図 1 解析モデル

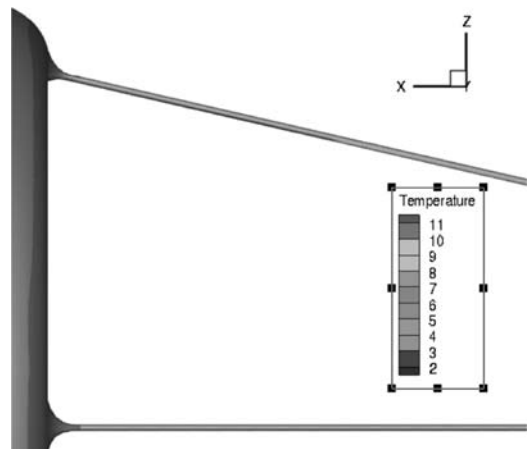


図 2 ワイヤー部の温度分布

積である。図 2 を見ると全体的に高い温度の影響を受けることがわかる。このことから、このモデルのワイヤーは熱に対して高い影響を受ける可能性があると予測される。

4. 実験について

実験は主に極超音速風洞を用いて行った。また、風洞試験を行う前に、予備実験を行いあらかじめワイヤーロープの耐熱時間を調べた。模型に使用するワイヤーロープを加熱し、その結果をもとに極超音速風洞で実験を行った。模型に使用するワイヤーロープの材質は SUS 304 であり、ワイヤー径は 4.5 [mm]、3.6 [mm]、2.7 [mm] の 3 種類である。

風洞においての通風条件は、マッハ数 7.0 [-]、貯気槽圧 950 [kPa]、通風時間 30 [s] で固定し、

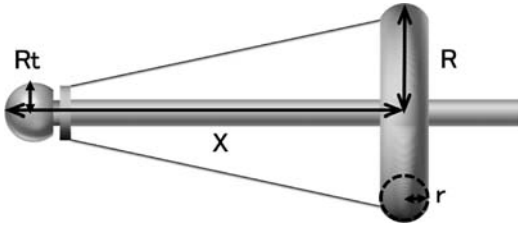


図3 実験模型の模式図

よどみ点温度を 700 [K]~1000 [K] の間で変化させ実験を行った。実験の模型は図3に示す形状である。この形状は衝撃波がバルートの外側を通るようにした形状である。模型の寸法は先端球半径 R_t は 6.3 [mm]、バルート外径 R は 20 [mm] であり、先端からバルートまでの距離 X は 80 [mm]、バルートの断面半径 r は 3.2 である。

5. 実験結果とまとめ

バーナーの加熱による実験結果は図4、図5に示す。図4はワイヤー径 0.36 [mm] の時の実験結果であり、実験を 10 回行った。実験では 25 [s] 前後まで耐えることがわかった。図5はワイヤー径 0.27 [mm] の時の実験結果であり、15 回行った。実験では 1.0 [s] 前後でワイヤーが切れることがわかった。ワイヤー径 0.45 [mm] の時は実験を 10 回行ったが、ワイヤーが切れることは無かった。

風洞実験においてはよどみ点温度を 700 [K]、800 [K]、860 [K] で行ったがどの条件でも通風中にワイヤーロープに大きな影響は見られなかった。しかし、実験後の模型を見るとワイヤーの表面が全体的に茶色に変色していた。そのため、ワイヤーが熱による影響を受けていたことがわかる。

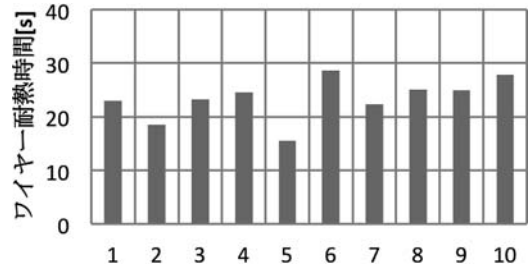


図4 直径 0.36 mm のワイヤーの耐熱時間

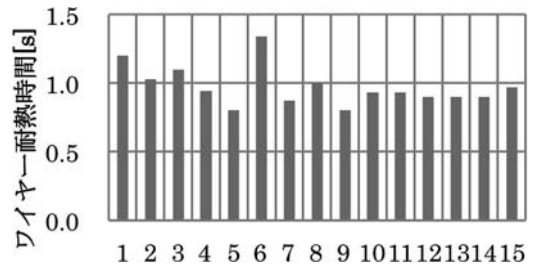


図5 直径 0.27 mm のワイヤーの耐熱時間

今回の風洞実験においてワイヤーの耐久性には問題がなかった。しかし、ワイヤー表面が変色していたことからワイヤーが熱の影響を受けていることがわかる。通風時間を増やし、更なる実験を行って調べる必要がある。

6. おわりに

今回、初めての学会発表への参加であり、専門家の方々との質疑応答や議論を通じて、自身の研究について、より深めることができ、大変貴重な時間になりました。

最後に研究や発表資料に対して指導して下さった野口佳樹先生、大津広敬先生に深くお礼申し上げます。