

第 61 回宇宙科学技術連合講演会 に参加して

柴山 望海

Nozomi SHIBAYAMA

機械システム工学専攻修士課程 2017 年度修了

1. はじめに

2017 年 10 月 25 日～27 日に新潟で開催された第 61 回宇宙科学技術連合講演会に参加し、「極超音速領域でのバルートの空力特性におけるテザーの影響に関する研究」という題目で発表を行った。以下に研究発表の内容と評価を示す。

2. 研究背景および目的

地上と宇宙間の輸送において最も問題視されているのが大気圏再突入時の空力加熱である。この空力加熱の対処法として挙げられるのがバルートである。バルートは空気力を用いた減速機であり、宇宙機を減速させることにより空力加熱を低減し、このことにより耐熱材の使用量を削減することが可能である。その結果、ペイロード質量を増加できる利点がある。

宇宙機とバルートは数本のテザーで繋がれている。しかし、テザーは柔軟性を持つためバルートの姿勢が不安定になりバルートが振動する可能性がある。その結果、落下地点が予測不能になったり積載物を破損してしまったりする可能性があるため、テザーがバルートの姿勢や空力特性に与える影響を調査する必要がある。ここでは、昨年までの研究によりテザーの影響が確認されているマッハ数 7 で宇宙機からの衝撃波がバルート表面で干渉する場合においてさらなる調査を行った。

3. 解析条件

解析には JAXA が開発した数値流体解析ツール「FaSTAR」を用い、マッハ数は 7 で解析を行った。

また、解析のモデルは衝撃波の影響を調査するた

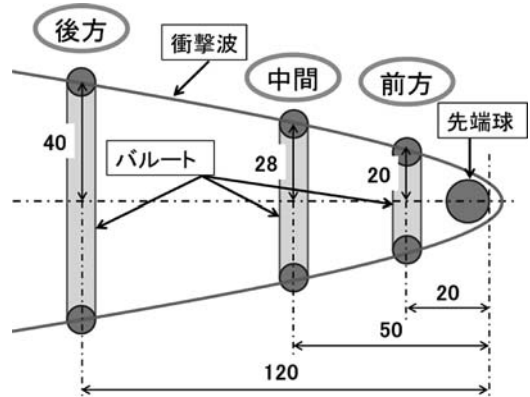
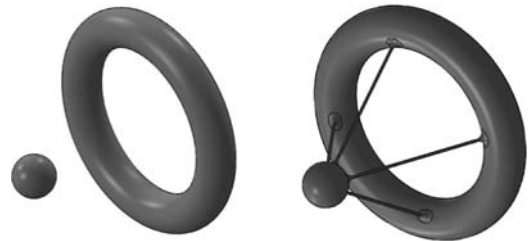


図 3.1 衝撃波の干渉位置



(a) テザーなし (b) テザーあり

図 3.2 解析モデル

めに図 3.1 のように 3 つの位置で衝撃波の干渉位置を変化させ、それぞれ図 3.2 のようにテザーがない簡略化されたモデルと宇宙機とバルートを 4 本のテザーで繋いだモデルの 2 種類を用いた。

4. 解析結果

図 4.1 に中間の場合の迎角とピッチングモーメント係数の関係を示す。

図 4.1 より、テザーがない場合は迎角をつけるバルートにその迎角がなくなる方向に力が働き、ピッチングモーメント係数が 0 になる点が 1 つ存在し、ここで力がつり合い静止し、バルートの姿勢は安定する。しかし、テザーがある場合は $-10^{\circ} \sim 10^{\circ}$ の間で迎角を大きくする方向に力が働き、またつり合いの点が複数存在することよりバルートの姿勢は不安定になる。テザーがあることにより、バルートの姿勢を及ぼすことがわかる。また、後方の場合も同様の結果になった。

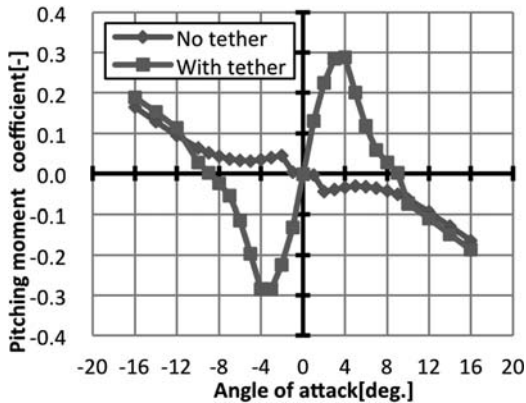


図 4.1 迎角とピッチングモーメント係数の関係 (中間)

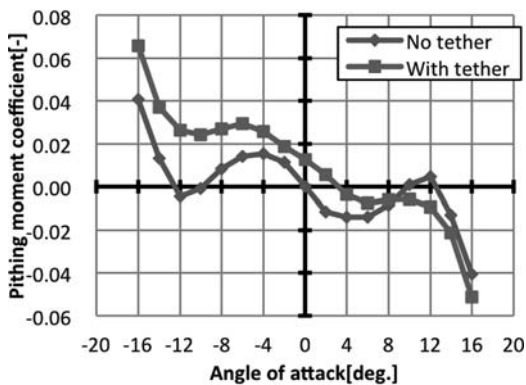


図 4.2 迎角とピッチングモーメント係数の関係 (前方)

図 4.2 に前方の場合の迎角とピッチングモーメント係数の関係を示す。

こちらは中間、後方とは違いテザーがある場合がバルートの姿勢は安定し、テザーがない場合はバルートの姿勢は安定するという結果になった。

5. 結言

マッハ数7において宇宙機を模した先端球から発生する衝撃波がバルート表面で干渉する状況において、バルートと先端球の距離を変化させてテザーの影響を調査した。その結果、すべての場合においてテザーの有無によりバルートの姿勢安定性に違いが発生することが確認できた。これはテザーによる圧力分布および先端球の衝撃波の発生位置が変化することが原因である。これにより、バルートの姿勢に影響が出て、抗力係数や揚力係数にも影響が出た。

したがって、マッハ数7において宇宙機からの衝撃波がバルートと干渉する場合は、テザーの影響の考慮が必要である。

6. おわりに

今回の学会発表では他大学や企業の方と質疑応答などを通して議論を行うことによって、自身の研究の課題の発見をすることができ、非常に貴重な体験をすることができた。この発表を通じて得られた課題を今後どのように解決するかを考え、勉学に励みさらにより良い研究にしていきたい。

最後に、研究や発表資料の作成でご指導いただいた、大津広敬教授に深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小野翔平：極超音速領域におけるバルートの形状と空力特性についての研究，龍谷大学大学院理工学研究科修士論文，2015