

## 第 62 回宇宙科学技術講演会 に参加して

川 嶋 遙

Haruka KAWASHIMA

機械システム工学専攻修士課程 2018 年度修了

### 1. はじめに

2018 年 10 月 24, 25 日の 2 日間、福岡県の久留米市で開催された日本航空宇宙学会主催の「第 62 回宇宙科学技術講演会」に参加し、「バルートの設計製作における材料の影響に関する研究」という題目でポスター発表を行った。

### 2. 研究内容

#### 2.1 研究背景

宇宙輸送において、最も技術的課題が多いフェイズとして「大気圏再突入」がある。特に、飛行体が高速度で大気圏再突入する際に発生する空力加熱は大きな問題点とされている。現在、この熱に関する対処法としては熱防衛システムやアブレータなどを宇宙船に搭載し、「熱に耐える」という観点から対策している。しかし、これらは積載量の減少や高コストといった問題点を抱えている。そこで、本研究では「空力加熱を抑える」という観点から、宇宙船後方にバルートと呼ばれるパラシュートを模したデバイスを展開し、速度を低減させることで問題の解決を図っている。

本研究では、バルートと呼ばれる柔軟構造を備えた減速装置を用いて投影面積を大きくすることによってこの問題を解決することを模索している。バルートの模式図を図 1 に示す。バルートとは宇宙機後方にパラシュートのように展開することによって投影面積を増加させ、弾道係数を減少させることによって空力加熱を抑える原理となっている。

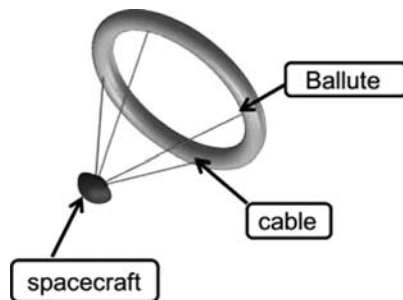


図 1 バルートの模式図

### 2.2 結果

#### 2.2.1 剛体モデルとインフレータブルモデルの比較

内圧 0.5 MPa を充填させた際のインフレータブルモデルと剛体モデルと実験結果を図 2 に示す。

マッハ数 1.0 の結果に着目すると空気を充填させることによって剛体とインフレータブル模型は同程度の抗力を得られていることが確認できる。ここで、それぞれの材料に着目すると各材料による抗力の差は見られないことが確認できた。また、抗力値の誤差も小さいことが確認できた。

次に、マッハ数 1.3 の結果に着目するといずれのインフレータブルモデルも剛体に比べて抗力が低下していることが確認できる。しかし、内圧 0.5 MPa の結果では軟質がその他二つを上回る結果が得られ、硬質とゴムは近い値を得られた。これらの結果から考えられる要因は (1) 内圧によってチューブが膨張し、投影面積が大きくなったこと (2) インフレータブル模型に使用しているカバーの破損による投影面積の増加が考えられる。それらを調べる

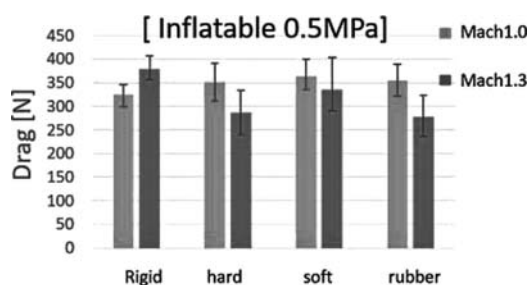
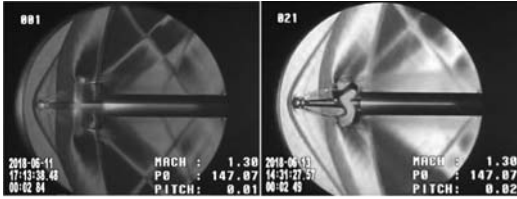


図 2 剛体とインフレータブルの結果の比較 (0.5 MPa)



(a) 剛体モデル (b) インフレータブル  
 図3 通風中のモデルの挙動 (マッハ 1.3)

にあたり通風中の様子を調査した。通風中のモデルの挙動を図3に示す。

図3から通風中インフレータブルモデルは大きく変形していることが確認できる。よってチューブの膨張に比べて空気力による変形の方が大きいと考えられ、高いマッハ数領域においては微弱な変形と抗力の関係を調べることが困難だという結果が得られた。

### 2.2.2 モデルの変形と抗力の関係

マッハ数 1.3,  $r=6\text{ mm}$  の条件において実験値と解析値との比較のグラフを図4に示す。

図4においてインフレータブルモデルの実験値はマッハ数 1.3, 最も高い内圧 0.5 MPa のモデルを示している。また解析値は変形モデルの解析値を使用している。図4から剛体は解析とほぼ同等の抗力値を得られているが、インフレータブルモデルとフレ

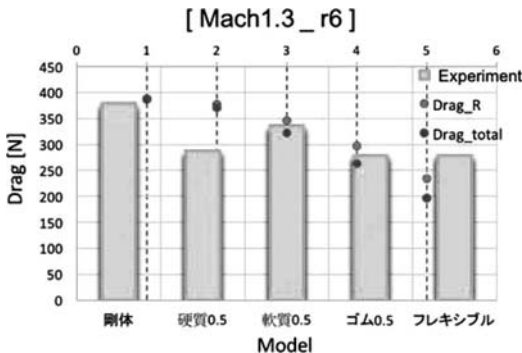


図4 変形量と抗力の関係

キシブルモデルは大きく抗力値が低下していることが確認できる。軟質はモデル3と、それ以外はモデル4の抗力値と近い結果が得られ、最大でバルート直径が8 mm 以上小さくなり、投影面積が減少することで、結果として、抗力が16.8%以上減少してしまっていることが求められた。これは  $r=6\text{ mm}$  のモデルでは強度が不足していることを示唆しており、より強度の高いモデルを模索する必要があると考えられる。

### 2.3 考察と結論

本実験では柔軟性を備えた模型と抗力値との関係を調べるに当たり、模型材料を変えることで変化する空力特性を調査した。インフレータブルモデルの結果から  $r=6\text{ mm}$  の条件において、高いマッハ数領域においてはモデルの変形量が大きすぎるため十分な抗力を得られないことが確認でき、各材料による変化は非常に小さいと考えられる。また、フレキシブルモデルの結果から  $r=10\text{ mm}$  のモデルでは変形を抑えることができ、高いマッハ数領域において微弱な変形量と抗力の関係を調べることができると考えられる。

今後は各材料においての特性をより調べるため強度の視点で調査することでモデルの座屈と抗力の関係、また、変形しない条件を調べる必要があることが考えられる。また、変形と抗力の関係を模索する必要があると考えられる。

### 3. おわりに

本学会ではポスター発表を通して、大変有意義な討論を行うことができた。発表では様々な方々から意義深い質問を多数受けたことで、自身の研究について、これまでとは違った切り口で見ることができ、より考察を深める機会となった。