

ブレーメン応用科学大学への 交換留学に参加して

小林 知 紘

Tomohiro KOBAYASHI

機械システム工学専攻修士課程 2017 年度修了

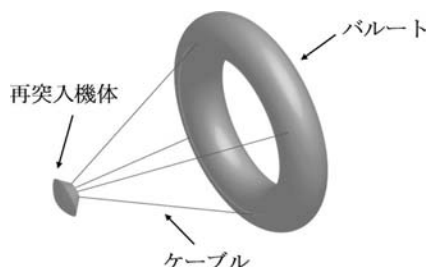


図 1 バルートの概略図

1. はじめに

2017 年 9 月 20 日から 2018 年 1 月 17 日までの約 4 ヶ月間、ドイツ・ブレーメン州にあるブレーメン応用科学大学へ交換留学生として留学を行いました。本稿では、私がブレーメン応用科学大学で行った研究活動の内容について簡単に説明します。

2. 研究内容

2.1 研究背景

スペースシャトルや「はやぶさ」のサンプルリターンカプセルのように、宇宙機が宇宙から地球へ帰還する際には大気圏再突入を行う必要があり、その際には機体が高温環境に晒される「空力加熱」現象が生じる。現在、耐熱タイルや冷却法により熱に「耐える」工夫がされているが、これらは高コストなうえに、機体質量の多くを占めるという課題がある。本研究では、この課題の解決の糸口として、熱を「避ける」という新たな観点から考案されたバルートシステムについて着目し、研究を進めている。

バルートとは、圧縮気体の充填によって風船のように膨らみ展開する減速装置のことである(図 1)。空力加熱は、宇宙機が大気圏を高速で飛行する際に機体前方の空気が圧縮されることによって発生する。そこで、再突入時にバルートを展開させて機体を空気密度の薄い高高度で減速させることができれば、空力加熱を小さく抑えることが可能となる。バルートは展開可能とするために柔軟性を備えた材料で製作する必要があることから、圧縮気体を用いて展開してもある程度の柔軟性を持つこととなる。その柔軟性により、バルートが大気圏再突入時にどのような挙動を示すのか風洞実験から検討を行った。

2.2 風洞設備

実験は、図 2 に示す風洞設備を使用して行った。風洞とは、人工的に実際の流れ場を再現することができる装置のことである。本設備では、風速 50 m/s までの流れを再現することが可能である。実験時は、風速 0 m/s～50 m/s まで 10 m/s 刻みで流れの速度を変更させていった。

2.3 実験模型

図 3 に実験模型の概略図を示す。宇宙機を模擬した半球の後方にバルート模型をヒモで取り付けた。バルート模型については柔軟構造を有する 3 種類の模型(硬質 PVC 製、軟質 PVC 製、フッ素ゴム製)を用意した。図 4 に柔軟模型の構造を示す。直線チューブの片側にはチェックバルブが、もう一方にはシリコン接着剤が詰まっており、バルブを介して空気を充填した後、もう一方側もバルブに接続することで円型となる構造である。また、空気充填によるチューブの膨張を拘束するために布で覆い、二層構造とした。



図 2 ブレーメン応用科学大学の風洞設備

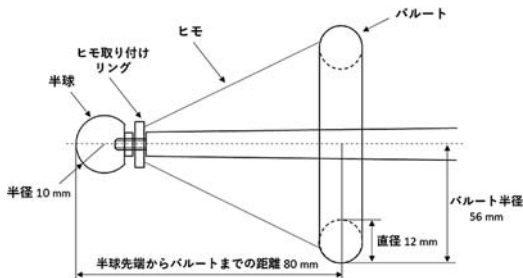


図 3 実験模型の概略図

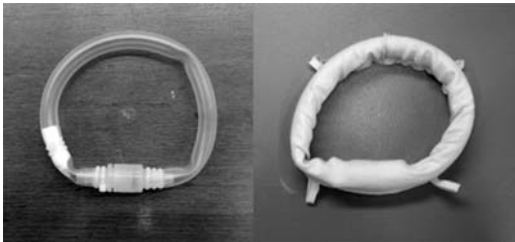


図 4 柔軟模型の構造

2.4 実験方法

本実験では、風速 0 m/s ～ 50 m/s の流れ場において、柔軟性を有するバルーン模型がどのような挙動を示すのか、ビデオカメラによる状態観察を行った。

2.5 実験結果

図 5 にビデオカメラによる実験模型の様子（硬質 PVC 製）を示す。通風前のバルーン模型は自重により垂れ下がっているが、風速 20 m/s を境に飛翔し、風速 50 m/s で空気力によって流れに正対した。バルーンは流れに正対する姿勢で安定し、空気力による模型の変形もなかった。軟質 PVC 製、フッ素ゴム製のバルーン模型についても同様の結果となった。

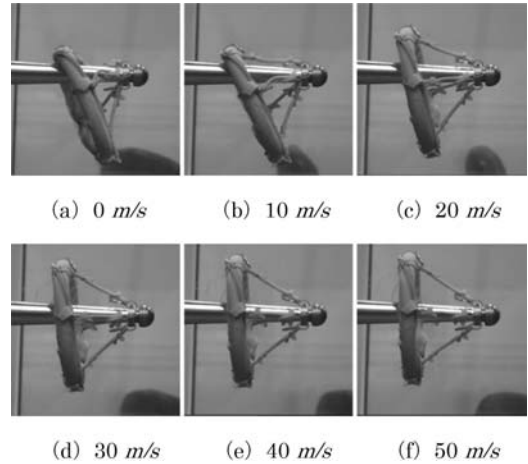


図 5 実験時の実験模型の様子（硬質 PVC 製）

2.6 まとめ

大気圏再突入機体のための減速装置「バルーン」が、亜音速流れにおいてどのような挙動を示すのか調査した。柔軟構造を有するバルーン模型を用いてバルーンの状態を調べた結果、風速 0 m/s ～ 50 m/s では形状変形を示さないことがわかった。バルーンは形状変形しない状態の方がより高い減速性能を示すことが過去の研究からわかっている。

3. 留学を振り返って

ブレーメンでの生活は、日本ではなかなか経験できない数多くのことを体験できた貴重な時間でした。英語でコミュニケーションを取ることの難しさもありましたが、現地でどのような生活をし、どのようなことを学び取るかは自分のチャレンジ次第で大きく変わることを改めて実感しました。「こうしておいて良かった」ということもあれば「こうしておけば良かった」ということも数多くありましたが、結果、自分の世界観を大きく広げることができた良い体験となりました。