

第 59 回宇宙科学技術連合講演会 に参加して

小野 翔平

Shohei ONO

機械システム工学専攻修士課程 2015 年度修了

1. はじめに

宇宙機が大気圏再突入を行う際には、機体が激しい空力加熱にさらされ焼失する危険性がある。そこで、空力加熱から機体を守るシステムとして、バルーンを用いることを検討している。バルーンとは、バルーン (Balloon) とパラシュート (Parachute) の複合語である。バルーンは膜面構造を持つため、使用時以外は機体の中に収納しておき、大気圏再突入時にガスにより展開させることで投影面積を増加させることが可能になる。これにより機体の抗力の増加が図れるため、従来に比べて、より高高度で減速させることが可能になり、空力加熱を軽減できると期待されている。

2. 発表内容について

バルーンの実用化に向け、主にバルーンの形状の違いとバルーンの挙動の変化の関係を調べることを目的とし、風洞実験と数値流体解析を行った。

2.1 極超音速風洞実験

過去の研究では、先端球から発生した衝撃波がバルーンの内側で干渉すると姿勢が安定することが分

かっている。このことから、本実験では図 1 に示した、先端球からの衝撃波がバルーンの内側で干渉するパターン、バルーン表面で干渉するパターン、バルーンの外側で干渉するパターンについて、バルーンの断面形状やバルーンの変形を考慮し、通風中のバルーンの姿勢の安定性について調査した。

実験を行った結果、それぞれの干渉パターンについて以下のようなことが分かった。

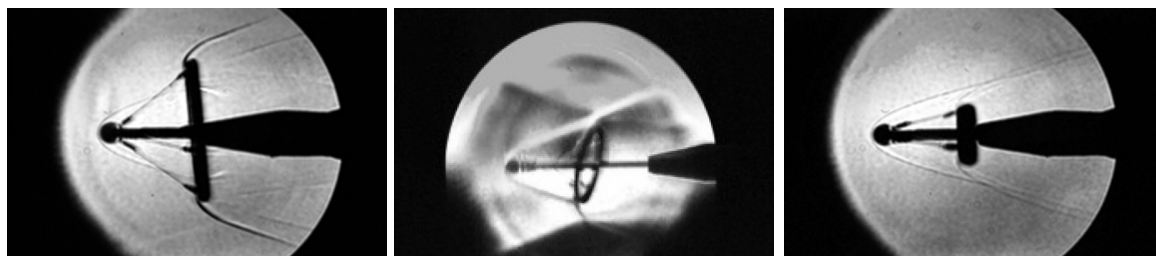
衝撃波がバルーンの内側で干渉する場合、変形の有無、断面形状によらずバルーンの姿勢が安定した。

次に、衝撃波がバルーンの表面で干渉する場合、断面形状が楕円横型のものは姿勢が安定したが、他の形状に関しては、姿勢が不安定になることが確認できた。

最後に、バルーンの外側で干渉する場合については、断面形状が楕円横型のもの以外の形状では、バルーンを傾けて実験を行ったところ、姿勢が不安定になることが分かった。

2.2 数値流体解析

風洞実験でバルーンの挙動が安定したパターンと不安定になったパターンについて迎え角 α を変更したときのピッチングモーメント M の変化を数値流体解析を用いて調査したところ、挙動が安定したものについては、図 2 のように迎え角を大きくするにつれてピッチングモーメントは減少し、グラフの傾きは負になることが確認された。このことからバルーンの静安定は正となることが確認できる。しか



バルーンの内側で干渉する場合 バルーン表面で干渉する場合 バルーンの外側で干渉する場合

図 1 先端球からの衝撃波とバルーンの干渉パターン

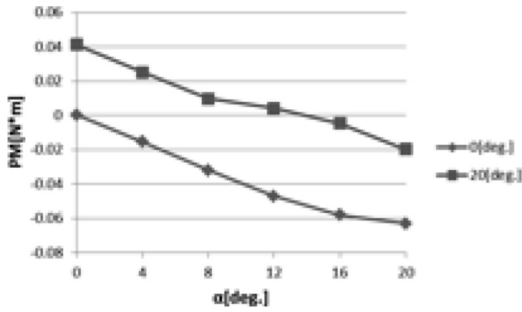


図2 姿勢が安定するパターンの解析結果

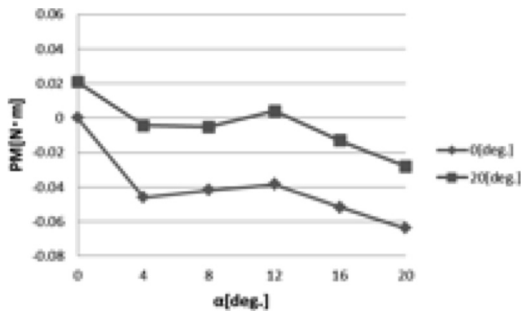


図3 姿勢が不安定になるパターンの解析結果

し、挙動が不安定になったものでは、共通して、釣り合いの位置付近でグラフの傾きが正になり、静安定が負になることが確認できた（図3）。

3. まとめ

本研究では極超音速領域においてバルートの形状

の違いと姿勢の関係性を調べるために、極超音速風洞実験と数値流体解析による機体の静安定性の調査を行った。実験結果と解析結果をそれぞれ比較すると、不安定なパターンの解析結果では共通して、ピッチングモーメントがつりあいの点付近でグラフの傾きが正になることが確認できた。また、楕円横型の形状については他の形状に比べて広い範囲で姿勢が安定することが分かったため、極超音速領域では、バルートの断面形状は楕円横型が良いと考えられる。

4. 発表を終えて

今回の学会発表はポスターセッションであったので、口頭発表と比べあまり多くの人に聞いていただくことは出来なかったが、代わりに、ポスターを訪れてくださった人一人ひとりと中身の濃い議論をすることが出来た。その中で、今まで気付かなかった問題や、新しい改良点を発見できたことで、今後の研究の方向性を考えるいい材料がたくさん得られた。また、それだけでなく同じ分野を研究する方と議論を交えることによって今まで知らなかったことも多く知ることができ、研究に関する知識も深めることが出来たので自分自身にとってとてもプラスになった経験になったと思う。