

極超音速風洞を用いた柔軟構造大気突入用柔軟膜材料の評価法の確立にむけて

山田和彦、安部隆士 (JAXA/ISAS) 今村幸 (東大新領域),

綿貫忠晴 (東大工学系), 鈴木宏二郎 (東大新領域)

実験期間：平成20年6月30日から7月11日

1. はじめに

将来の宇宙輸送システムを革新させる技術の一つとして柔軟構造体を利用した大気突入機があげられる。これは、大気突入機のアエロシェルとして展開型の柔軟構造を用いることにより軽量大面積の機体を実現し、弾道係数を大幅に下げることにより、大気突入時の空力加熱を避けることができることが最も大きな利点である。本システムは、アエロシェルの軽量大面積化が至上命題であるので、アエロシェルにインフレーター構造を採用することを検討している。その実現のためには、耐熱気密柔軟材料の開発とその大気突入時の極超音速気流中での性能を評価する必要がある。本実験では、極超音速気流中で、1) 空力的に加熱された膜材料内部を伝達する熱量を実験的に推算する手法と、2) その結果に基づいて製作したインフレーター構造の健全性を実証、評価する手法を確立することを目指し、柏キャンパスの極超音速風洞試験を使用し予備試験を行った。

2. 膜材料の内部熱伝達の推算にむけて

インフレーター構造の最内層に配置される気密膜材料を空力加熱から守るため、多層構造の採用を考えている。多層構造の内部をどのように熱が伝わるのかを理解することは、設計において非常に重要である。そこで、本試験では、図1、図2に示すような円筒状の模型を用意し、前面に膜面を重ねて貼り付け、その背後の温度を測定した。重ねる膜の種類や枚数が、背後温度の上昇率に与える影響について調べ、材料による断熱効果の違いや膜材料を重ねることによる断熱効果の上昇に関して知見を得ることができた。最終的に使用する材料を選定する段階までは至らなかったが、ここで行った手法や得られたデータは、柔軟アエロシェルに使用する材料の選定に役立つと考えている。

3. インフレーター構造の評価にむけて

前述した方法により材料を選定した後に、実際にその材料で製作したインフレーター構造が、極超音速流中で内部のガスを維持できることを実証し、また、どの程度の加熱量や時間で破壊するかを確認するための試験が必要である。ここでは、図3、図4に示すように、円柱形状に溶着し、その内部にガスを封入したインフレーター構造を取り付けられるような治具を作成した。本試験では、実際に数種類のサンプルを気流中に投入して、その耐性を確認した。今回は、数種類のサンプルのみに対して試験を行ったが、今後、サンプルを増やし、実際の再突入使用できる膜材料を選定していく予定である。



図1：膜材料の熱伝達試験用模型

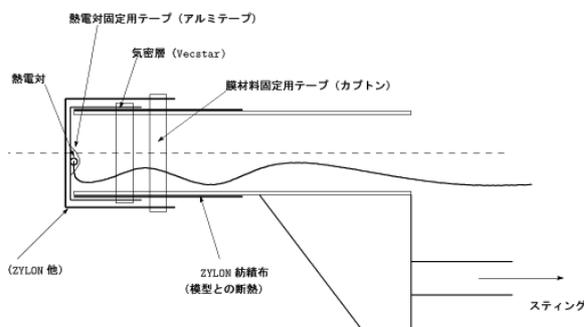


図2：膜材料の熱伝達試験用模型の概要図



図3：インフレーター構造耐熱試験用模型

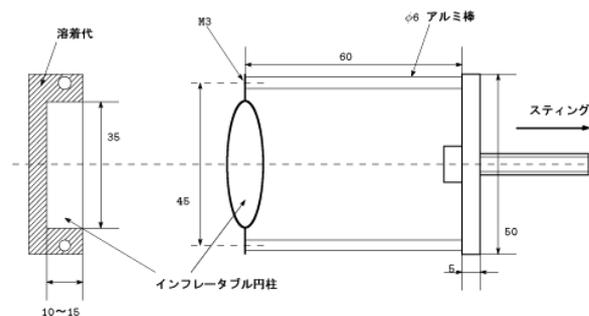


図4：円柱形状インフレーター構造耐熱試験用模型の概略図